

# Pneumatici da scoprire

In prima assoluta Auto Tecnica ha il piacere di presentare ai propri lettori i risultati di una serie di prove con le quali sono stati messi alla frusta cinque pneumatici diversi di larga diffusione. Il rigore dei risultati scientifici e l'immediatezza delle rappresentazioni grafiche vi aiuteranno a scegliere il pneumatico più adatto in funzione delle vostre esigenze

*Stefano Lazzarino & Giovanni Lopes. Foto: Alberto Cervetti*

Il numero di Auto Tecnica dello scorso maggio conteneva un articolo forse poco appariscente nella sua veste grafica, ma di grande contenuto tecnico. "Tutto ruota intorno a un test", questo il suo titolo. I pneu-

matici e una macchina per provarli l'oggetto del contenuto. Un piccolo grande sogno nel cassetto per noi di Auto Tecnica. Prima rivista di settore a trattare, in modo così approfondito, un argomento delicato come que-



sto, la nostra testata si è rivolta, come i lettori sanno, al Politecnico di Torino, Centro Universitario culturalmente molto legato al mondo del-

l'automobile; la macchina prova pneumatici in dotazione presso il Dipartimento di Energetica è stata utilizzata per rilevare alcuni parametri

**YOKOHAMA**

**GOODYEAR**

**PIRELLI**



# GLOSSARIO

## ANGOLO DI DERIVA

Quando un pneumatico è sottoposto ad una forza trasversale, ad esempio durante la percorrenza di una curva, la vettura devia dalla traiettoria (angolo di deriva). All'aumentare della forza trasversale la deviazione cresce sempre più fino al raggiungimento della totale perdita di aderenza. È l'angolo compreso tra la direzione di avanzamento del veicolo (o del nastro nelle nostre prove) ed il piano medio della ruota.

## COEFFICIENTE DI ADERENZA LONGITUDINALE ( $\mu_x$ )

È il rapporto tra la forza di aderenza longitudinale, nel piano medio della ruota, ed il carico gravante sulla ruota.

## COEFFICIENTE DI ADERENZA TRASVERSALE ( $\mu_y$ )

È il rapporto tra la forza di aderenza trasversale, perpendicolare al piano medio della ruota, ed il carico gravante sulla ruota.

## NOMENCLATURA DEL PNEUMATICO

Esempio di designazione:

165/65 R 14 .....

Significato dei diversi termini:

- 165 = larghezza del pneumatico da fianco a fianco in millimetri
- 65 = serie del pneumatico, ovvero percentuale tra l'altezza della spalla e la larghezza del pneumatico
- R = costruzione radiale
- 14 = diametro del cerchio in pollici
- 66 = indice di carico (vedi sotto)
- T = codice di velocità (vedi sotto)

## INDICE DI CARICO: CARICO AMMESSO SU CIASCUN PNEUMATICO

60 = 250 kg

66 = 300 kg

76 = 400 kg

84 = 500 kg

90 = 600 kg

100 = 800 kg

108 = 1000 kg

116 = 1250 kg

122 = 1500 kg

## CODICE DI VELOCITÀ

Indica l'attitudine di un pneumatico a viaggiare fino alle seguenti velocità

- L = 120 km/h
- M = 130 km/h
- N = 140 km/h
- P = 150 km/h
- Q = 160 km/h
- R = 170 km/h
- S = 180 km/h
- T = 190 km/h
- H = 210 km/h
- V = 240 km/h
- W = 270 km/h
- Y = 300 km/h
- ZR = oltre 240 km/h

## PNEUMATICO SIMMETRICO

Pneumatico il cui disegno battistrada risulta speculare rispetto al piano equatoriale.

## PNEUMATICO ASIMMETRICO

Pneumatico il cui disegno battistrada risulta essere differenziato rispetto al piano equatoriale.

## PNEUMATICO RADIALE

È un pneumatico in cui l'ordito che costituisce la carcassa è disposto secondo i piani meridiani, o radiali.

## RIGIDEZZA DI DERIVA

È quel parametro che dà indicazione sulle capacità di risposta del pneumatico; è definita come il rapporto tra la forza di deriva (forza di aderenza trasversale) e l'angolo di deriva. È un fattore molto importante nella determinazione del comportamento direzionale del veicolo.

## VELOCITÀ DI SCORRIMENTO

Il pneumatico appoggiando sul terreno assume una forma non perfettamente circolare; ciò significa che a parità di velocità angolare la parte superiore e quella a contatto con la strada presentano velocità periferica diversa. Questa differenza di velocità viene compensata da un leggero slittamento del battistrada che prende il nome di scorrimento.

**Continental** 

 **DUNLOP**



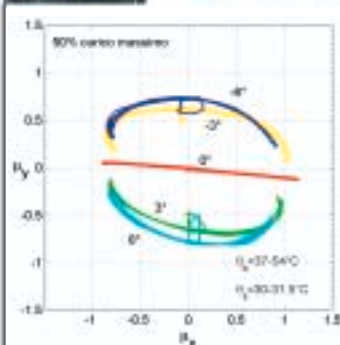




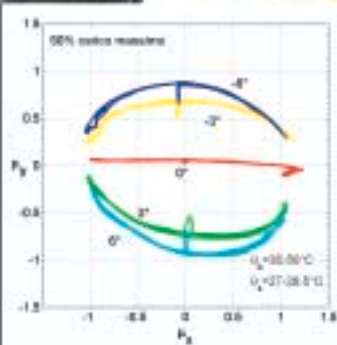
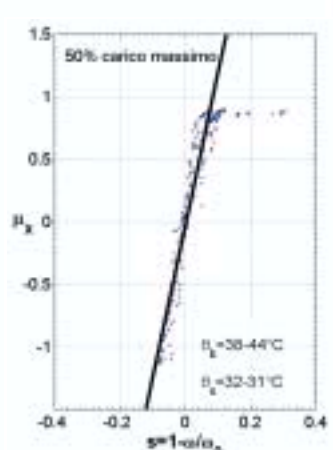
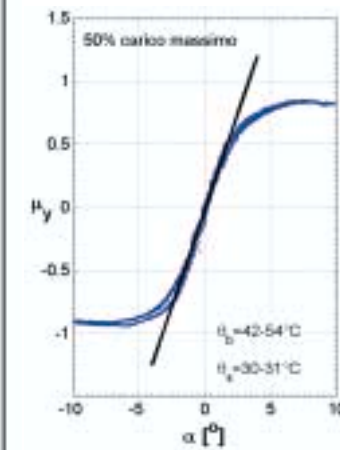
### ALCUNE PROTAGONISTE IN GRADO DI MONTARE I PNEUMATICI PROVATI QUESTO MESE

I pneumatici con misura pari a 165/65 R14 equipaggiano un'ampia categoria di vetture appartenenti al segmento B (medio-piccole); alcune note rappresentative di questa categoria sono: Fiat Punto, Citroën C3, Lancia Ypsilon, Opel Corsa, Peugeot 206 e Renault Clio. Il rapporto nominale d'aspetto con valore pari a 65 rappresenta un buon compromesso per vetture da impiegarsi su percorsi misti (urbano ed extraurbano); una gomma siffatta offre buone doti di comfort senza pregiudicare eccessivamente le prestazioni di handling.

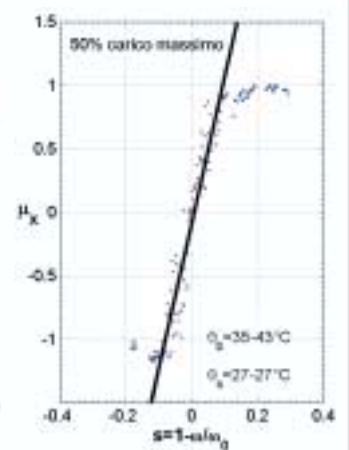
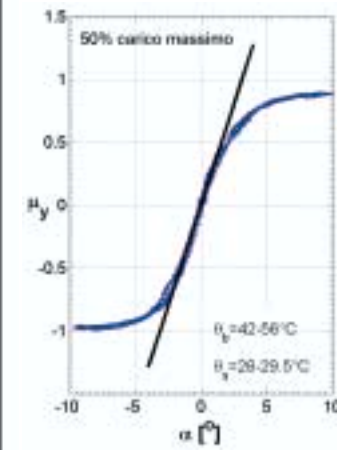
fondamentali su cinque gomme che li montano: Peugeot 206, Fiat Punto, Lancia Ypsilon, Opel Corsa, Continental, Goodyear, Dunlop, Yokohama e Pirelli. Alcune vetture che li montano: Peugeot 206, Fiat Punto, Lancia Ypsilon, Opel Corsa, Citroën C3. La scelta dei parametri



È risultato il pneumatico con il miglior rendimento in termini di aderenza longitudinale; bassa la tenuta laterale, con un ulteriore aggravio del comportamento sul fronte della rigidità di deriva. Procedendo in senso antiorario, i tre grafici riportano rispettivamente il coefficiente di aderenza trasversale in funzione di quello longitudinale, quest'ultimo in funzione dell'angolo di deriva e quello trasversale in funzione dello scorrimento.



Insieme al Pirelli P3000, ha raggiunto la condizione di scorrimento anche in corrispondenza di un carico applicato pari al 50%. La miglior performance è stata ottenuta sul fronte del coefficiente di aderenza trasversale, con un valore positivo di 0,9 ed uno negativo di -1,05.



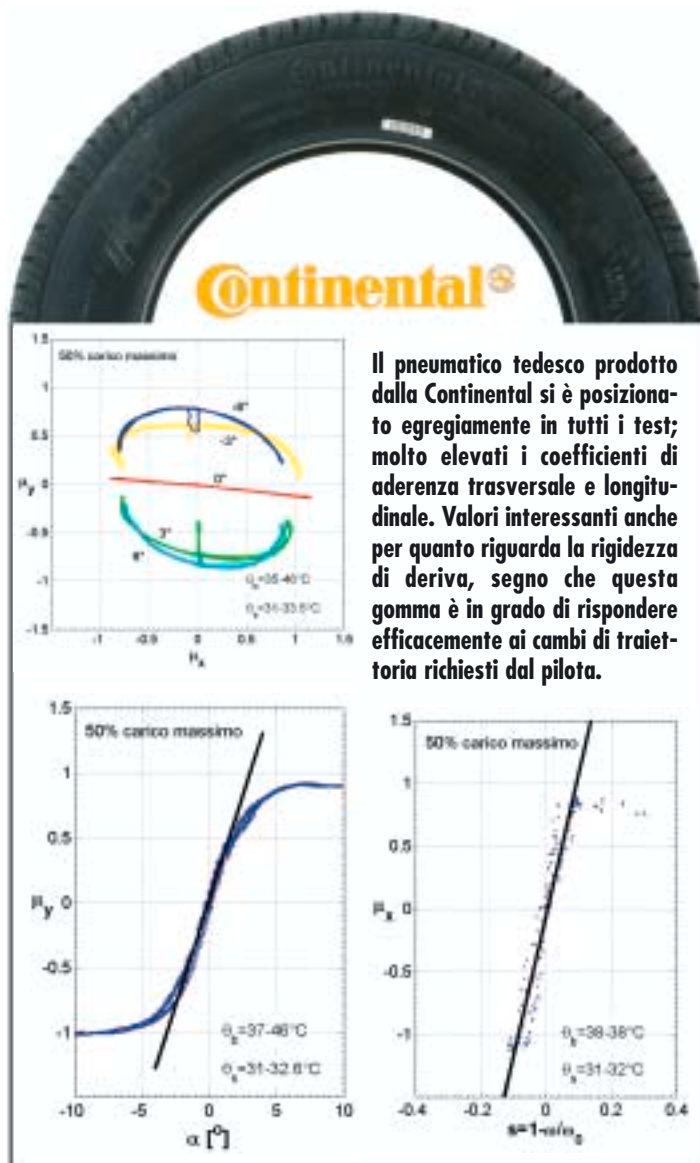
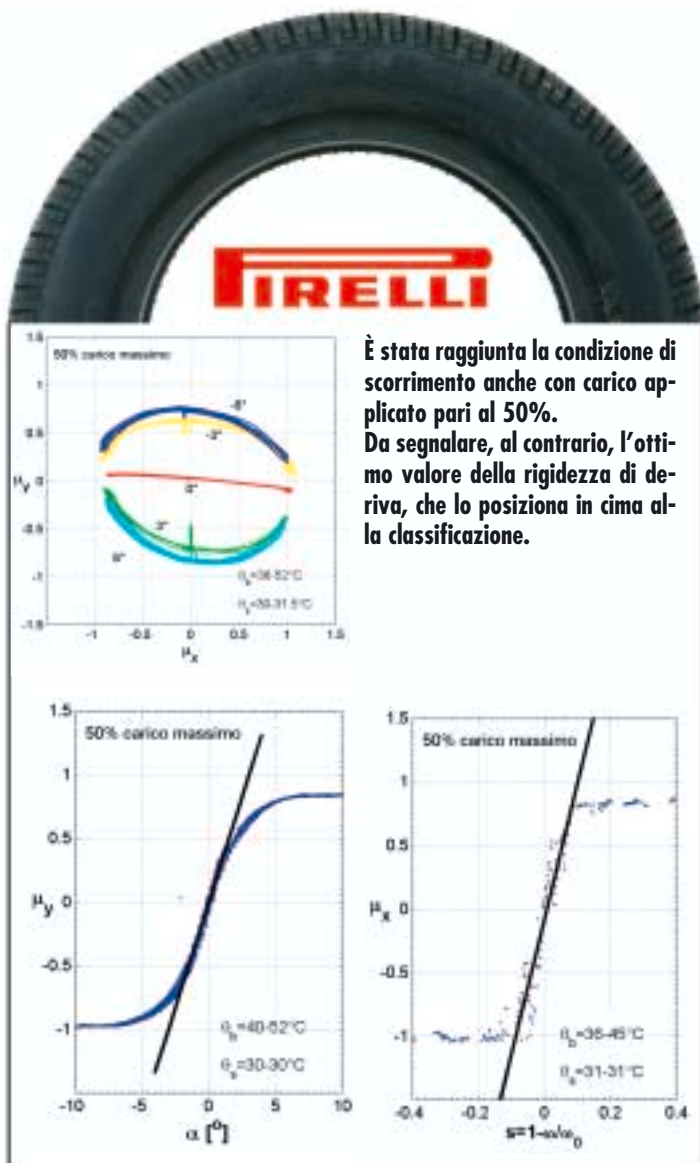
da valutare è stata fatta in funzione di un certo numero di esigenze, prime tra tutte la chiarezza e l'interesse per i nostri lettori. Per tale motivo, nelle pagine seguenti, è possibile trovare tre grafici per ogni pneumatico: questi rappresentano nell'ordine l'andamento del coefficiente di aderenza longitudinale in funzione dello scorrimento (con angolo di deriva nullo), il coefficiente di aderenza trasversale in funzione dell'angolo di deriva (con scorrimento nullo) ed, infine, i due coefficienti di aderenza uno in funzione dell'altro. Tutte queste grandezze sono state rilevate in corrispondenza di tre situazioni diverse: 30%, 50% e 80% del carico previsto dal costruttore per il singolo pneumatico.



**Il pneumatico di produzione Pirelli ripreso durante la fase di test; la gomma è montata sul mozzo della macchina prova pneumatici del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino. Le caratteristiche della macchina sono state ampiamente descritte su Auto Tecnica - Maggio 2004.**

Ma perché abbiamo scelto di rilevare questi parametri? La risposta, quasi scontata, è legata alla praticità con cui tali risultati possono essere legati al comportamento su strada del pneumatico.

A tal proposito riteniamo importante sottolineare un aspetto estremamente importante; tutti i dati rilevati sono strettamente legati alla prova effettuata ed al tipo di gomma testata. In altre parole deve essere chiaro come, in un confronto tra due pneumatici, quello con coefficiente di aderenza longitudinale superiore varterà sì prestazioni di grip, in accelerazione e frenata, migliori, ma lo stesso, una volta montato su vettura, manifesterà un comportamento fortemente dipendente dalla tipologia di





sospensione e, più in generale, dalle modalità con cui la vettura tenderà a sollecitare il pneumatico stesso.

Il trasferire i risultati ottenuti con la macchina in laboratorio direttamente sul comportamento della vettura è quindi l'errore più facile in cui il lettore rischia di cadere.

Detto ciò, le differenze tra i pneumatici messi a confronto con la macchina di prova del Politecnico di Torino evidenzieranno comunque le peculiarità di ogni gomma e i coefficienti calcolati, in direzione longitudinale e trasversale, esprimeranno con estrema chiarezza quale pneumatico è in grado di sviluppare una forza d'aderenza migliore.

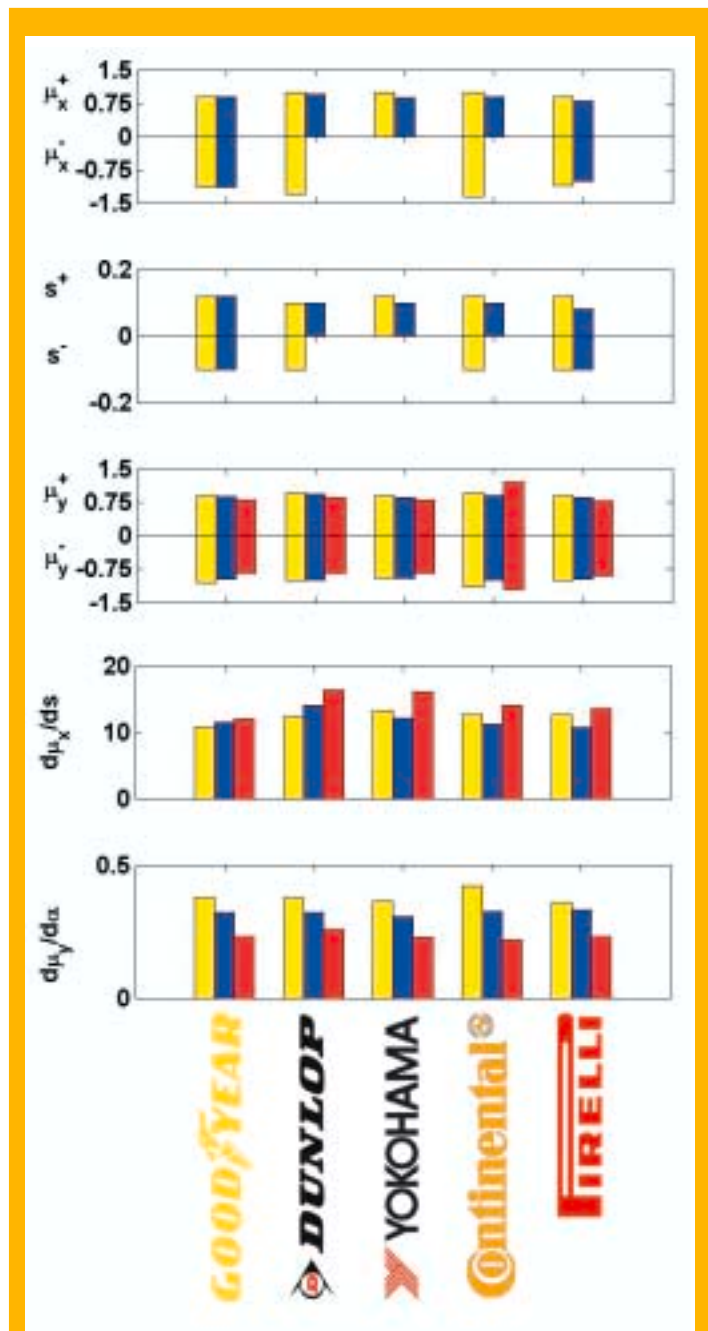
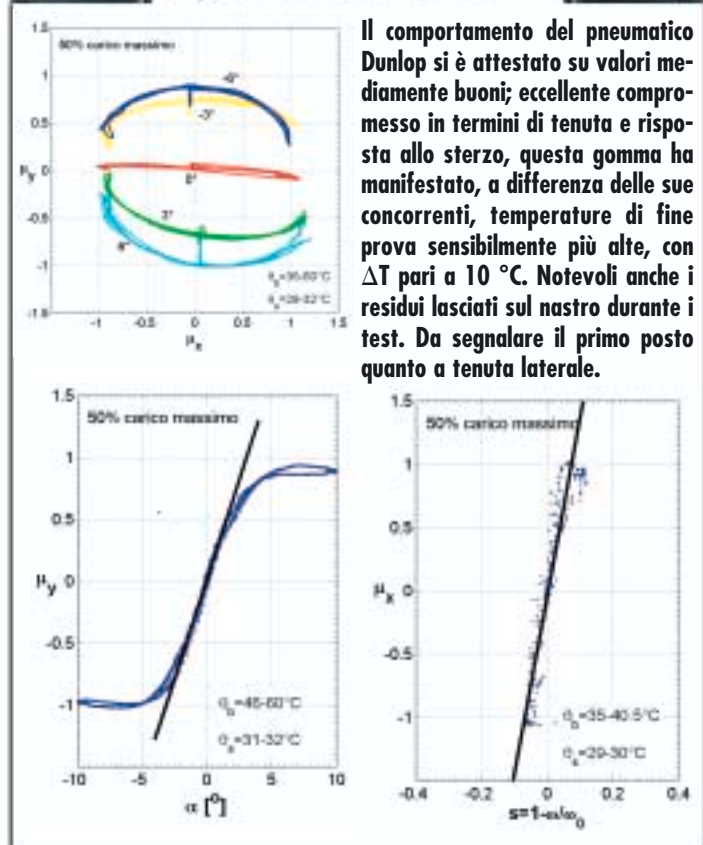
Concludiamo, infine, questa breve

introduzione chiarendo l'aspetto tecnico correlato alle prove effettuate e lo facciamo a partire dal grafico in cui sugli assi x e y sono riportati rispettivamente i coefficienti di aderenza longitudinale e trasversale; tutte le linee tracciate nei quadranti positivi e negativi rappresentano, per un ben determinato valore dell'angolo di deriva, il confine oltre il quale l'aderenza del pneumatico è compromessa.

In altre parole la somma (sarebbe corretto definirla "somma vettoriale") tra forza di aderenza longitudinale e forza di aderenza trasversale non deve mai oltrepassare i confini menzionati, pena la perdita di aderenza del pneumatico stesso.

Il secondo grafico viene ottenuto disponendo il pneumatico sul nastro con angolo di deriva nullo e facendo variare lo scorrimento frenando o ac-

celerando la ruota. La terza prova, quella che permette di rilevare il coefficiente di aderenza trasversale in funzione dell'angolo di deriva,



In questa figura sono riportati i risultati di tutte le prove nelle loro linee essenziali.  $\mu_x^+$  e  $\mu_x^-$  rappresentano i valori massimi del coefficiente di aderenza longitudinale a carichi pari al 30% (giallo), 50% (blu) e 80% (rosso) del carico massimo.  $s^+$  e  $s^-$  sono gli scorrimenti in frenata e accelerazione per cui si raggiungono i valori di  $\mu_x^+$  e  $\mu_x^-$ .  $\mu_y^+$  e  $\mu_y^-$  rappresentano i valori massimi del coefficiente di aderenza trasversale. Infine,  $d\mu_x/ds$  indica la variazione del coefficiente di aderenza longitudinale nell'origine, legato alla capacità di reazione del pneumatico alla frenata ed all'accelerazione, e  $d\mu_y/d\alpha$  è la rigidità di deriva dello pneumatico. I valori non rappresentati corrispondono a prove nelle quali, a causa dell'elevata potenza in gioco, non è stato possibile portare il pneumatico al limite di aderenza.

viene eseguita portando inizialmente la velocità periferica del pneumatico pari a quella del rullo (è infatti una prova a scorrimento nullo) ed imponendo subito l'angolo di deriva.

A questo punto la ruota viene portata a contatto con il rullo e vengono fatte le rilevazioni in corrispondenza dei tre diversi valori di carico: 30%, 50% e 80%. Per il significato delle singole grandezze in gioco vi suggeriamo di far riferimento al glossario che trovate a pag.101. Rimane, infine, da fare un po' di chiarezza sul concetto di rigidità di deriva; quest'ultima grandezza viene calcolata, matematicamente, rapportando la forza di deriva all'angolo di deriva. Per eseguire questa divisione e per capirne l'importanza del risultato, è necessario definire in modo preciso le due grandezze che concorrono a generare una ben determinata rigidità di deriva.

Quando ci troviamo alla guida della nostra auto e affrontiamo una curva si genera un fenomeno molto particolare: il piano medio del pneumatico che ruota attorno al proprio asse non coincide con quello che contiene la traiettoria del veicolo. Detto in parole molto semplici, la vettura deriva verso l'esterno della curva malgrado l'angolo di rotazione del pneumatico sia superiore; l'angolo compreso tra il piano del pneumatico e quello che contiene la traiettoria prende il nome di angolo di deriva.

Sperimentalmente si osserva, in queste condizioni di moto, la nascita di una seconda forza resistente (oltre a quella dovuta al rotolamento) diretta perpendicolarmente al piano che contiene il pneumatico e che, per il tipo di correlazione con lo stato di moto del veicolo, prende appunto il nome di forza di deriva. Alla luce di quanto detto un pneumatico con rigidità di deriva elevata offre grandi forze trasversali in corrispondenza di piccoli angoli di

## Aderenza longitudinale in frenata

**Il disegno schematizza i risultati ottenuti in merito al coefficiente di aderenza longitudinale; il valore di  $\mu_x$  è infatti strettamente legato alle prestazioni fornite dal pneumatico in condizioni di frenata ed accelerazione. Nella fattispecie, è stata rappresentata una situazione di decelerazione per mettere in evidenza come i pneumatici Yokohama e Continental abbiano fornito risultati sensibilmente migliori rispetto ai loro concorrenti. Scarse le prestazioni del Pirelli P3000, che ha fatto registrare i valori più bassi per  $\mu_{x-}$  e  $\mu_{x+}$ .**

deriva, situazione che in pratica si traduce in una miglior risposta della gomma ai cambi di direzione.

Il lettore potrà trovare ulteriori approfondimenti nelle didascalie che accompagnano le immagini e i grafici; prove pratiche effettuate con il pneumatico montato su vettura vanno considerate complementari a quelle da noi proposte e potranno essere utili per confermare ciò che in sede di laboratorio siamo riusciti a rilevare.

### PROCEDURA DI PROVA

Le prove sui cinque pneumatici sono state effettuate seguendo la medesima sequenza operativa che può essere riassunta nel modo seguente.

#### Fase di rodaggio e riscaldamento.

Il pneumatico, gonfiato ad una pressione di 2,2 bar, viene posto in rotazione per un tempo di circa 30', mantenendo le seguenti condizioni: scorrimento nullo, deriva assente, e carico pari al 50% del carico massimo.

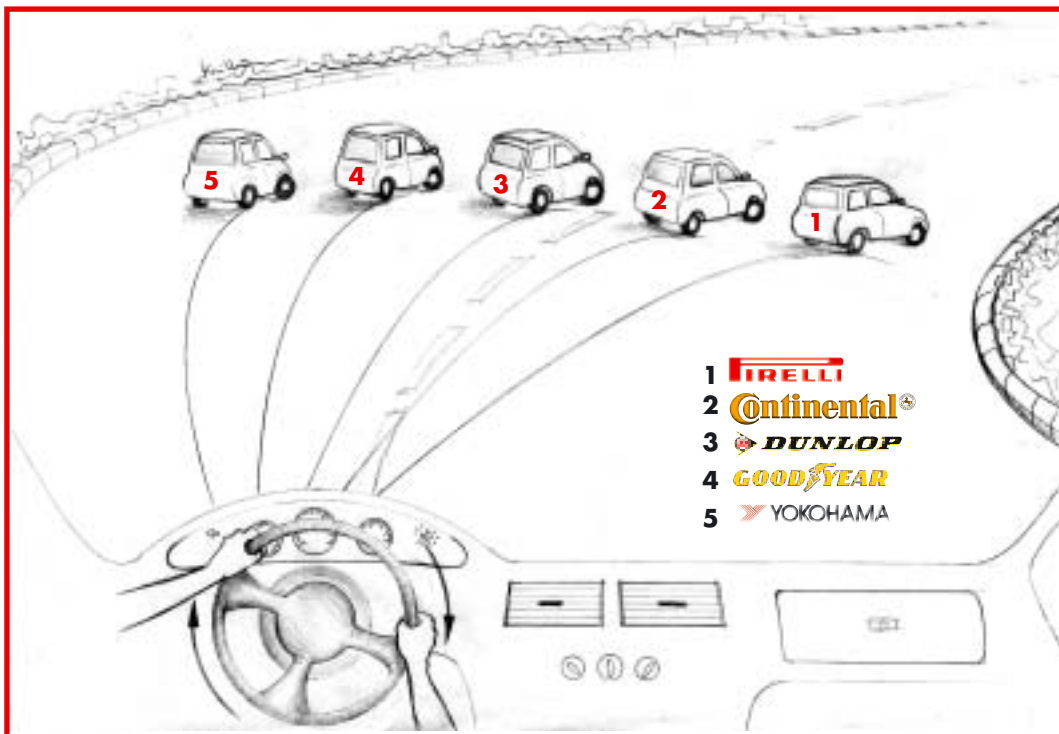
Successivamente, viene realizzata una serie di cicli di accelerazione e frenata che termina quando la battistrada del pneumatico nella zona centrale ha raggiunto la temperatura di 40 °C.

#### Prove ad angolo di deriva costante.

Il pneumatico viene sollevato dal nastro, per consentire l'azzeramento degli strumenti, successivamente, in condizioni di scorrimento nullo, è sottoposto al carico previsto e posizionato con l'angolo di deriva op-



## La risposta in fase di sterzata



Il disegno illustra in modo intuitivo una grandezza di particolare importanza per un pneumatico; stiamo infatti parlando della rigidità di deriva ossia la capacità, del pneumatico, di reagire istantaneamente alle richieste di cambio di traiettoria da parte del pilota.

Come si può osservare, i migliori risultati sono stati conseguiti dai pneumatici Pirelli e Continental. Lo schema, che enfatizza le differenze, ne rende immediata la comprensione.

DUNLOP



Continental



GOODYEAR



YOKOHAMA



PIRELLI



## La tenuta laterale

Il coefficiente di aderenza trasversale rende ragione della tenuta di strada del veicolo; visualizzando i risultati come una deviazione dalla traiettoria corretta si vede come i pneumatici Dunlop e Continental siano i più performanti.

Tale situazione viene visualizzata dalla freccia rossa che indica, qualitativamente, lo scostamento tra una ipotetica traiettoria ideale e un generico fenomeno di sottosterzo.

portuno. Raggiunta la configurazione di prova si eseguono tre successive fasi di accelerazione e frenata. In particolare, sono state eseguite in sequenza prove con carico pari al 50%, 80% e 30% del carico massimo, ponendo l'angolo di deriva a 0°, 3°, 6°, -3° e -6°. All'inizio ed alla fine di ogni prova sono state rilevate la temperatura al centro del battistrada ( $\theta_b$ ) e in corrispondenza della spalla ( $\theta_s$ ). Nei diagrammi riportati sono evidenziate le temperature misurate all'inizio ed alla fine della prova.

Prove ad angolo di deriva variabile. Il pneumatico viene sollevato dal nastro per consentire l'azzeramento degli strumenti, successivamente, in condizioni di scorrimento nullo, è sottoposto al carico previsto. Viene eseguito un ciclo di sterzata passando da deriva nulla a +10°, successivamente a -10° ed infine ritornando nella posizione iniziale.

All'inizio ed alla fine di ogni prova sono state rilevate la temperatura al centro del battistrada ( $\theta_b$ ) e in corrispondenza della spalla ( $\theta_s$ ). Nei diagrammi riportati sono evidenziate le temperature misurate all'inizio ed alla fine della prova.