DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

1222·2022 800 ANNI

www.dii.unipd.it

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria meccanica

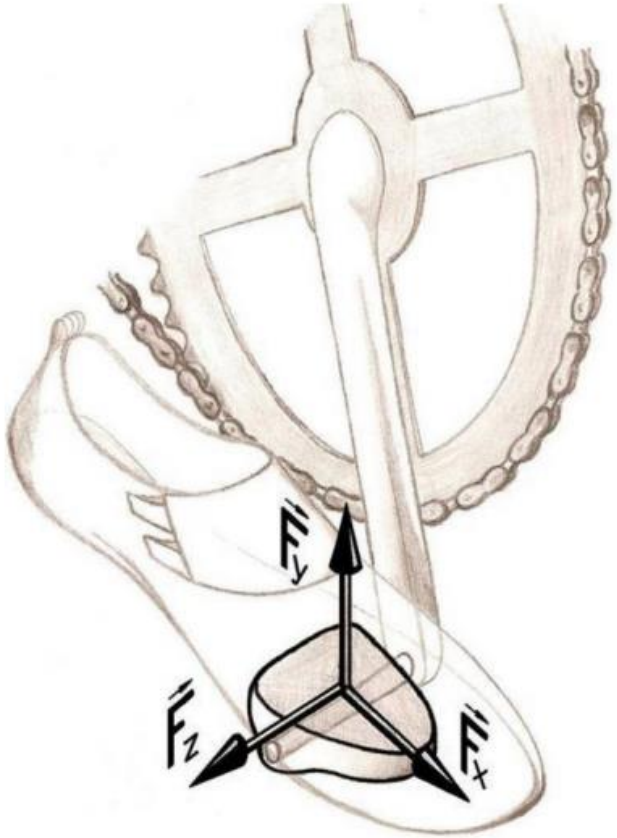
Relazione per la prova finale «Misure di deformazione forza e coppia nelle biciclette da corsa»

Tutor universitario: Prof. Marco Pertile

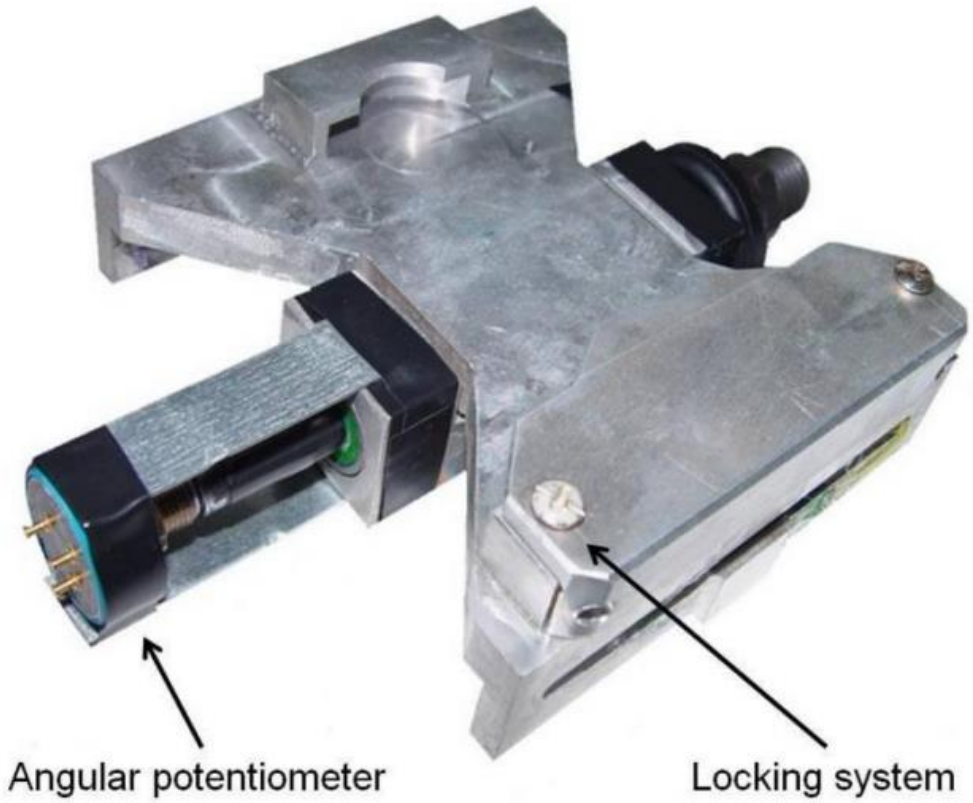
Laureando: Matteo Talamini

Padova, 20/09/2022

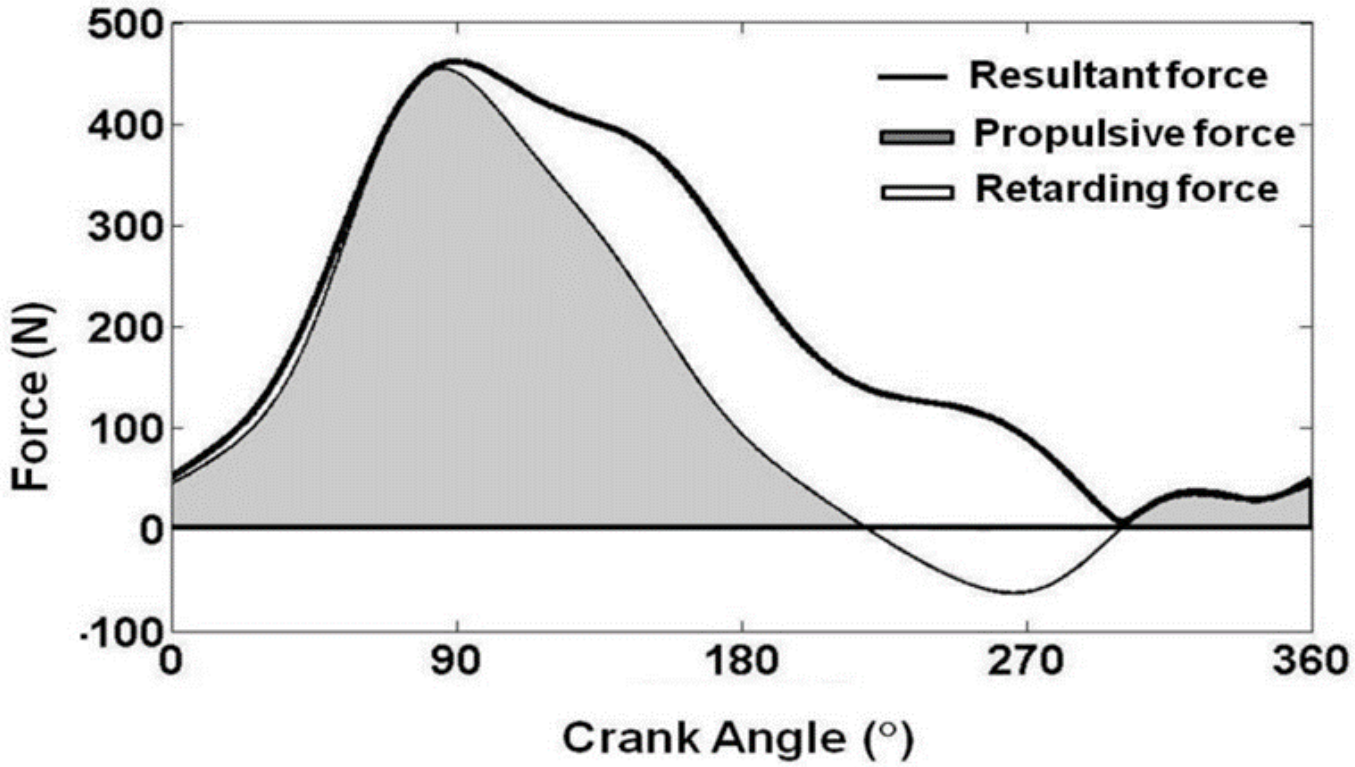
FORZA NEI PEDALI



Primo misuratore di potenza con estensimetri



Efficacia della pedalata

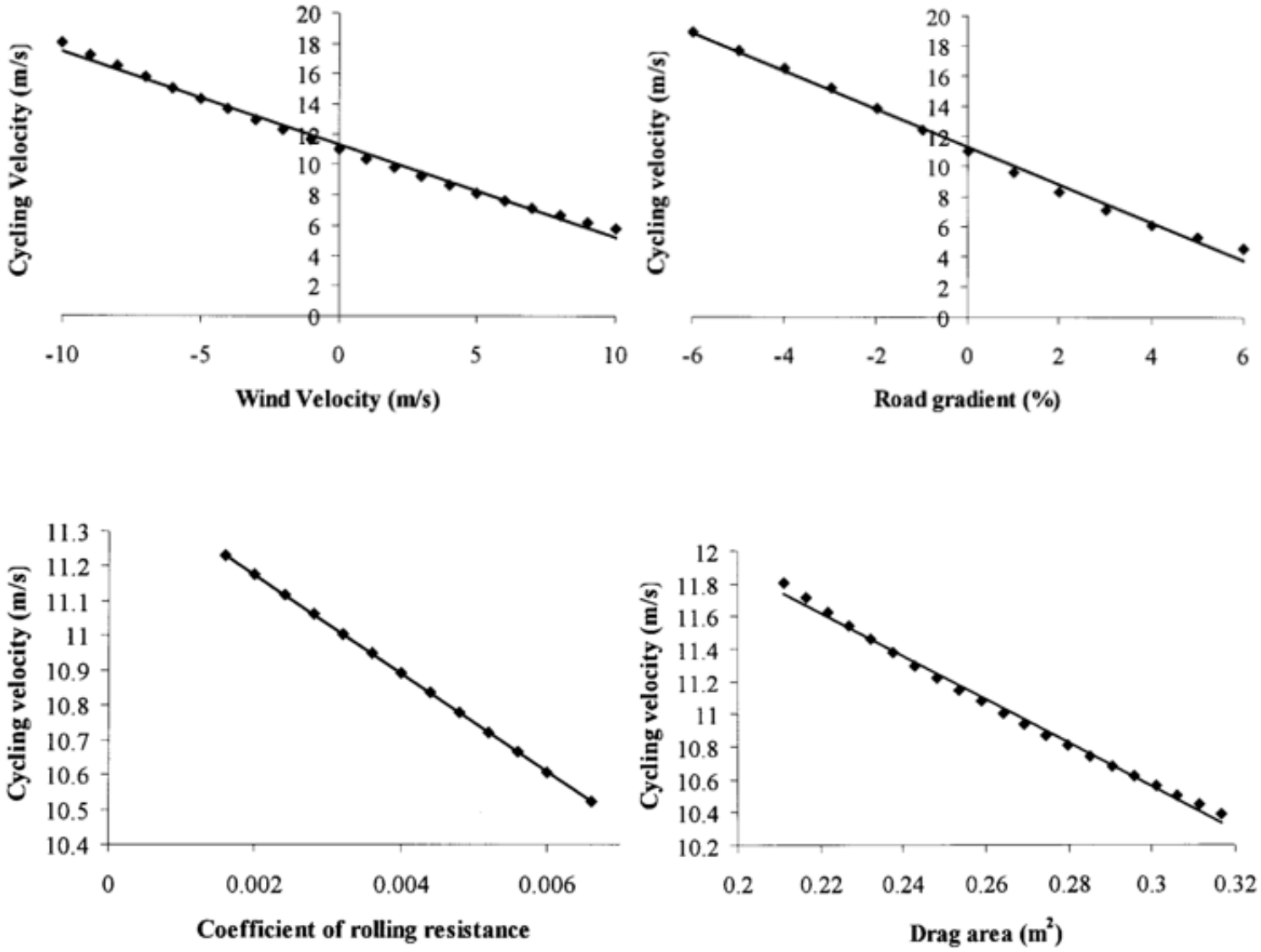


Indice di efficacia

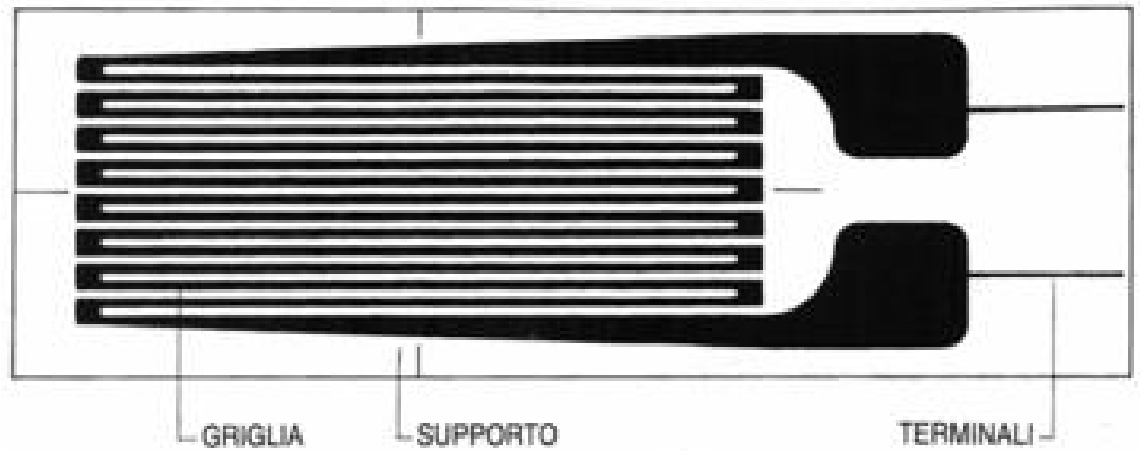
$$IE = \frac{\int_0^{2\pi} FE \cdot d\vartheta}{\int_0^{2\pi} FR \cdot d\vartheta}$$

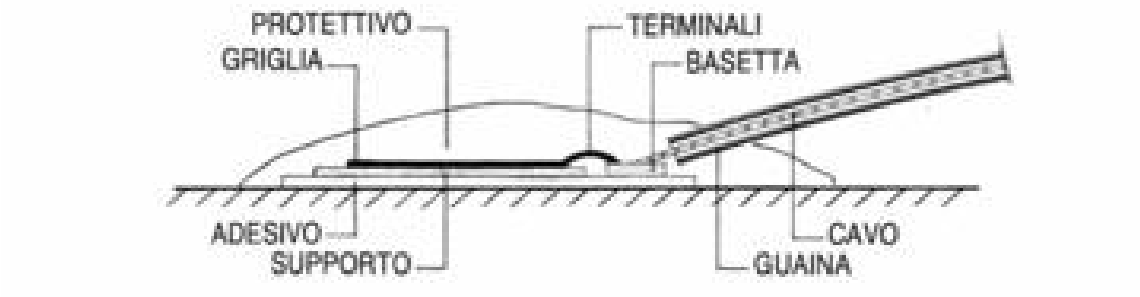
FORZE RESISTIVE

- Resistenza aerodinamica
- Rotazione delle ruote
- Resistenza di rotolamento
- Attrito ai cuscinetti
- Variazioni di energia potenziale
- Variazioni di energia cinetica
- Attrito alla catena



ESTENSIMETRI ELETTRICI A RESISTENZA METALLICA





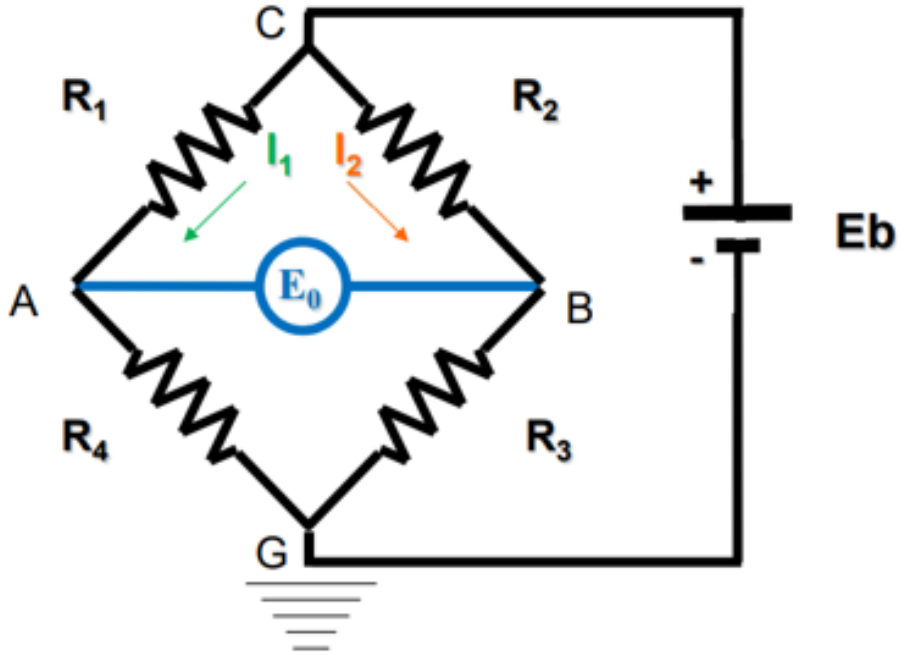
$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$\frac{dR}{R} = (1 + 2\nu)\frac{dl}{l} + \frac{d\rho}{\rho}$$

$$\frac{dR}{R} = K \cdot \varepsilon$$

$$K = (1 + 2\nu) + \frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{1}{\varepsilon}$$

MISURATORI DI POTENZA CON ESTENSIMETRI



$$\frac{\Delta E0}{Eb} = \frac{\Delta R1 \cdot R3}{(R1+R4)\cdot(R2+R3)} \cdot \frac{1}{1+\frac{\Delta R1}{(R1+R4)}}$$

$$\frac{\Delta E0}{Eb} = \frac{\Delta R1}{R1} \cdot \frac{R3}{R2+R3} \cdot \frac{R1}{R4+R1}$$

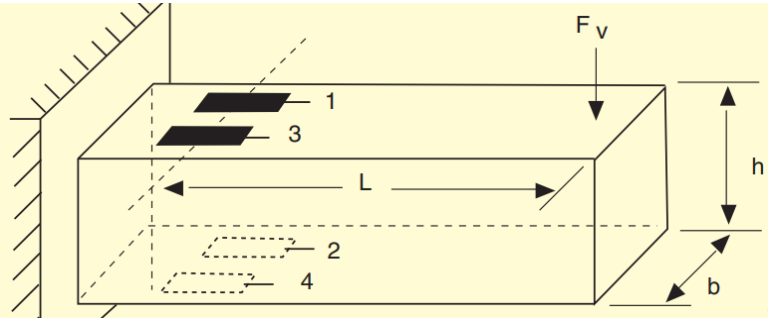
$$\frac{\Delta E0}{Eb} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R1}{R1}$$

$$\frac{\Delta E0}{Eb} = \frac{1}{4}\left(\frac{\Delta R1}{R1} - \frac{\Delta R2}{R2} + \frac{\Delta R3}{R3} - \frac{\Delta R4}{R4}\right)$$

$$\frac{\Delta E0}{Eb} = \frac{1}{4}K(\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

POSIZIONAMENTO ESTENSIMETRI

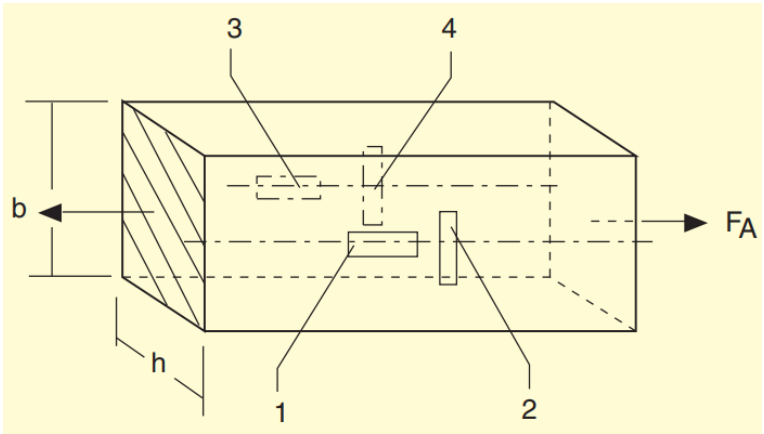
Sforzo flessionale



$$\sigma = \frac{M}{W} \qquad \left(W = \frac{b \cdot h^2}{6} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

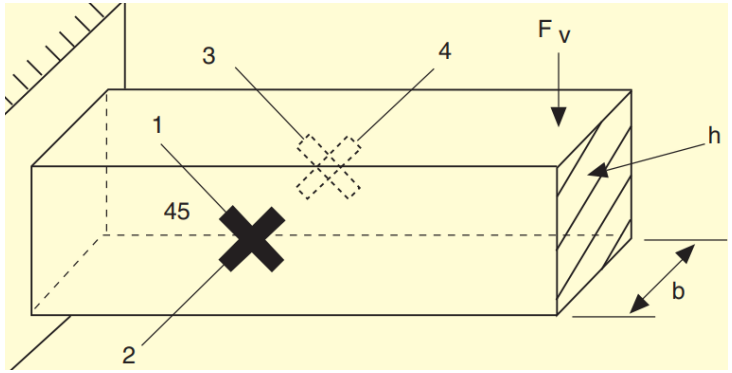
Sforzo assiale



$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

MISURATORI DI POTENZA CON ESTENSIMETRI

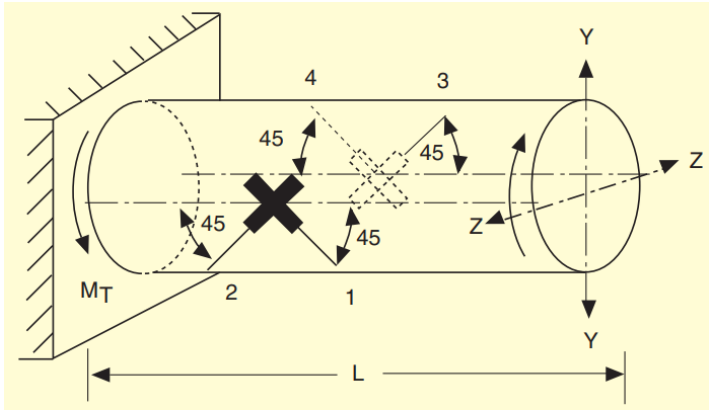
Sforzo di taglio



$$\tau = \frac{F \cdot S}{J \cdot b} \qquad \left(S = \frac{b \cdot h^2}{8} \qquad J = \frac{b \cdot h^3}{12} \right)$$

$$\gamma = \frac{\tau}{G} \qquad \boxed{\varepsilon_{45°} = \frac{\gamma}{2}}$$

Sforzo torsionale



$$\tau = \frac{M_t}{J_p} \cdot \frac{d}{2} \qquad \left(J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \right)$$

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = 2 \cdot \varepsilon_{45°} \qquad \boxed{\varepsilon_{45°} = \frac{\gamma}{2}}$$

POSIZIONAMENTO PONTE ESTENSIMETRICO

Pedivella

Guarnitura

MISURATORI DI POTENZA CON ESTENSIMETRI

Movimento centrale

Pedali

Mozzo della ruota

MISURATORI DI POTENZA ALTERNATIVI

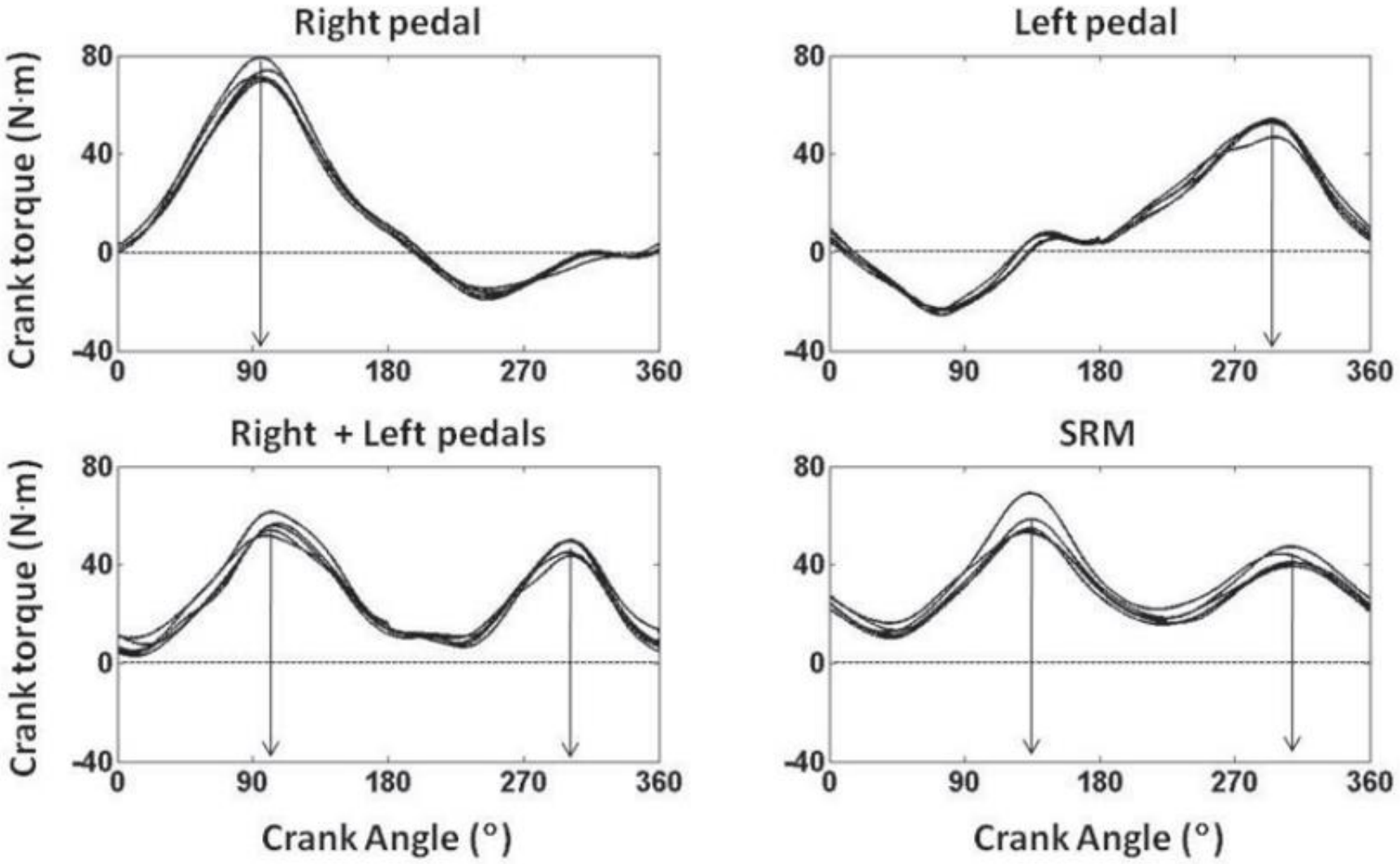
Catena

$$P = M \cdot \omega$$

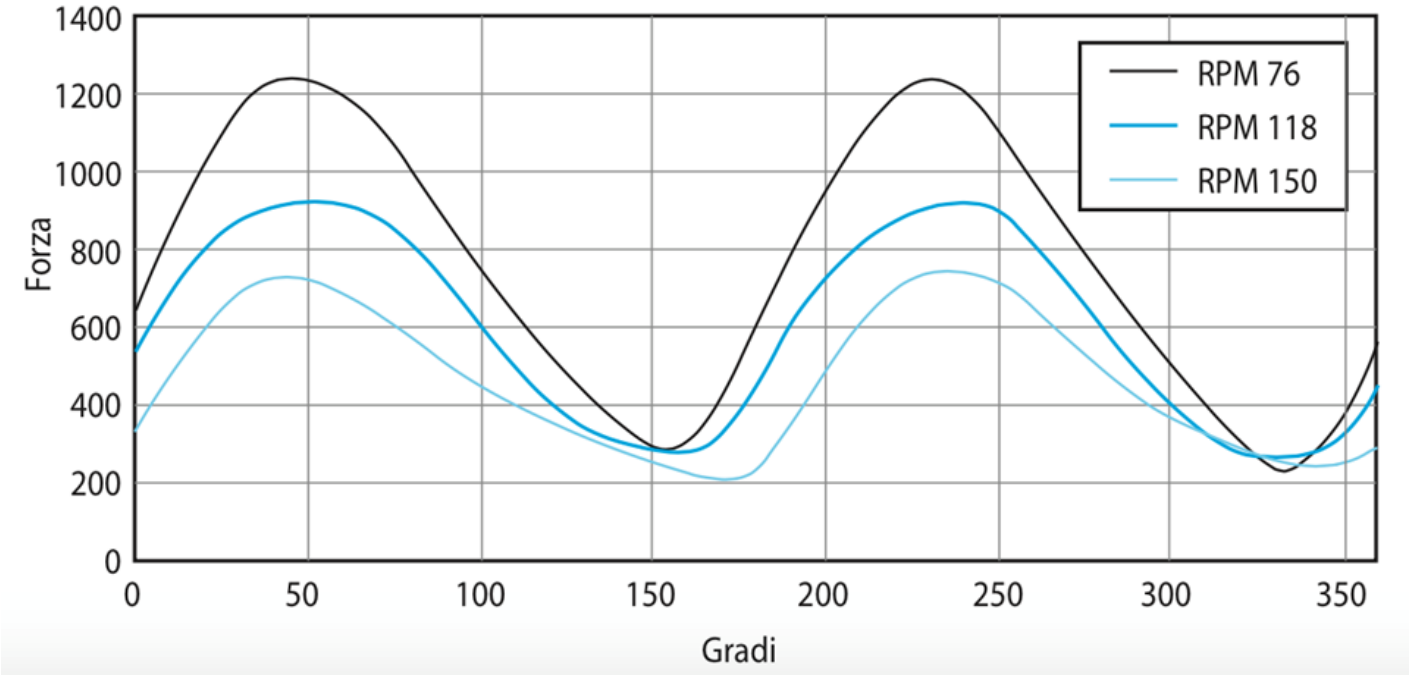
$$M = F \cdot R$$

Manubrio

PARAGONE MISURATORE SUL MOVIMENTO CENTRALE E SUI PEDALI



RICAVARE LA POTENZA TOTALE CON UN SENSORE UNILATERALE



$$F_{tot} = F_{ciclista} + F_{attrito} + F_{aerodinamica} + F_{gravità} = M \cdot a$$

$$\begin{cases} F_{sx} + F_{attrito} + F_{aerodinamica} + F_{gravità} = M \cdot a_{sx} \\ F_{dx} + F_{attrito} + F_{aerodinamica} + F_{gravità} = M \cdot a_{dx} \end{cases}$$

$$F_{sx} = F_{dx} + M \cdot (a_{sx} - a_{dx})$$