

**INSTITUTO SUPERIOR DE CULTURA FISICA**



**FACULTAD DE CULTURA FISICA**

**Matanzas**

**“Comportamiento de los parámetros biomecánicos  
que condicionan la estructura técnica del paso de  
los sprinters cubanos en el tramo 50-60.”**

**MONOGRAFÍA**

**Autor: Yanocci Enríquez Castillo.**

**Matanzas, 2004.**

## **Resumen**

En los últimos años se han desarrollado vertiginosamente las técnicas de filmación tridimensional, software y hardware aplicados al deporte. En el presente trabajo se aplica un novedoso y potente programa computarizado denominado HU-M-AN, con el objetivo de analizar biomecánicamente el comportamiento de algunos parámetros que determinan la técnica de carrera, en el tramo 50-60, de una prueba de 100 metros planos realizada a seis atletas de la selección nacional cubana de Atletismo; y de esa manera, brindarle a nuestros entrenadores y velocistas, una información objetiva de cuáles pueden ser los factores que están determinando los pobres resultados de esta disciplina en las últimas competiciones internacionales regionales y de nivel mundial.

## **Introducción.**

Después de enero de 1959, el deporte en Cuba experimentó un notable desarrollo, hasta alcanzar resultados solamente comparables con los obtenidos por países del primer mundo; dándose a conocer la calidad de nuestro movimiento deportivo en competiciones del más alto nivel, como Juegos Olímpicos, Juegos Panamericanos, Campeonatos Mundiales, Copas del Mundo, etc.; ratificándose de esa manera las palabras de nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro, en octubre de 1979: *“con el desarrollo de un deporte sano y, el desarrollo de espíritu entero, cada vez más heroico, nuestra patria cosechará en el terreno del deporte grandes éxitos”...*

Diversos son los deportes que han puesto en lo más alto el nombre de Cuba en los mencionados certámenes, pero fue el Atletismo, en las piernas del velocista Enrique Figuerola, quien aportara la primera presea olímpica de la Revolución, cuando en Tokio 64 logró el segundo lugar en la prueba reina del Campo y Pista. Este resultado, junto al cuarto lugar alcanzado por este propio atleta en Roma 60, constituyó el despegue de esta disciplina hacia la elite mundial, en la cual se mantuvo por varios años, destacándose otras figuras como Pablo Monte, Silvia Chivaz, Silvio Leonard, Andrés Simón, Leandro Peñalver, entre otros.

De igual forma, nuestros relevos cortos se han colocado en la cima de esta especialidad; podemos citar los ejemplos de la medalla de plata en los Juegos Olímpicos de México 68, en ambos sexos; el tercer escaño de la cuarteta femenina cuatro años más tarde, en Munich 72; y el bronce en Barcelona 92 y Sydney 2000 del relevo corto, rama masculina.

Estos resultados que históricamente se han logrado en las pruebas de velocidad al más alto nivel, demuestran las enormes potencialidades de los eventos de velocidad en nuestro país. Pero a partir de la segunda mitad de la década de los 80, hemos tenido pocos corredores que se han podido incluir entre los medallistas, tanto en competiciones de la región, como de categoría mundial.

Este hecho llamó notablemente la atención de los investigadores cubanos que en este sentido han venido realizando un abnegado trabajo, cuyo origen puede encontrarse, a finales de los 90, en el Grupo Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas al Atletismo de la Universidad de Matanzas, que como uno de los principales resultados, tiene el haber consolidado un Sistema de Control Biomecánico para Retroalimentar la Carrera de Cien Metros Llanos con la innovación tecnológica denominada: velocímetro digital. De igual forma, se ha llevado a cabo la aplicación del HU-M-AN, un novedoso y potente software que fue

donado por su creador, el Dr. Tom Duck, profesor de Biomecánica de la Universidad de York, en Toronto, Canadá; dotando a los velocistas cubanos y sus entrenadores, de un sistema con tecnología de punta para el control de su desempeño en el ejercicio competitivo; corroborando, de esa manera, la política científica cubana declarada por el CITMA, en la cual se integran dos importantes direcciones: La Generación de Nuevos Conocimientos y Tecnologías Propias y la Asimilación de Conocimientos y Tecnologías Internacionales.

Al respecto, nuestro Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz, en octubre de 1979, expresó:

*... "Nosotros debemos estar al día, tener la mejor bibliografía de técnica deportiva, tratar de tener una información muy ampliada de todas las experiencias del mundo de este campo"...*

La presente monografía es un resumen del trabajo que se ha venido realizando durante los dos últimos cuatrienios en el Atletismo, en particular, con la selección cubana de velocidad en pos de retomar los resultados anteriormente ejemplificados.

Por la especial atención científica que requiere los 100 metros planos dentro del Deporte Rey, muchas han sido las investigaciones realizadas atendiendo el comportamiento de parámetros específicos relacionados con la zancada en el momento real de la competencia, pues el reto competitivo en el hectómetro es cada vez más fuerte, si se toma en cuenta el actual récord mundial de 9.78 segundos, el cual, años atrás se consideraba imposible para el proceder humano.

Entre los autores que han estudiado el comportamiento de la zancada en carreras de 100 metros planos están: Hoffman-1964, Hay-1988, Pierón-1990, Utkin-1988, Manfred Ltezelter-1983, *Dach (1987)*, Tabasnick-1991, Gutiérrez/Oña (1990), *Dach (1987)* Amelia Ferro-1995 y Hernández Prado-2003.

La especialidad de la velocidad en el deporte atlético ha sufrido un verdadero salto en los últimos años, siendo habituales los registros por debajo de los 10 segundos para los varones y los 11 segundos en el caso de las damas, por lo que la mejor forma de realizar estos estudios biomecánicos, es filmando el movimiento realizado de forma natural por el deportista, ya sea en condiciones de entrenamiento, como de competición. De esta forma es posible analizar el movimiento y la técnica deportiva en condiciones reales. En algunos casos particulares podría ser necesaria la realización de algún estudio en condiciones de laboratorio, pero lo habitual es que los análisis se hagan durante la propia sesión de entrenamiento del deportista, o bien en alguna competición.

En el presente trabajo se realiza un detallado estudio sobre diferentes parámetros biomecánicos relacionados con la técnica de carrera en los velocistas cubanos, a partir de imágenes filmadas en el tramo comprendido entre los 50 y 60 metros de la prueba de 100 metros planos, con el fin de brindar una valiosa información que sobre este aspecto nuestros entrenadores y atletas desconocían; condicionado, en gran medida, por lo específico y cerrado del mercado con relación a las técnicas de filmación tridimensional (3D) y los soportes lógicos y físicos (software y hardware) que regulan, automatizan y controlan de forma rigurosa el proceso de obtención, tratamiento y exposición de esta información, la cual necesariamente se requiere con mayor premura y objetividad para la planificación y control del complejo proceso de entrenamiento deportivo contemporáneo.

Seleccionamos el tramo 50-60, puesto que, es en esta fase de la carrera de 100 metros planos, donde coinciden los valores máximos de aceleración y velocidad, y el momento en el que los parámetros de longitud y frecuencia de pasos alcanzan su máxima expresión.

### Desarrollo.

#### **Resumen Bibliográfico**

En el de cursar histórico del deporte existen valiosas experiencias del incremento del rendimiento a partir del apoyo efectivo de la ciencia. A partir de los Juegos Olímpicos de Helsinki (1952), se puede enmarcar un nuevo paradigma científico deportivo mundial; en el cual se comenzaron a desarrollar nuevas tecnologías, que necesariamente llevaron a consolidar, primero, los métodos de investigación de las ciencias aplicadas al deporte, y luego su derivación al control de los efectos del entrenamiento; reconociéndose, en la actualidad, que detrás de cada resultado deportivo en el ámbito internacional, está la ciencia como fuerza productiva aplicada al deporte.

La Biomecánica deportiva, disciplina científica reconocida por el Comité Olímpico Internacional como la mejor alternativa para elevar el rendimiento deportivo, constituye una fuerza importante por el desarrollo alcanzado en estos momentos en sus métodos de control del entrenamiento y métodos investigativos en general; aprovechando los adelantos científicos tecnológicos contemporáneos, lo que la hace cada vez más imprescindible y solicitada para el control de los efectos del entrenamiento y para el estudio de los grandes acontecimientos deportivos.

Hoy día, se habla de Proyectos Científicos de Investigación coordinados entre diferentes universidades, entre los que se destacan Alemania (Universidad Alemana de Colonia bajo la dirección del Dr. Gert-Peter Brüggemann) y España (Universidades Españolas de Granada, Madrid, Valencia, León y Lleida). Se pueden citar diferentes ejemplos, tales como: el proyecto ABAT en el centro de Alto Rendimiento (CAR) de Barcelona como soporte al entrenamiento de alta competición; los catorce proyectos biomecánicos, realizados en los Juegos Olímpicos de 1992; los proyectos de esta valiosa disciplina que financia la IAAF en los Campeonatos Mundiales (Roma 1987, Atenas '97, Sevilla '99, entre otros). De esa manera se han desarrollado técnicas de filmación tridimensional (3D); diseño de complejos investigativos de alta tecnología, basada en la utilización de soportes lógicos y físicos (software y hardware) que regulan, automatizan y controla de forma rigurosa el proceso de obtención de datos, tratamiento y exposición de los resultados.

En la amplia búsqueda realizada, con relación a los medios que en la actualidad son utilizados para analizar la biomecánica de los movimientos en las distintas disciplinas deportivas, se pudo comprobar que existe una tendencia al uso de sistemas de captación de las coordenadas 3D que definen la estructura del cuerpo humano para su posterior análisis y visualización gráfica; el uso de la fotogrametría, técnica de análisis cinemático, que permite, a partir de un movimiento real, estudiar diferentes parámetros biomecánicos del gesto realizado. Ejemplos de estos programas son: 3D Soccer Analyser, Human Color Segmentation and Matching using Real Image sequences and Biomechanic Model, Ortho Trak, entre otros.

El **HU-M-AN** (Human Motion Analyser/ Analizador de Movimiento Humano) constituye un potente software, creado por el Dr. Tom Duck, profesor de Biomecánica de la Universidad York, en Toronto, Canadá. Éste programa permite hacer un completo y complejo análisis cinético y dinámico del movimiento. A partir de una secuencia de imágenes con un archivo de vídeo (en formato "AVI" capturado), este software nos brinda las siguientes opciones:

- Ver las sucesiones de vídeo.
- Cálculo inmediato de medidas de la cinemática.
- Digitizar las sucesiones del movimiento.
- Análisis del espectro y la filtración digital de datos.
- Diseña los modelos matemáticos como una base para el análisis mecánico.
- Aplicación lineal de una transformación directa (DLT) a las 6-cámaras para la creación de una fuente de datos de un juego de datos tridimensionales.
- Cálculo de un rango de dos dimensiones cinemáticas y medidas cinéticas, incluyendo:
  - Centro de gravedad.
  - Ángulos absolutos.
  - Desplazamientos, velocidades y aceleraciones.
  - Segmento y energía del sistema y velocidad adquirida.
  - Fuerzas de reacción de apoyo.
  - Cálculo cinemático tridimensional, incluyendo (CG, ángulos absolutos, desplazamientos, velocidades y aceleraciones)
  - Datos gráficos.
- Construye los "macros" para automatizar los análisis repetidos.
- Selecciona los valores específicos de las sucesiones de los datos para la preparación de un "informe" del análisis.
- Adaptaciones especiales para las configuraciones de la red.
- Ventana de "examen" para el usuario preparar los ejercicios de laboratorio.
- Proporciona dinámica de solución delantera a los 6-segmentos seleccionados de los modelos simétricos.
- Proporciona una gran variedad de herramientas para:
  - Revisar fuente digitalizada de los datos.
  - Revisar las medidas calculadas.
  - Imprimir figuras y gráficos.
  - Copia de figuras y gráficos al portapapeles.
  - Importar los datos externos.

El estudio detallado de la técnica en cualquier deporte, en especial los de carácter cíclico como los 100 metros planos, permite conocer como se manifiestan los diferentes indicadores biomecánicos, y su repercusión en cada uno de los momentos por lo que transcurre el atleta; así como, cuáles son las fases más importantes y determinantes en el resultado final de la prueba.

En la carrera de 100 metros planos se pueden apreciar varias fases, claramente diferenciadas entre sí por sus diversos parámetros (cinemáticos, cinéticos, energéticos o técnicos) Estas son:

- Fase de aceleración.
- Mantenimiento de la velocidad.

- Desaceleración.

Algunos autores (Joch-1988; Fuchs y Lames-1990; Bartonietz y Güllich-1992) citados por García Manso y colaboradores (1998) dividen la fase de aceleración en dos subfases: una inicial, en la que sobresalen los velocistas de gran fuerza explosiva, sucedida por otra determinada por la habilidad de desarrollar una alta frecuencia de pasos. Esta fase puede prolongarse, según Hernández Prado (2000) hasta los 50 o 60 metros para las mujeres, y hasta los 60 o 70 metros para los hombres.

La fase de mantenimiento de la velocidad a decir de V. Dick (1989) citado por (Hernández Prado-2000; García Manso y colaboradores-1998) es aquella en la que el corredor recorre un tramo en el menor tiempo posible o una centésima (0,01 segundo) por encima de este tiempo. Los mejores sprinters de ambos sexos, son capaces de mantener su máxima velocidad entre 2,5 y 3,0 segundos, lo que les permite recorrer aproximadamente de 30 a 40 metros; a diferencia de los atletas noveles, que apenas logran mantenerla entre 1,0 y 1,5 segundos de carrera.

Tanto en la fase de aceleración como en la de mantenimiento, la longitud y la frecuencia de zancada, así como, los tiempos de apoyo y vuelo, que constituye la menor expresión de la frecuencia de pasos, son parámetros biomecánicos determinantes en la velocidad de desplazamiento de los corredores encontrándose una alta correlación:  $r = 0,554$  y  $r = 0,652$ , respectivamente ( Hoffman-1964; Hay-1988; Pierón-1990; Utkin-1988; Manfred Ltezelter-1983; Donskoi y Zatsiorski (1988); Tabasnick-1991)

Coincidentemente con la opinión de los autores anteriormente citados, Gutiérrez/Oña (1990) plantea que la máxima velocidad que un ser humano puede alcanzar, está condicionada por la distancia que alcanza en cada una de sus zancadas y el tiempo que tarda en realizar una zancada.

Es en la fase de máxima velocidad, cuando estos parámetros de longitud y frecuencia de pasos alcanzan sus valores óptimos y su máxima expresión. Por esta razón el estudio de estos parámetros biomecánicos resulta particularmente provechoso.

Estos parámetros determinan los dos prototipos clásicos de los atletas de velocidad (García Manso y colaboradores-1998; Hernández Prado-2000)

- Corredores de alta frecuencia de pasos, como Enrique Figuerola, Andrés Simón, Frank Frederick, entre otros.
- Corredores de gran zancada, como por ejemplo Carl Lewis, L. Cristie, M. Ottey, entre otros.

Según Hay (1980-1982) citado por Gutiérrez/Oña (1990) la longitud de una zancada puede analizarse como la suma de tres distancias parciales: distancia en la que el centro de gravedad está adelantado al pie de apoyo en el momento del despegue; distancia en la que el centro de gravedad se desplaza durante la fase de vuelo, y la distancia comprendida entre la proyección del centro de gravedad y el pie en el instante de tomar contacto con el suelo.

Por otra parte, Vittori (1986), plantea la siguiente fórmula para determinar de manera teórica la frecuencia máxima de pasos de un corredor una vez que éste alcanza su máxima velocidad:

$$\text{F. Max. Zancada} = \frac{\text{Vel. Media (50-100 m)} + 3\%}{\text{L. Max. Zancada (Tabasnick)}}$$

Varios son los factores que determinan la longitud de zancada:

- Características morfológicas.
- Fuerza de impulso.
- La movilidad de la articulación coxofemoral.
- Elasticidad de los músculos antagonistas.

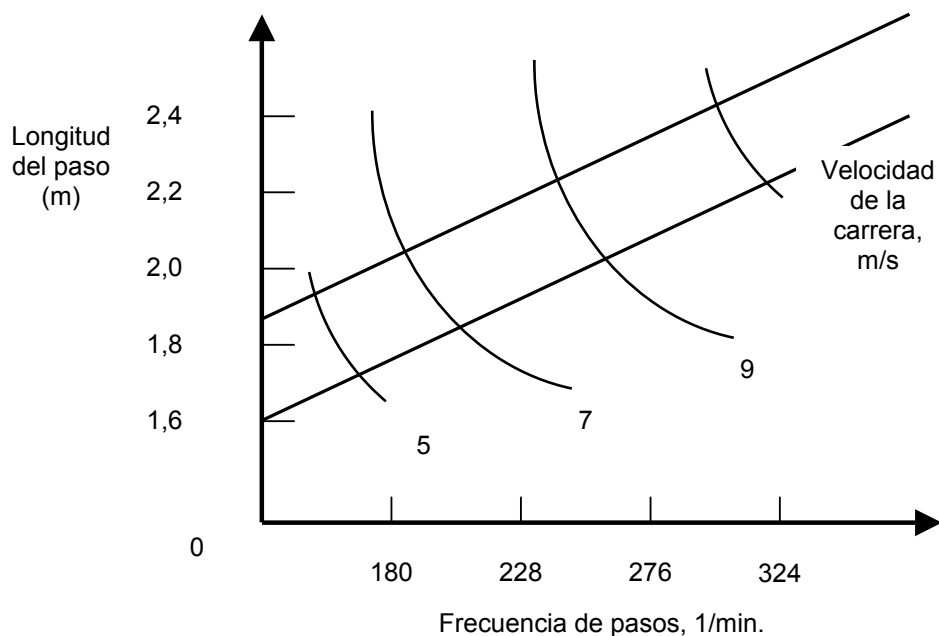
La longitud y frecuencia de zancada tienen relación con el biotipo del atleta. Por ejemplo: Hoffman (1964) hall cierta relación ( $r = 0,59$ ) entre la longitud máxima de la zancada, medida entre los 50 y 60 metros de una carrera de 100 metros, y la estatura, particularmente con la longitud de la pierna ( $r = 0,70$ ) en corredores del sexo masculino de alto nivel; similar comportamiento tuvieron las mujeres ( $r=0,63$ ) y ( $r = 0,73$ ) respectivamente. Este propio autor plantea que la longitud media del paso es 1,14 veces la altura del sujeto, mientras que la máxima es 1,24 veces la talla o 2,15 veces la longitud del miembro inferior medido desde la cresta ilíaca. Esta relación ha sido ampliamente difundida por Tabasnick, quien le adjudica a la amplitud máxima del paso un valor de 2,60 veces la longitud de la extremidad inferior desde el trocánter mayor del fémur.

García Manso y colaboradores, plantean que una correcta combinación entre la longitud y frecuencia de zancada va a ser determinante para la economía de la carrera, y por lo tanto en el resultado final de la misma.

Utkin (1988), citado por Hernández Prado (2000) demuestra que para una velocidad constante pero con diferentes combinaciones de longitud y frecuencia de pasos, los gastos energéticos van a ser desiguales, existiendo una combinación ideal en la que el costo energético es mínimo.

A una velocidad óptima de competencia le corresponden óptimos valores de longitud y frecuencia de pasos. Estas combinaciones van a tener un carácter individual ya que dependen considerablemente de las proporciones corporales de cada atleta. (Donskoi y Zatsiorski-1988)

En el siguiente gráfico se muestra la relación entre la velocidad de carrera y la longitud y frecuencia de los pasos. La combinación de relación óptima entre estos tres parámetros es la que se encuentra entre las líneas paralelas, según Artiniuk y Gandelsmann (1973), citado por Utkin (1988) y García Manso y colaboradores (1998).



**Gráfico n° 1.** *Relación entre la velocidad de la carrera y la longitud y frecuencia de los pasos. (A.A. Artiniuk, A.B. Gandelsmann- 1973)*

García Manso y colaboradores desde una perspectiva metodológica, dividen la frecuencia de zancada en dos fases:

- Tiempo de apoyo.
- Tiempo de vuelo.

El tiempo de apoyo debe entenderse como el tiempo en que el pie se mantiene en contacto con el suelo en cada uno de los apoyos.

Durante una carrera de velocidad, la duración de este parámetro va disminuyendo conforme aumenta la velocidad de desplazamiento, alcanzando, durante la fase de máxima velocidad, valores que oscilan entre los 80 y 120 milisegundos, en dependencia de las características y nivel del atleta. Durante esta fase el centro de gravedad del cuerpo debe recorrer aproximadamente una distancia similar a la longitud de la extremidad inferior de éste. (García Manso y colaboradores-1998)

Existen pocos estudios sobre la duración de las fases de apoyo y vuelo; al respecto, García Manso y colaboradores (1998), citan como ejemplos ilustrativos, los trabajos de Attwater (1982) y Gutiérrez (1988), los cuales otorgan valores promedios de 111 milésimas de segundo en los ocho finalistas de los Campeonatos de Estados Unidos de 1981, y de 119 milisegundos en los Campeonatos de España de 1985; de igual forma se refieren a Dach (1987) quien le adjudica a esta fase un valor del 40 por ciento del tiempo total que dura la zancada.

La disminución del tiempo en los apoyos puede contribuir al mejoramiento del resultado final de la carrera, siempre y cuando esta reducción no limite la posibilidad de generar la fuerza necesaria por parte de la musculatura implicada. Con relación a esto, Don Chu (1993), citado por García Manso y colaboradores, plantea que un eficaz contacto con el pie sobre el suelo se producirá entre 40 y 50



centímetros por delante del centro de proyección y con un ángulo en la articulación de la rodilla que no debe exceder los 170°. Si el contacto se produce delante o detrás de este punto, puede disminuir la eficiencia del impulso; si el apoyo ocurre por delante del punto ideal frenará en exceso la carrera, mientras que si se produce por detrás de éste reducirá el alcance del efecto impulsor.

El tiempo de vuelo puede interpretarse como el tiempo que transcurre, entre el instante en que un pie deja de hacer contacto con el suelo hasta el momento en que el otro pie es apoyado. En esta fase el centro de gravedad recorre una distancia aproximada a una vez y media la longitud del miembro inferior del corredor, y su duración va a estar determinada por:

- Longitud de la zancada.
- Velocidad de proyección del centro de gravedad.
- Velocidad de movimiento de la pierna libre.

En las carreras de velocidad, la duración de esta fase es ligeramente superior a la de apoyo; Attwater (1982), obtuvo valores de tiempo que oscilaron entre 111 y 113 milésimas de segundo para los hombres y 141 milisegundos para las mujeres. Gutiérrez (1990) determinó tiempos promedios de 0,132 segundos en los hombres y 0,134 segundos en las mujeres, para la fase de vuelo.

#### **Metodología.**

La muestra está formada por seis atletas, especialistas en carreras de velocidad (100 y 200 metros planos); dos pertenecen al sexo femenino, y cuatro al sexo masculino, integrantes todos de la selección nacional de Atletismo.

#### **Métodos y procedimientos.**

Se filmó el tramo comprendido entre los 50 y 60 metros de una prueba de 100 metros, la cual realizó cada atleta por separado, en la etapa de preparación, durante una base de entrenamiento en Nuestra provincia. La filmación se realizó siguiendo el protocolo de filmación de los gestos deportivos con sistema de video propuesto por Xavier Aguado 1999 (Anexo no.1). Posteriormente se editó el video tape con el sistema ADOBE PREMIER con el fin de convertir las filmaciones a formato digital (AVI) y cambiar la comprensión de video a Cinepak Codec.

Seguidamente se procedió a determinar el comportamiento de los diferentes parámetros objeto de estudio con la utilización del software HU-M-AN, en particular de la opción cálculos instantáneos, lo cual nos permitió calcular la longitud de zancada, el tiempo de apoyo, tiempo de vuelo y el tiempo total de la misma; La frecuencia de pasos se calculó en el programa EXCEL, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia de zancada} = \frac{1 \text{ paso}}{\text{Tiempo en que sucede el paso}}$$

Los métodos utilizados para la realización de este trabajo fueron:

- Del nivel empírico: La medición, y la observación de forma abierta, no incluida y estructurada.

- Del nivel teórico: Análisis y síntesis, hipotético y deductivo.

El análisis de los resultados se realizó a partir del método: estudio de casos.

## Resultados

### *Longitud de zancada*

**Atleta:** Alexander.

| Atleta    | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %   |
|-----------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-----|
| Alexander | 172,1       | 87,8               | 228,3              | 246,6            | 18,3             | 8,0 |

Tabla nº 1.1.

Al comparar el valor promedio real de longitud de zancada en el tramo de 50 – 60 metros del atleta Alexander: 2.47 metros, con el valor de la longitud máxima teórica propuesto por Tabasnick: 2.28 metros, encontramos una considerable diferencia de 18,3 centímetros, lo que representa un 8 %.

**Atleta:** Henry.

| Atleta | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %   |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-----|
| Henry  | 177,8       | 87,5               | 227,5              | 243,5            | 16,0             | 7,0 |

Tabla nº 1.2.

Este atleta presenta una longitud de zancada promedio en el tramo analizado de 2.44 metros, 16 centímetros superior al valor de longitud máxima teórica que presenta: 2.28 metros, o sea, la longitud real es un 7 % superior a su longitud óptima.

**Atleta:** Pita.

| Atleta | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %    |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------|
| Pita   | 170,9       | 89,7               | 233,2              | 259,5            | 26,3             | 11,3 |

Tabla nº 1.3.

A pesar que presenta la más baja estatura de los atletas masculinos analizados, muestra el valor más alto de longitud de zancada en el tramo de carrera estudiado: 2.59 metros, que comparada con su longitud de zancada óptima: 2.33 metros, es 26 centímetros superior; lo que representa, también, la mayor diferencia entre la longitud óptima y la longitud real de la muestra: un 11 % superior. Esto puede estar condicionado porque la longitud de las extremidades inferiores está más relacionada con la capacidad de desarrollar una mayor longitud de zancada durante la carrera, que la estatura, según estudios realizados por Hoffman (1964)

**Atleta:** Raunier.

| Atleta  | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %   |
|---------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-----|
| Raunier | 174,8       | 91,8               | 238,7              | 255,0            | 16,3             | 6,8 |

Tabla nº 1.4.

La longitud de zancada de Raunier: 2.55 metros, en el tramo estudiado es aproximadamente un 7 % superior a la longitud de zancada máxima teórica: 2.39. Lo que supone una significativa diferencia de 16,3 centímetros.

**Atleta:** Roxana.

| Atleta | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %   |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-----|
| Roxana | 169,1       | 89,4               | 232,4              | 230,5            | -1,9             | 0,8 |

Tabla nº 1.5.

A diferencia de los demás atletas masculinos anteriormente analizados, vemos que la diferencia que existe entre las longitudes óptima teórica y real en el tramo estudiado, 2.32 metros y 2.31 metros, respectivamente, es poco significativa: 1.9 centímetros, lo que representa un 0,8 %.

**Atleta:** Virgen.

| Atleta | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %   |
|--------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-----|
| Virgen | 160,4       | 85,2               | 221,5              | 223,0            | 1,5              | 0,7 |

Tabla nº 1.6.

La diferencia encontrada entre la longitud de zancada real: 2.23 metros, con respecto a la longitud máxima teórica: 2, 21 metros y fracciones, es de un centímetro y medio, o sea, un 0.7 % superior. Esta diferencia es poco significativa.

| Atleta    | Talla (cm.) | H. trocánter (cm.) | L. z. máxima (cm.) | L. z. real (cm.) | Diferencia (cm.) | %    |
|-----------|-------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------|
| Virgen    | 160,4       | 85,2               | 221,5              | 223,0            | 1,5              | 0,7  |
| Roxana    | 169,1       | 89,4               | 232,4              | 230,5            | -1,9             | 0,8  |
| Henry     | 177,8       | 87,5               | 227,5              | 243,5            | 16,0             | 7,0  |
| Alexander | 172,1       | 87,8               | 228,3              | 246,6            | 18,3             | 8,0  |
| Raunier   | 174,8       | 91,8               | 238,7              | 255,0            | 16,3             | 6,8  |
| Pita      | 170,9       | 89,7               | 233,2              | 259,5            | 26,3             | 11,3 |

Tabla nº 1. Diagnóstico de la longitud de zancada de los velocistas cubanos según la metodología propuesta por Tabasnick.

Como se puede observar, este parámetro se comporta de manera totalmente diferente entre los atletas del sexo masculino y las atletas del sexo femenino que conforman la muestra. Este resultado es similar al alcanzado por Manfred Letzelter, citado por García Manso y colaboradores, en el que se encontraron diferencias en la amplitud del paso entre ambos sexos, no ocurriendo así entre los atletas de mayor y menor nivel del mismo sexo, durante el Campeonato del Mundo de Atletismo de 1983.

En los hombres vamos a encontrar como una regularidad, que la longitud real es en todos los casos muy superior a la longitud máxima teórica, con valores que oscilan entre los 16 y 26,3 centímetros, o sea, esta diferencia es considerablemente significativa. Esto puede estar condicionado porque los atletas de poco nivel logran un aumento de la velocidad a expensas del incremento de su longitud de zancada, según estudios realizados por Tabasnik en 1991 (citado por García Manso y colaboradores, 1998) Vale aclarar que una excesiva amplitud en el paso pudiera contribuir en el frenado del centro de gravedad.

En cambio, las mujeres presentan una diferencia poco significativa: 1.9 y 1.5 centímetros, respectivamente; en el caso de Roxana esta mínima diferencia es por defecto y en el caso de Virgen por exceso. Podemos decir entonces que este parámetro muestra un comportamiento normal en las féminas.

#### ***Frecuencia de Pasos.***

| <b>Frecuencia del paso (p/s)</b> |                   |                             |                         |             |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------|
|                                  | <b>Real (p/s)</b> | <b>Máxima Teórica (p/s)</b> | <b>Diferencia (p/s)</b> | <b>%</b>    |
| <b>Alexander</b>                 | 4,76              | 4,75                        | <b>0,01</b>             | <b>0,17</b> |

**Tabla n° 2.1.**

Como se puede apreciar en la tabla 2.1, la frecuencia de pasos que el atleta desarrolla entre los 50 y 60 metros de la carrera, difiere 0,01 pasos por segundo de la frecuencia máxima de pasos teórica. Esta diferencia, inferior al 1 %, es poco significativa.

| <b>Frecuencia del paso (p/s)</b> |                   |                             |                         |             |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------|
|                                  | <b>Real (p/s)</b> | <b>Máxima Teórica (p/s)</b> | <b>Diferencia (p/s)</b> | <b>%</b>    |
| <b>Henry</b>                     | 4,76              | 4,73                        | <b>0,03</b>             | <b>0,59</b> |

**Tabla n° 2.2.**

Henry muestra una frecuencia de zancadas en el tramo analizado 0,03 pasos por segundo superior a su frecuencia máxima teórica, 4.76 p/seg. vs. 4.73 p/seg., respectivamente. Esta diferencia puede considerarse poco significativa, pues representa tan solo un 0.59 %.

| Frecuencia del paso (p/s) |            |                      |                  |             |
|---------------------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
|                           | Real (p/s) | Máxima Teórica (p/s) | Diferencia (p/s) | %           |
| <b>Pita</b>               | 4,76       | 4,67                 | <b>0,09</b>      | <b>1,88</b> |

**Tabla n° 2.3.**

Pita muestra una frecuencia de zancadas de 4.76 p/seg. en el tramo estudiado. Este valor es superior a su frecuencia máxima teórica en 0,09 p/seg., lo que representa el 1.88 %; diferencia que se puede considerar poco significativa.

| Frecuencia del paso (p/s) |            |                      |                  |             |
|---------------------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
|                           | Real (p/s) | Máxima Teórica (p/s) | Diferencia (p/s) | %           |
| <b>Raunier</b>            | 4,52       | 4,53                 | <b>-0,01</b>     | <b>0,31</b> |

**Tabla n° 2.4.**

La frecuencia de pasos real en este atleta: 4.52 p/seg. es 0,01 paso por segundo inferior a su frecuencia máxima de zancada: 4.53 p/seg.; esta diferencia del 0,31 % es poco significativa.

| Frecuencia del paso (p/s) |            |                      |                  |             |
|---------------------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
|                           | Real (p/s) | Máxima Teórica (p/s) | Diferencia (p/s) | %           |
| <b>Roxana</b>             | 4,52       | 4,14                 | <b>0,38</b>      | <b>9,08</b> |

**Tabla n° 2.5.**

Esta atleta presenta una frecuencia real de zancadas de 4.52 p/seg.; como se puede observar en la tabla 2.5., este valor supera en 0.38 pasos por segundo su frecuencia de zancada óptima, que es de 4.14 p/seg. Se aprecia claramente que esta diferencia, que representa un 9.08 %, es la mayor y la más significativa de toda la muestra.

| Frecuencia del paso (p/s) |            |                      |                  |             |
|---------------------------|------------|----------------------|------------------|-------------|
|                           | Real (p/s) | Máxima Teórica (p/s) | Diferencia (p/s) | %           |
| <b>Virgen</b>             | 4,27       | 4,35                 | <b>-0,08</b>     | <b>1,75</b> |

**Tabla n° 2.6.**

Virgen muestra una diferencia poco significativa, en este caso por defecto, en el valor de su frecuencia de pasos durante los metros 50 y 60 (4.28 p/seg.), respecto a su frecuencia máxima teórica (4.35 p/seg.), de sólo 0.08 pasos por segundo; lo que representa el 1,75 %.

|                  | Frecuencia del paso (p/s) |                      |                  |             |
|------------------|---------------------------|----------------------|------------------|-------------|
|                  | Real (p/s)                | Máxima Teórica (p/s) | Diferencia (p/s) | %           |
| <b>Alexander</b> | 4,76                      | 4,75                 | <b>0,01</b>      | <b>0,17</b> |
| <b>Henry</b>     | 4,76                      | 4,73                 | <b>0,03</b>      | <b>0,59</b> |
| <b>Pita</b>      | 4,76                      | 4,67                 | <b>0,09</b>      | <b>1,88</b> |
| <b>Raunier</b>   | 4,52                      | 4,53                 | <b>-0,01</b>     | <b>0,31</b> |
| <b>Roxana</b>    | 4,52                      | 4,14                 | <b>0,38</b>      | <b>9,08</b> |
| <b>Virgen</b>    | 4,27                      | 4,35                 | <b>-0,08</b>     | <b>1,75</b> |

**Tabla nº 2.** Diagnóstico de la frecuencia de zancada según propone Vittori.

La frecuencia de zancada, que constituye uno de los índices fundamentales de las carreras de velocidad, se comportó de manera positiva en el 83.4 % de la muestra, es decir, en cinco de los seis atletas analizados, la diferencia encontrada entre la frecuencia de pasos en el tramo comprendido en nuestro estudio, y la frecuencia máxima teórica, según la metodología propuesta por Vittori, fue poco significativa; con valores que oscilaron entre 0.01 y 0.09 pasos por segundo. Sin embargo, resulta significativa, en el caso de Roxana, la diferencia de 0.38 pasos por segundos; esto, en cierta medida, pudiera influir de forma negativa en el incremento de la velocidad y en la mantención de la misma.

En los casos de Raunier y de Virgen, que representan el 12 % del total de la muestra, esta diferencia se presentó por defecto; en el resto de los velocistas, o sea, el 88 % de los sujetos estudiados fue por exceso.

**Análisis del comportamiento del tiempo de apoyo y el tiempo de vuelo, a partir de la propuesta de Dach (1987)**

**Atleta:** Alexander Reyes.

Como se puede observar en la tabla nº 8 y el gráfico nº 1, el valor real del tiempo de apoyo (0.044 seg.) es 40 centésimas de segundo inferior (47.56 %) al valor óptimo (0.085 seg.) que representa el 40 por ciento del tiempo total que dura la zancada (0.211 seg.) en el caso de Alexander. Sin embargo, el valor real de la fase de vuelo, es 40 milésimas de segundo mayor al 60 por ciento que teóricamente debía demorar esta fase, partiendo de lo planteado por Dach en 1987.

|           |            | T. Total Zancada (s) |          |
|-----------|------------|----------------------|----------|
|           |            | 0,211                |          |
|           |            | T. Apoyo             | T. Vuelo |
| Alexander | Real       | 0,044                | 0,167    |
|           | Óptimo     | 0,085                | 0,127    |
|           | Diferencia | -0,040               | 0,040    |
|           | %          | 47,56                | 31,70    |

Tabla nº 3. Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

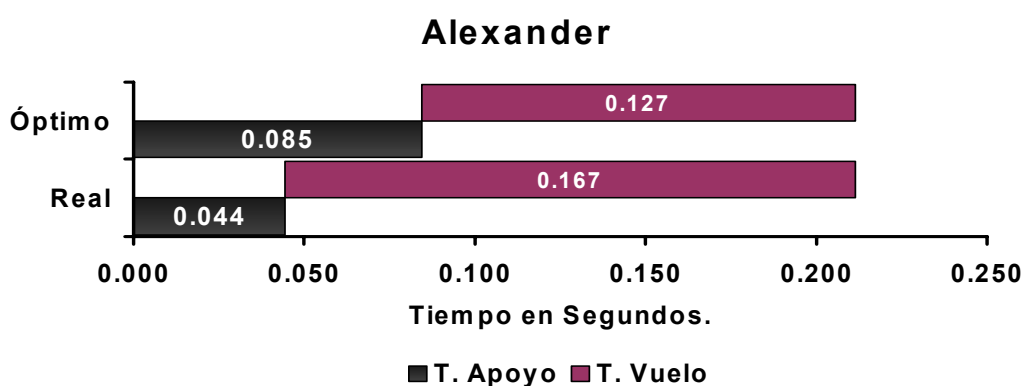


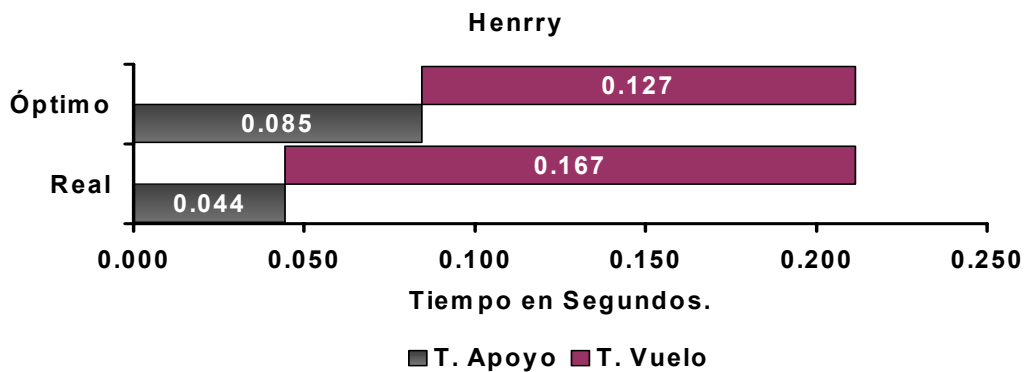
Gráfico nº 1. Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

**Atleta:** Henry Vizcaíno.

Este atleta presenta diferencias considerablemente significativas entre el tiempo de apoyo y el tiempo de vuelo con respecto a los valores óptimos de estos parámetros, si tenemos en cuenta, que el primero de ellos, debe suponer el 40 por ciento del tiempo total de un paso. En ambos casos esta diferencia es de 40 milésimas de segundo, lo que representa, un 47,56 por ciento por defecto y un 31,70 por ciento por exceso, respectivamente. Esto puede fácilmente apreciarse en la tabla nº 14 y su gráfico correspondiente.

|       |            | T. Total Zancada |          |
|-------|------------|------------------|----------|
|       |            | 0,211            |          |
|       |            | T. Apoyo         | T. Vuelo |
| Henry | Real       | 0,044            | 0,167    |
|       | Óptimo     | 0,085            | 0,127    |
|       | Diferencia | -0,040           | 0,040    |
|       | %          | 47,56            | 31,70    |

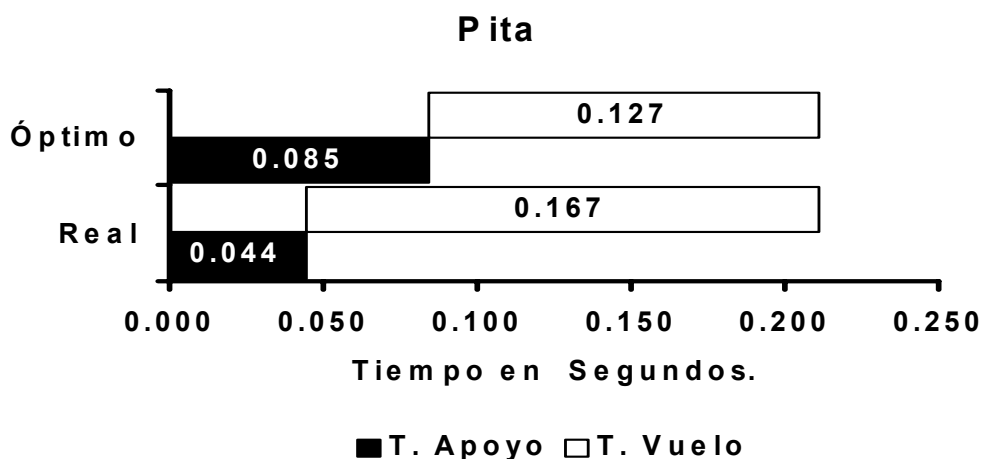
Tabla nº 4. Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)



**Gráfico nº 2.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Henry, con el valor teórico propuesto por Dach (1987)  
**Atleta:** Juan Alberto Pita.

|             |            | T. Total Zancada |          |
|-------------|------------|------------------|----------|
|             |            | 0,211            |          |
|             |            | T. Apoyo         | T. Vuelo |
| <b>Pita</b> | Real       | 0,044            | 0,167    |
|             | Óptimo     | 0,085            | 0,127    |
|             | Diferencia | -0,040           | 0,040    |
|             | %          | 47,56            | 31,70    |

**Tabla nº 5.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)



**Gráfico nº 3.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Pita, con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

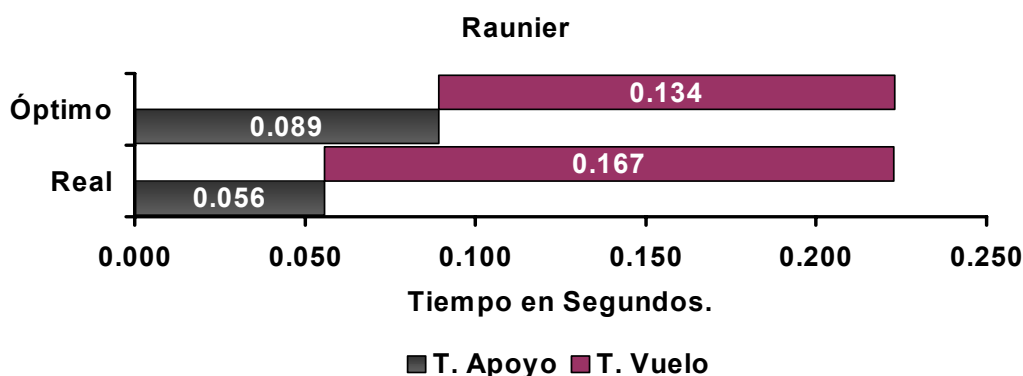


Como se puede apreciar en la tabla y el gráfico anterior, existe una mala distribución entre el tiempo de apoyo y el tiempo de vuelo durante la zancada. De 85 centésimas de segundo, que representa el 40 por ciento como propone Dach para el tiempo de contacto, Pita muestra un valor promedio real de 44 milésimas de segundo, un 47,56 por ciento inferior a su valor óptimo. En la fase de vuelo, esta diferencia es 31,70 por ciento superior a las 127 milésimas que teóricamente se recomienda para esta fase del paso.

**Atleta:** Raunier Duany.

|                |            | T. Total Zancada |              |
|----------------|------------|------------------|--------------|
|                |            | 0,223            |              |
|                |            | T. Apoyo         | T. Vuelo     |
| <b>Raunier</b> | Real       | 0,056            | 0,167        |
|                | Óptimo     | <b>0,089</b>     | <b>0,134</b> |
|                | Diferencia | <b>-0,034</b>    | <b>0,033</b> |
|                | %          | <b>37,59</b>     | <b>24,81</b> |

**Tabla nº 6.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)



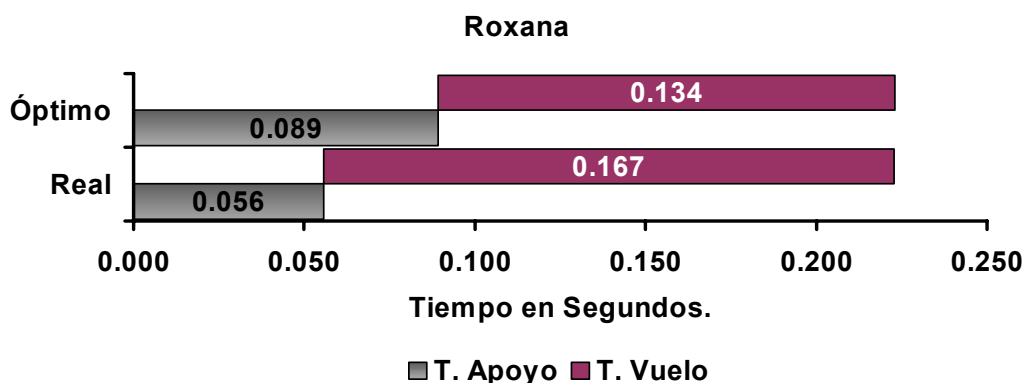
**Gráfico nº 4.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Raunier, con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

En el caso de Raunier, se observan significativas diferencias entre los valores óptimos teóricos de las fases de apoyo y vuelo, y los valores reales de estos parámetros. El tiempo de contacto promedio de este atleta, es un 0,034 segundos, muy superior al 40 por ciento que propone Dach para esta fase. En la fase de vuelo, esta diferencia, que representa el 24,81 por ciento respecto al tiempo ideal, se presenta por exceso. Este resultado se puede apreciar de manera más precisa en el gráfico correspondiente a este sprinter cubano.

**Atleta:** Roxana Díaz.

|               |                   |                         |                 |
|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
|               |                   | <b>T. Total Zancada</b> |                 |
|               |                   | <b>0,223</b>            |                 |
|               |                   | <b>T. Apoyo</b>         | <b>T. Vuelo</b> |
| <b>Roxana</b> | <b>Real</b>       | 0,056                   | 0,167           |
|               | <b>Óptimo</b>     | <b>0,089</b>            | <b>0,134</b>    |
|               | <b>Diferencia</b> | <b>-0,034</b>           | <b>0,033</b>    |
|               | <b>%</b>          | <b>37,59</b>            | <b>24,81</b>    |

**Tabla n° 7.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo con el valor teórico propuesto por Dach (1987)



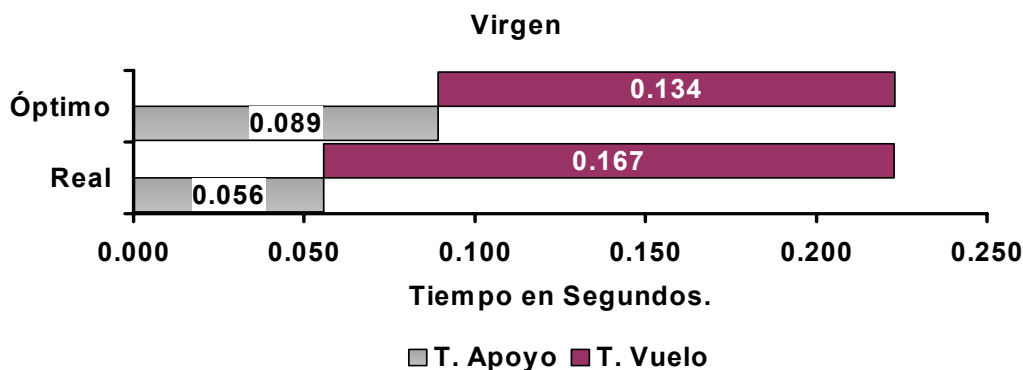
**Gráfico n° 5.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Roxana, con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

La distribución entre las fases de contacto del pie y la de vuelo, durante el tramo de carrera estudiado, no es la más correcta para esta atleta. Al comparar sus valores reales de los parámetros ya mencionados, con los valores teóricos propuestos por Dach, en 1987, se encuentran diferencias considerablemente significativas de 34 y 33 milésimas de segundo, es decir, un 37,5 y un 24,8 por ciento, respectivamente. En la fase de apoyo esta diferencia se presenta por defecto, y en la de vuelo por exceso. Este resultado pudiera ser la causa de la no correspondencia entre la frecuencia de pasos que mostró entre los 50 y 60 metros, y su frecuencia óptima teórica, analizada en el epígrafe 4.2.

**Atleta:** Virgen Benavides.

|               |                   |                         |                 |
|---------------|-------------------|-------------------------|-----------------|
|               |                   | <b>T. Total Zancada</b> |                 |
|               |                   | <b>0,223</b>            |                 |
|               |                   | <b>T. Apoyo</b>         | <b>T. Vuelo</b> |
| <b>Virgen</b> | <b>Real</b>       | 0,056                   | 0,167           |
|               | <b>Óptimo</b>     | <b>0,089</b>            | <b>0,134</b>    |
|               | <b>Diferencia</b> | <b>-0,034</b>           | <b>0,033</b>    |
|               | <b>%</b>          | <b>37,59</b>            | <b>24,81</b>    |

**Tabla n° 8.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Virgen Benavides con el valor teórico propuesto por Dach (1987)



**Gráfico n° 6.** Comparación de los valores reales de tiempo de apoyo y tiempo de vuelo de Virgen, con el valor teórico propuesto por Dach (1987)

Como se muestra en la tabla n° 18 y su gráfico correspondiente, las diferencias entre los valores reales y óptimos de las fases de apoyo y vuelo de esta velocista, son significativas, ya que representan un 37,6 por ciento menos, en el caso del tiempo de apoyo; y un 24,8 por ciento por exceso, para el tiempo de vuelo, respecto a los valores teóricos propuesto por Dach.

Al realizar un análisis comparativo de cómo se comportaron los parámetros de tiempo de vuelo y tiempo de apoyo de la muestra en general, basándonos en que la duración de la fase de contacto del pie durante una zancada debe ser aproximadamente un 40 por ciento del total de ésta; podemos apreciar, que en la totalidad de los velocistas estudiados, la fase de apoyo es muy inferior al valor propuesto por Dach; y aunque una disminución de esta fase puede influir de manera positiva en la reducción del tiempo en una carrera de velocidad; cuando este tiempo es significativamente pequeño, podría traer consigo, que no se genere la suficiente fuerza, por parte de la musculatura implicada en la impulsión del cuerpo hacia adelante. En cambio, la fase de vuelo es significativamente superior a sus valores óptimos. Esto supondría una considerable reducción en la velocidad del centro de gravedad, obligando nuevamente a acelerar a éste en dirección al desplazamiento, constituyendo un mayor gasto energético.

### Conclusiones.

- El análisis de caso arroja que los atletas del sexo masculino muestran diferencias considerablemente significativas entre la longitud de su zancada y el valor máximo teórico propuesto por Tabasnick; a diferencia de la frecuencia de pasos, la cual alcanza valores muy cercanos a los requeridos para el tramo estudiado, según Vittori.
- En las mujeres, la longitud de zancada se comportó normalmente según lo propuesto por Tabasnick; en cambio, la frecuencia de pasos, superó considerablemente los valores óptimos que teóricamente propone Vittori para este parámetro.

- Se aprecia una considerable homogeneidad en el 100 % de la muestra con relación al tiempo de apoyo y de vuelo, lo que puede estar condicionado por la velocidad de filmación de la cámara que se utilizó para filmar la prueba.
- En la totalidad de la muestra, el tiempo de vuelo es significativamente superior, de la misma manera que el tiempo de apoyo es inferior, en ambos casos, respecto a los valores que fueron tomados como referencia.

### **Recomendaciones.**

- Se debata el resultado de esta investigación con los entrenadores y atletas que fueron objetos de estudio con el fin de que conozcan el mismo.
- Se profundice aún más en la aplicación del HU – M – AN en el tramo de carrera estudiado y se realicen trabajos similares con otras disciplinas dentro del Atletismo y otros deportes.
- Utilizar una cámara de filmación con una mayor resolución de cuadros por segundo para que se logre una mayor calidad en las imágenes.
- Se divulgue en la literatura especializada los resultados obtenidos, con el fin de dar a conocer el trabajo del Grupo de biomecánica de nuestra Facultad.
- Se organicen sesiones metodológicas con entrenadores y biomecánicos de la provincia y el país donde se analicen los resultados obtenidos.

### **Bibliografía**

- Antón Palacios, Eleuterio. ATLETISMO/ Eleuterio Antón Palacios-- Internet.
- Cianciabella J. E. ¿Qué es el ERGO JUMP BOSCO SYSTEM?/ J. E. Cianciabella-- Lecturas: Educación Física y Deportes, Año 1, N° 3. Buenos Aires, Dic. 1996.
- De Hegedüs, Jorge. Estructura y fundamentación de la velocidad en el Atletismo Lecturas/ Jorge de Hegedüs.-- Educación Física y Deportes, Revista Digital <http://www.efdeportes.com/>, Año 4. N° 14. Buenos Aires, Junio 1999.
- Donskoi D, Zatsiorski, V. M. Biomecánica de los Ejercicios Físicos/ D. Donskoi.—Moscú: Editorial Raduga 1988.
- Ferro Sánchez, Amelia. Análisis biomecánico de la técnica de la carrera en deportistas ciegos paralímpicos./ A. Ferro Sánchez.-- Internet.
- Gutiérrez Dávila, M Variabilidad en los criterios cinemáticos de eficacia de la carrera de velocidad / A. Oña Sicilia. – p. 37 – 40 . -- En Perspectivas de la Actividad Física y el Deporte. – No.5. – León, dic. 1998.
- Hernández Prado, Celia María. La distribución de los esfuerzos en la carrera de cien metros llanos/ L. Cortegaza Fernández, J. L. Labrada Morejón, A. Recondo Cuba, A. Pollán Mígueles.-- revista digital · Año 9 · N° 63, Buenos Aires, Agosto 2003.
- Hernández Prado, Celia M<sup>a</sup>. Sistema de control biomecánico para retroalimentar la carrera de 100 metros planos.--Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas.—Ciudad de la Habana, 2000.

- Mazzeo E. A. Entrenamiento de velocidad./ E. Ángel Mazzeo.-- <http://www.sobreentrenamiento.com/>
- Ozolin, N.G. Atletismo / D.P. Markov.-- La Habana: Redacción de Cultura Física y Deportes, 1991.-- 283 p.
- Scientific Project Team on behalf of the International Athletic Foundation. Scientific report on the II World Championships in Athletics Rome 1987. – 2. Ed. – Marshallarts: International Athletic Foundation, 1990. – 525p.
- The I A A F World Championship in Athletics, Sevilla 99 . Biomechanical Analysis : throwirng and running events . Results of the 100 m women . - - Madrid : Consejo Superior de deporte , 1999 . - - 17 h . - - ( Laboratory of Biomechanics CARICD ) (CSD ).
- The I A A F World Championship in Athletics, Sevilla 99 . Biomechanical Analysis : throwirng and running events . Results of the 100 m women . - - Madrid : Consejo Superior de deporte , 1999 . - - 17 h . - - ( Laboratory of Biomechanics CARICD ) (CSD ).
- Utkin ,V.L. Aspectos Biomecánicos de la Táctica Deportiva,- -p. 58-59, 70-- Moscú 1988.

## **Anexo nº 1. Protocolo de Filmación de los Gestos Deportivos con Sistema de vídeo.**

- **Características Generales de Una Filmación Para el análisis de la Actividad Físico-Deportiva**

Cada día se usan con más frecuencia las cámaras de vídeo para filmar las clases de Educación Física, las ejecuciones técnicas de los atletas o para hacer estudios biomecánicos. Estas filmaciones se emplearán posteriormente para realizar una evaluación, ya sea basada en un análisis cuantitativo o cualitativo.

No obstante, se deberán respetar ciertas normas si se quiere sacar el máximo provecho al material filmado. A continuación se dan las principales características que deberían tener estas filmaciones:

- 1- Fijar bien la cámara mediante un trípode. Siempre que se pueda se deberá usar trípode mejor que llevar la cámara en el hombro. En las filmaciones para análisis biomecánicos es imprescindible que la cámara se encuentre perfectamente fijada e inmóvil durante la filmación.
- 2- Escoger el lugar óptimo donde colocar el trípode con la cámara. En las filmaciones con propósito de análisis biomecánico es frecuente colocar 2 ó 3 cámaras, cuando se hacen análisis en tres dimensiones. Cuando se realizan estudios en dos dimensiones la cámara deberá colocarse en dirección perpendicular al plano principal en el que se realiza el movimiento. Sin embargo, los estudios en dos dimensiones tienen ciertas limitaciones, entre las que están el no poder cuantificar los movimientos lineales que se dan en la 3 dimensión, ni las rotaciones que se producen en cualquier dirección que no sea paralela a la de filmación.
- 3- Debe comprobarse que entre todo aquello que pretende recogerse en el plano de filmación. Pero no conviene desaprovechar plano cogiendo mucho más de la cuenta, pues en este caso se verán más pequeñas las personas y la posibilidad de errores en la digitización y medición será mayor. Cuando se pretende filmar una clase de Educación Física, puede buscarse un lugar alejado y en una esquina, con el fin de que quepa toda la clase en el plano de filmación.
- 4- Enmarcar bien el plano de filmación mediante el zoom. Si el objetivo de la filmación es un análisis cualitativo pueden utilizarse distancias focales pequeñas, que permitirán recoger un plano más amplio sin tener que alejarse mucho y además darán más profundidad de campo en el enfoque. Pero si el objetivo de la filmación es un análisis cuantitativo deberán elegirse, dentro de lo posible, altas distancias focales. La razón es que las focales pequeñas (gran angular) deforman la imagen, mientras que las focales grandes (tele) la aplanan.
- 5- Elegir una idónea velocidad de obturación, en función de la cámara, la cantidad de luz de que se disponga y la velocidad con que se muevan las personas filmadas. Una velocidad de 1/1000 s suele ser suficiente en la mayoría de gestos deportivos para que la imagen se vea nítida (no movida) al seleccionar un determinado fotograma.
- 6- Enfocar el plano de filmación. La mejor estrategia es, una vez colocada la cámara, enfocar mediante el mecanismo automático el plano colocando alguien en ese lugar. Posteriormente se desconecta el enfoque automático

antes de que la(s) persona(s) abandone(n) el plano. De esta forma se asegura un enfoque correcto del plano, aunque aparezca y desaparezca la persona (el mecanismo automático tiene una cierta inercia y tardaría algo en volver a enfocar), o se cruce alguien por medio.

- 7- Realizar el balance de blancos si la cámara lo permite. Si no, elegir un balance automático seleccionando si el lugar es un interior o un exterior.
- 8- Procurar una buena iluminación del plano de filmación. Intentar que no queden recogidos focos luminosos ni reflejos (la cámara leería la luz de los focos y oscurecería el resto): es conveniente difuminarlos mediante cortinas u otros medios para que la filmación no se vea oscura. Si falta luz, abrir un poco el iris de la cámara.
- 9- En las filmaciones para análisis biomecánicos, cuando se empieza a filmar no se debe mover la cámara (ni mediante el trípode), tampoco se debe cambiar la distancia focal. De lo contrario no se podrían realizar mediciones sobre la filmación.
- 10-Dejar unos cuantos segundos por delante y por detrás de lo que se filma. Los sistemas VHS y S-VHS rebobinan 2 segundos la cinta cada vez que se mete en el magnetoscopio. Si no se dejan estos segundos de más se corre el riesgo de pisar la filmación en la próxima grabación.
- 11-Si el objetivo de la filmación es realizar medidas cuantitativas de espacio o magnitudes derivadas de él, se deberá filmar un marco de calibración (objeto o marcas de distancia conocida, que este situado en el plano de filmación) Esto puede realizarse antes o después de la filmación propiamente dicha y debe hacerse sin variar la distancia focal.
- 12-En ciertas filmaciones puede ser interesante el uso de micrófonos inalámbricos para recoger la voz del profesor de educación física, del entrenador o del árbitro. No obstante, en los estudios biomecánicos carece de importancia recoger el sonido.
- 13-Es conveniente acotar el lugar de colocación de la cámara y un embudo por delante para evitar que se cruce gente durante la filmación. Esto puede hacerse mediante cinta de plástico, cuerdas, conos y vallas.
- 14-Al iniciar la filmación (una vez pulsado el botón de grabación) se debe comprobar que el visor aparezca la palabra REC antes de proseguir y dar la señal de inicio a las personas que deban aparecer en el plano de la filmación.
- 15-Es conveniente que las baterías que se llevan cubran mas tiempo del previsto. Cargar siempre al máximo las baterías, llevar mas de una y extraerlas siempre que no se utilice la cámara. Esto evita encontrarse con desagradables sorpresas. Si se va justo de baterías es recomendable usar el zoom en su modo manual (ya que representa un importante consumo de energía) También es recomendable llevar encima el cargador de baterías para aprovechar cualquier momento en el que se pueda disponer de una conexión a la red para cargar.

- OBJETIVOS

- 1- Filmar tres técnicas deportivas diferentes, mediante una cámara (que recogerá 2 dimensiones), en tomas laterales: una zancada de carrera (dos pasos consecutivos), un lanzamiento de tiro libre a canasta y una batida de un mortal atrás. Se filmarán junto con los gestos los correspondientes marcos de calibración.
- 2- Visualizar la película y evaluar la calidad de la filmación rellenando una planilla para cada uno de los gestos filmados (cuadro 1)

- MATERIAL

- Cámara de Vídeo
- Trípode
- Película
- Monitor
- Magnetoscopio

- DESARROLLO

1. Delimitar el plano de filmación.
2. Colocar y fijar la cámara en el trípode. Colocar la película en el magnetoscopio de la cámara.
3. Ajustar el zoom
4. Enfocar el plano de filmación.
5. Seleccionar una adecuada velocidad de obturación. Comprobar que hay suficiente luz.
6. Realizar el balance de blancos.
7. Delimitar con conos el espacio donde se filmará.
8. Realizar una prueba para comprobar que todo el gesto aparece en el plano de filmación.
9. Grabar el gesto. Los pasos 1 a 9 se repetirán con cada una de las técnicas que se filmarán (zancada de carrera, un lanzamiento de tiro libre a canasta y una batida de un mortal atrás)
10. En el laboratorio se visualizará el material filmado y se rellenará una planilla de evaluación de cada uno de los gestos.

- CONSIDERACIONES

1. Comprobar que efectivamente todo el gesto aparece en el plano de filmación. Evitar por otro lado que sobre plano, para que la persona aparezca lo más grande posible.
2. Obturar a 1/1000 s. Una vez realizada esta operación, mirar por el visor de la cámara para comprobar que hay suficiente luz. En caso contrario procurar más luz (ya sea mediante focos difusos o cambiando el lugar de la filmación) Si esto no es posible, obturar simplemente a 1/500.
3. Si es posible, controlar que el fondo de la filmación sea homogéneo (como una pared pintada uniformemente), de un color no excesivamente claro y sin brillos.