

# Sollecitazioni e forze apparenti

Perché quando in una gara di sci alpino uno sciatore che affronta una curva si sente spinto verso l'esterno? Sono le forze apparenti che, in base al principio di inerzia, si manifestano quando un corpo si muove di moto non uniforme e che sottopongono lo sciatore a fortissime sollecitazioni. Per resistere a queste sollecitazioni, lo sciatore deve allenarsi in palestra preparando soprattutto i muscoli delle gambe ad ammortizzare le variazioni di velocità e di direzione durante la discesa.

Non tutti lo sanno, ma gran parte del lavoro di preparazione di uno sciatore avviene in palestra. Infatti durante la discesa l'atleta è sottoposto a sollecitazioni fortissime, dovute alle cosiddette *forze apparenti*, che si manifestano quando un corpo si muove di moto non rettilineo o non uniforme rispetto al suolo.

Uno di questi effetti è dovuto all'*inerzia*, di cui tutti abbiamo esperienza nella vita quotidiana. Se siamo in piedi in un autobus che frena bruscamente, per esempio, abbiamo la sensazione che una forza ci spinga in avanti (in realtà il nostro corpo «vorrebbe» soltanto continuare a viaggiare alla velocità di prima).

A ogni curva inoltre sentiamo una *forza centrifuga* che ci spinge verso l'esterno, ed è più intensa se la velocità è più alta e se la curva è più stretta (qui la forza apparente deriva dal fatto che il nostro corpo «vorrebbe» continuare a viaggiare in linea retta).

Ora, se c'è una cosa che uno sciatore fa di continuo, è variare la propria velocità e fare delle curve: una prova di slalom speciale prevede fino a 75 porte, una di superG circa la metà, ma a una velocità che può superare i 100 km/h.

Durante la discesa le forze apparenti sono compensate principalmente dalla flessione delle gambe; nello sci queste hanno una funzione analoga agli ammortizzatori nella mountain bike, e sono quindi sottoposte a uno sforzo molto severo: le accelerazioni infatti possono raggiungere alcuni *g*, cioè parecchie volte l'accelerazione di gravità terrestre (che vale circa  $10 \text{ m/s}^2$ ).

Per questo motivo è indispensabile preparare i muscoli dello sciatore a questo tipo di impegno misurando non soltanto l'intensità, ma anche la frequenza e la durata di applicazione delle sollecitazioni.

A tal fine si possono utilizzare due sistemi: le *celle di carico* e le *piattaforme inerziali* o *IMU* (da *inertial measurement unit*).

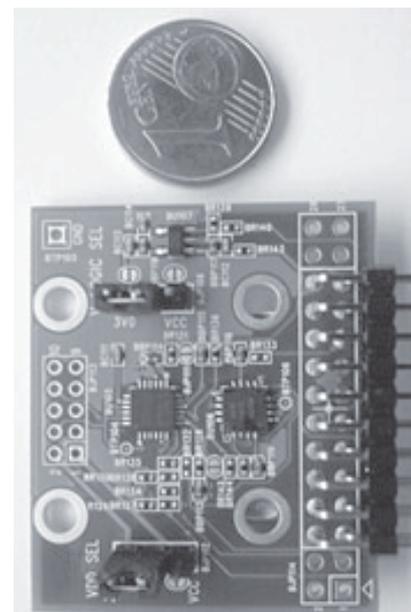
Le celle di carico sono collocate tra lo scarpone e lo sci e collegate via cavo a un microcontrollore alla cintura dell'atleta. La misurazione delle forze che si ottiene con un sistema di questo tipo è molto accurata, ma interporre piastre di metallo tra sci e scarpone provoca una variazione dell'assetto e della rigidità degli sci che può essere fastidiosa per atleti dalla tecnica raffinata.

In alternativa si utilizza perciò una piattaforma inerziale, che è uno speciale sensore di dimensioni ridottissime (figura ►1) contenente tre accelerometri e tre giroscopi.

Siccome un corpo rigido può compiere proprio sei movimenti nello spazio (traslazioni lungo i tre assi cartesiani e rotazione attorno a essi), la piattaforma può misurarne completamente il movimento.

Spesso a questi sensori si aggiungono anche tre magnetometri che, misurando l'inclinazione del corpo rispetto al campo magnetico terrestre, compensano il cosiddetto *drift* dei giroscopi.

La piattaforma è collocata in prossimità del baricentro dell'atleta, che la indossa con una speciale cintura. Il preparatore atletico riesce così a misurare l'in-



▲ **Figura 1**  
Una piattaforma inerziale miniaturizzata.

## Approfondimento

tensità e la direzione delle forze che si manifestano durante una discesa: potrà poi simularle nel lavoro in palestra con i pesi, così da ottimizzare la preparazione fisica per la gara.

Il brano è tratto dal seguente libro presente nella collana Chiavi di lettura.

### Nunzio Lanotte Sophie Lem **Sportivi ad alta tecnologia**

La scienza che aiuta a costruire i campioni



### Nunzio Lanotte Sophie Lem **Sportivi ad alta tecnologia**

La scienza che aiuta a costruire i campioni

La differenza tra la gloria di una medaglia d'oro e l'anonimato si misura in millesimi di secondo. Il talento dell'atleta, l'intelligenza dei preparatori e lunghe ore di allenamento restano ingredienti essenziali di ogni trionfo sportivo, ma oggi non si può vincere senza l'aiuto di tecnologie d'avanguardia.

Ciclismo, nuoto, calcio e sci sono fra gli sport più influenzati dall'innovazione. Qui troverete una rassegna degli strumenti più avanzati – materiali, sensori, applicazioni software – oggi a disposizione degli amatori, oltre che degli atleti.

Tanta innovazione la dobbiamo agli «scienziati dello sport», che affiancano medici e preparatori atletici con un numero impressionante di attrezzature per misurare e valutare le prestazioni. E insieme agli strumenti cresce anche il relativo fatturato mondiale, miliardario e in costante aumento.

Questo libro cambia il nostro modo di andare in bici, a sciare, in piscina o allo stadio. Anche per chi lo sport lo guarda in TV.

CHIAVI29\*LANOTTE\*SPORT ALTA TECN+EB

ISBN 978-88-08-25906-6



9 788808 259066

4 567 890 12 (31L)

**Al pubblico € 12,90 •••**

\* In caso di variazione Iva o cambiamento prezzo all'inizio di anni successivi, consultare il catalogo dell'editore

[www.zanichelli.it](http://www.zanichelli.it)

Questo libro è stampato su carta che rispetta le foreste  
[www.zanichelli.it/ita-casa-edilizia/carta-e-ambiente](http://www.zanichelli.it/ita-casa-edilizia/carta-e-ambiente)

