

II WORKSHOP

Tecniche ed analisi scientifica per la ricostruzione dei sinistri stradali

Dinamica del veicolo in moto aberrante

Francesco Timpone

Salone dei Quadri - Sessa Aurunca (CE)

05 dicembre 2013

Definizioni

I veicoli in genere possono essere classificati in: veicoli a guida cinematica e veicoli a guida dinamica.

Veicoli a guida cinematica sono quelli la cui traiettoria (entro certi limiti) non dipende dalle forze che scambiano con l'ambiente esterno (treni, tram, etc.)

Veicoli a guida dinamica sono quelli la cui traiettoria è strettamente connessa alle forze che scambiano con l'ambiente esterno (autoveicoli, motoveicoli, navi, aerei, etc.)

Definizioni

Moto aberrante è un moto anomalo del veicolo attribuibile a diverse circostanze. Tipicamente si manifesta sottoforma di moto di deriva o di moto di scarrocciamento. Si tratta di moti in cui il veicolo subisce una deviazione consistente (deriva) rispetto alla direzione (traiettoria) attesa o addirittura una perdita di aderenza (scarrocciamento)

L'equilibrio del veicolo

L'operazione di conduzione di un veicolo può ricondursi sostanzialmente a due tipologie di manovre: manovre longitudinali (di accelerazione o di frenatura), e manovre laterali (di sterzata).

In entrambi i tipi di manovra ciò che si intende realizzare è una variazione del vettore velocità del baricentro del veicolo:

- variazione del modulo del vettore velocità nel caso di manovre longitudinali;
- variazioni della direzione del vettore velocità nel caso di manovre laterali.

L'equilibrio del veicolo

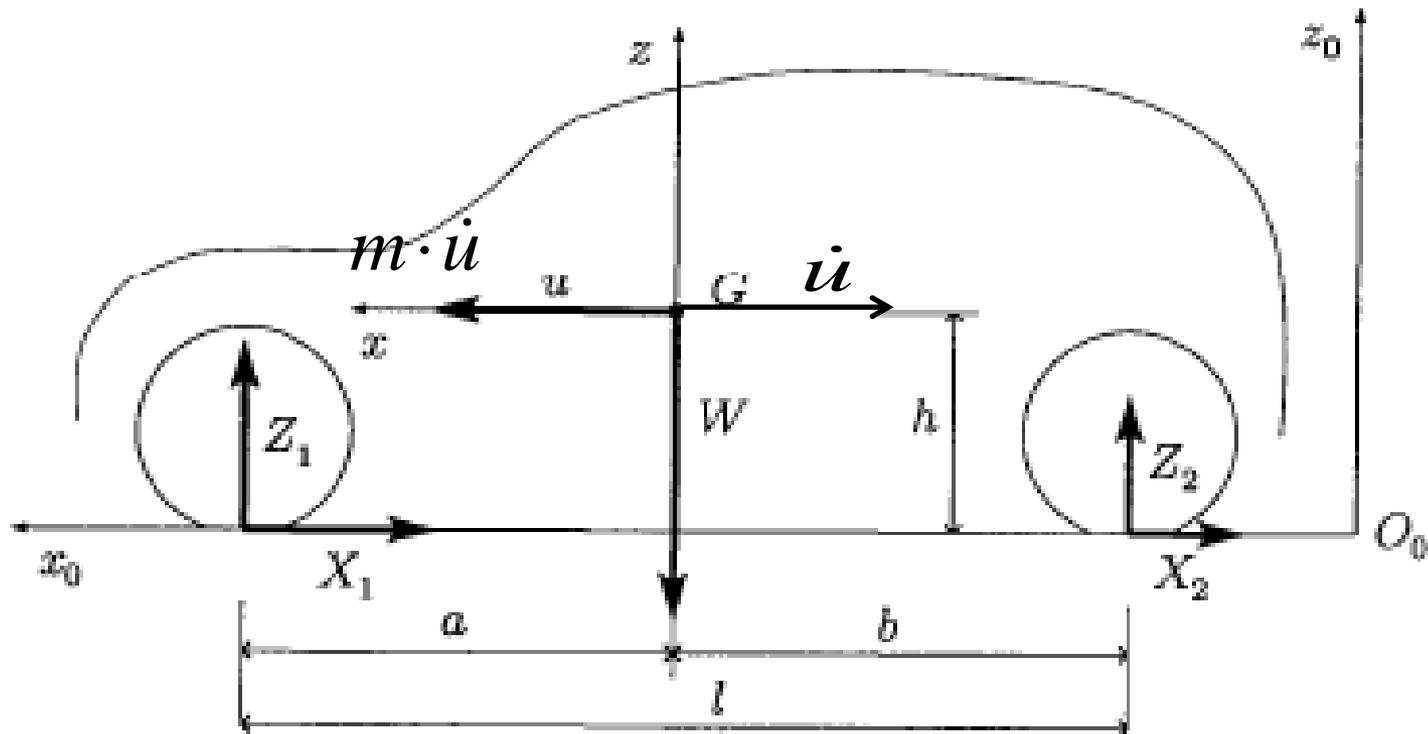
Ad ogni variazione di velocità è associata ad un'accelerazione. Alla variazione del modulo del vettore velocità è associata la componente di accelerazione diretta tangenzialmente rispetto alla traiettoria, mentre alla variazione della direzione del vettore velocità è associata la componente centripeta dell'accelerazione.

L'equilibrio del veicolo

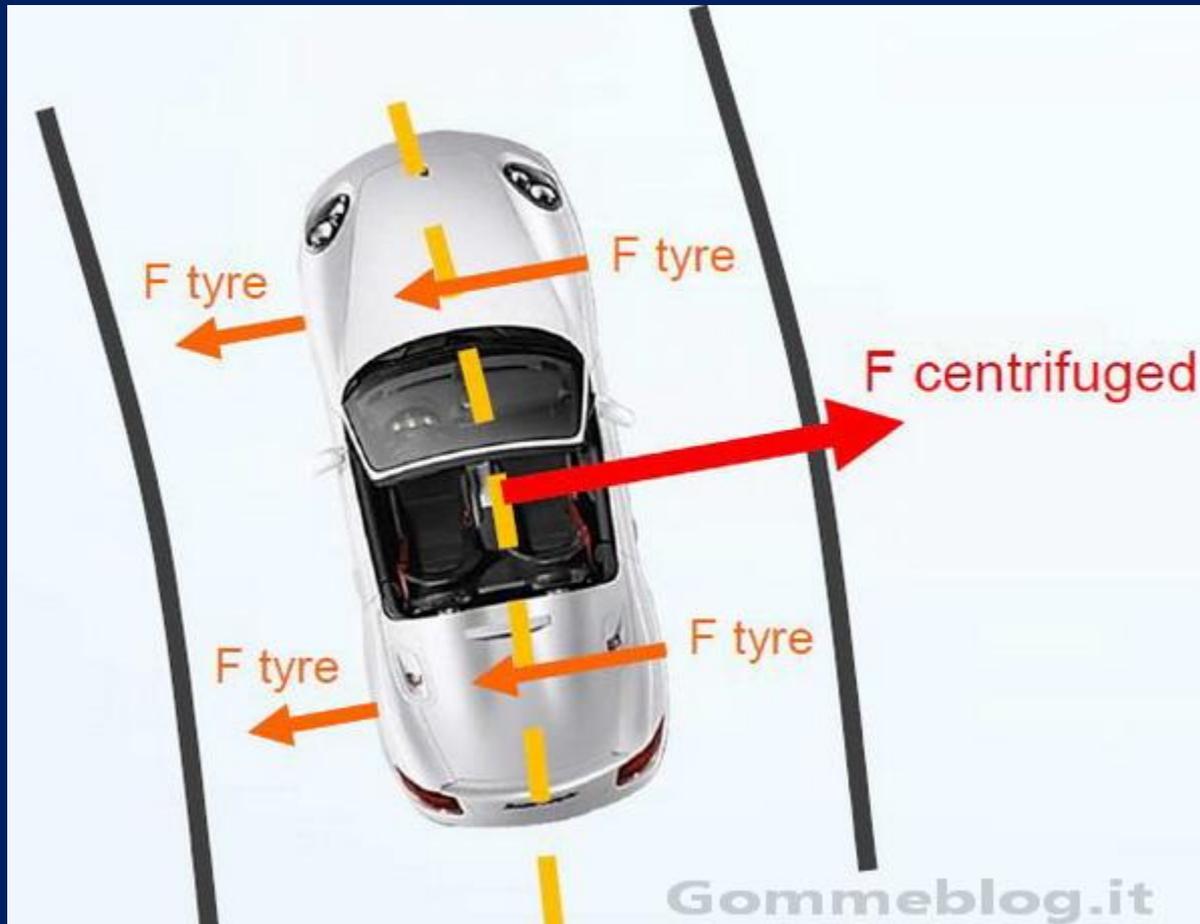
Ad ogni accelerazione corrisponde una forza di inerzia avente modulo al prodotto della massa del veicolo per il valore dell'accelerazione e verso opposto a quest'ultima.

Agli pneumatici è demandato il compito di far nascere le forze necessarie a tenere in equilibrio il veicolo, ovvero tali da bilanciare le suddette forze di inerzia.

L'equilibrio del veicolo in rettilineo (frenata)



L'equilibrio del veicolo in curva

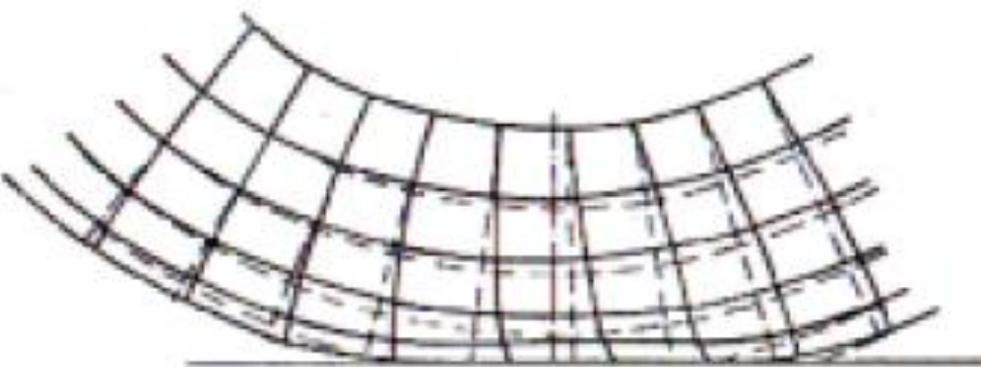
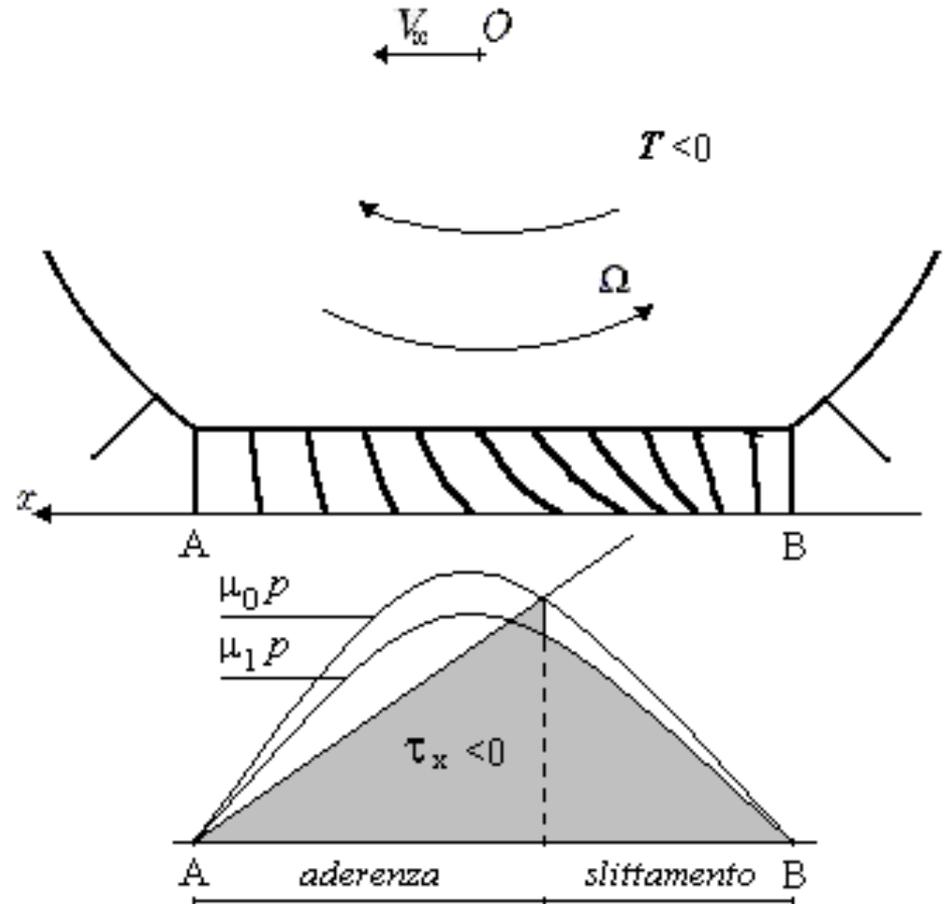
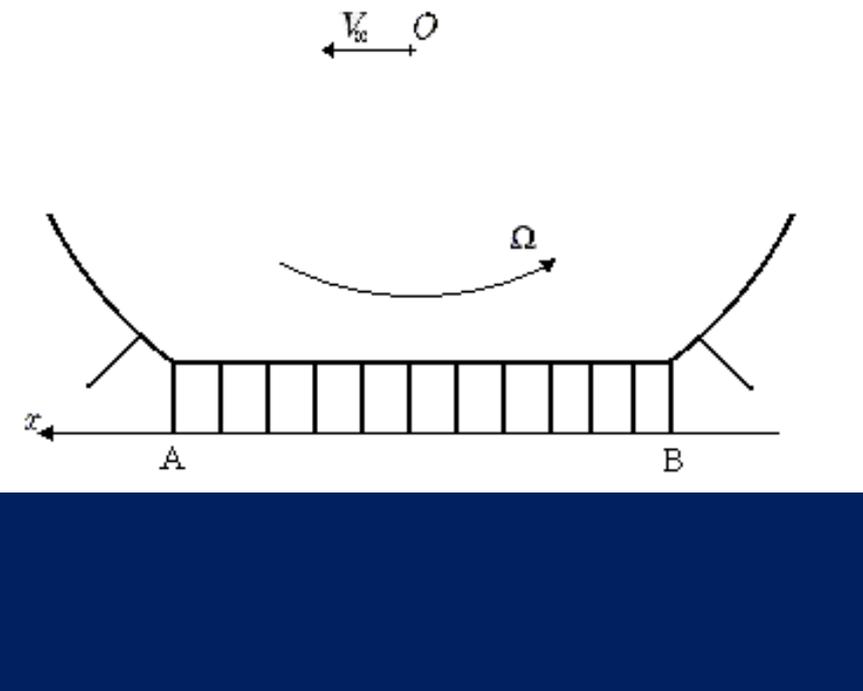


Gli pneumatici

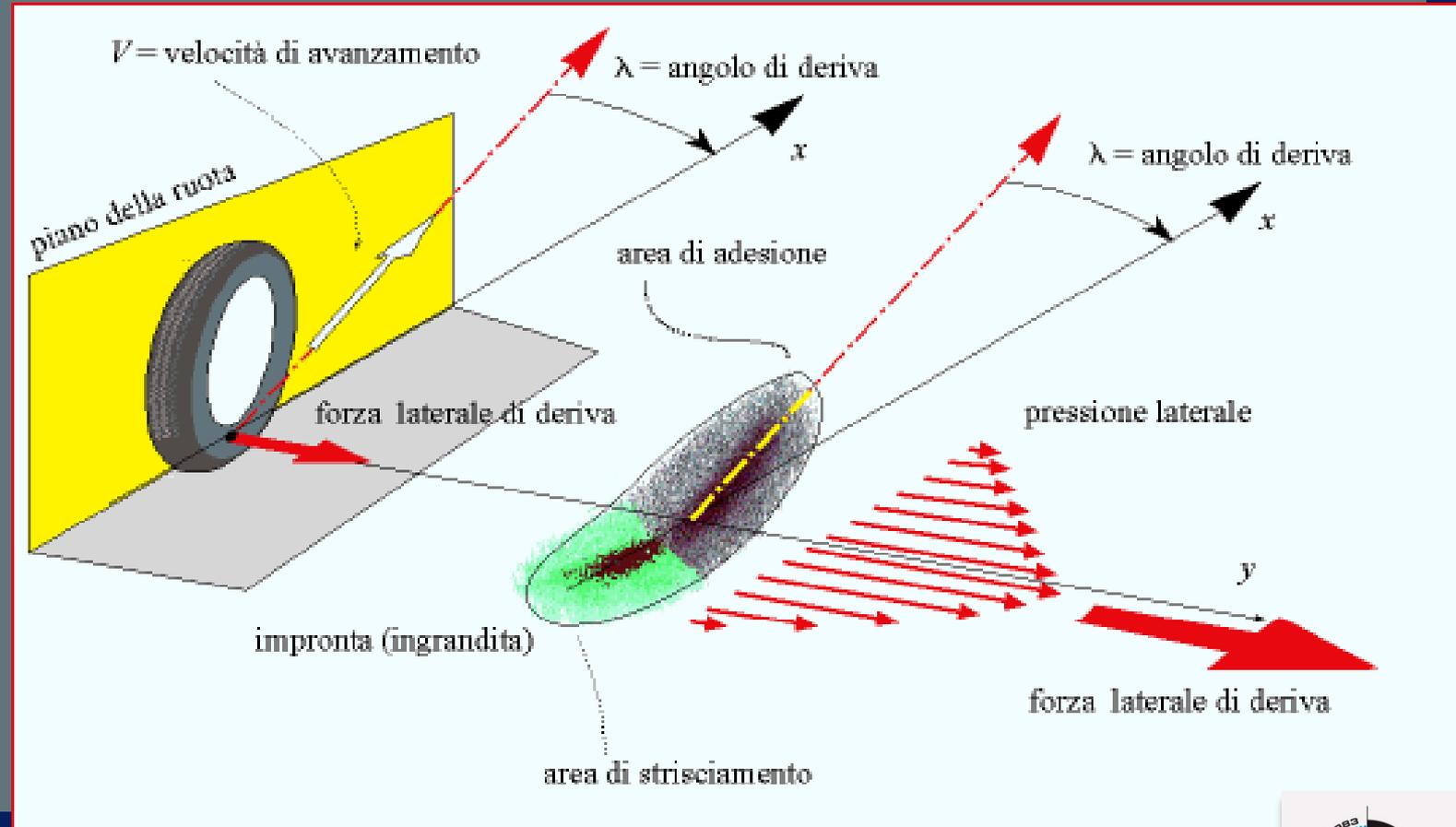
Gli pneumatici compensano (entro certi limiti) le variazioni della velocità necessarie per effettuare le manovre mediante la capacità di deformarsi sia in senso longitudinale che in senso trasversale. In tal modo consentono la nascita delle forze necessarie a governare il veicolo.

Uno pneumatico lavora normalmente in condizioni di pseudoslittamento, ove per pseudoslittamento si intende la convivenza, all'interno dell'impronta di contatto di zone che si trovano in microaderenza e zone che si trovano in microslittamento.

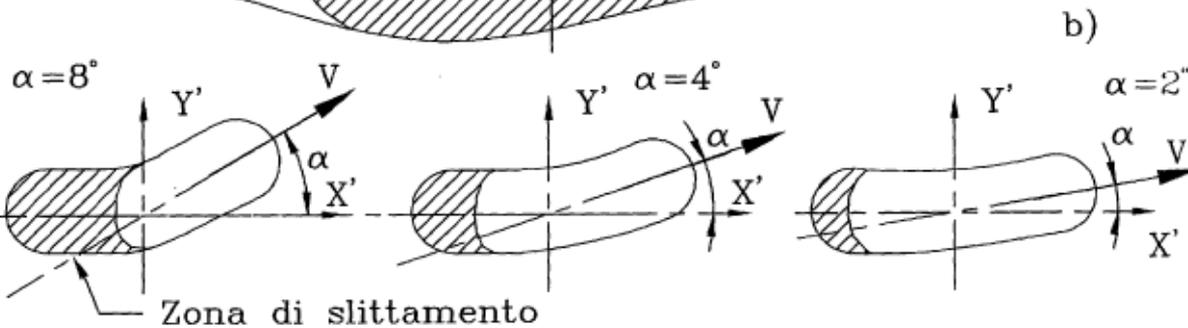
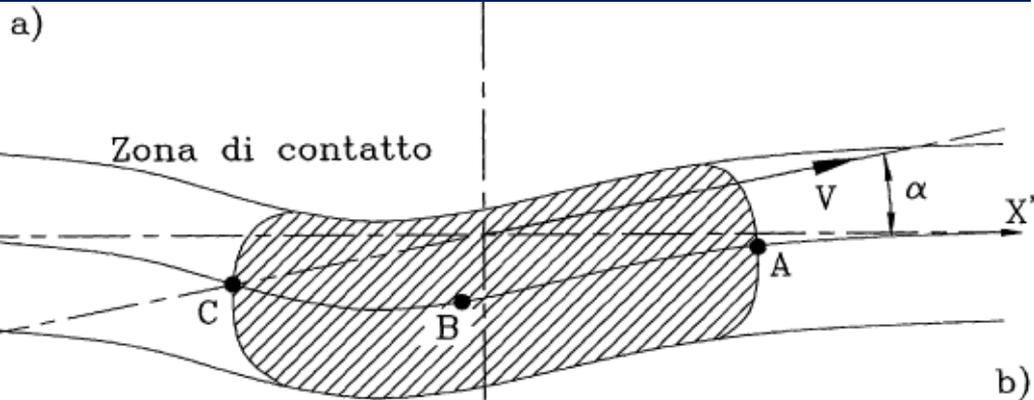
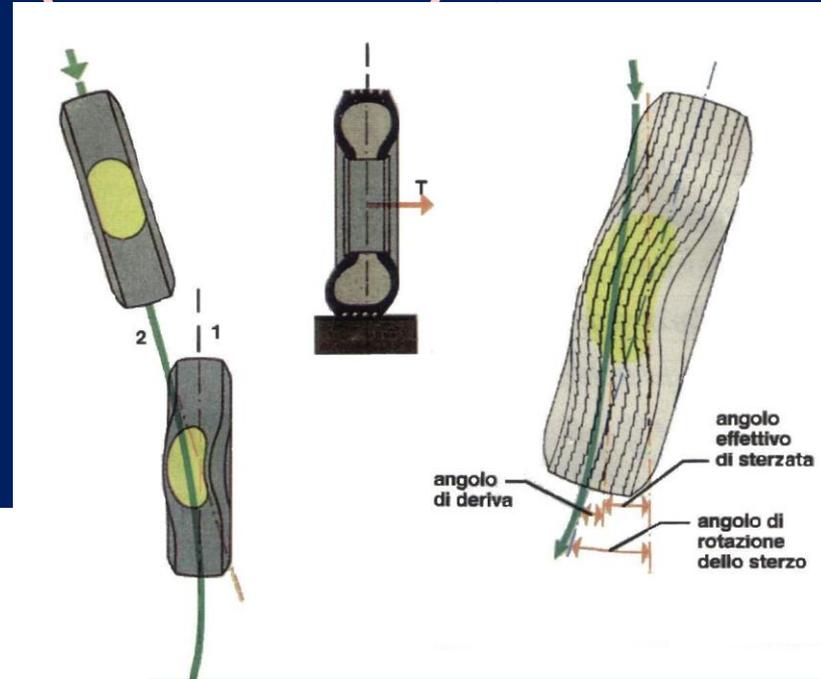
Gli pneumatici (longitudinale)



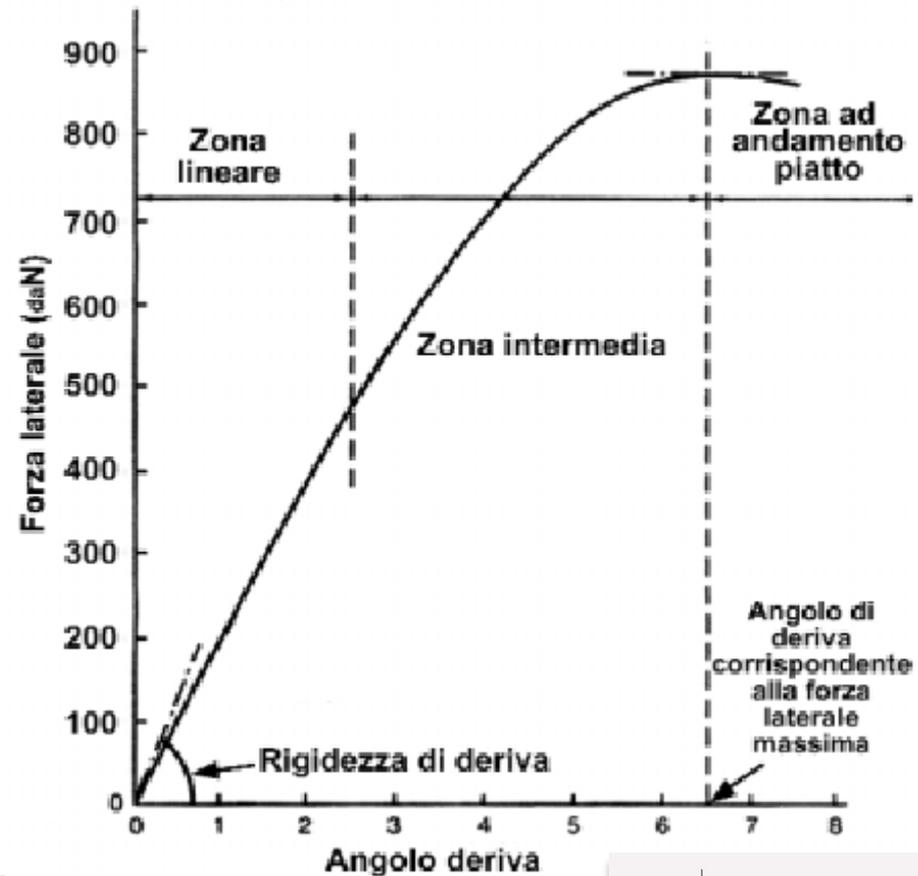
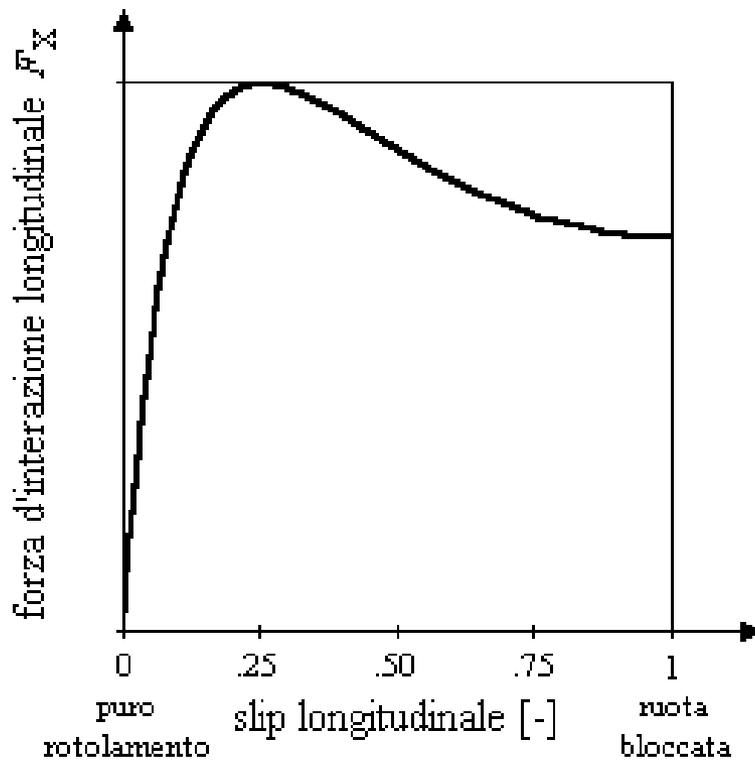
Gli pneumatici (laterale)



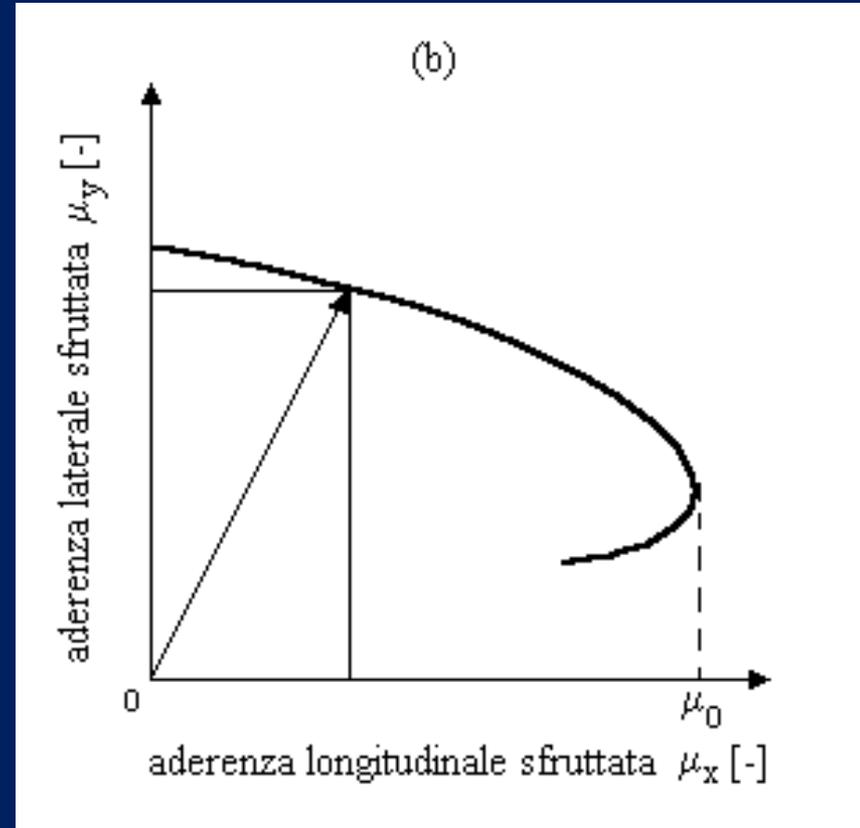
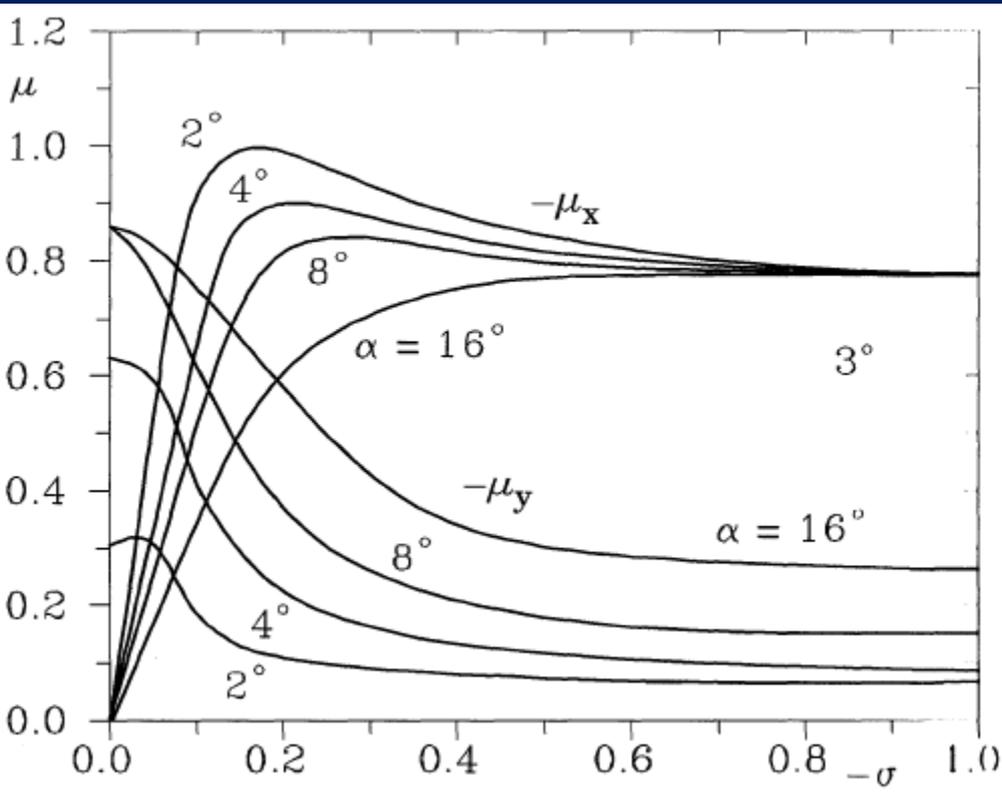
Gli pneumatici (laterale)



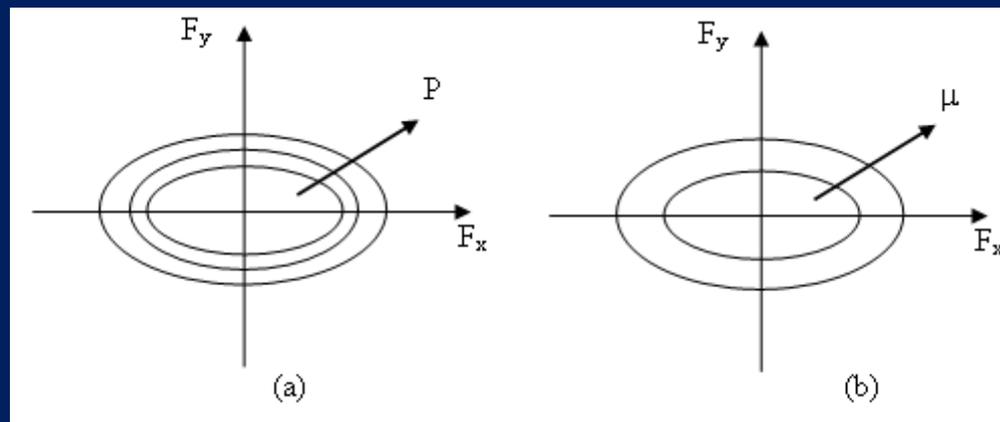
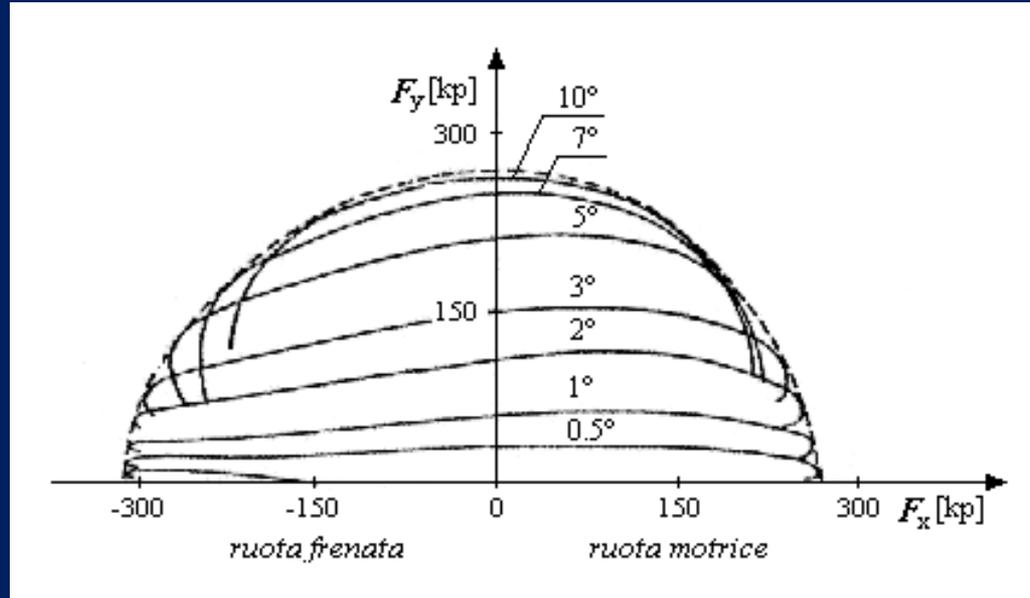
Gli pneumatici (interazioni)



Gli pneumatici (interazione combinata)



Gli pneumatici (ellisse di aderenza)



Gli pneumatici

Da quanto mostrato si desume che se uno pneumatico si trova a compensare contemporaneamente una variazione del modulo ed una variazione della direzione del vettore velocità, non è in grado di esercitare lo stesso valore massimo di forza che potrebbe esplicare nelle stesse condizioni compensando una variazione per volta.

Gli pneumatici

In sostanza si può pensare all'aderenza disponibile come ad un capitale: se ne viene investita una aliquota in direzione longitudinale (per accelerare o frenare il veicolo), la parte che rimarrà disponibile in direzione laterale (per curvare il veicolo), sarà inferiore a quella che si avrebbe a disposizione in assenza di interazioni longitudinali.

I moti aberranti dei veicoli

I moti aberranti dei veicoli sono in generale da ascrivere a situazioni in cui su almeno uno dei due assali si sta giungendo o si è giunti a condizioni limite di aderenza.

Ciò può avvenire per diverse circostanze, ad esempio la presenza di un ostacolo improvviso mentre si sta percorrendo una traiettoria curva, può indurre ad azionare il sistema frenante e contemporaneamente a variare l'angolo di sterzo in maniera brusca, con conseguente probabile compromissione dell'aderenza disponibile.

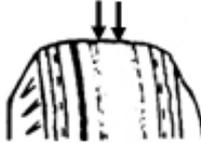
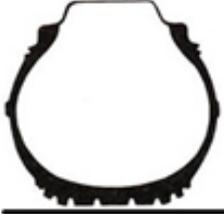
I moti aberranti dei veicoli

Val la pena di ricordare che le forze di inerzia generate dalle variazioni del vettore velocità contribuiscono a variare in maniera sostanziale i carichi gravanti sulle quattro ruote (trasferimenti di carico) e che le forze scambiate dagli pneumatici nel piano stradale sono forze di attrito, quindi molto sensibili alle variazioni di carichi verticali (si veda la variazione dell'ellisse di aderenza al variare del carico verticale).

I moti aberranti dei veicoli

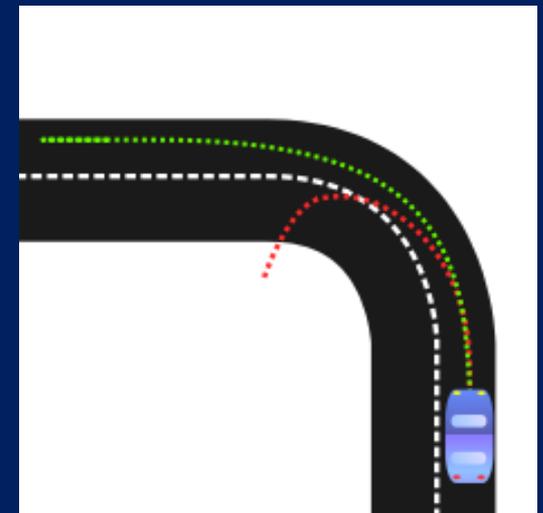
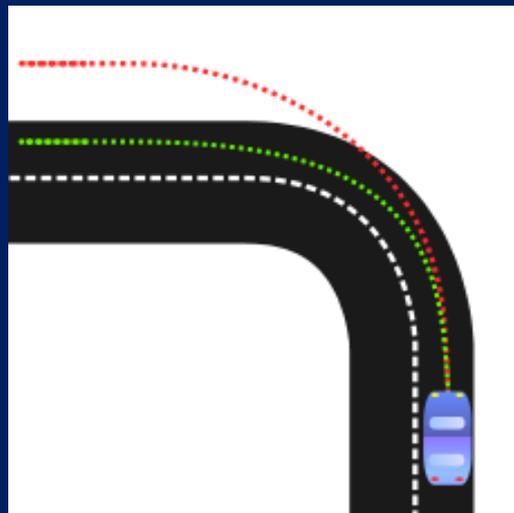
Molteplici possono essere le cause che conducono ad un moto aberrante in cui il veicolo subisce una deviazione consistente (deriva) rispetto alla direzione attesa o addirittura una perdita di aderenza (scarrocciamento): condizioni del manto stradale, stato di usura e/o scorretta pressione di gonfiaggio degli pneumatici, distribuzione del carico all'interno del veicolo, eccessiva prestazione richiesta al veicolo rispetto a quanto consentito dall'aderenza disponibile, distrazioni, manovre eccessivamente rapide in condizioni di panico, forte vento laterale, etc.

I moti aberranti dei veicoli

	Under-inflation Rapid wear at edges	Normal inflation	Over-inflation Rapid wear at centre
Tyres' conditions			
Contacts with road (diagrams showing vertical sections of tyres contacting with road surface)			
Appearances of the skid marks			

I moti aberranti dei veicoli

I moti aberranti possono manifestarsi con un comportamento sottosterzante del veicolo (tendenza ad andare dritto nonostante le ruote siano sterzate) o con uno sovrasterzante (il veicolo si gira con la parte posteriore, generando un testa - coda)



I moti aberranti dei veicoli

I moti aberranti dei veicoli in genere sono ricostruiti per via indiretta, ovvero facendo ricorso a quegli elementi che sono conseguenza degli stessi moti.

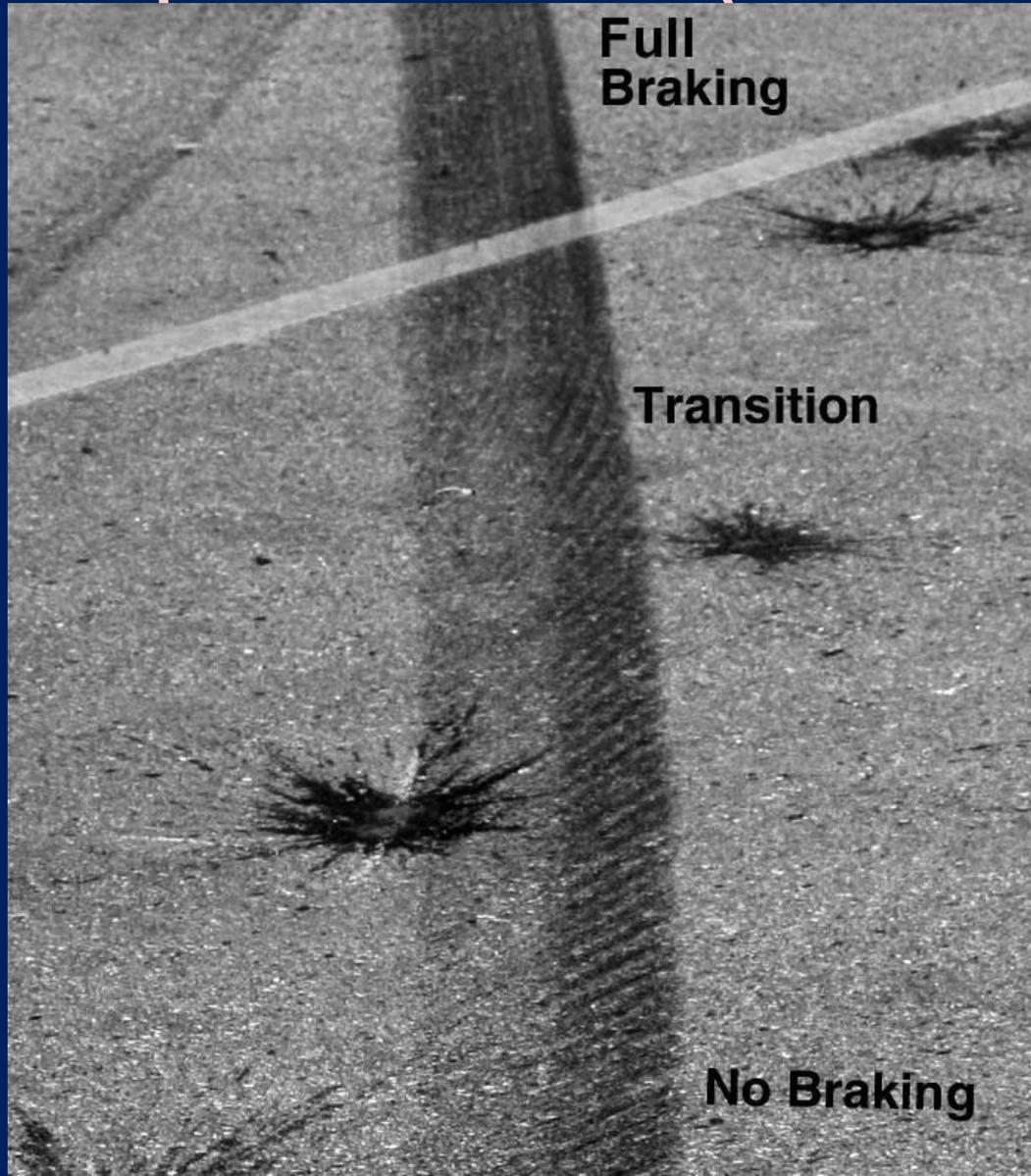
In particolare rivestono un ruolo fondamentale a tal uopo le tracce lasciate dagli pneumatici sulla sede stradale e non, nonché i danni individuabili sui veicoli che hanno colliso e sulle infrastrutture stradali (barriere di protezione, etc.) lungo la direzione di svio dei veicoli.

I moti aberranti dei veicoli

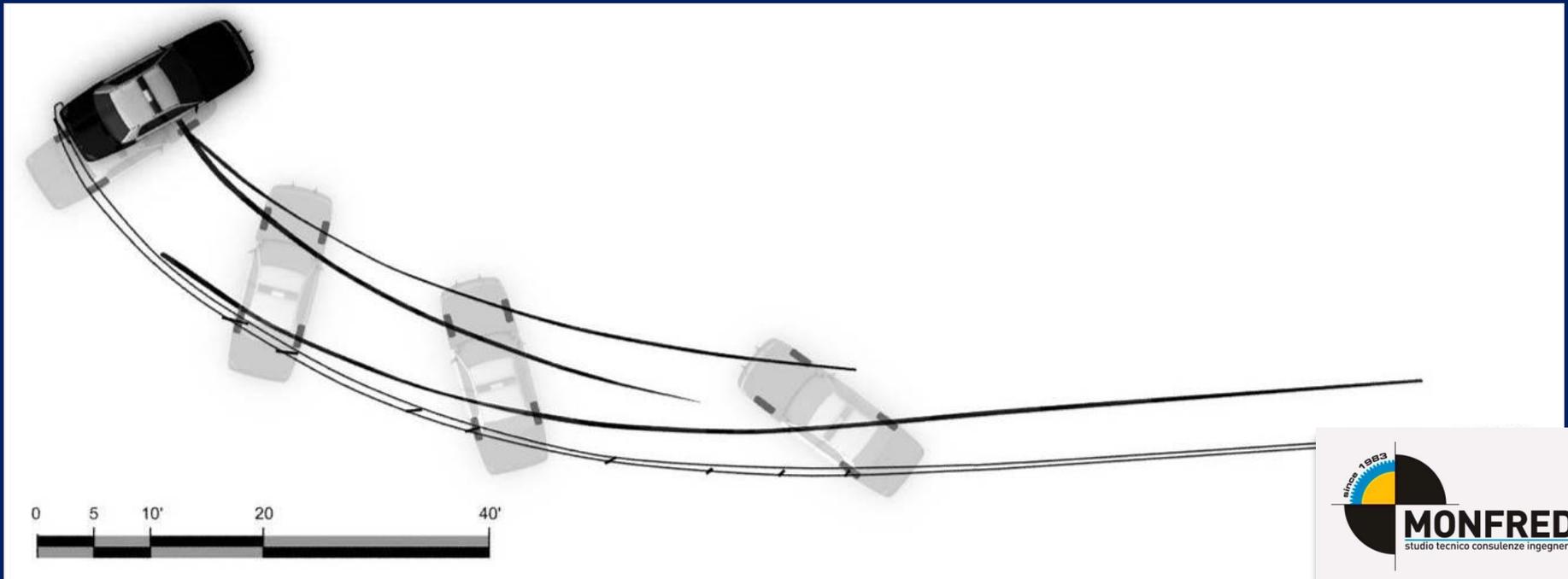
Le dimensioni, la tipologia, l'intensità, la direzione, le distanze, le eventuali discontinuità o brusche variazioni delle tracce lasciate dagli pneumatici sulla sede stradale sono una fonte di informazione fondamentale per poter formulare ipotesi verosimili atte a ricostruire la dinamica di un sinistro.

Fermo restando che una ricostruzione accettabile deve essere sempre tale da rendere compatibili tutti gli elementi oggettivi rilevati e disponibili a valle di un sinistro e non può prescindere da nessuno di essi.

Gli pneumatici (tracce)



Gli pneumatici (tracce)



La ricostruzione

L'attività di ricostruzione sostanzialmente consiste nell'individuazione di una dinamica del sinistro in cui si siano introdotte tutte le informazioni raccolte nel corso delle operazioni peritali, in modo tale da pervenire alla quantificazione dei valori delle grandezze fisiche caratterizzanti il sinistro, senza violare chiaramente alcun principio di base della fisica.

La ricostruzione

Chiunque ha ricostruito un sinistro si è reso conto che gli elementi a disposizione spesso sono pochi e talvolta sono rilevati in maniera non proprio impeccabile.

Ci si potrebbe chiedere come migliorare questa situazione.

La risposta è abbastanza scontata.

È sufficiente aumentare il numero e la qualità delle informazioni a disposizione del tecnico ricostruttore, dove per qualità si intende l'assenza di distorsioni degli elementi ad esempio connesse all'intervento di personale non addestrato.

La ricostruzione

Alcuni progressi in tal senso sono stati già fatti, infatti alcune compagnie di assicurazione prevedono di equipaggiare le autovetture con dispositivi (le cosiddette scatole nere) in grado di misurare le accelerazioni conseguenti ad un impatto e sulla base di tali dati è possibile verificare la compatibilità dei danni sui veicoli.

La ricostruzione

Il passo successivo da compiere sarebbe quello di utilizzare tutte le informazioni provenienti dalla sensoristica presente a bordo veicolo asservita ai sistemi di controllo (della frenata, della trazione, della stabilità, etc.) congiuntamente a quelle di un dispositivo GPS, prevedendo una sistema di memorizzazione analogo alla scatola nera degli aereoplani in cui tutti i segnali disponibili vengono salvati per un periodo sufficientemente lungo ed i dati sono codificati e ad accesso ristretto, ma non solo delle assicurazioni.

La ricostruzione

Ciò sarebbe utile sia per comprendere meglio la dinamica dei moti aberranti dei veicoli sia per ricostruire con maggior grado di confidenza tutto ciò che accade durante le evoluzioni tipicamente irregolari associate ad un sinistro

Grazie per l'attenzione

Contatti:

Francesco Timpone

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Università degli Studi di Napoli Federico II

Via Claudio, 21 - 80125 Napoli

Phone: +39 081 76 83263

Mobile: +39 339 8783553

Fax: +39 081 2394165

e-mail: francesco.timpone@unina.it

