

Convegno Esperienze a Confronto
Aprile 2023, Università di Perugia

Una Formula Matematica

Baruzzo Andrea, Furlanetto Cosimo, Garbin Gaia, Lebon François, Zanon Edoardo

IIS E. MAJORANA, MIRANO (VENEZIA)

Modello matematico di una gara di formula 1

Gazzetta **MOTORI**

20 marzo 2022

La nuova F1 inizia nel segno Ferrari: doppietta con Leclerc e Sainz in Bahrain!

Finalmente Ferrari, finalmente la rossa è tornata! E come nelle favole è stato un principino a rompere un incantesimo

Prima gara della stagione e trionfo del Cavallino col monegasco che precede il compagno di squadra spagnolo. Terzo Hamilton. Ritirato Verstappen



QUOTIDIANONAZIONALE

[Home](#) > [Sport](#) > [Formula1](#)



F1 Gp Bahrain 2022: la Ferrari domina.

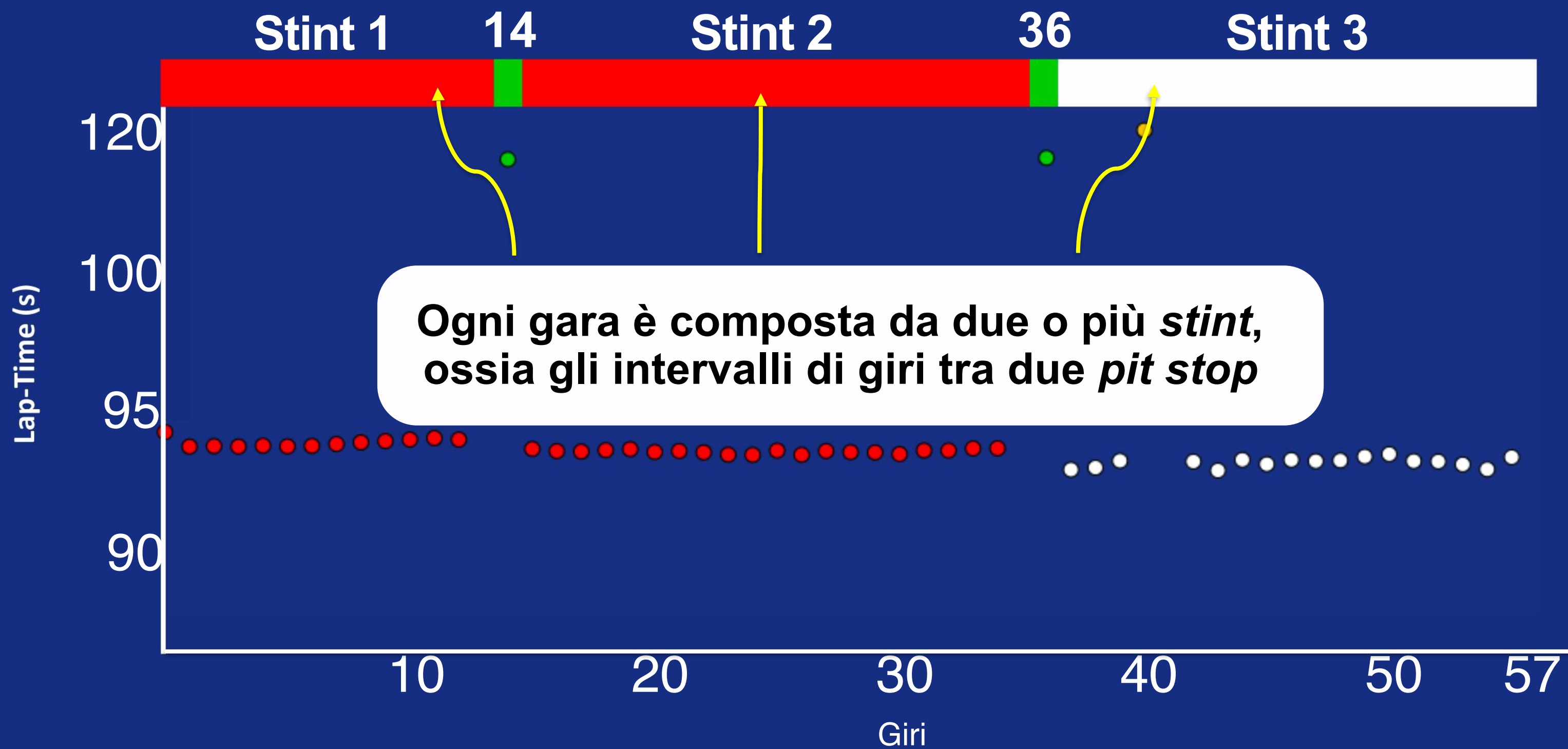
R

oma, 20 marzo 2022 - **Trionfo Ferrari a Sakhir:**

Charles Leclerc ha vinto il **Gp del Bahrain**, prima gara del **Mondiale 2022 di Formula Uno**.



Lap time - GP Bahrein 2023 - Verstappen

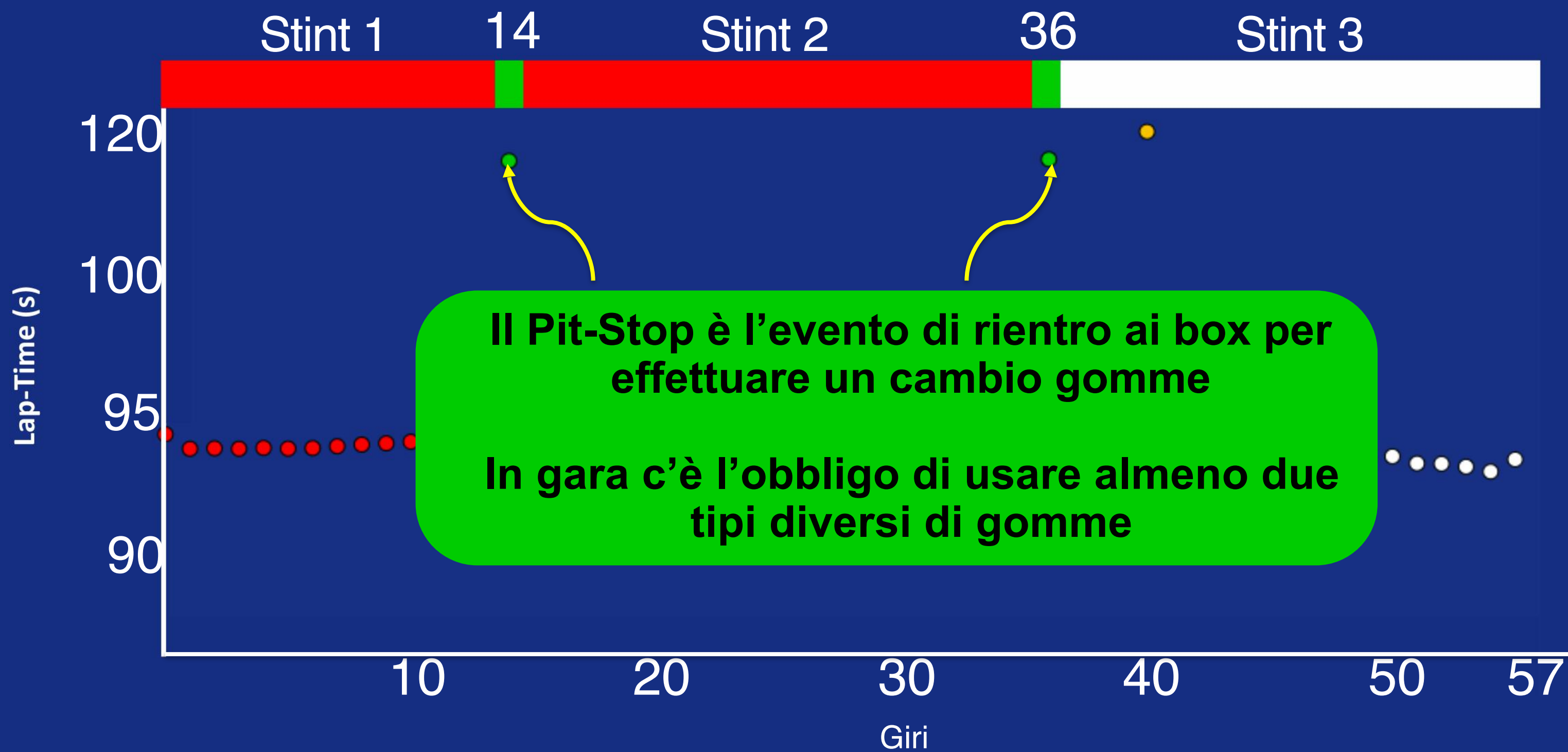


Ogni gara è composta da due o più *stint*, ossia gli intervalli di giri tra due *pit stop*

● Gomme Soft ● Gomme Hard ● Giro del Pit-Stop ● Safety Car



Lap time - GP Bahrein 2023 - Verstappen

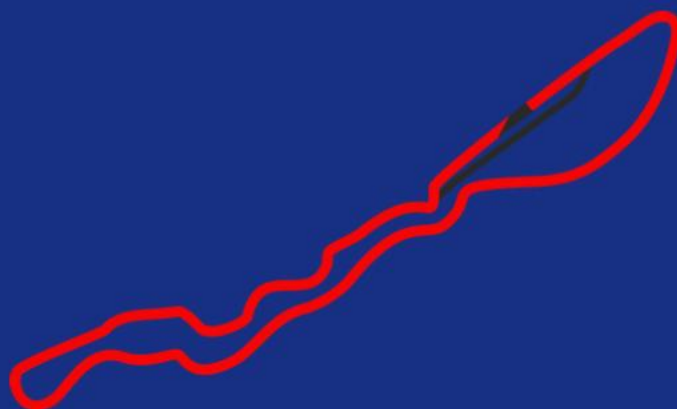


Il Pit-Stop è l'evento di rientro ai box per effettuare un cambio gomme
In gara c'è l'obbligo di usare almeno due tipi diversi di gomme

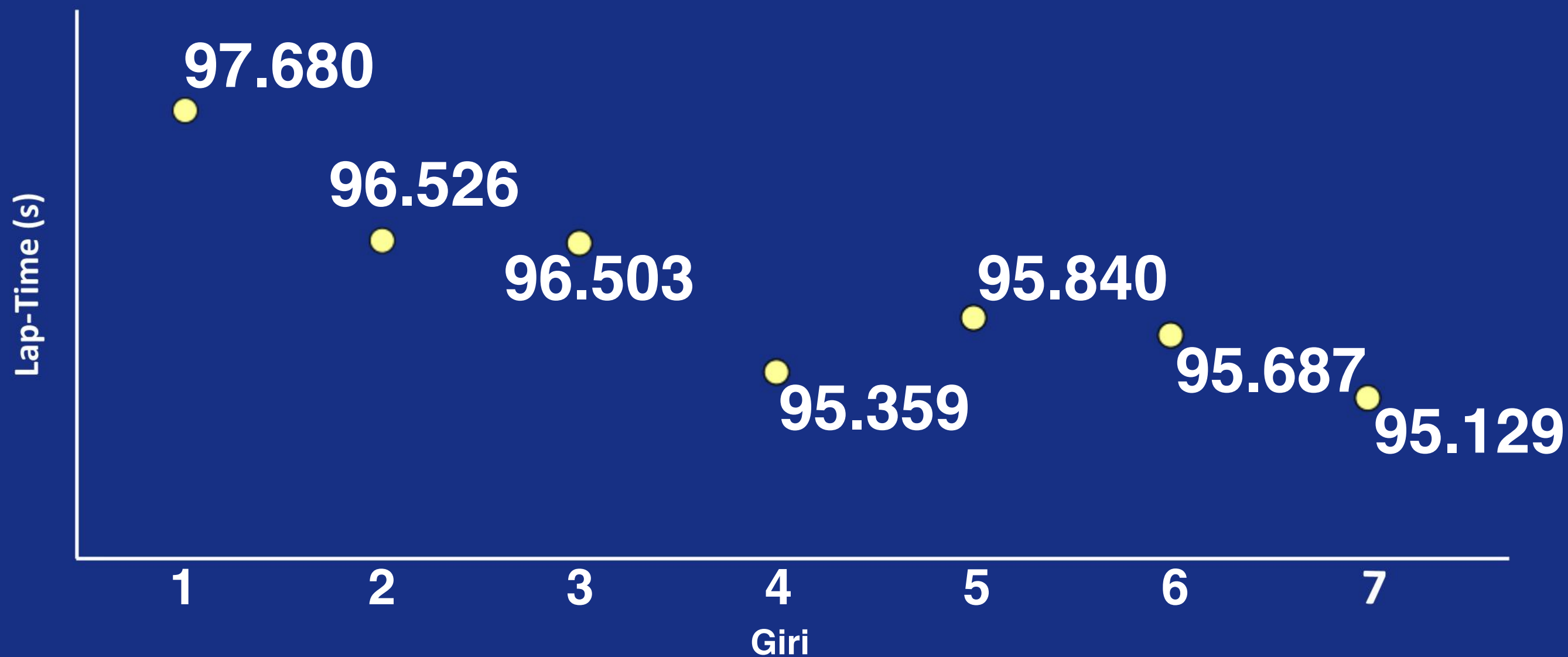
● Gomme Soft ● Gomme Hard ● Giro del Pit-Stop ● Safety Car



Lap time - GP Arabia S. 2023 - Verstappen



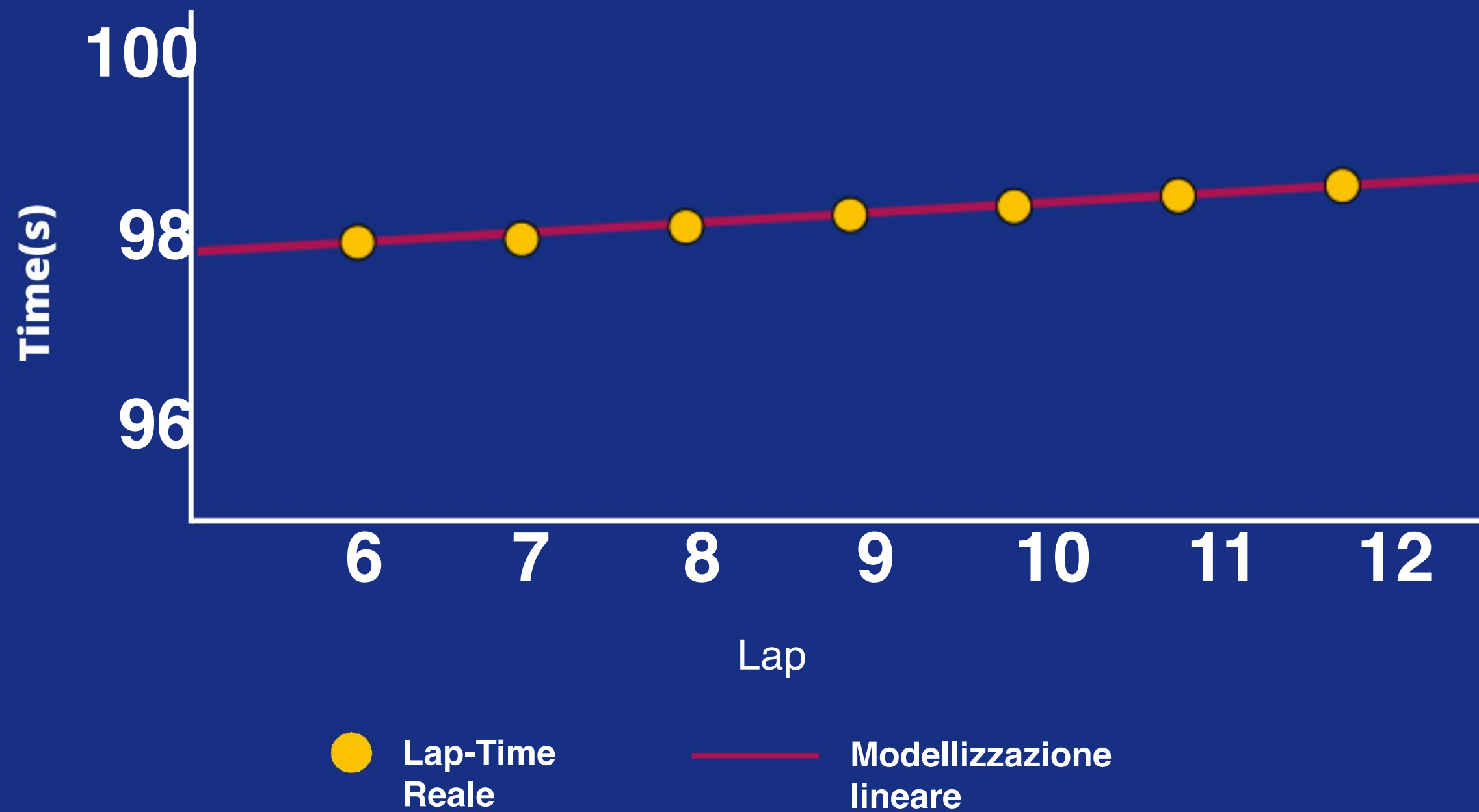
GIRO	LAPTIME
2	97.680
3	96.526
4	96.503
5	95.359
6	95.840
7	95.687
8	95.129



Un lap time è il tempo impiegato per compiere un giro del circuito

Lap Time: modello lineare

GP Bahrein 2023 - Verstappen

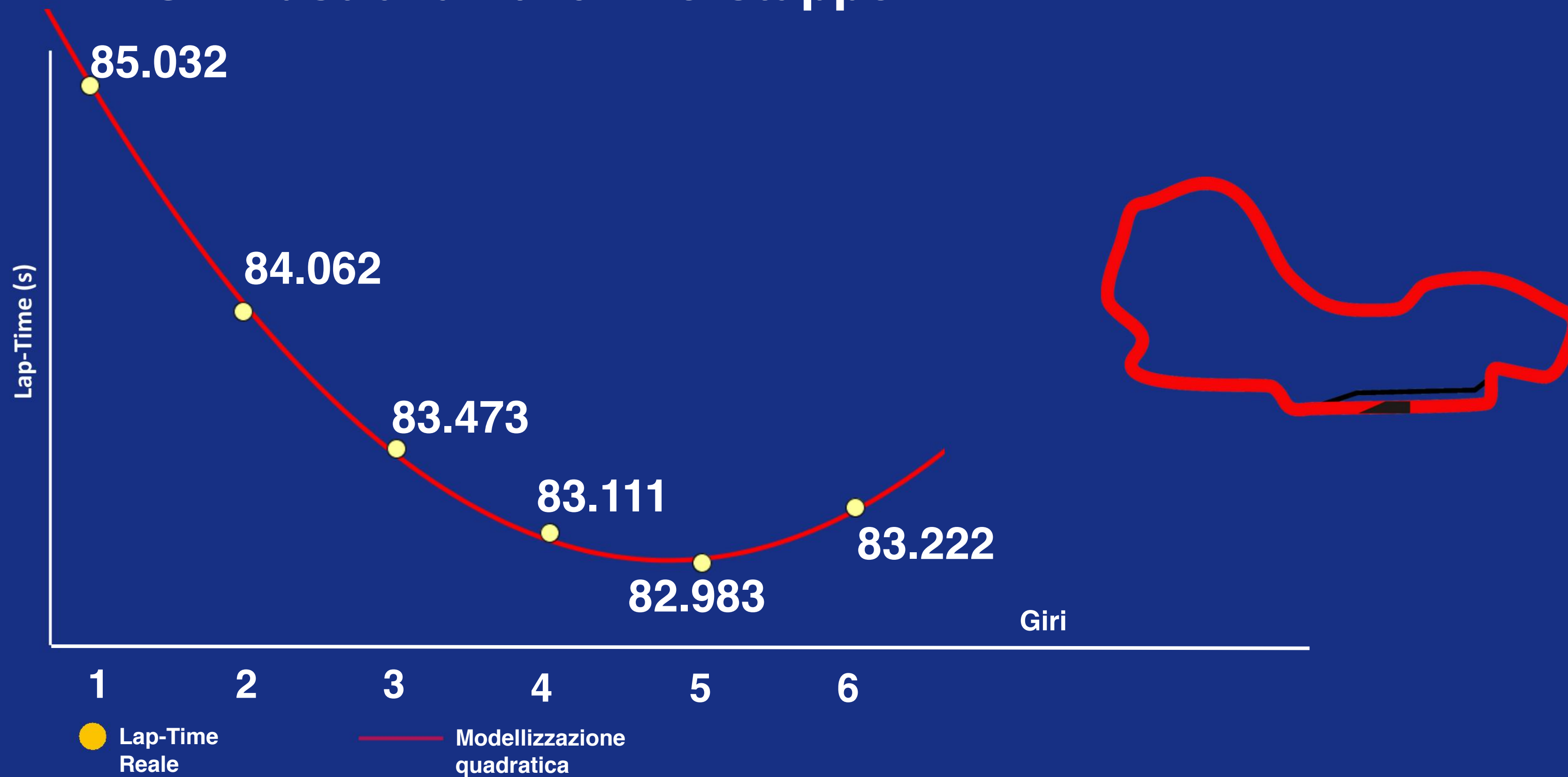


GIRO	LAPTIME
6	97.986
7	98.021
8	98.154
9	98.278
10	98.369
11	98.483
12	98.591



Lap Time: modello quadratico

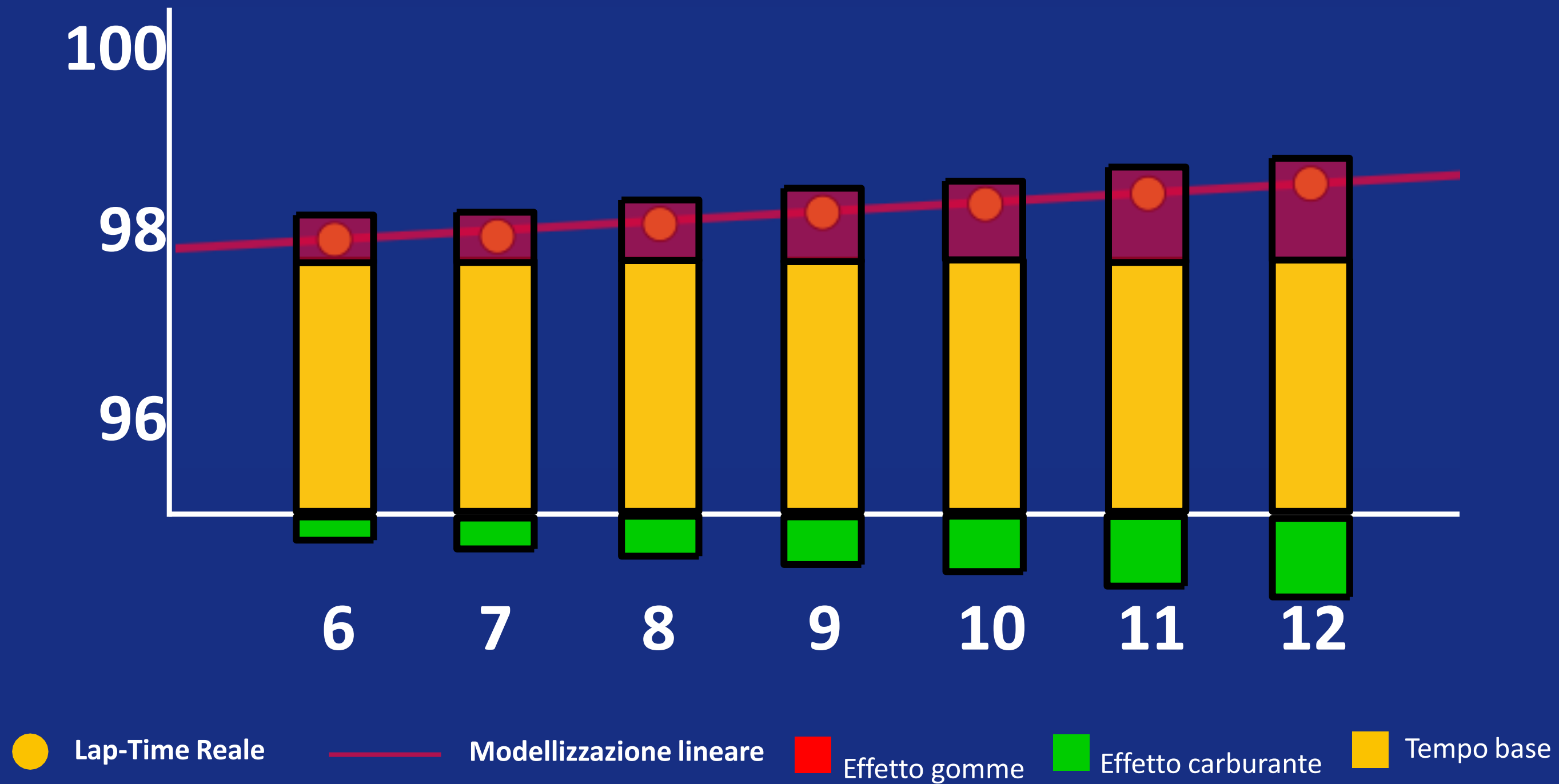
GP Australia 2023 - Verstappen



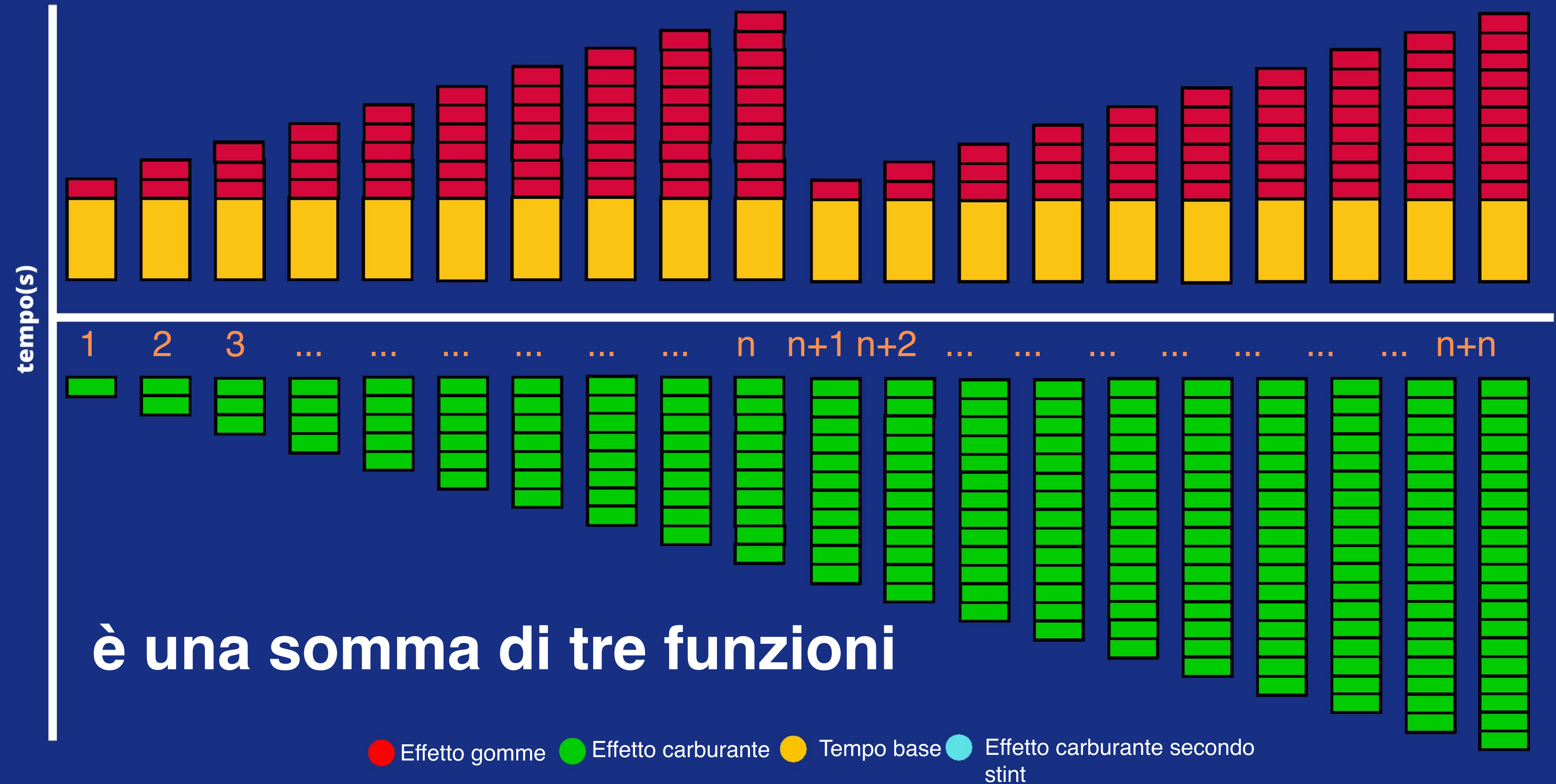
Lap Time: modello lineare, scomposizione



GP Bahrein 2023 - Verstappen



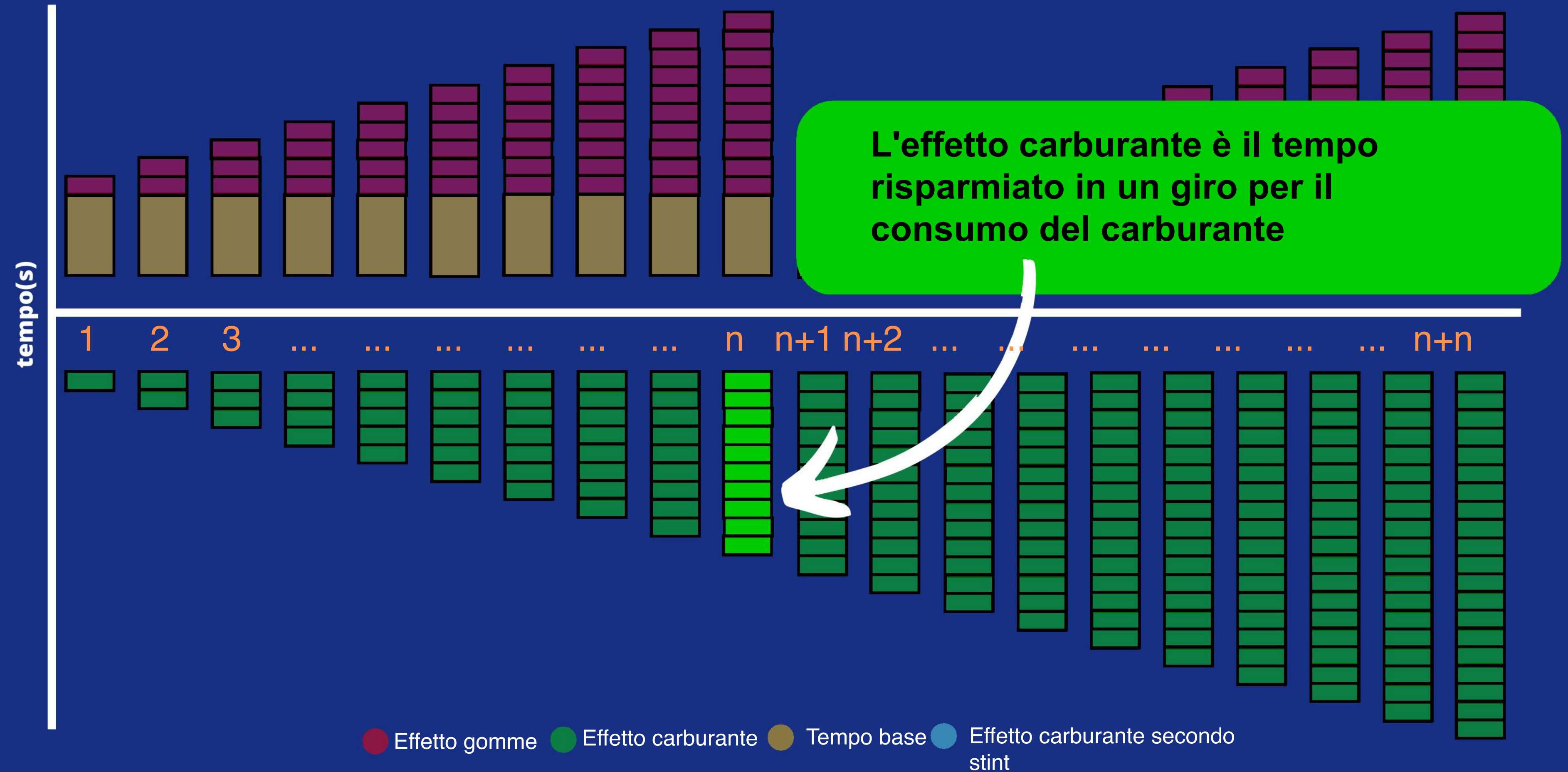
Il modello lineare del lap time



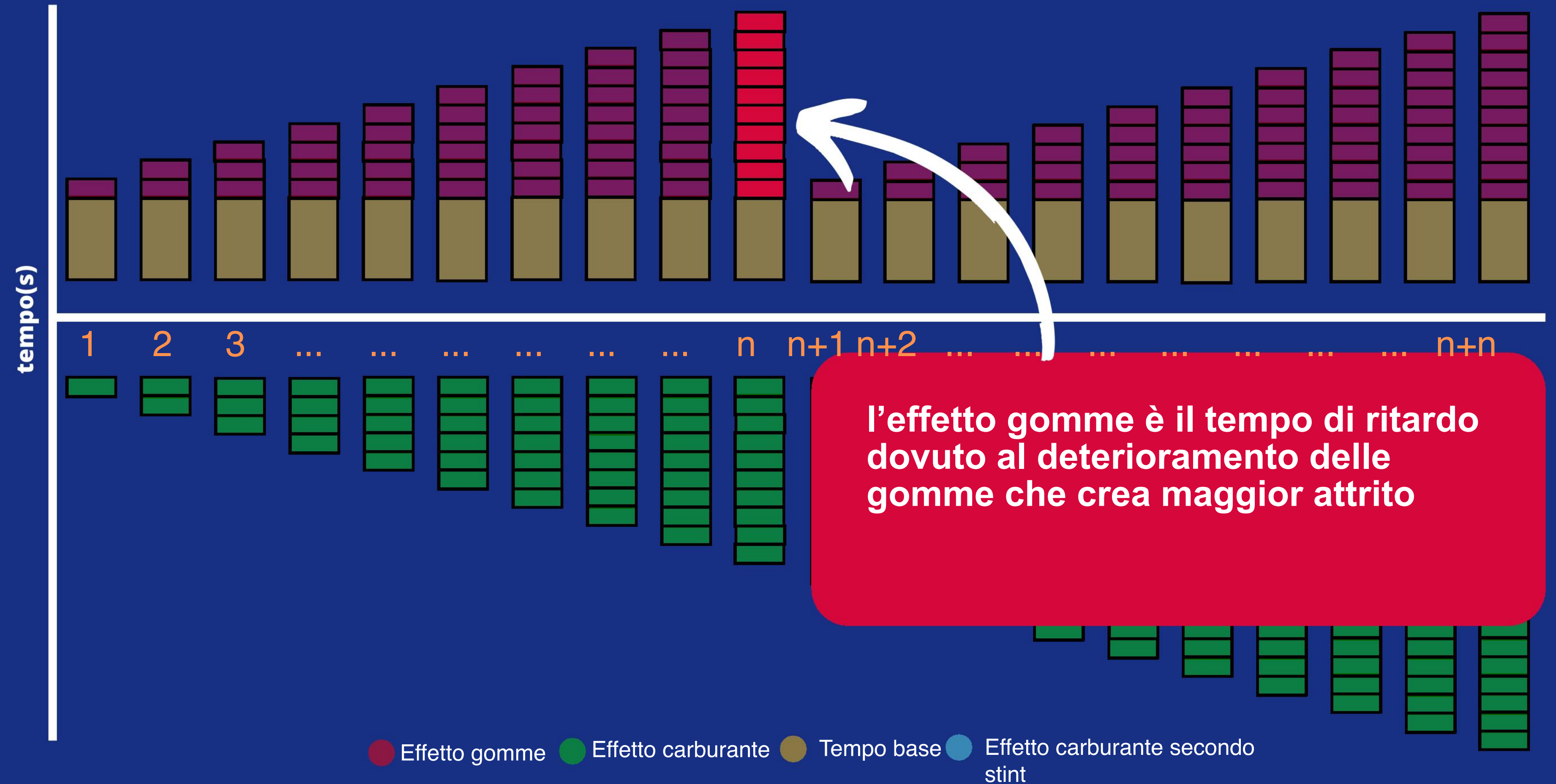
IL TEMPO BASE



L'EFFETTO CARBURANTE



L'EFFETTO GOMME



In ogni GP la Pirelli mette a disposizione dei team un set che comprende tre tipi di gomme



Gomme Soft

Sono gli pneumatici più morbidi della gamma, offrono maggior aderenza, ma con degradazione più rapida.



Gomme Medium

Sono gli pneumatici intermedi della gamma per l'asciutto, offrono prestazioni ottimali per la maggior parte delle situazioni.



Gomme Hard

Sono gli pneumatici più duri della gamma, progettati per una maggiore resistenza nel tempo, ma con minore aderenza.

In ogni GP la Pirelli comunica informazioni sul gap mescole dei tre tipi di pneumatici

Che cosa è il *gap mescole*?
è la differenza
dell'effetto gomma di due tipi
diversi di pneumatici

GP Australia 2023



GAP MESCOLE



GP Arabia S. 2023



GAP MESCOLE



GP Bahrain 2023

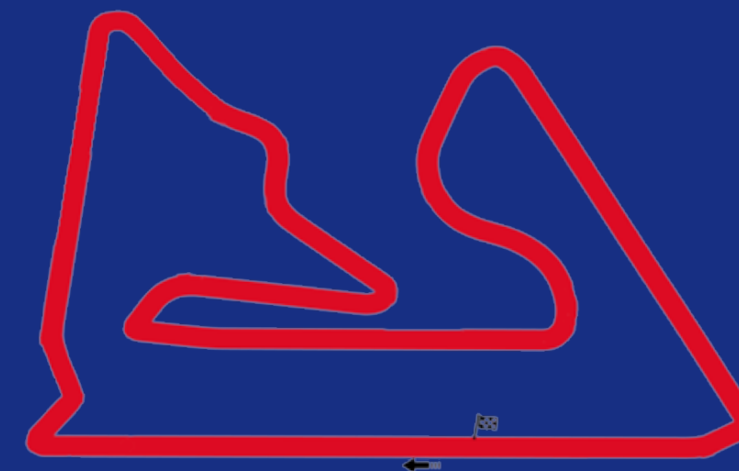


GAP MESCOLE



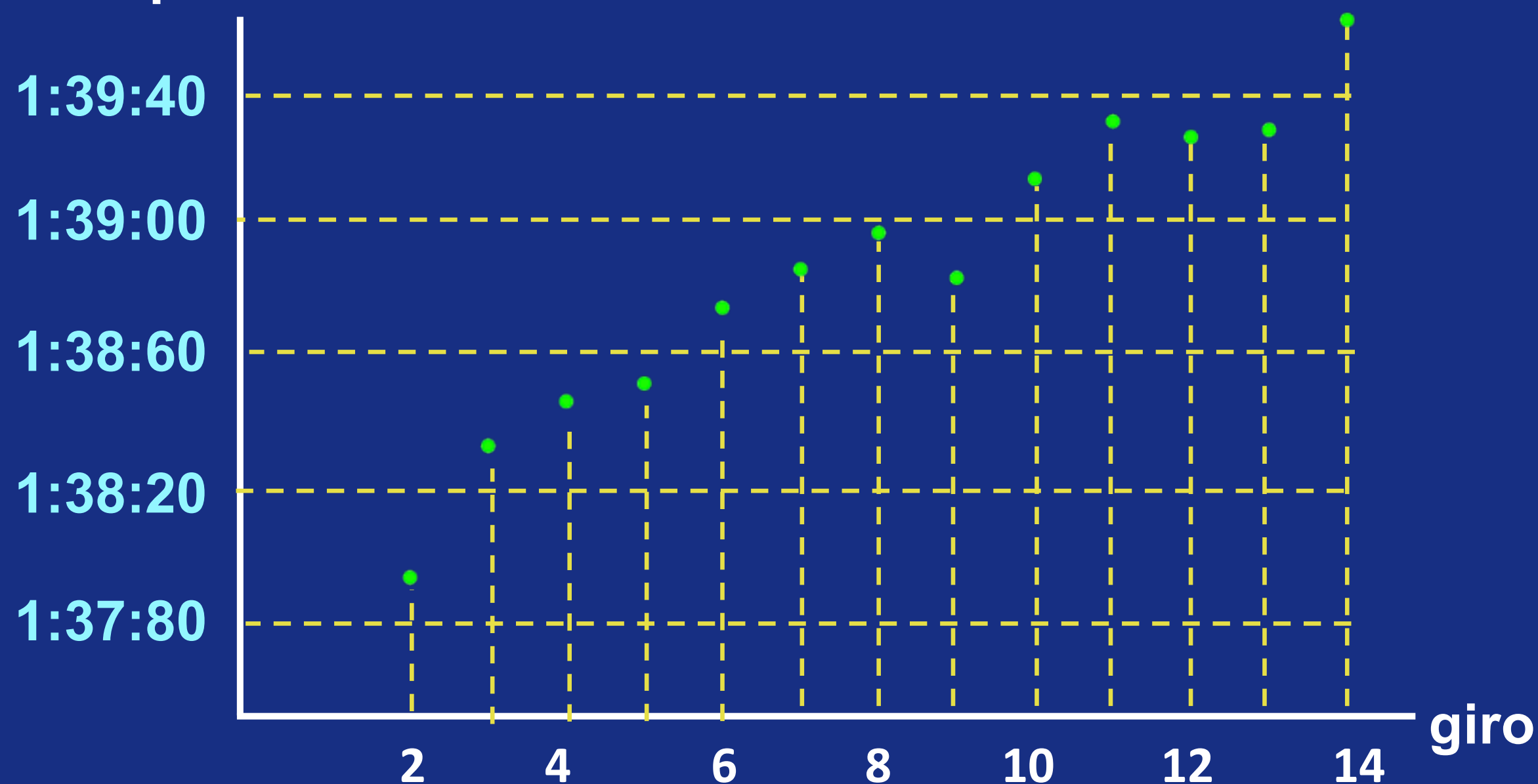
Modello lineare del lap time

GP Bahrein 2022 - Leclerc



lap time

lap	time
1	1:39:40
2	1:37:853
3	1:38:272
4	1:38:414
5	1:38:471
6	1:38:712
7	1:38:835
8	1:38:951
9	1:38:807
10	1:39:123
11	1:39:306
12	1:39:256
13	1:39:279
14	1:39:629
15	pit stop





GP Bahrein 2022 - Leclerc

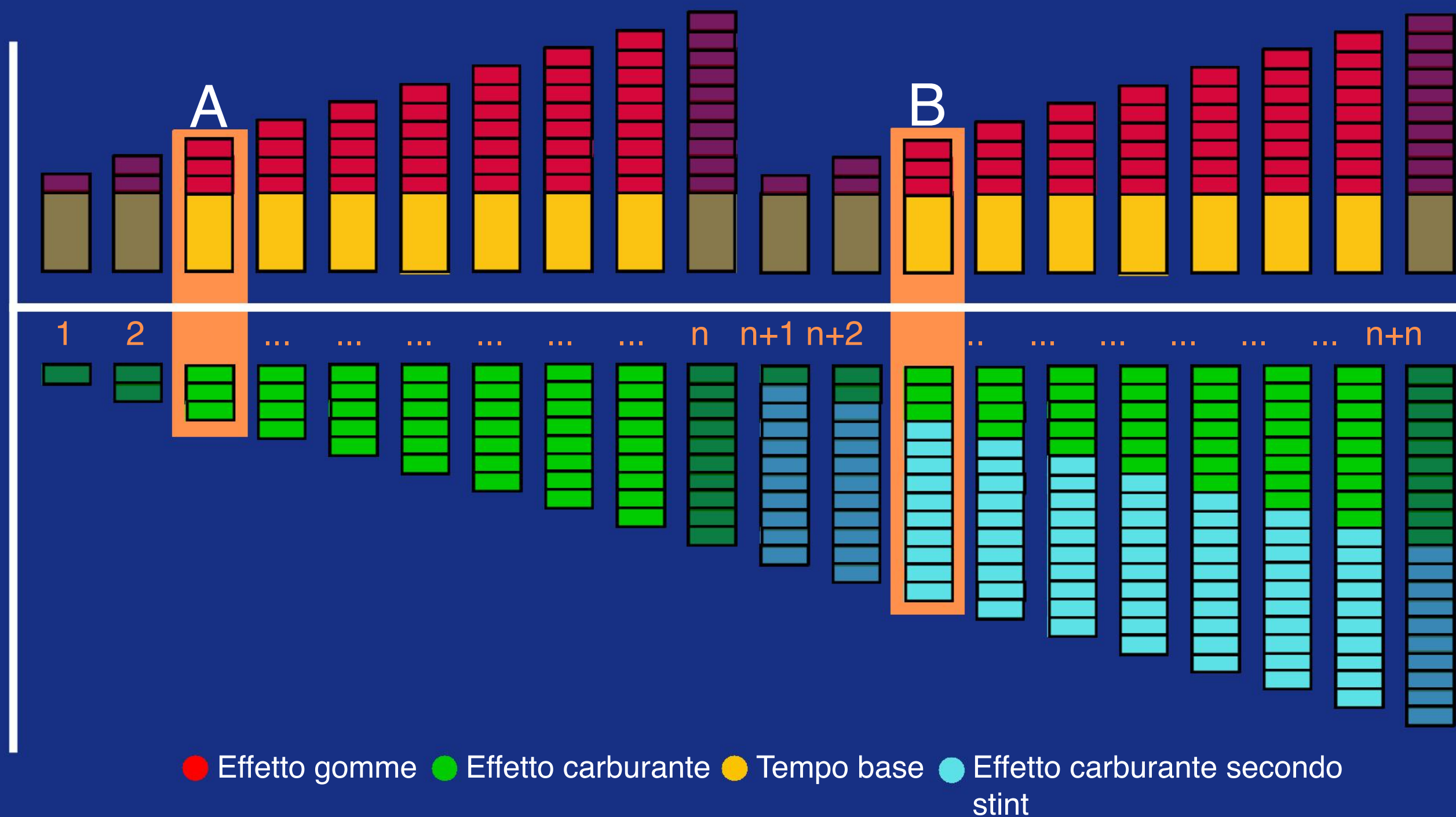
lap time

la funzione lap time che ricaviamo dai dati è lineare a tratti, in due stint consecutivi



● Lap-Time Reale — Modellizzazione lineare

come dedurre l'effetto carburante

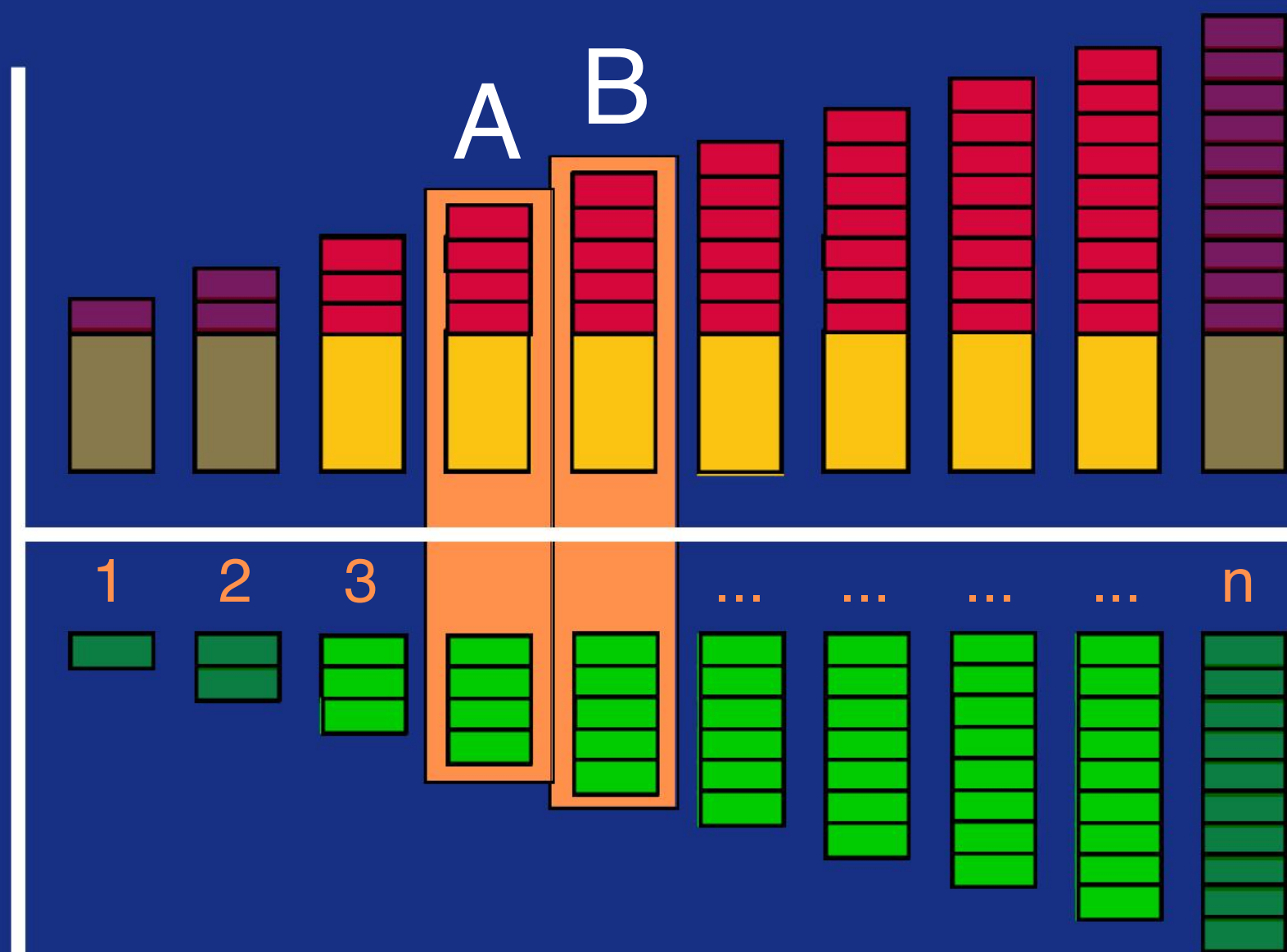


$$B - A = K$$

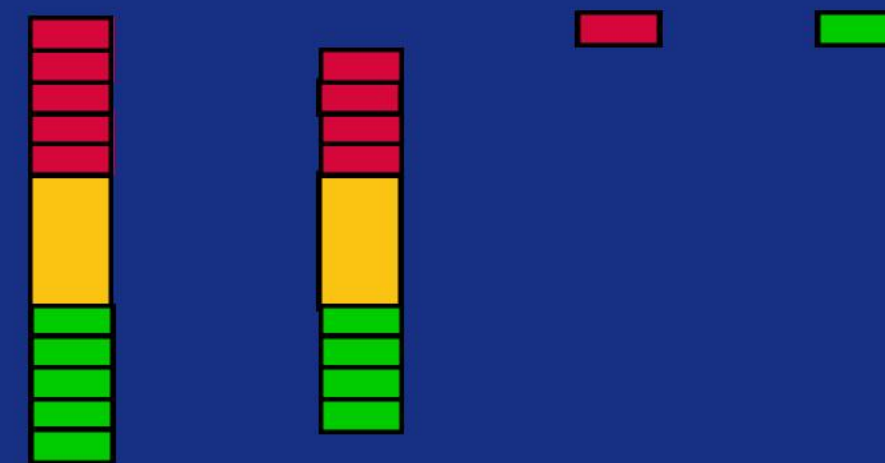
$$K : n = C$$

Sui dati della gara di Leclerc, GP Bahrain 2022, otteniamo un effetto carburante al giro di 0,080 sec

come dedurre l'effetto gomme



$$B - A = G + C$$



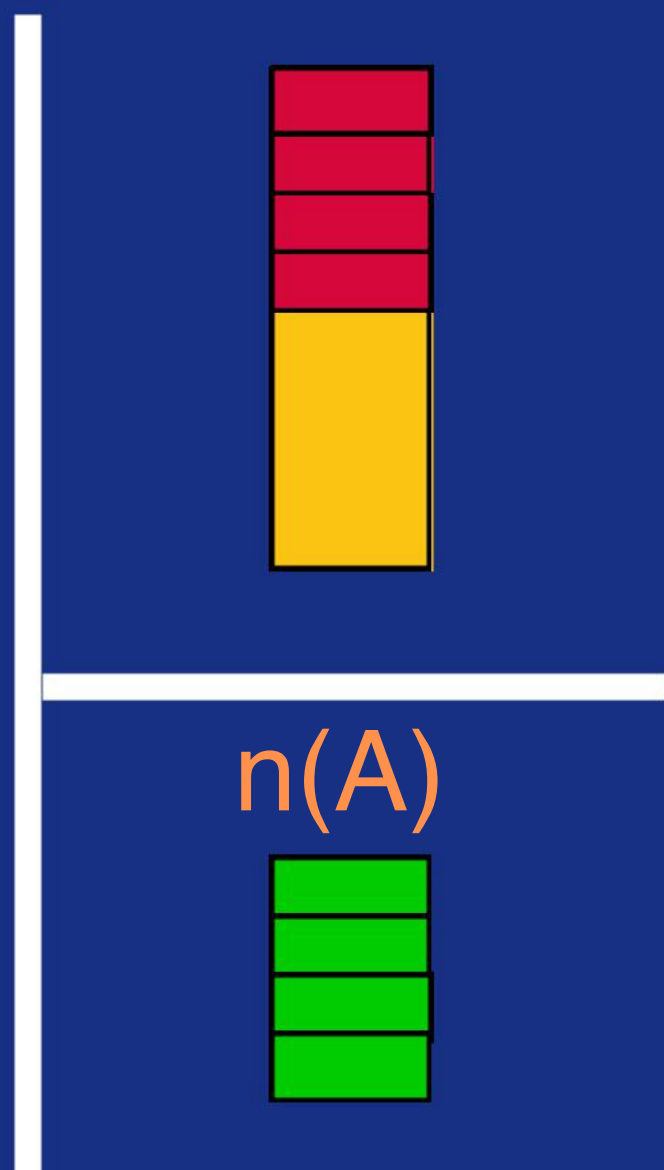
$$G + C - C = G$$



Sui dati della gara di Leclerc, GP Bahrain 2022, otteniamo un effetto gomme al giro di 0,190 sec

- Effetto gomme
- Effetto carburante
- Tempo base

come dedurre il tempo base



$$A - G(A) - C(A) = T$$

The equation is visualized with colored bars: a tall bar with a yellow bottom and four red top sections, followed by a minus sign, a shorter bar with three red sections, another minus sign, a bar with three green sections, an equals sign, and a single yellow bar.

Sui dati della gara di Leclerc, GP Bahrain 2022, deduciamo un tempo base al giro di 98,071 sec

- Effetto gomme
- Effetto carburante
- Tempo base

Strategie, che passione. La performance da sola non basta



David Bianucci 

• 5 Maggio 2021

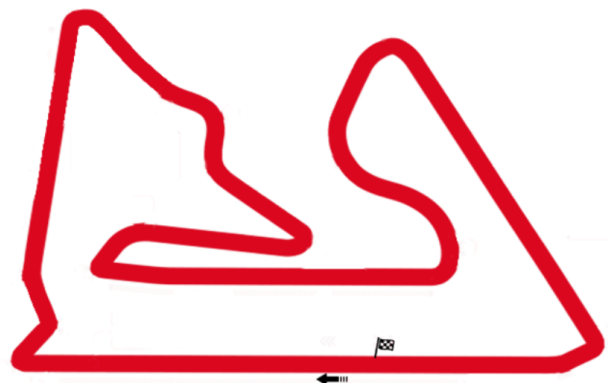
In genere “si fa così”. Le squadre sfruttano le prove libere per capire il funzionamento delle gomme con diversi carichi di benzina e determinano una **strategia di base**, quella che ottimizza il tempo finale. Lo chiamano piano **A** e definisce quanti e quali pit stop fare, e quali gomme usare.

Studiano anche delle strategie alternative. Almeno un paio, il piano **B** e il piano **C**, da usare nel caso qualche evento impedisca al pilota l'adozione della strategia ottimale.

E' inevitabile osservare come da diversi anni si parli sempre di più di strategie, oltre che di performance, quando si valuta l'esito di un Gran Premio.

GP Bahrain 2022

la strategia di gara



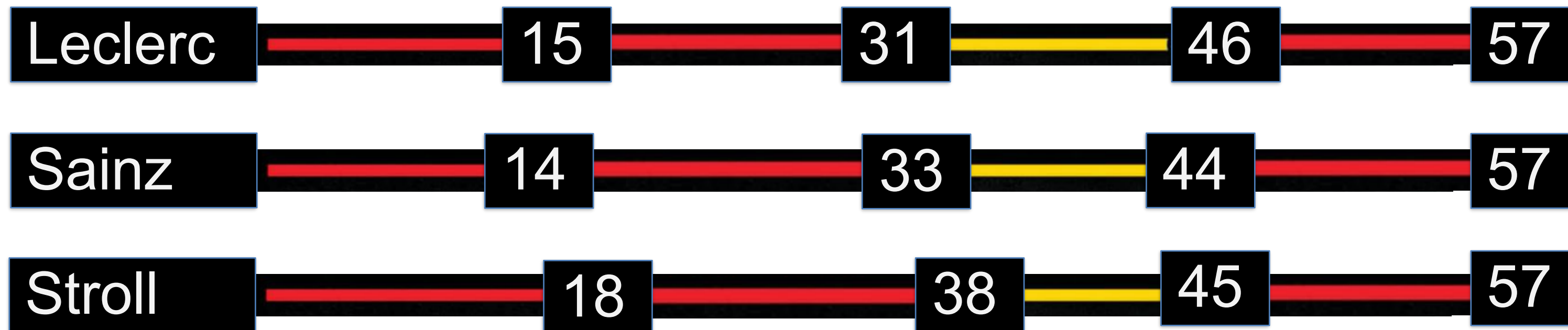
LUNGHEZZA: 5.412 Km

NUMERO DI GIRI: 57

RECORD DI GARA: 1:31.447

Alcuni
hanno scelto
la sequenza
di pitstop

rosse
rosse
gialle
rosse



Se su un tratto di N giri con un pitstop si usa lo stesso tipo di gomme nei due stint, in quale giro conviene fare pit-stop?

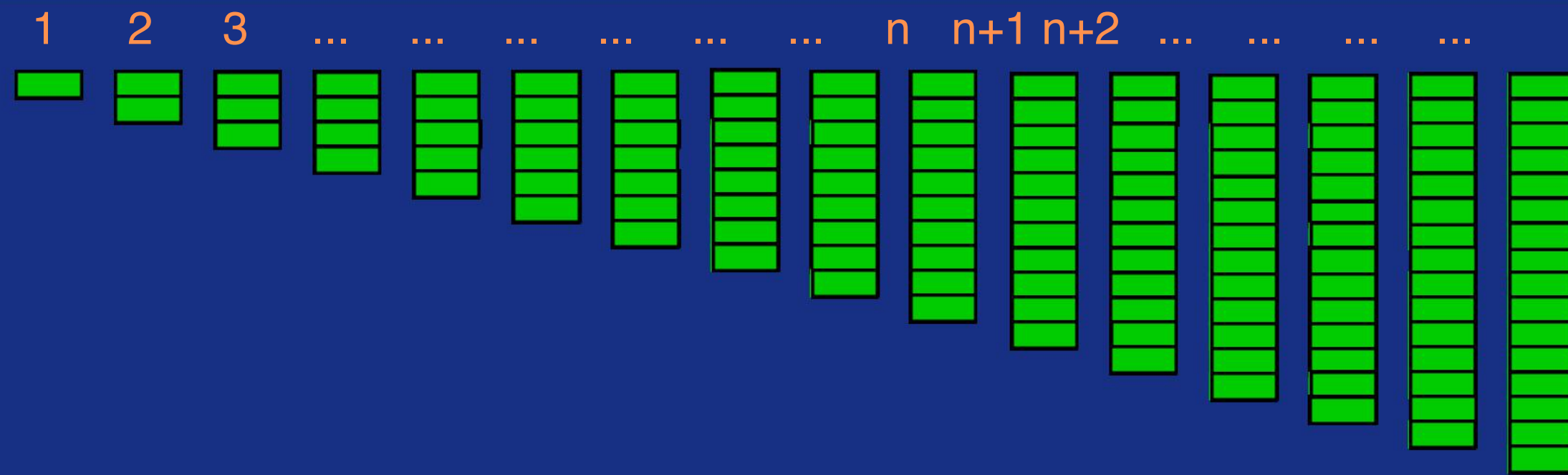
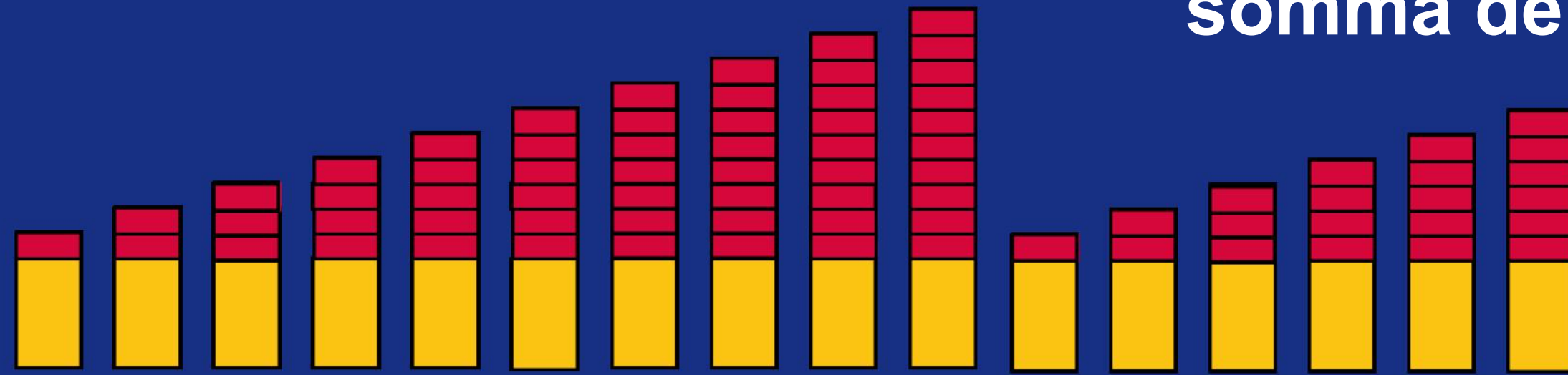
Spieghiamo la strategia di Leclerc:

il pitstop a metà del primo tratto con gomme rosse (soft)

SPIEGAZIONE DELLA STRATEGIA DI LECLERC

La funzione SI che studiamo è la somma dei lap time in certo intervallo

$$SI = St + Sg - Sc$$

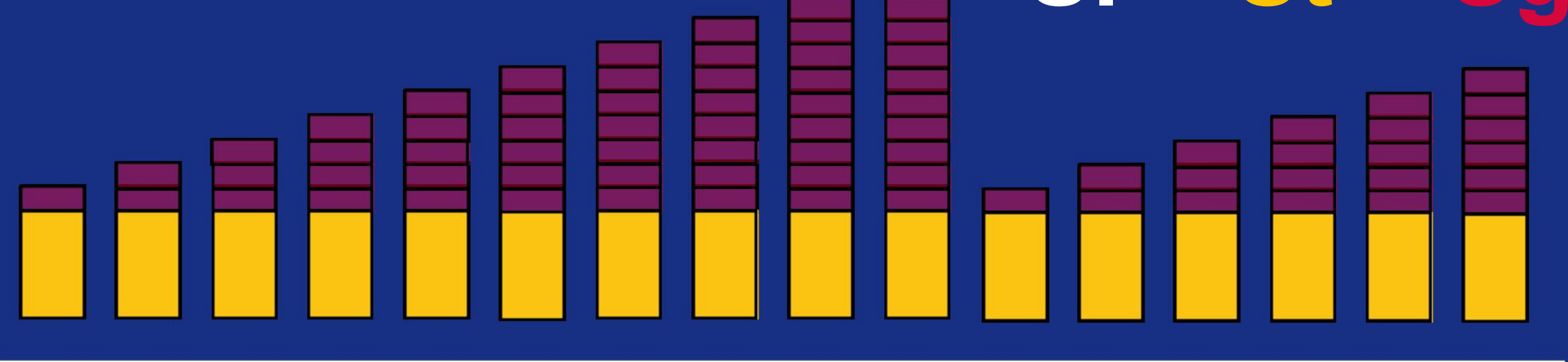


Sc Effetto gomme
Sg Effetto carburante
St Tempo base

● Effetto gomme ● Effetto carburante ● Tempo base ● Effetto carburante secondo stint

Il tempo base non influisce nella strategia

$$SI = St + Sg - Sc$$



Sc
Sg
St



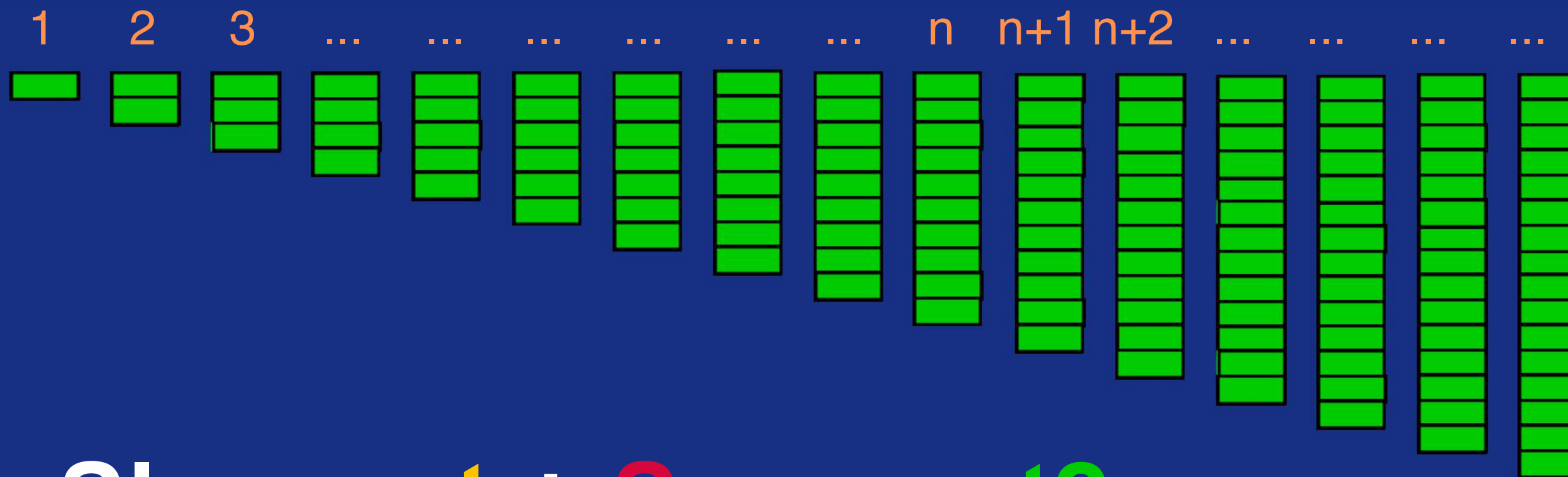
Il tempo base complessivo è costante:
esso è il prodotto
del tempo base in un giro per il numero
complessivo di giri dell'intervallo

- Effetto gomme
- Effetto carburante
- Tempo base

L'effetto carburante non influisce nella strategia

$$SI = \text{cost} + Sg - Sc$$

L'effetto carburante complessivo è costante:
è la somma di una progressione aritmetica
(il tempo base ad ogni giro)
con ragione e numero di termini costanti

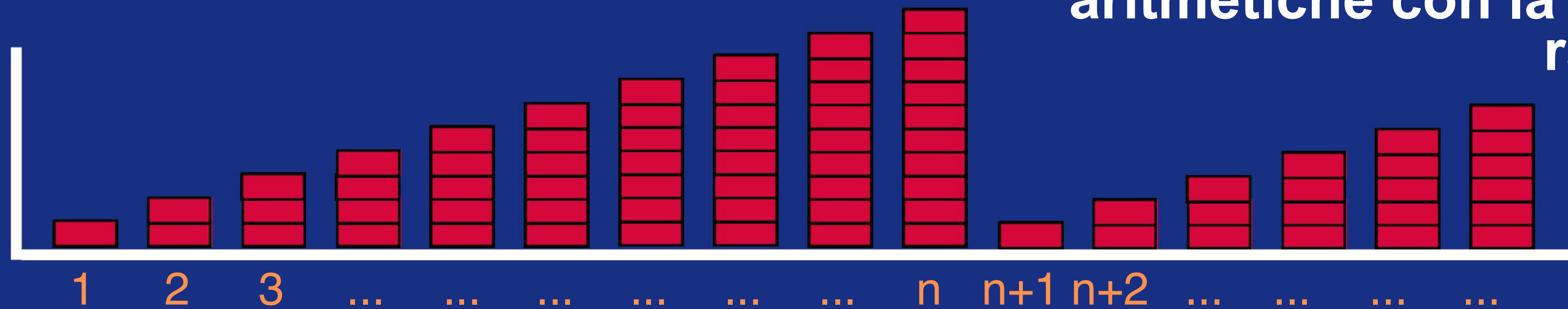


$$SI = \text{cost} + Sg - \text{cost2}$$

Si vuole minimizzare la somma dell'effetto gomme

$$SI = Sg + cost$$

La funzione da studiare è la somma di due progressioni aritmetiche con la stessa ragione



Il numero di termini complessivo è il numero di giri (costante data)

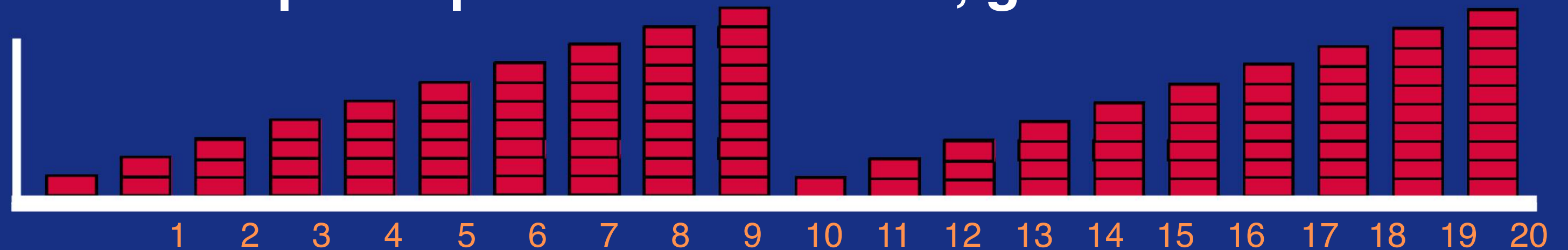
Confronto tra 2 Strategie

20 Giri Totali

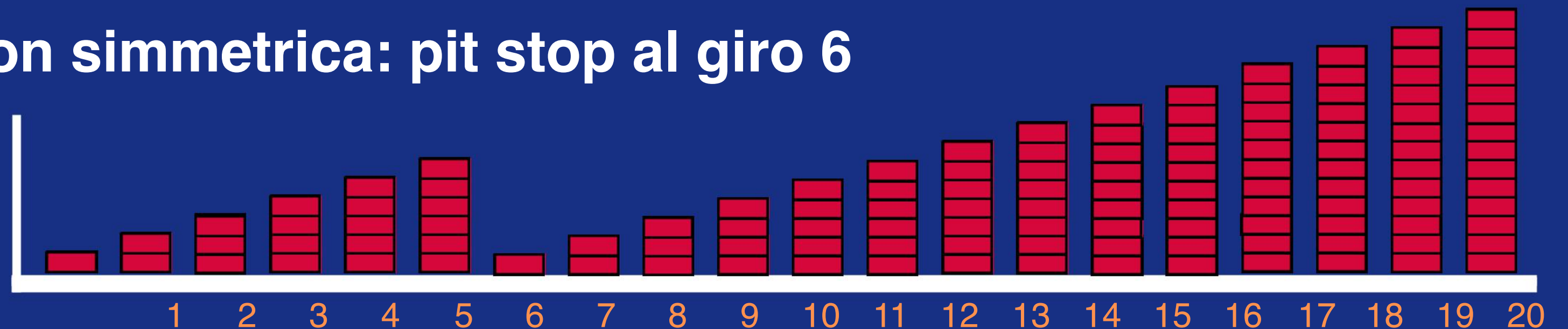
1 solo Pit-Stop

Solo gomme Soft

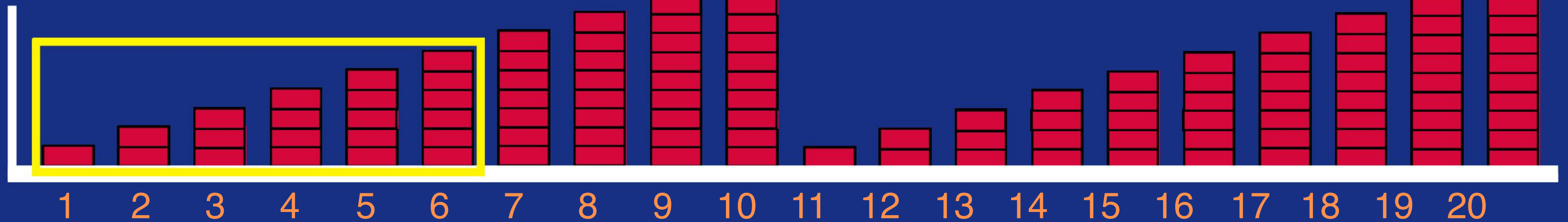
Strategia di Leclerc: pit stop a metà intervallo, giro 10



Strategia non simmetrica: pit stop al giro 6

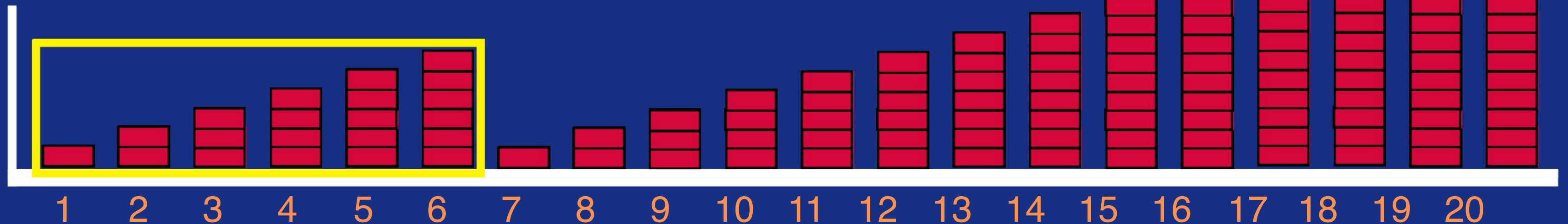


Strategia di Leclerc

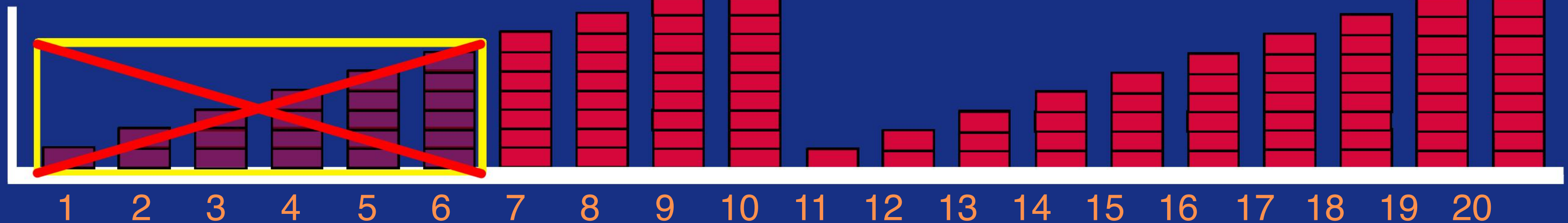


**L'Effetto Gomme dei primi 6 giri della gara è uguale per entrambe le strategie
i giri da 1 a 6 possono essere trascurati**

Strategia non simmetrica

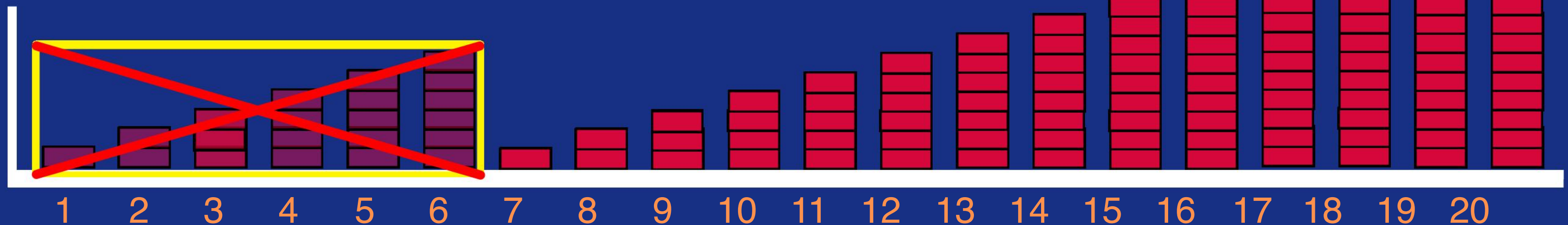


Strategia di Leclerc

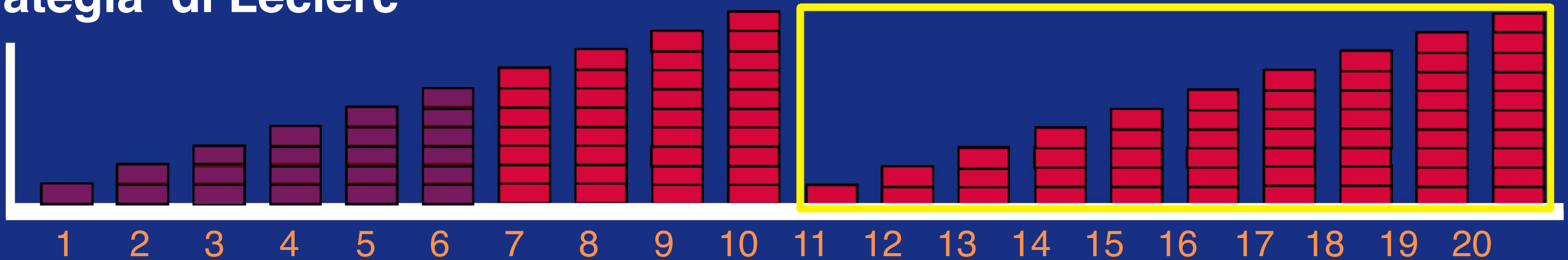


**L'Effetto Gomme dei primi 6 giri della gara è uguale per entrambe le strategie
i giri da 1 a 6 possono essere trascurati**

Strategia non simmetrica

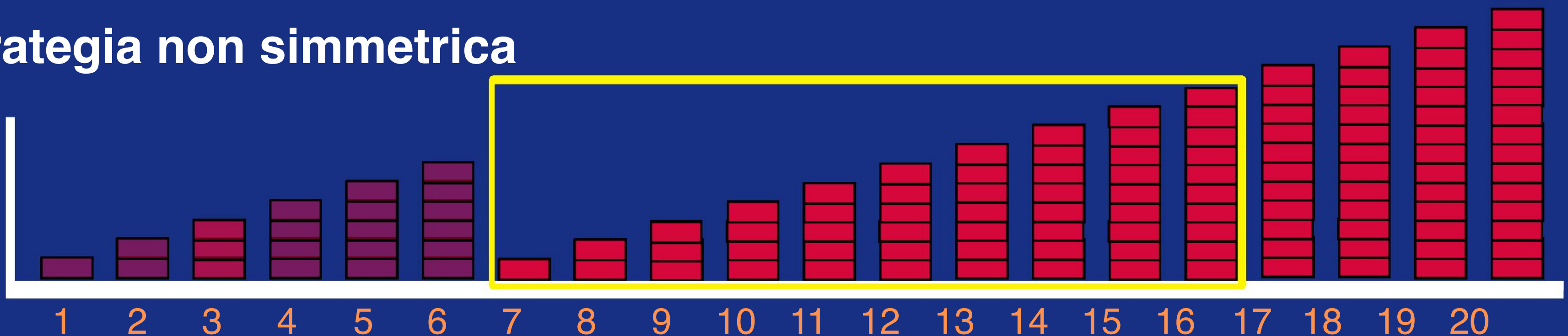


Strategia di Leclerc

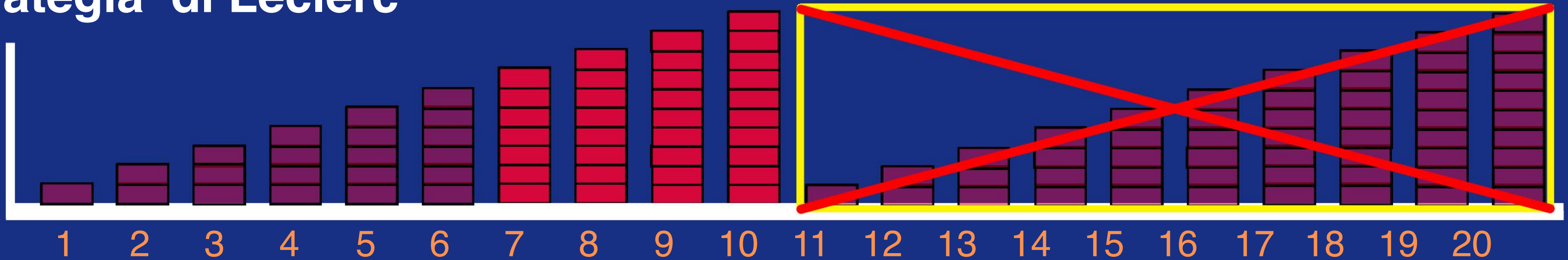


**L'Effetto Gomme negli intervalli 11-20 e 7-16 è lo stesso
questi giri possono essere trascurati**

Strategia non simmetrica

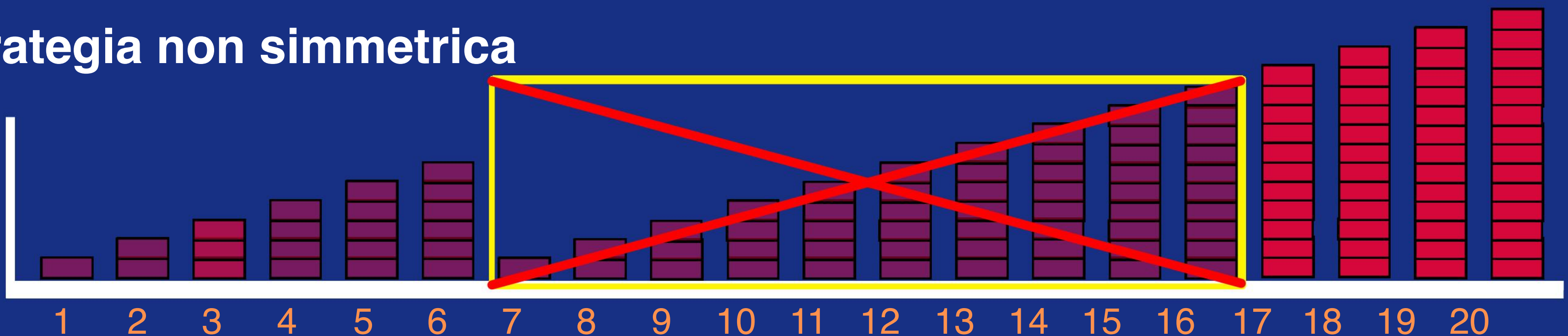


Strategia di Leclerc



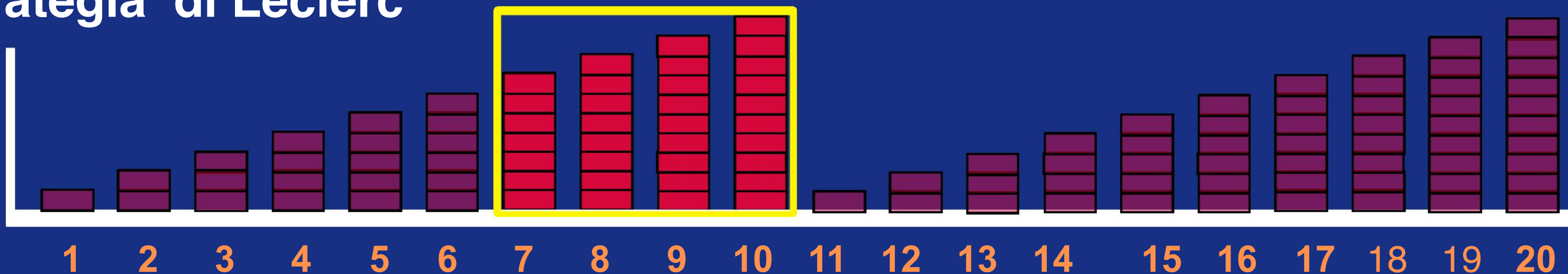
**l'Effetto Gomme negli intervalli 11-20 e 7-16 è lo stesso
questi giri possono essere trascurati**

Strategia non simmetrica

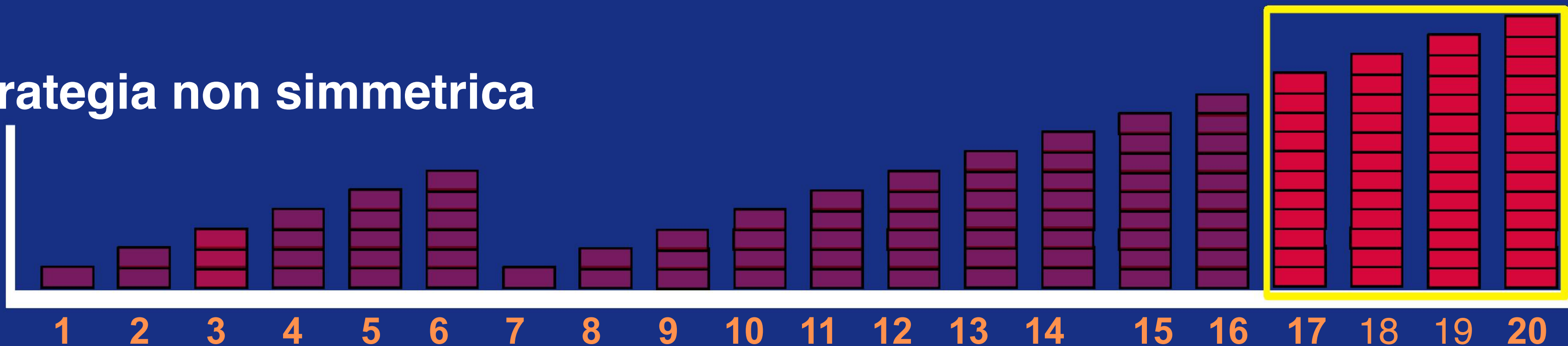


il confronto tra le due strategie si riduce agli intervalli 7-10 e 17-20:

Strategia di Leclerc

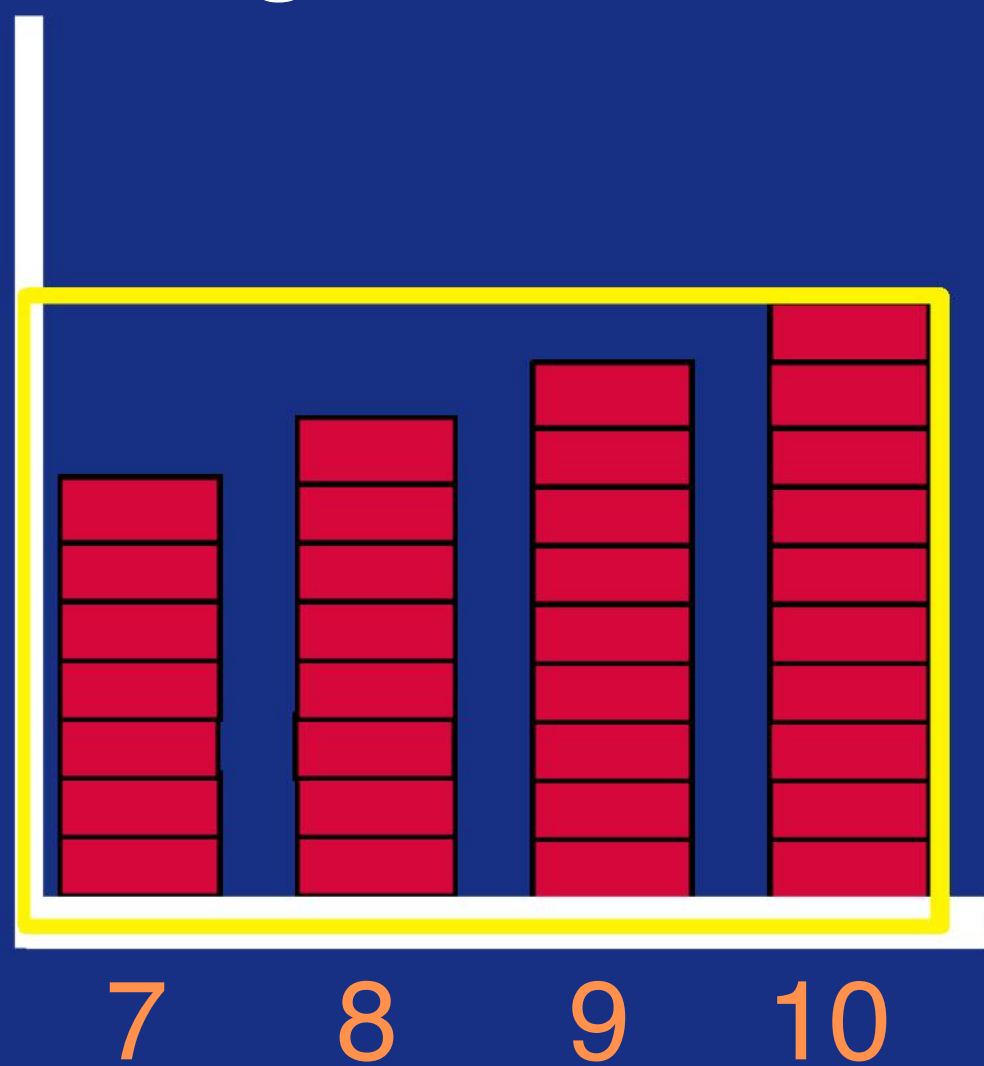


Strategia non simmetrica

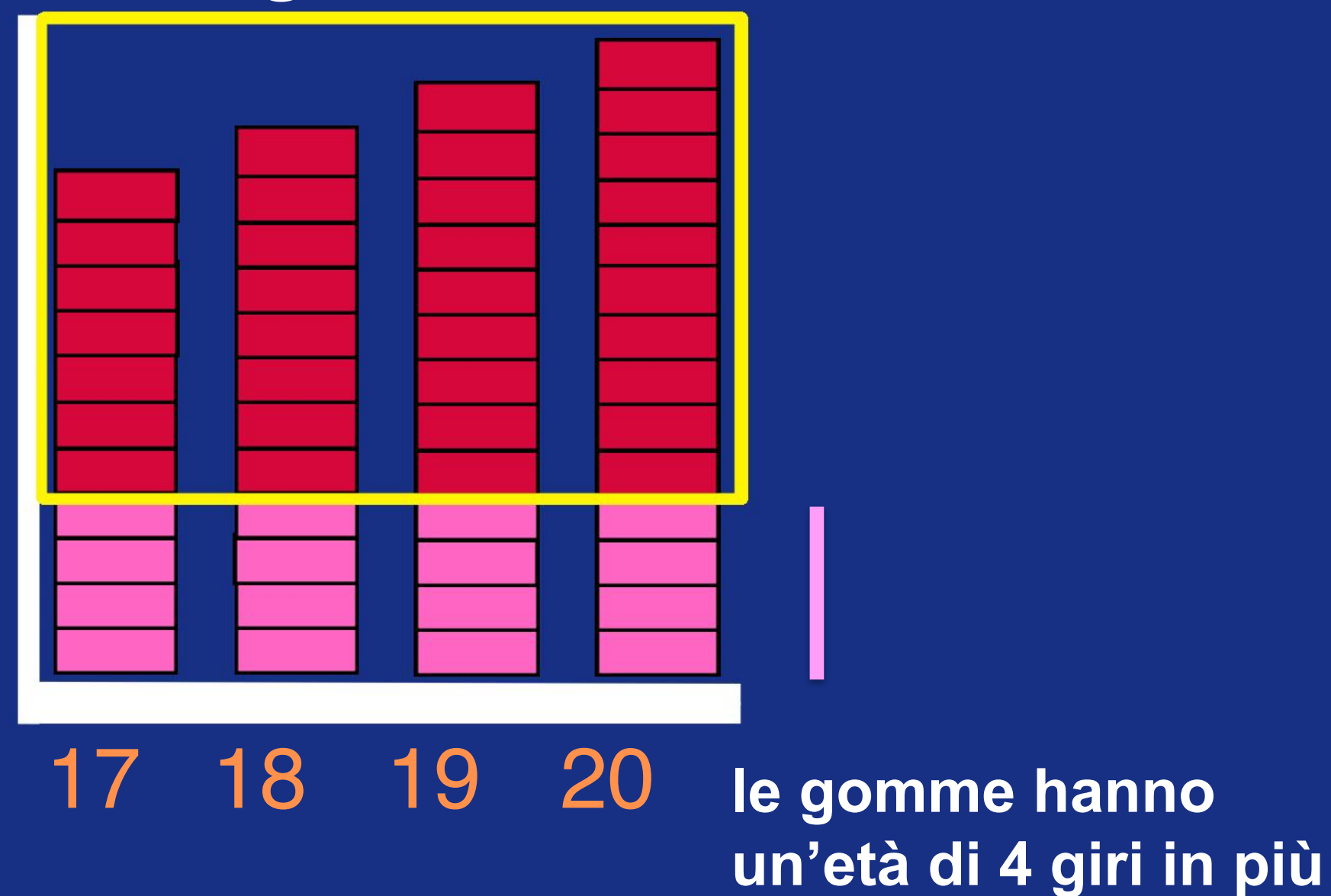


l'effetto gomme sullo stint più lungo è maggiore perché maggiore è l'usura delle gomme

Strategia di Leclerc

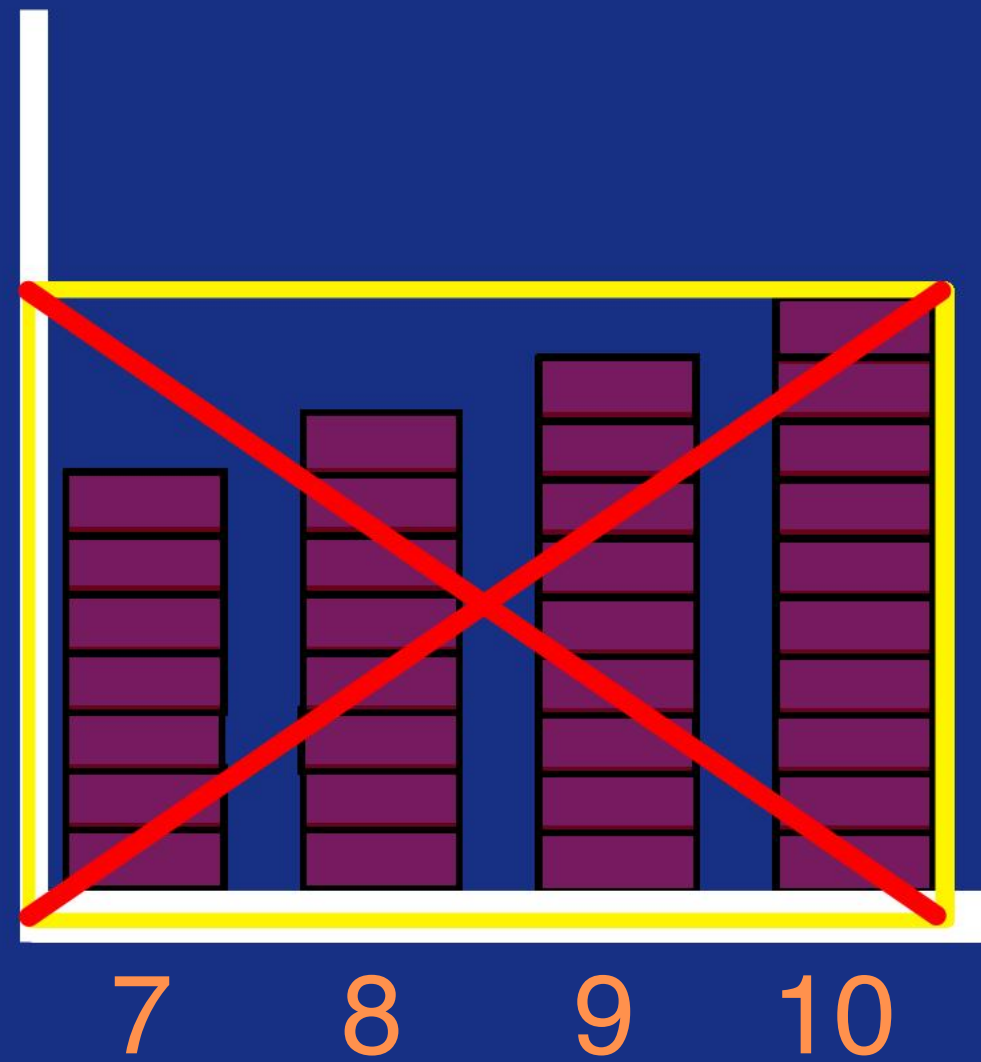


Strategia non simmetrica

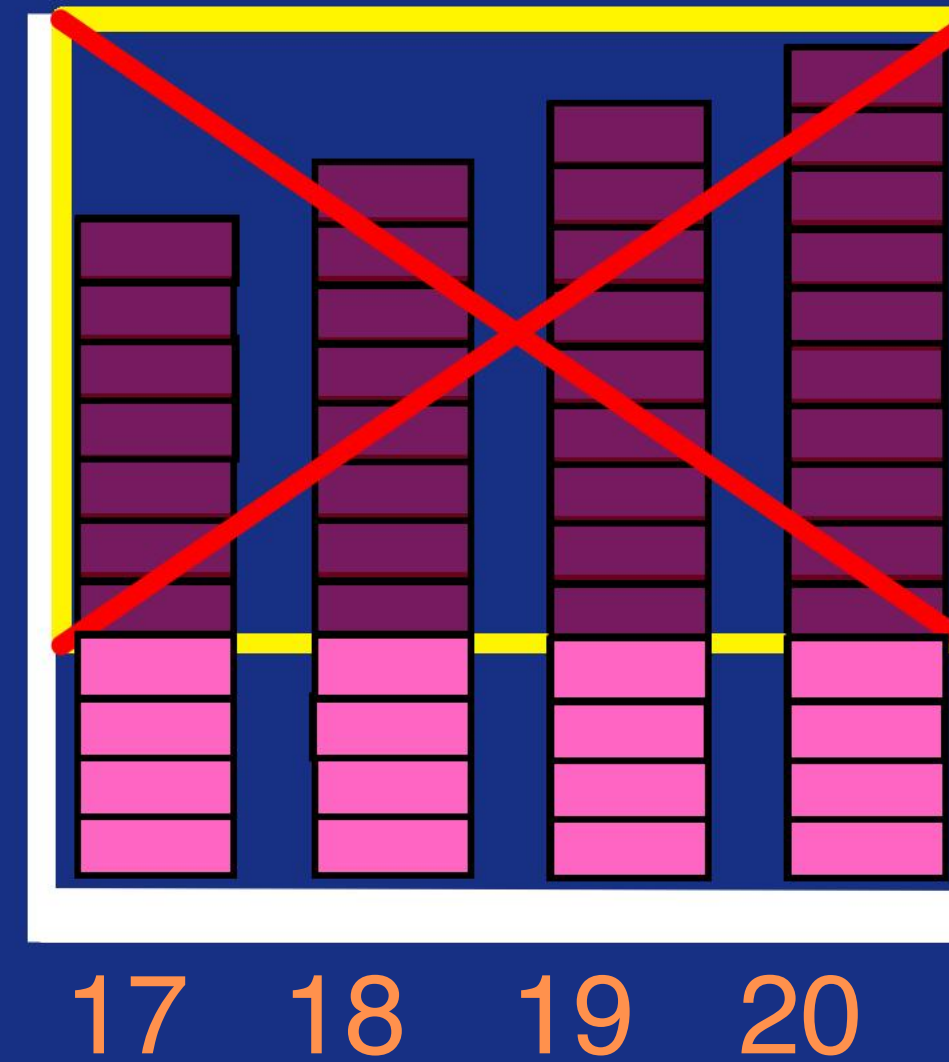


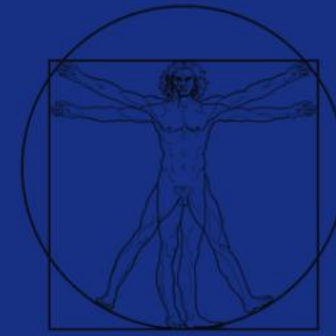
La strategia di Leclerc è quella ottimale:
il pit stop va fatto a metà dell'intervallo

Strategia di Leclerc



Strategia non simmetrica





LMC



FONTI:

- <https://www.racefans.net/2023/03/05/2023-bahrain-grand-prix-interactive-data-lap-charts-times-and-tyres/>
- https://pitwall.app/analysis/compare-lap-times?utf8=%E2%9C%93&season=75&race=1178&main_driver=14&compare_driver=3&button=
- <https://f1ingenerale.com/>
- <https://gripdetective.it/news/gran-premio-del-bahrain-2022-la-gara-raccontata-dai-pneumatici>