

I 200 METRI E LA CORSA IN CURVA

SERGIO CASTELLI

TECNICO NAZIONALE FIDAL, DIPLOMA ISEF E LAUREA IN BIOLOGIA

ENRICO ARCELLI

COMPONENTE COMMISSIONE SCIENTIFICA FIDAL

Nella gara dei 200 m all'aperto il primo tratto viene svolto percorrendo una curva in senso antiorario, a cui segue, dopo 80-120 metri, il tratto finale in rettilineo. Il raggio e lo sviluppo della curva devono oggi rispettare le indicazioni del regolamento internazionale per consentire l'omologazione del risultato. Prima del 1950, invece, le competizioni si svolgevano in piste con diversa architettura del tratto curvilineo. I raggi di curvatura, infatti, variavano in relazione alle modalità costruttive e, oltre alle prove con curva completa, c'erano anche quelle con semicurva. La pista dell'Arena di Milano, per esempio, era lunga 500 m e altre piste avevano una lunghezza maggiore (o inferiore) dello sviluppo di 400 m di quelle attuali.

Negli Stati Uniti, poi, era possibile gareggiare anche in linea retta e di frequente si preferiva la distanza delle 220 yards, pari ad un ottavo di miglio e a 201, 17 m. Le prestazioni degli atleti erano quindi condizionate, in positivo o negativo, anche dalla variabilità di questi fattori. Nelle competizioni in linea retta si potevano ottenere risultati migliori sia perché la curva rallenta la velocità di corsa, sia perché, in caso di vento favorevole, lo era per tutta la distanza. I record del mondo sulla distanza dei duecento metri con curva sono ufficialmente riconosciuti dal 1950, anno nel quale sono state stabilite le regole nella costruzione degli impianti. La **Tabella 1** riporta la successione dei record mondiali dei 200 m (o, meglio, di quelle che potevano essere considerate le migliori prestazioni mondiali, secondo quanto indicato nella didascalia) fino al 1950, quando, appunto, erano considerati validi anche i tempi ottenuti in rettilineo; i tempi erano misurati al decimo di secondo. La **Tabella 2** riporta, invece, la successione dei record del mondo con curva completa dopo il 1950, dapprima al decimo di secondo e poi al centesimo.

■ LA CORSA IN CURVA: UN PO' DI FISICA

Se percorriamo con l'automobile un tratto rettilineo ed in piano, possiamo mantenere una velocità costante (moto uniforme) senza variare la posizione del piede sull'acceleratore. In questo caso si mantiene costante la forza che sprigiona il motore in modo tale che contrasti le forze di attrito: è come se sulla macchina non agissero forze e, quindi, essa prosegue di moto uniforme rettilineo (**prima legge di Newton**). Durante la fase di sorpasso la velocità deve aumentare e, dunque, si accelera. In base alla **seconda legge di Newton**, per sviluppare l'accelerazione di un corpo occorre l'applicazione di una forza: $F = m \cdot a$

Per questo è necessario premere sul pedale dell'acceleratore affinché il motore sviluppi una forza maggiore a quelle di attrito e si abbia così un aumento della velocità dell'auto.

Quando si affronta una curva a velocità costante, dobbiamo applicare, attraverso i movimenti che compiamo con il volante, una forza al terreno e, grazie all'attrito dei pneumatici sullo stesso, sterzare le ruote e modificare la traiettoria rettilinea dell'auto. Se applichiamo una forza sulle indicazioni del principio enunciato in precedenza, si sviluppa un'accelerazione. Questa particolare accelerazione si manifesta nel verso e nella direzione della forza sul volante ed è quindi diretta al centro della curva; sia all'accelerazione che alla forza, perciò, è attribuito l'aggettivo "*centripeto*". Per passare dal moto rettilineo a quello curvilineo, dunque, è necessaria l'applicazione di una forza.

Il passeggero, in base alla **terza legge di Newton**, avvertirà una forza uguale, per direzione e per modulo, a quella centripeta, ma di verso opposto e definita *centrifuga*. Questa forza è chiamata *apparente* perché non è sviluppata da un qualsiasi intervento esterno come quella espressa dalle braccia del guidatore sul volante, ma rappresenta la

Tabella 1 - Migliori prestazioni mondiali sulle 220 yards in rettilineo (i tempi di Applegarth del 1914 e di Agostini del 1956 sono stati corsi con curva):

22"0	William Page Phillips, Regno Unito, 1876
21"	4/5 Charles Wood, Regno Unito, 1887
21"	3/5 Charles Wood, Regno Unito, 1887
21"	3/5 (eg) Bernard Wefers, USA, 1895
21"	1/5 Bernard Wefers, USA, 1896
21"	1/5 (eg) William Reuben Applegarth, Regno Unito, 1914 (con curva)
20"5	(omologato come 20"3/5), Ronald Locke, USA, 1926
20"3	Ralph Metcalfe, USA, 1933
20"3	(eg) Ralph Metcalfe, USA, 1933
20"3	(eg): Jesse Owens, USA, 1935
20"3	(eg), Lloyd LaBeach, Panama (ai 200 m: 20"2), 1947
20"2	Melvin Patton, USA, 1949
20"1	Mike Agostini, Trinidad, 1956 (con curva completa, tempo non omologato perché rilevato da soli due cronometristi)
20"0	Dave Sime, USA, 1956

In pratica, si può stabilire così l'evoluzione della miglior prestazione mondiale dei 200 metri, togliendo un decimo di secondo ai tempi sulle 220 yards ed esprimendo in decimali le frazioni di secondo (i tempi di Applegarth del 1914 e di Agostini del 1956 sono stati corsi con curva; il primo, però, eguagliava la miglior prestazione in rettilineo e il secondo la migliorava):

21"9	William Page Phillips, Regno Unito, 1876
21"7	Charles Wood, Regno Unito, 1887
21"5	Charles Wood, Regno Unito, 1887
21"5	(eg) Bernard Wefers, USA, 1895
21"1	Bernard Wefers, USA, 1896
21"1	William Reuben Applegarth, Regno Unito, 1914 (con curva)
20"4	(omologato come 20"3/5), Ronald Locke, USA, 1926
20"2	Ralph Metcalfe, USA, 1933
20"2	(eg) Ralph Metcalfe, USA, 1933
20"2	(eg): Jesse Owens, USA, 1935
20"2	(eg), Lloyd LaBeach, Panama (ai 200 m: 20"2), 1947
20"1	Melvin Patton, USA, 1949
20"0	Mike Agostini, Trinidad, 1956 (con curva completa, tempo non omologato perché rilevato da soli due cronometristi)
19"9	Dave Sime, USA, 1956

Tabella 2 - Primati mondiali sui 200 metri con curva completa rilevati con cronometraggio manuale (tutti omologati come primati del mondo):

20"6	Andy Stanfield, USA, 1951
20"6	(eg) Andy Stanfield, USA, 1952
20"6	(eg) Thane Baker, USA, 1953
20"6	(eg) Bobby Morrow, Usa, 1956
20"6	(eg) Manfred Germar, Germania Ovest, 1958
20"6	(eg) Ray Norton, USA, 1960
20"6	(eg) Ray Norton, USA, 1960
20"6	(eg) Peter Rarford, Regno Unito, 1960
20"5	Steve Johnson, USA, 1960
20"5	(eg) Ray Norton, USA, 1960
20"5	(eg) Livio Berruti, Italia, 1960
20"5	(eg) Livio Berruti, Italia, 1960
20"5	(eg) Paul Drayton, USA, 1960
20"3	Henry Carr, USA, 1963
20"2	Henry Carr, USA, 1964
20"0	Tommie Smith, USA, 1966
19"8	Tommie Smith, USA, 1968
19"8	(eg) Don Quarrie, Giamaica, 1971
19"8	(eg) Don Quarrie, Giamaica, 1975

Primati mondiali sui 200 metri con curva completa rilevati con cronometraggio elettronico (omologati come primati del mondo a partire dal 19"83 di Smith del 1968):

20"75	Bobby Morrow, Usa, 1956
20"75	(eg) Steve Johnson, USA, 1960
20"65	Livio Berruti, Italia, 1960
20"62	Livio Berruti, Italia, 1960
19"83	Tommie Smith, USA, 1968
19"72	Pietro Mennea, Italia, 1983
19"66	Michael Johnson, USA, 1996
19"32	Michael Johnson, USA, 1996
19"30	Usain Bolt, Giamaica, 2008
19"19	Usain Bolt, Giamaica, 2009

reazione alla forza realmente applicata. In assenza di una forza centripeta applicata, l'auto ritorna a muoversi lungo una traiettoria rettilinea. La forza centripeta può essere fornita anche dalla presenza di un vincolo come ad esempio lo sono le rotaie per il treno. Nell'ambito dell'atletica leggera, la disciplina nella quale si evidenziano palesemente le considerazioni precedenti è il lancio del martello. In maniera semplificata l'atleta che si appresta a lanciare il martello (**Figura 1**) applica una forza centripeta (F_c) attraverso la maniglia ed il filo che agisce verso il centro della traiettoria e produce una

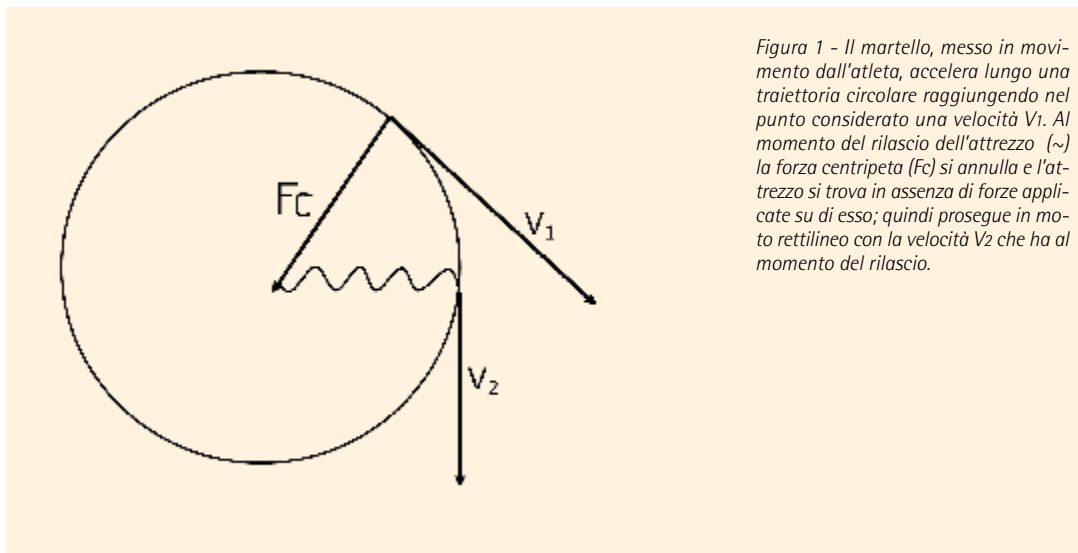


Figura 1 - Il martello, messo in movimento dall'atleta, accelera lungo una traiettoria circolare raggiungendo nel punto considerato una velocità V_1 . Al momento del rilascio dell'attrezzo (~) la forza centripeta (F_c) si annulla e l'attrezzo si trova in assenza di forze applicate su di esso; quindi prosegue in moto rettilineo con la velocità V_2 che ha al momento del rilascio.

accelerazione (seconda legge di Newton) consentendo all'attrezzo di muoversi lungo un percorso circolare con una velocità V . Nel momento del rilascio del martello, la forza centripeta che agisce sull'attrezzo diviene nulla e impropriamente si tende ad attribuire l'uscita dell'attrezzo dalle mani dell'atleta alla forza centrifuga che ha modulo e direzione uguale alla forza centripeta, ma verso opposto (terza

legge di Newton). Questa è una forza fittizia, non reale, ed utile solo per evidenziare che, in assenza di forza centripeta, il martello tende a muoversi (per inerzia) lungo una traiettoria rettilinea con la velocità acquisita, come enunciato in precedenza dalla prima legge di Newton, secondo una direzione coincidente alla retta tangente al punto di rilascio. La forza centripeta è l'unica forza realmente applicata e ciò è ben percepito dall'atleta!

■ PERCHÈ LA CURVA FA ANDARE PIU' LENTI

Nella corsa rettilinea (Figura 2) l'atleta applica al terreno attraverso il piede la forza sviluppata dalla muscolatura dell'arto inferiore (oltre a quella derivante dall'energia cinetica e potenziale della massa in movimento) ed il terreno stesso oppone una forza uguale e contraria sul corpo dell'atleta (R). L'atleta che affronta la curva in velocità (Figura 3) deve applicare una forza centripeta (F_c) per mantenere il corpo sulla traiettoria desiderata e questa è la principale ragione per cui la curva comporta limitazioni nella possibilità di sviluppo delle più alte velocità di corsa. La forza utilizzata a questo scopo è principalmente sviluppata dalla muscolatura dell'arto inferiore destro che svolge la sua azione di appoggio in posizione esterna rispetto alla traiettoria di corsa e rivolta verso il centro della curva. La quantità di forza impiegata con tale obiettivo non potrà essere utilizzata per incrementare la velocità di spostamento del corpo. Per agevolare l'applicazione della forza centripeta F_c (e contrastare la "forza centrifuga" F_{cf}) è "naturale" inclinare il corpo verso l'interno della traiettoria non rettilinea percorsa in modo da scomporre la

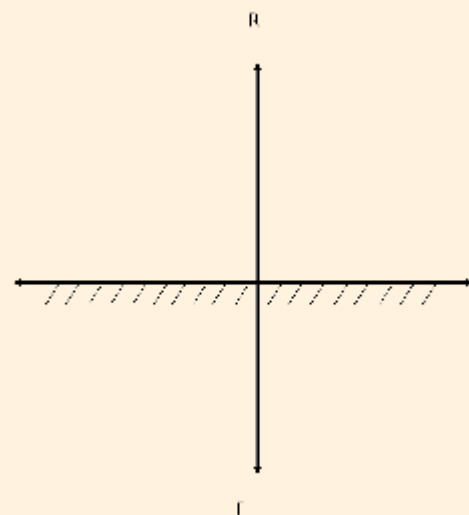


Figura 2 - Grafico semplificato delle forze che intervengono nella corsa in rettilinea di un atleta (vista frontale) F : Forza applicata al terreno dall'atleta in corsa attraverso il piede di appoggio. R : Forza di reazione del terreno al sistema atleta in movimento

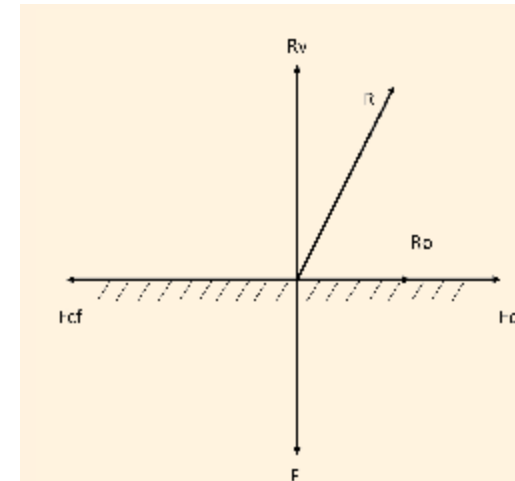


Figura 3 - Grafico semplificato delle forze che intervengono nella corsa in curva di un atleta (vista frontale e senso antiorario di corsa). F : Forza applicata al terreno dall'atleta in corsa attraverso il piede di appoggio - R : Forza di reazione del terreno - R_v : componente verticale di R - R_o : componente orizzontale di R - F_c : Forza centripeta - F_{cf} : Forza centrifuga

reazione al terreno (R), non più verticale, secondo gli assi cartesiani (R_v ed R_o) e utilizzare la componente orizzontale (R_o) che si somma alla forza centripeta sviluppata con evidente vantaggio per la velocità di corsa.

■ I 200 METRI INDOOR

Nelle competizioni indoor, in gran parte dei casi le piste misurano attualmente 200 m e comprendono due curve che, rispetto a quelle delle gare all'aperto, sono ridotte nella lunghezza e hanno un minore raggio di curvatura. Per consentire elevate velocità di corsa, le curve degli impianti coperti si sviluppano con una inclinazione verso l'interno ed una pendenza che tende gradualmente ad aumentare raggiungendo il valore massimo circa a metà della lunghezza ed allo stesso modo diminuire nel tratto finale.

Essenzialmente nel momento in cui sto correndo su una curva rialzata, la spinta che imprimo al terreno, e di conseguenza quella che il terreno dà a me, non sarà verticale ma inclinata verso il centro della curva. La reazione al terreno (R) si scompone in due componenti: una verticale, che bilancia il peso del corpo (R_v), e una orizzontale (R_o), rivolta verso il centro della traiettoria circolare, che si somma alla forza centripeta applicata (F_c). In questo particolare caso, la componente R_o risulta superiore a parità di condizioni in piano poiché il corpo dell'atleta

può assumere una maggiore inclinazione grazie alla conformazione della pista e ciò consente di sviluppare velocità più elevate con raggi di curvatura ridotti. (Figura 4).

■ IL CONFRONTO FRA I TEMPI SUI 200 METRI INDOOR E OUTDOOR

Nelle competizioni indoor, ad ogni modo, la conformazione della pista (ridotto raggio di curvatura e ridotta inclinazione) aumenta la necessità di applicare una forza maggiore per mantenere la stessa ampiezza del passo di corsa; di conseguenza il tempo di contatto al suolo del piede aumenta e ciò contribuisce a far diminuire la velocità di corsa. In una ricerca (Usherwood & Wilson, 2006) sono stati confrontati e messi in relazione con il numero della corsia i tempi realizzati sui 200 m da atleti di alto livello nelle competizioni indoor e outdoor dello stesso anno agonistico, il 2004 (Campionati Mondiali Indoor e Olimpiadi 2004). Secondo gli autori, si è constatato che i finalisti indoor, relativamente ai risultati ottenuti successivamente all'aperto, erano collocati nella fascia dei tempi migliori e che in quella finale le velocità maggiori erano in relazione alla corsia: quanto maggiore era il raggio di curvatura (ossia quanto più esterna era la corsia), tanto migliore era il tempo. Si è constatato: (a) che gli atleti che avevano raggiunto la finale ai

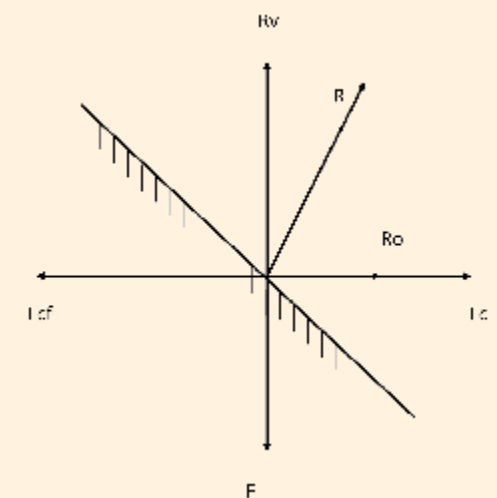


Figura 4 - Grafico semplificato delle forze che intervengono nella corsa in curva di un atleta (vista frontale e senso antiorario di corsa) su di un piano inclinato. F : Forza applicata al terreno dall'atleta in corsa attraverso il piede di appoggio - R : Forza di reazione del terreno - R_v : componente verticale di R - R_o : componente orizzontale di R - F_c : Forza centripeta - F_{cf} : Forza centrifuga

Campionati Mondiali indoor erano collocati nella fascia dei tempi migliori alle Olimpiadi; (b) che nella finale dei Campionati Mondiali indoor le velocità maggiori erano in relazione alla corsia: quanto maggiore era il raggio di curvatura (ossia quanto più esterna era la corsia), tanto più avvantaggiato risultava essere il tempo ottenuto.

Per le donne i dati non erano altrettanto chiari e i valori sono risultati più dispersi e, inoltre, c'era poca relazione con la corsia. Secondo gli autori, questo può dipendere dal fatto che le atlete hanno i livelli di forza muscolare inferiori rispetto a quella degli uomini (e forse anche in considerazione del fatto che esistono più variabilità tra i diversi soggetti), la qual cosa rende per loro più difficile contrastare efficacemente le forze di cui si è parlato in precedenza e ottenere così nelle gare indoor la qualità della prestazione espressa all'aperto.

■ IL CONFRONTO FRA IL RECORD MONDIALE MASCHILE E QUELLO FEMMINILE

Altri Autori (Seiler et al., 2007) hanno studiato l'andamento del record mondiale dei 200 m di uomini e donne a partire dal 1950. La differenza percentuale tra record maschili e femminili dei 200 m è attualmente del 10,4%. A partire dagli anni '70 è possibile notare la progressiva riduzione di questo divario. La differenza minima è stata raggiunta abbastanza velocemente tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 (7,59%), per poi aumentare ai valori attuali negli anni seguenti. In base a questi dati, gli autori hanno supposto che questo andamento percentuale poteva essere attribuito all'utilizzo illecito di sostanze anabolizzanti, ridotto successivamente dai controlli più frequenti e più approfonditi, effettuati anche lontano dalle competizioni.

Come si è discusso in precedenza, la capacità di mantenere velocità elevate in curva è legata proporzionalmente alle caratteristiche di forza degli arti inferiori. Nelle atlete valori maggiori delle qualità di forza interessate porterebbero a dei vantaggi nella gara dei 200 m e ciò può essere una spiegazione alle considerazioni fatte dagli autori di questa ricerca.

■ TECNICA BASE DELLA CORSA IN CURVA

Per poter sviluppare efficacemente alte velocità in curva, gli allenatori forniscono agli atleti alcuni suggerimenti.

PARTENZA: L'asse del blocco di partenza va posizionato in maniera da percorrere all'uscita una traiettoria rettilinea, corrispondente alla tangente della banda interna della propria corsia nel punto



a 5-6 m oltre la linea di avvio. La collocazione varia in considerazione del raggio della curva e quindi della corsia.

CORSA IN CURVA: Nella fase di avvio, oltre a rispettare i principi fondamentali della tecnica di accelerazione, si assume gradualmente, secondo quanto viene consigliato dai tecnici, l'atteggiamento da mantenere nella fase di corsa lanciata in curva. L'atleta deve inclinare il corpo verso l'interno e contemporaneamente effettuare una leggera torsione del tronco verso destra in modo da portare la spalla sinistra in avanti e in basso. Le braccia oscillano muovendosi parallele in maniera non molto ampia. Lo sguardo va diretto verso la corsia di sinistra. Una richiesta più complessa suggerisce di accentuare l'oscillazione per avanti dell'arto superiore sinistro e di ricercare il movimento maggiore per dietro per l'arto superiore destro.

TERMINE CURVA ED INGRESSO NEL RETTILINEO: Il tratto che comprende il termine della curva e l'inizio del rettilineo, dopo circa 80-120 metri dalla partenza, rappresenta la parte più delicata della gara dal punto di vista tecnico. In questo tratto gli atleti raggiungono velocità elevate ed è importante mantenerle, agevolando la fase di passaggio del corpo al moto rettilineo. Non di rado - anche ad alti livelli - è possibile notare atleti che sbandano all'uscita della curva. L'atteggiamento assunto nella fase di corsa in curva con la spalla sinistra posizionata anteriormente rispetto alla destra aiuta a

riprendere l'impegno in rettilineo "proiettando" verso lo stesso. All'incirca negli ultimi dieci metri della curva, inoltre, l'atleta asseconda l'azione della forza centrifuga che agisce sul corpo, lasciandosi portare all'esterno della corsia; in questo modo perde gradualmente l'inclinazione per riacquistare il normale assetto di corsa, concludendo la gara sulla parte destra della propria corsia.

■ PROPOSTA DI ESERCITAZIONI TECNICHE

I consigli che consentono di affrontare efficacemente la corsa veloce in curva devono essere sviluppati attraverso opportune esercitazioni che favoriscano la loro applicazione e la successiva interiorizzazione. Nel corso del processo di apprendimento in ogni singola esercitazione diventa importante applicare globalmente le indicazioni presentate e contemporaneamente focalizzare la propria attenzione verso una sola delle componenti posturali e dinamiche suggerite componenti posturali e dinamici suggeriti. Svolgere un terzo delle esercitazioni previste percorrendo la curva in senso orario può essere di aiuto a prevenire situazioni di non uniforme distribuzione del carico.

Per consentire un approccio globale è possibile sviluppare alcune esercitazioni relative al miglioramento della tecnica di corsa in curva nel salto in alto stile Fosbury, utilizzando raggi di curvatura più ampi (dai 10 ai 20 m) rispetto a quelli consigliati per mantenere il più possibile simile la meccanica e la dinamica della corsa veloce in curva

- Corsa lungo una circonferenza di raggio 20 m
- Passaggio da una curva destra ad una a sinistra con sviluppo a S o ad 8
- Corsa in curva con sviluppo ad U con passaggio dalla corsa rettilinea a quella in curva e viceversa.
- Utilizzando il rettilineo della pista corsa dalla prima alla sesta corsia con passaggio dalla corsa rettilinea a quella in curva e viceversa. Si può segnalare con un cono l'inizio ed il termine della curva e variando la loro posizione modificare il raggio e la lunghezza della stessa.

Le prove in corsia inizialmente sono svolte a velocità ridotta (allunghi) e sulla distanza di 60-80 m per favorire l'apprendimento ed eventualmente utilizzando un bastone di un metro di lunghezza impugnato con entrambe le mani mantenendo le braccia distese in avanti all'altezza del petto per aiutare la percezione della posizione delle spalle sia tra loro sia con l'asse del bacino.

- Allungo svolti con partenza ed arrivo in curva

inizialmente in 6° corsia (raggio di curvatura maggiore) ed in seguito in 1° corsia (raggio di curvatura minore)

- Allungo svolto percorrendo il tratto finale della curva e l'ingresso nel rettilineo
- Allungo svolto percorrendo il tratto in rettilineo e l'ingresso in curva.

La velocità di esecuzione può essere superiore ed avvicinarsi al ritmo di gara

- Diverse forme di partenza in curva utilizzando anche i blocchi
- Prove ripetute su distanze brevi (60-80 m) utilizzando le possibili variabili: solo curva oppure curva ed ingresso nel rettilineo oppure rettilineo ed ingresso in curva.

Bibliografia

- Arakeljan E.E., Filin V.P., Korday A.V., Levchenko A.V.: Le corse veloci, cap. 7.3 di "Liogkaya Atletika", manuale di atletica leggera degli Istituti di Cultura Fisica dell'URSS, Mosca 1989, in <http://www.fidal-lombardia.it/pagine/tecnico/settori/insegnamento%20della%20corsa%20veloce.pdf>.
- Autori vari: Conoscere l'atletica, Rizzoli Editore, 1983.
- Bonacina G.: I più veloci, Longanesi & C, 1977.
- Chang Y.H., Kram R.: Limitations to maximum running speed on flat curves. J.Exp.Biol, Mar; 210(Pt6):971-982, 2007.
- Greene P.R.: Running on flat turns: experiments, theory and applications. J.Biomech. Eng., May, 107 (2):96-103, 1985.
- Quercetani R.L.: Atletica. Storia dell'Atletica Moderna dalle origini a oggi (1860-1990). Vallardi e Associati, Milano, 1990.
- Seiler S., De Koning J.J., Foster C.: The fall and rise of the gender difference in elite anaerobic performance 1952-2006. Medicine and Science in Sports and Exercise, 39 (3): 534-540, 2007.
- Serway Raymond A.: Principi di fisica, EdiSES, seconda edizione, 2003.
- Smith N., Dyson R., Hale T., Janeway A.: Contributions of the inside and outside leg to maintenance of curvilinear motion on a natural turf surface. Gait Posture, 2006 Dec;24(4):453-458, 2006.
- Statistiche IAAF, p.596.IAAF.org.2011.
- Usherwood J.R., Wilson A.M.: Accounting for elite indoor 200m sprint results. Biol. Lett., 2, 47-50, 2006.
- Vittori C.: 200 metri che fatica: velocità o resistenza?, 2011, <http://www.noivelocisti.net/il-prof-vittori/1307-i-200-metri-che-fatica-velocita-o-resistenza>