

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE MEDICINA**

**POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE**

**ANÁLISIS MULTICÉNTRICO DEL TIPO DE CALZADO DEPORTIVO  
Y SU RELACIÓN CON LA PISADA EN QUE REALIZAN SU  
ENTRENAMIENTO EN DISTINTOS PARQUES DEL DISTRITO  
METROPOLITANO DE QUITO**

**AUTOR**

Md. Daniel Andrés Rosales Argoti

**DIRECTOR**

Dr. Luis Napoleón Pérez Redin

Quito, JUNIO 2014

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi familia, mi esposa y mis hijas por el soporte, paciencia y comprensión que me han dado durante estos años de estudio, mismos que me han obligado a sacrificar valiosos y hermosos momentos que no he podido compartir con ustedes.

Una mención especial para mis maestros y mi universidad quienes me han guiado durante mi formación de pre y postgrado, entregándome no solo los conocimientos necesarios para mi práctica profesional sino que me han ayudado a ser una mejor persona.

Gracias al deporte y a la medicina, nobles actividades fundamentales para el adecuado convivir de todos.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

AGRADECIMIENTO.....	2
TABLA DE CONTENIDO.....	3
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE ILUSTRACIONES Y GRAFICOS.....	7
RESUMEN .....	8
SUMMARY .....	9
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	10
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
Anatomía del Pie.....	13
Osteología .....	13
Articulaciones .....	13
Ligamentos .....	14
Biomecánica del Pie.....	15
Las Funciones del Pie.....	15
Biomecánica de la Marcha.....	16
Biomecánica de la marcha durante la carrera .....	19
Clasificación del Tipo de Pisada .....	23
Supinación .....	23
Pronación.....	25
Neutro .....	26
El calzado deportivo.....	27
Partes del Calzado .....	28
Características mecánicas del calzado deportivo .....	30
Adaptaciones Individuales del Calzado .....	31
Tecnología Aplicada al Calzado Deportivo .....	32
Control de Estabilidad “Stability” .....	33
Control de Movimiento o “Motion Control” .....	35
Amortiguamiento o “Cushion” .....	36
Podoscopía.....	37

Índice Postural del Pie .....	41
1. Palpación Cabeza del astrágalo.....	42
2. Curvatura Supra e inframaleolar Cara lateral.....	43
3. Posición del calcáneo plano frontal.....	44
4. Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE).....	45
5. Altura y congruencia del Arco Longitudinal Interno .....	46
6. Abducción / Aducción del antepié respecto al retropié.....	47
Parques de Quito .....	49
Parque La Carolina.....	49
Parque Bicentenario. ....	51
El Chaquiñán. ....	52
Quitumbe Las Cuadras.....	54
CAPITULO III: MÉTODOS .....	56
Objetivos .....	56
Objetivos Específicos.....	56
Hipótesis .....	56
Muestra .....	56
Tipo de Estudio .....	57
Metodología .....	57
Operacionalización de Variables .....	57
Plan de Análisis .....	60
Aspectos Bioéticos.....	61
Limitaciones del estudio.....	61
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	62
Tamaño y distribución de la muestra por sitio de estudio .....	62
Frecuencias de participantes por género y lugar de entrenamiento: .....	62
Frecuencia de participantes por tipo de actividad deportiva y sitio de entrenamiento.....	63
Frecuencia de sesiones y duración de entrenamiento por sitio de entrenamiento.....	64
Frecuencia y medias de variables antropométricas por sitio de entrenamiento. .....	65
IMC por sitio de entrenamiento.....	65
Tipo de Pisada, Índice Postural del Pie, Tecnología de Calzado Utilizada y Distribución por Fabricante. ....	66

CRUCES DE VARIABLES .....	69
Tipo de pisada y tipo de calzado utilizado .....	70
BICENTENARIO .....	72
CHAQUIÑAN .....	73
LA CAROLINA .....	74
QUITUMBE .....	75
EDAD, IMC Y PESO RESPECTO AL TIPO DE PISADA Y EL CALZADO UTILIZADO .....	76
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	78
CAPITULO VI: CONCLUSIONES .....	83
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES .....	84
BIBLIOGRAFÍA .....	85

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Articulaciones del Pie y Tobillo. Tomado de: Abian J, LA BIOMECÁNICA Y LA TECNOLOGÍA APLICADAS AL CALZADO DEPORTIVO. 2013.....	14
Tabla 2 estratificación según valor obtenido por IMC.....	60
Tabla 3 Frecuencia de Participantes por sitio de entrenamiento y Género. Junio 2014 .....	62
Tabla 4 Frecuencia de Practicantes de atletismo entre los participantes. Junio 2014. ....	63
Tabla 5 Frecuencia de sesiones y duración de entrenamiento por sitio. Junio 2014 .....	64
Tabla 6 Frecuencia y medias de variables antropométricas por Sitio de Entrenamiento. Junio 2014.....	65
Tabla 7 Frecuencia de IMC según sitios de entrenamiento, junio 2014 .....	65
Tabla 8 Frecuencia IPP-6 según sitio de entrenamiento, junio 2014. ....	66
Tabla 9 Frecuencia de Tipo de Pisada por sitio de entrenamiento, junio 2014. ...	67
Tabla 10 Frecuencia del tipo de calzado según sitios de entrenamiento, junio 2014. ....	67
Tabla 11 Frecuencia General de Marcas utilizadas por participantes. Junio 2014. ....	68
Tabla 12 Relación entre tipo de deporte practicado y el sitio de entrenamiento, junio 2014.....	69
Tabla 13 Relación entre tipo de pisada y tecnología utilizada, todos los sitios del estudio, junio 2014 .....	70
Tabla 14 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, BICENTENARIO, junio 2014 .....	72
Tabla 15 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, CHAQUIÑAN, junio 2014 .....	73
Tabla 16 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, LA CAROLINA, junio 2014 .....	74
Tabla 17 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, QUITUMBE, junio 2014 .....	75
Tabla 18 Relación de parámetros antropométricos y el Tipo de calzado, Junio 2014 .....	76
Tabla 19 Relación de parámetros antropométricos y el Tipo de pisada, Junio 2014 .....	77

## LISTA DE ILUSTRACIONES Y GRAFICOS

Ilustración 1: Análisis de la Marcha (a) Marcha “Normal”, (b) Pronación excesiva, (c) Supinación excesiva, .....	17
Ilustración 2. Pie en supinación. ....	25
Ilustración 3 Pie en pronación. ....	26
Ilustración 4 Pisada Neutra. ....	27
Ilustración 5 Partes del calzado.....	29
Ilustración 6 Aspecto Posterior e inferior del calzado con control de estabilidad.	34
Ilustración 7 Aspecto del calzado con tecnología motion control .....	36
Ilustración 8 Aspecto de zapato con tecnología cushion.....	37
Ilustración 9. Líneas trazadas para cálculo de índice de valgo. ....	39
Ilustración 10 Esquema de las líneas trazadas para cálculo del Ángulo de Clarke, Índice de Chippaux-Smirak, Índice Staheli. ....	40
Ilustración 11 Palpación Cabeza del astrágalo, Técnica y Marcaciones, .....	43
Ilustración 12 Líneas referenciales para identificación de la curvatura Supra e inframaleolar Cara lateral, .....	44
Ilustración 13 Posición del calcáneo plano frontal, líneas de referencia .....	45
Ilustración 14 Sitio Referencial para Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE). ....	46
Ilustración 15 Altura y congruencia del Arco Longitudinal Interno, líneas referenciales 005.....	47
Ilustración 16 6. Abducción / Aducción del antepié respecto al retropié, líneas referenciales, Gar.....	48
Ilustración 17 Esquema de la ubicación del parque la Carolina. ....	49
Ilustración 18 Parque de La Carolina. ....	50
Ilustración 19 Esquema del Parque Bicentenario.....	51
Ilustración 20 Fotografía del Parque Bicentenario.....	52
Ilustración 21 Esquema de la ruta del Chaquiñan. ....	52
Ilustración 22 Fotografías del sendero del Chaquiñan. ....	54
Ilustración 23 Esquema de la ubicación del parque Las Cuadras Quitumbe. ....	54
Ilustración 24 Fotografías Parque las Cuadras Quitumbe.....	55
Ilustración 25 Cálculo Muestral. ....	57

## RESUMEN

Se trata de un estudio transversal, multicéntrico, realizado con 341 atletas no profesionales de la ciudad de Quito que entrenan en distintos sectores y parques de la ciudad, en quienes se investigó su tipo de pisada (pronador, supinador o neutra) y se compara con la tecnología de calzado recomendada de acuerdo a los parámetros biomecánicos de los mismos. Se estudiaron las siguientes variables: edad, peso, talla, IMC, deporte practicado, tipo de pisada, índice postural del pie, tipo de calzado. Los participantes fueron clasificados como neutros en un 54.84% , pronadores en un 37.54% y supinadores en un 7.62% de los casos. Se evidenció un adecuado uso de la tecnología recomendada respecto al tipo de pisada neutra con tendencias similares en todos los sitios de estudios, además un déficit porcentual en el uso adecuado para el caso de los pronadores y supinadores en todos los sitios. Las tendencias se mantuvieron en los 4 grupos estudiados y sin variaciones importantes de acuerdo al sitio de entrenamiento. Se realizó un análisis paramétrico con tablas de contingencia para las variables cualitativas con test de análisis paramétrico ANOVA y cuando no fue aplicable se utilizó Kruskal-Wallis y diferencia de medias para las variables cuantitativas.

**Palabras claves:** Tipo de pisada, tipo de calzado deportivo, índice postural del pie, atletas.

## SUMMARY

This is a multicenter, cross-sectional study with 341 non-professional athletes from Quito, training in different areas and parks of the city, in whom were investigated the foot type (pronator, supinator or neutral) and compared with the footwear that have been used in accordance with the biomechanical parameters recommended. The following variables were studied Age, weight, height, BMI, popular sport, type of tread, foot posture index, type of footwear. Participants were classified as neutral by 54.84%, pronator by 37.54% and supinator in 7.62% of cases, and showed a proper use of the recommended technology for the neutral type of foot plus a deficit in the proper use for the case of the pronator and supinator everywhere. The trends continued in the 4 groups studied and no significant variations according to the training site. One parametric analysis with contingency tables for qualitative variables with parametric ANOVA test was performed and when not applicable Kruskal-Wallis was used, mean differences for quantitative variables was applied.

**Keywords:** foot type, athletic footwear, foot posture index, athletes.

## CAPITULO I: INTRODUCCION

El auge de las carreras de fondo y semifondo a nivel local, nacional e internacional es indiscutible, con cerca de 80 carreras atléticas que incluyen distancias desde los 5 hasta los 42,195 km y modalidades distintas como el atletismo, duatlón, triatlón, carreras de aventura, carreras sobre senderos o a campo traviesa (“trail running”), entre otras realizadas solamente en la ciudad de Quito<sup>1</sup> y más de 120 competencias a nivel nacional

A pesar de la cantidad de atletas amateurs y de élite inmersos en la práctica de estas actividades, no se ha dado campo a la investigación local del rendimiento deportivo y las distintas variables que permitan controlar y recomendar pautas aplicadas a las ciencias del deporte beneficiosas para el desarrollo y mejoría de los resultados atléticos finales.

Dentro del control médico deportivo integral se incluye el examen y la valoración del tipo de pisada determinándose que en términos generales esta se puede incluir dentro de tres grupos principales que son: Supinadores, pronadores y neutros, cada uno con su manifestación fenotípica característica lo cual influye en la biomecánica<sup>2</sup>, gesto deportivo y finalmente en los resultados deportivos esperados, es así que <sup>3</sup> a través del avance científico de los fabricantes de calzado deportivo se ha diseñado distintos modelos que se adaptan mejor a estas variaciones anatómicas con la finalidad de influir directamente en el desempeño, mejorando tiempos, riesgo de lesión.<sup>4,5,6</sup>, todo esto basado en el estudio biomecánico del pie.<sup>7,8</sup>.

Se toma en cuenta además que si bien el tipo de pisada se ha estudiado en su relación con distintos tipos de lesión<sup>9,10</sup>, el torque de las distintas articulaciones de la extremidad inferior<sup>11</sup>, la rigidez, cinemática<sup>12</sup> y muchas otras variables, existe muy poca evidencia en nuestro medio sobre la correcta selección y uso de calzado por nuestros atletas amateurs y de alto rendimiento con lo que a través de este estudio se pretende mejorar el desempeño en entrenamiento o carrera y su influencia en los tiempos obtenidos en una competencia abriéndonos una puerta a

una posible ayuda adicional para mejorar el rendimiento deportivo y por ende en los resultados finales esperados por un atleta.

Se estudió además el sitio de entrenamiento en distintos parques de la ciudad de Quito, sin buscar que la capacidad adquisitiva o el sitio donde la gente reside sea una influencia en la valoración técnica al momento de la selección del calzado sino que se intenta identificar si la relación de los compañeros de entrenamiento o las características específicas del entrenamiento influyen en esta decisión poco conocida en nuestro medio, con lo cual determinaremos si el estrato social del deportista influye en la selección adecuada del calzado.

Se ha considerado además la frecuencia de entrenamiento y el tiempo otorgado a cada sesión de entrenamiento, considerando el hecho de que un atleta que le otorgue más tiempo a este aspecto requerirá un apoyo externo adicional en este caso específico la selección de un calzado deportivo que se adapte a su condición anatómica y biomecánica.

La compleja acción biomecánica del pie y su dificultad para la realización de estudio dinámico asociado a los elevados costos que estos implica ha hecho que se desarrollen numerosas técnicas y herramientas clínicas para el estudio de esta condicionante, en el específico caso del presente estudio se identificó la anatómica estática de la pisada del atleta a través de la podoscopía y el uso del índice postural del pie adaptado y traducido por Pascual García<sup>13</sup>, a partir del trabajo realizado por el Dr. Anthony Redmond<sup>14, 15, 16</sup> y desarrollado originalmente por la Asociación CMT de EEUU, el colegio de podólogos de Australia y la cuenta de Investigación y Desarrollo de NSW de Podiatría Australiana. Esta herramienta permitió correlacionar lo evidenciando a través de estudios clínicos podoscópicos y la clínica del paciente, aplicación de utilidad para la práctica de la medicina del deporte.

Se procedió entonces a realizar una revisión bibliográfica de la complejidad de la anatomía, fisiología y biomecánica del pie, la tecnología aplicada al calzado deportivo y su correcto uso, ya que se ha logrado identificar que la selección adecuada del calzado no ha seguido en nuestro medio criterios técnicos básicos, sencillos y de fácil aplicación, aspecto que distintos medios internacionales lo usan durante la acción de comercialización con el fin de apoyar el adecuado desempeño

deportivo, asociado además al sentido de mercadeo influenciado por los distintos fabricantes de zapatos deportivos.

No se ha considerado necesario debido a la condición ética implícita el favorecer a una determinada empresa fabricante de calzado deportivo en especial, se ha asignado códigos conocidos por el autor de la presente tesis para evitar conflictos de interés y desviación del objetivo final de estudio.

Consideramos que la adecuada aplicación de las distintas técnicas solo permitirán un mejor manejo clínico práctico de nuestros deportistas locales sin importar su relación con la actividad de competencia de alto rendimiento o no.

## CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Anatomía del Pie

#### Osteología

La estructura del pie, tridimensional, está dada por la disposición anatómica ósea, es así que el pie consta de 26 huesos <sup>17</sup> divididos funcionalmente dentro de tres zonas: el tarso, el metatarso y las falanges; se ha dividido además a las diferentes estructuras del pie como retropié, mediopie y el antepié.

El tarso consta de siete huesos: calcáneo, astrágalo, cuboides, escafoides y los tres cuneiformes.

El metatarso consta de cinco huesos largos articulados proximalmente con el tarso y distalmente con las falanges.

Las falanges son huesos considerados largos que forman la estructura ósea de los dedos, cada uno de los cuales consta de tres huesos distintos (proximal, media y distal) a excepción del primer dedo que consta de una falange proximal y una distal.

#### Articulaciones

El pie y tobillo constan de múltiples articulaciones que unen los distintos huesos entre las cuales se destacan<sup>18</sup>:

<b>Articulación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Huesos que une</b>	<b>Posibles movimientos</b>
<b>Supraastragalina</b>	Tróclea	Mortaja tibio-peronea con astrágalo	Flexión plantar y flexión dorsal
<b>Subastragalina o calcáneo-astragalina</b>	Artrodia	Astrágalo con calcáneo	Elevación del borde medial del pie y elevación del borde lateral del pie
<b>Mediotarsiana o de Chopart:</b> • Astragaloescafoidea • Calcaneocuboidea	Anfiartrosis	Tiene dos partes: - Astrágalo y escafoides - Calcáneo y cuboides	Mínima rotación plantar y dorsal; fijación del arco longitudinal
<b>Articulaciones de la raíz del pie:</b> • Cuneoescafoidea • Intercuneoideas • Cuneocuboidea	Anfiartrosis	Escafoides con cuñas, cuñas entre sí y cuña lateral con cuboides	Movimientos de deslizamiento y de apertura de escasa amplitud
<b>Articulaciones tarsometatarsianas o de Lisfranc</b>	Anfiartrosis	Cuñas y cuboides con metatarsianos	Ligeros movimientos plantares y dorsales de escasa amplitud
<b>Articulaciones metatarsofalángicas</b>	Enartrosis	Metatarsianos con falanges proximales	Flexión y extensión de los dedos
<b>Articulaciones interfalángicas</b>	Tróclea	Falanges proximales con falanges mediales y falanges mediales con falanges distales	Flexión y extensión de los dedos

Tabla 1. Articulaciones del Pie y Tobillo. Tomado de: Abian J, LA BIOMECÁNICA Y LA TECNOLOGÍA APLICADAS AL CALZADO DEPORTIVO. 2013

Se realizará un especial énfasis en la articulación subastragalina debido a su compleja función en la acción de inversión/ eversión del pie y principalmente en su función de amortiguación del impacto de las fuerzas en el ciclo de la marcha<sup>19</sup>.

### Ligamentos

El complejo sistema ligamentario del pie y el tobillo permite mantener la estabilidad del mismo, basados en sistemas estáticos y dinámicos.

Es así que la estabilidad del tobillo depende en parte de su propia estructura anatómica que permite mantener el astrágalo dentro de la mortaja tibio perónea, conocido como sistema de contención y apoyado además por un sistema de retención dado por la cápsula articular, el complejo<sup>18</sup> ligamentario medial y lateral y el conjunto de tendones periarticulares.

## **Biomecánica del Pie**

### Las Funciones del Pie

Se han asociado cuatro funciones principales al pie <sup>20</sup>, y debido a la dificultad tecnológica que permite el análisis cinemático del pie durante su funcionamiento no se ha podido explicar los detalles de pequeños movimientos que realizan las diferentes estructuras del pie, dejando muchos vacíos biomecánicos en el análisis de la marcha, sin embargo las funciones mencionadas son:

- 1) Base de soporte:
- 2) Amortiguación
- 3) Adaptación Móvil
- 4) Palanca Rígida

La necesidad de desplazamiento entre dos puntos con el mínimo gasto de energía que requiere un individuo a través de una progresión de avance uniforme implica el tener un equilibrio adecuado combinado con: <sup>21</sup>

- 1) Amortiguación
- 2) Momento de control
- 3) Propulsión hacia adelante

## Biomecánica de la Marcha

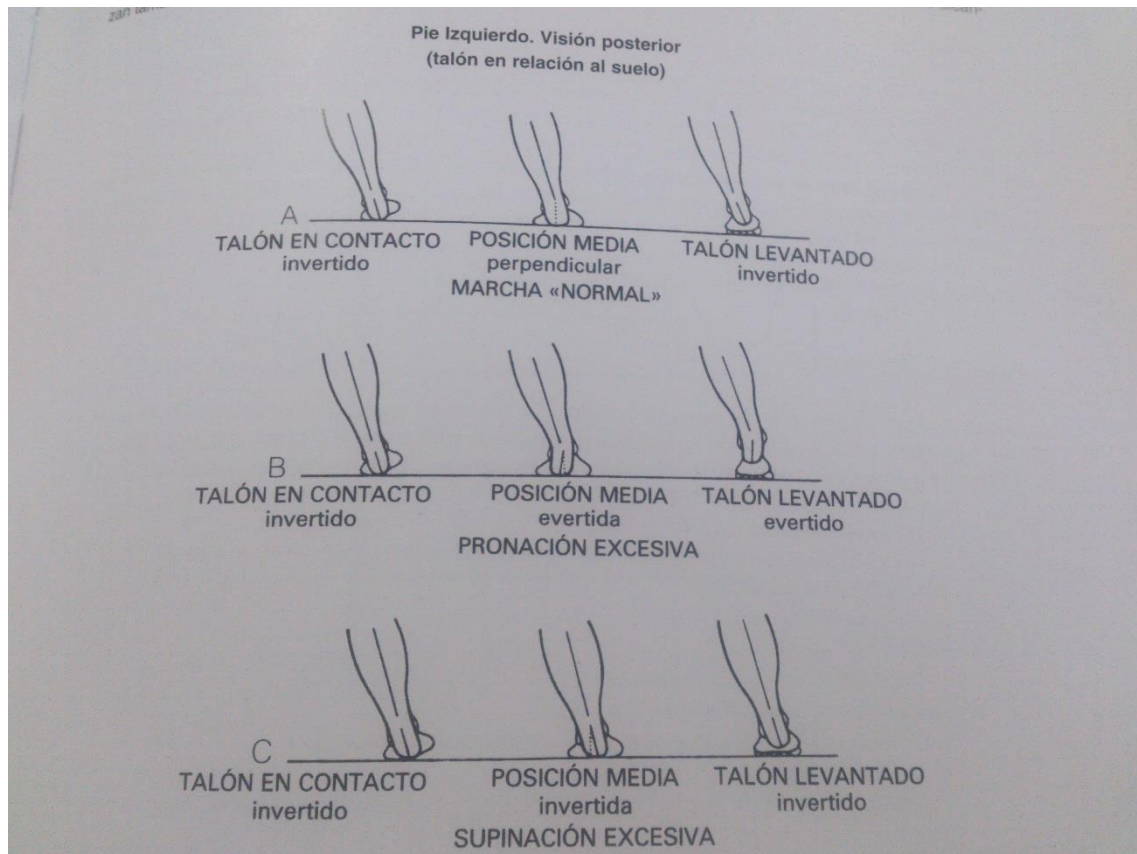
Durante la marcha se pueden identificar 2 fases: La fase estática que constituye aproximadamente el 60% de todo el ciclo y la fase de desplazamiento que contribuye con cerca del 40% de todo el ciclo.<sup>20</sup>

Durante la actitud estática se ha evidenciado un período de soporte simple del miembro acompañado por dos períodos de doble soporte del miembro. Al aumentar la velocidad de la marcha hasta alcanzar la velocidad de trote corto, se puede evidenciar un período flotante perdiéndose el doble soporte del miembro.

Se ha logrado medir los tiempos que toman cada fase de la marcha observándose que la fase de actitud estática pueden tomar aproximadamente 0,6 segundos en el ciclo de marcha normal y disminuir hasta valores cercanos a los 0,1 segundos durante la carrera<sup>20</sup>, tiempo suficiente para permitir una aplicación biomecánica eficiente que permite lograr una marcha uniforme disminuyendo el uso ineficaz de energía en el atleta.

Es así que el análisis de la morfología anatómica del pie y su relación con la disfuncionalidad biomecánica del mismo se podrá asociar a distintos problemas como lesiones deportivas, falta de aprovechamiento del gasto energético, alteraciones del gesto técnico deportivo con resultados deportivos menos satisfactorios.

Al observar la marcha de un atleta o de cualquier individuo se puede evaluar la relación del pie con el suelo (Hunt G, 2013), así tenemos que, al observar la marcha desde atrás se tiene una clara visión del movimiento del calcáneo en el plano frontal, estudiándose el movimiento de la articulación subastragalina, al observar desde anterior se puede estudiar los movimientos en el plano transversal de la extremidad inferior y del antepié correlacionando además los distintos grados de rotación interna y externa. La observación lateral estudia los movimientos en el plano sagital (flexión dorsal /plantar del tobillo, elevación del talón, patrón de movimiento rodilla/cadera),<sup>22</sup> en la fase de actitud estática se pueden identificar los patrones de movimiento del calcáneo (ilustración 1),



*Ilustración 1: Análisis de la Marcha (a) Marcha "Normal", (b) Pronación excesiva, (c) Supinación excesiva, TOMADO DE: Hunt Gary, FISIOTERAPIA DEL PIE Y TOBILLO, Ed. Monsa 2013*

Al iniciar el contacto con el suelo el calcáneo muestra una ligera inversión, seguido de una rápida rotación externa hasta ubicarse perpendicular respecto al suelo al recibir el peso corporal. La magnitud y la velocidad del movimiento dan una importante significación en el desarrollo de patologías asociadas a los movimientos de supinación y pronación excesivos<sup>23</sup>.

La función de base de soporte se logra por el hecho de que el pie está en contacto con el suelo, la capacidad de mantenerse equilibrado se consigue a través de la interacción del pie y la superficie de soporte, la amortiguación se alcanza cuando el calcáneo se evierte o gira durante la aceptación del peso y adaptación a la movilidad, se alcanzan también en la fase estática.<sup>20</sup>

A propósitos de lo antes mencionado se hace referencia además a los puntos de apoyo del pie que son tres:

1. Región antero-externa de la cabeza del quinto metatarsiano
2. La región anterointerna del primer metatarsiano
3. Tuberosidades plantares de la región posterior del calcáneo

Estos tres puntos de apoyo unidos entre sí conforman los arcos del pie que se detallan a continuación:

- A) Arco Longitudinal Interno: Formado por la cabeza del primer metatarsiano, el primer cuneiforme, el escafoides, el astrágalo y el calcáneo
- B) Arco Longitudinal externo: Entre la cabeza del quinto metatarsiano, el cuboides y el calcáneo
- C) Arco Anterior: Formado por las cabezas de los metatarsianos.<sup>24</sup>

La rotación externa del calcáneo facilita la flexibilidad del mediopie, aumentando la amortiguación y permitiendo además al antepié la adaptación a la superficie de soporte.

Existe una importante relación entre la rotación transversa de la extremidad inferior y el movimiento subastragalino cuando la extremidad completa gira internamente sobre el peso del miembro, provocando la pronación alrededor de las articulaciones subastragalinas y mediotrasiana, y al contrario cuando la extremidad gira externamente sobre el peso del miembro las articulaciones antes mencionadas supinaran.<sup>20</sup>

Durante la fase final de la posición estática del pie se debe alcanzar la función de una palanca rígida, lo cual se obtiene gracias a la supinación alrededor de la articulación subastragalina y la rotación externa de la extremidad inferior en relación a la línea de avance. A través de este movimiento se logra obtener una traba del mediopie, favoreciendo la estabilidad de toda la estructura de un pie estable, se observa que el talón se desvía en varo al abandonar el suelo y antes que se levante la parte anterior del pie.

## Biomecánica de la marcha durante la carrera

Una vez realizado el análisis de la marcha durante la fase estática se analizarán pequeños detalles adicionales que ocurren durante el trote y la carrera que vectorialmente y biomecánicamente son indistintos, exceptuando que las fuerzas aplicadas son mayores pero de duración menor, en promedio se ha podido evidenciar que durante el trote y carrera la fase estática puede ser entre 0,15 a 0,20 segundos.<sup>20</sup>

Durante la carrera se invierte la relación temporal del balanceo y el apoyo, siendo aproximadamente de dos tercera partes la primera y una tercera parte el tiempo de contacto con el suelo, se ha estudiado además el periodo de “flotación” (donde no existe ningún contacto de los pies con el suelo) y se ha evidenciado que este aspecto varía dependiendo si se realiza caminata (0% de flotabilidad), “jogging” o trote suave con aproximadamente 20% del tiempo total del ciclo de marcha y hasta 40% de tiempo total del ciclo de la marcha en la carrera .

La velocidad de la marcha esta determinadas por la cadencia, la velocidad y la longitud del paso.

Durante la carrera no existe doble apoyo sino periodo de vuelo y básicamente consta de 2 fases:

### Fase de apoyo

- Inicio del apoyo: En la cual la fuerza generada durante el contacto inicial (zona posterolateral del talón) es baja, aquí se realiza un contacto inicial mismo que precisa de estabilización y una acción de flexión dorsal del tobillo. Este impacto inicial puede realizarse a través de:

- a) zona posterolateral del talón.
- b) todo el retropie.
- c) casi toda la planta del pie (lo más frecuente).

d) con el antepié

Precisa gran propulsión en un corto periodo de tiempo].

- Medio apoyo: Luego de la fase de apoyo inicial la absorción del choque pie-suelo requiere de, flexión articular de cadera y rodilla, seguido de una dorsiflexión del tobillo mantenida y un apoyo en la amortiguación por medio de la acción de la fascia plantar y el tejido adiposo del talón.

Una vez que se inicia el final del medio apoyo y comienza el despegue el centro de gravedad se sitúa por delante y es en este momento que se precisa que el pie se constituya en palanca rígida.

Completado el apoyo se produce un bloqueo del pie en el cual se produce una rápida flexión de la pierna que está en el aire originando una rotación externa progresiva de toda la extremidad apoyada que se trasmite al calcáneo mediante un movimiento de supinación subastragalino.

Se continúa entonces el despegue en donde se estabiliza el arco interno por la puesta en tensión de la fascia plantar originada por la contracción del tríceps sural, en donde se requiere de una importante acción del tibial anterior y es donde además se evidencia una zona de importante estrés tibial asociado a las rotaciones interna-externa realizadas a gran velocidad.

Inicia entonces la fase de vuelo o aceleración cuando la pierna apoyada consigue la extensión completa y el pie se levanta del suelo, la rodilla está mucho más flexionada que en la marcha y el pie se sitúa en una posición mucho más alta que en la marcha. Esta flexión permite el acortamiento de la longitud del miembro oscilante y reduce la fuerza que se precisa para enviar la pierna hacia delante (mayor velocidad y aceleración). Consiguiendo, en esta fase aceleración de la pierna y flexión de cadera, además de una ampliación de la zancada.

Al final del vuelo: la pierna alcanza la extensión completa e inicia el retroceso antes de establecerse en contacto con el suelo, en esta fase se produce deceleración de la pierna, extensión de cadera y rotación femoral interna.<sup>25</sup>

Los arcos de movimiento de la cadera, rodilla y tobillo también varía durante el pedestrisimo y la carrera y según la velocidad aplicada aumenta se provoca un descenso en el centro de gravedad gracias a la flexión de la rodilla y la dorsiflexión del tobillo.

Durante la carrera la extensión total de la cadera ocurre después del despegue y resulta de la duración insuficiente de la fase de apoyo, los distintos ángulos promedio que se ha logrado medir indican que durante la carrera la flexión de la rodilla al momento del contacto inicial con el suelo alcanza hasta 40°, a diferencia de los 7° que se logra durante la caminata, durante la fase de apoyo se puede alcanzar hasta 60° (a diferencia de 7°-10° durante la marcha). Al contacto inicial con el suelo se provoca además una flexión plantar en la caminata mientras que en la carrera se provoca dorsiflexión, el cual acompaña a la fase de apoyo de todo tipo de marcha.<sup>26</sup>

Dependiendo del gesto técnico del atleta además el contacto inicial no siempre será el talón este puede ser también el mediopie y el antepié, permitiendo entre otros aspectos la disminución del gasto energético del atleta.

La fuerza del impacto inicial con el suelo corresponde al 85% del peso corporal en la caminata y 170% en el pedestrisimo, se ha estudiado además un segundo pico de fuerza vertical de aproximadamente 100% en la caminata, 250% en el pedestrisimo y un poco menos en la carrera normal.

En la carrera además se aplican fuerzas de cizallamiento las cuales son iguales ya sea en la caminata o el pedestrisimo ya que esta energía se emplea para elevar y descender verticalmente el cuerpo, sin embargo, estas corresponden al doble en la carrera mismas que se deben al ángulo que adopta el cuerpo y del uso de más energía para impulsarlo hacia adelante.<sup>24</sup>

La actividad muscular durante la carrera implica a todos los grupos musculares del miembro inferior pero debido a la dificultad de análisis biomecánico específico de cada uno de ellos se describirán los músculos más estudiados que corresponden al glúteo mayor, cuádriceps, el complejo gastrocnemio-soleo y el tibial anterior.

Los músculos posteriores del muslo participan en la fase final de balanceo, el glúteo mayor continua en la extensión de la cadera y durante el primer 10% de la fase de apoyo, después del contacto del talón con el suelo, posteriormente estos músculos mostrarán actividad en el último 25% de la fase de balanceo en la caminata y la carrera y permanecerán activos durante gran parte de la fase de apoyo<sup>24</sup>.

La actividad del cuádriceps se encuentra hacia el final de la fase de balanceo y el primer 15% de la fase de apoyo al momento del choque del talón en la caminata o el pedestrismo, además en las fases iniciales de apoyo conforme se provoca la flexión de la rodilla, este músculo durante la carrera corresponde además a la primera mitad de la fase de apoyo y última mitad de la fase de balanceo.

El complejo gastrocnemio - soleo frena el movimiento de propulsión hacia delante de la tibia sobre el pie fijo en la caminata, se debe mencionar que al llegar al punto medio de la fase de apoyo, no hay impulso sino únicamente despegue del pie, sin embargo, este grupo muscular participa en la carrera hacia el fin de la fase de balanceo, en 80 y 50% de la fase de apoyo, cumplen una función de desaceleración y absorción del impacto. <sup>24</sup>

Finalmente la acción del músculo tibial anterior se evidencia durante la fase de balanceo de la caminata tiempo en el cual se mantiene permanentemente en acción, iniciando hacia el final de la fase de apoyo, al despegarse el pie del suelo, provocando un efecto de inversión de pie así como dorsiflexión del antepié, además durante la marcha la marcha al momento de la flexión plantar este se activa lo cual permite la caída del pie al desacelerar. En la carrera al momento del despegue el tibial anterior se mantiene en contracción, continuándose durante toda la fase de balanceo y el primer 60% de apoyo, determinando una acción de fuerza más uniforme en este acto biomecánico. <sup>24</sup>

Los hechos descritos entonces son los responsables de proporcionar una marcha adecuada, haciendo que la repetición de cada ciclo asociadas a movimientos inadecuados o excesivos del pie y el tobillo sea las causantes de la mala distribución de fuerzas lo que conllevaría finalmente a explicar muchas de las lesiones deportivas del miembro inferior.

El estudio de la mecánica biológica de la marcha se deberá realizar en sus distintas fases, ya sean estas estáticas, asistidos por fotografía, dinámicas asistidas por video y con el atleta en pie descalzo y calzado con su zapato deportivo habitual, ya que muchas de las anomalías de la marcha están causadas a menudo por el uso inadecuado del zapato y no por la disfunción de las distintas estructuras anatómicas del pie.

## **Clasificación del Tipo de Pisada**

El tipo de pisada se ha clasificado de manera general dentro de tres tipos principales que son el pie supinador, la pisada neutra o “normal” y la pisada denominada de pronador o de “pronación excesiva” ya que como se ha descrito previamente la pronación corresponde a una fase normal de la fase dinámica de la marcha. Estos tipos de pie se han denominado además como pie cavo (supinador), pie plano (pronador) y pie normal (neutro).<sup>27</sup>

El tipo de pisada además influirá en la selección adecuada del calzado deportivo con la finalidad de obtener un buen desempeño deportivo y aprovechar el potencial del atleta, convirtiéndose en una ayuda más para la mejora de marcas y tiempos personales, además permitirá aplicar las distintas tecnologías disponibles en el desarrollo del calzado para compensar deficiencias biomecánicas de un pie y prevenir lesiones características de los corredores.

A continuación se realizará una revisión bibliográfica de las distintas características biomecánicas de estas denominaciones en las que se incluyen a todo tipo de individuo que no presente una patología específica del pie.

### Supinación

La característica del pie supinador se produce cuando fuera de los valores normales biomecánicos se pierde el movimiento de pronación, corresponde a la opción

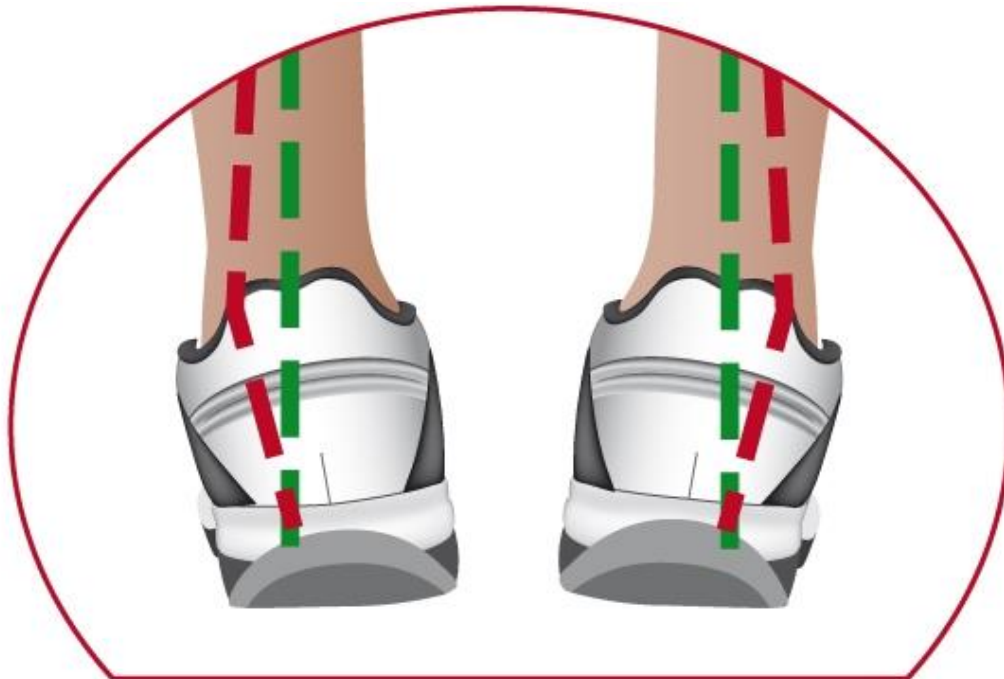
menos frecuente de pisada del corredor correspondiendo aproximadamente entre el 5 y 10% del total de corredores.<sup>28</sup>

En este tipo de pisada la biomecánica implicada hace que durante la primera fase de apoyo del pie, la zona más externa del calzado golpee el suelo con un ángulo mayor, ocasionando una transmisión de gran intensidad a través de todo el tren inferior, prolongándose además durante las fases de apoyo plantar lo que se traduce finalmente en un deterioro en la eficiencia de la carrera, aumentando incluso los niveles de gasto energético para el atleta.

Es entonces que si analizamos el calzado deportivo del atleta observaremos un desgaste mayor en la zona externa de la suela y en ocasiones un desplazamiento de la parte superior del zapato o incluso la deformación hacia el exterior del mismo.

Los supinadores debido a este antecedente biomecánico tienden a sufrir lesiones que comprometen la cara externa del miembro inferior<sup>29</sup> y son más susceptibles a patologías como las fracturas por estrés y periostitis, debido al exceso de impacto que reciben.<sup>26</sup>

Los corredores supinadores son los candidatos idóneos para el uso de tecnología neutra o con sistema cushion en el calzado, ya que las mismas proveen un adecuado sistema de amortiguación, se debería evitar las mediasuelas de doble densidad, favoreciendo la disminución de la transmisión de las fuerzas hacia el miembro inferior y la columna del atleta.



## Supinación

*Ilustración 2. Pie en supinación. Tomado de [www.runalytics.es](http://www.runalytics.es), 2013*

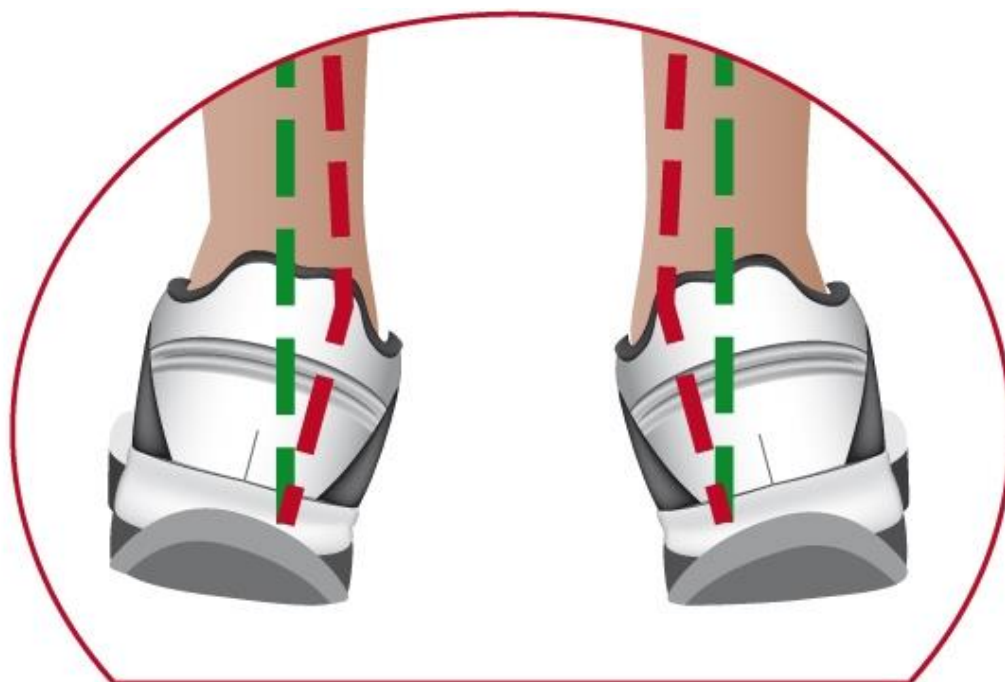
### Pronación

En la pronación la aplicación del peso corporal durante las distintas fases de la marcha y la carrera provocan un movimiento en valgo del retropie, movimiento de gran complejidad en el cual la articulación subastragalina cumple un papel fundamental desarrollándose una acción de rotación interna del pie una vez que se inicia el contacto con el suelo por parte del retropie, como ya se explicó previamente en el análisis biomecánico de la fase estática de la marcha, la pronación corresponde a un acto fisiológico que permite suavizar y amortiguar este contacto inicial, favoreciendo además la propiocepción del pie y el tobillo en especial sobre superficies irregulares.

La superación de los valores normales de este proceso fisiológico provoca una hiperpronación, clasificada como leve, moderada o severa, valores además analizados a través de herramientas como el índice postural del pie (IPP o Foot Posture Index) <sup>13</sup> del cual se hablará más adelante, que derivan en una pérdida del control normal de la pronación “fisiológica” provocando un mayor estrés sobre los

tejidos blandos del pie lo cual finalmente se asociará a distintas lesiones deportivas como la fascitis plantar, los esguinces de tobillo y múltiples tendinopatías. <sup>30</sup>

Los reportes indican que cerca del 20 al 30% de los corredores presentan pies pronadores en distintos grados considerándose como uno de las pisadas más frecuentemente presentes en los atletas y corredores habituales.



## Pronación

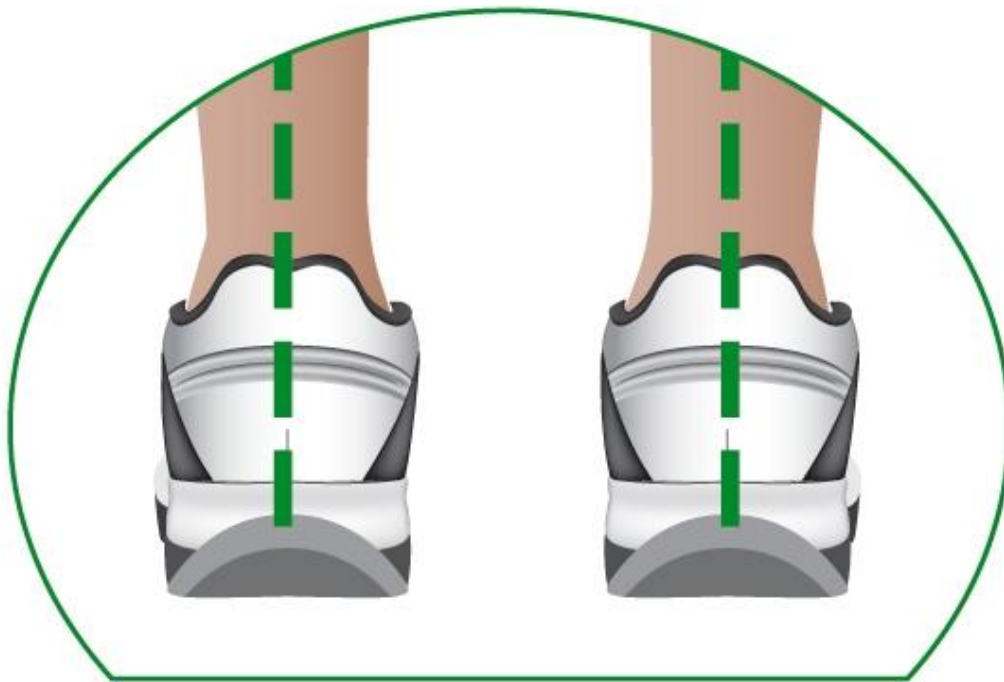
*Ilustración 3 Pie en pronación. Tomado de [www.runalytics.es](http://www.runalytics.es) 2013.*

### Neutro

La pisada neutra estadísticamente corresponde entre el 60-70% de los corredores habituales y se describe como la pisada ideal para la práctica del atletismo. En este caso la pronación asociada a la amortiguación necesaria para la fase de apoyo de la marcha o la carrera es mínima, aspecto que se evidencia al analizar el calzado de estos deportistas con un desgaste uniforme o en forma de S, observándose un desgaste que inicia hacia el exterior del talón y dirigiéndose hacia el primer dedo.

La pisada neutra es más permisiva respecto al uso de un determinado tipo de calzado y la tecnología aplicada, tomando en cuenta otros aspectos más en relación

con el peso del atleta, la superficie de entrenamiento, la distancia habitual recorrida o el gesto técnico del individuo.



## Alineación neutra

*Ilustración 4 Pisada Neutra. Tomado de [www.runalytics.es](http://www.runalytics.es)*

### El calzado deportivo

Durante la práctica de la actividad deportiva y en especial en la carrera la aplicación de fuerzas y el soporte sobre el pie es muy alto, con valores que alcanzan hasta tres veces el peso corporal del individuo y con desplazamientos que sin el apoyo de un adecuado calzado provocarían indiscutiblemente una lesión deportiva, es así entonces, que el uso correcto del zapato deportivo cumpla funciones como la facilitación de los movimientos fisiológicos del pie, la protección y la corrección de problemas como la pronación o supinación excesiva, además de prevenir patologías como tendinitis, fascitis plantar, neuritis, descompensaciones musculares, etc., y a su vez permiten una nivel adecuado de comodidad y eficacia

en el gesto deportivo, por lo que su adaptación a las características individuales y condiciones específicas del deporte es primordial.

### Partes del Calzado

Dentro de las partes del calzado deportivo encontramos distintos componentes, fabricados en distintos materiales y con funciones específicas, entre las que encontramos:

- El hormado: Constituye el patrón sobre el que se construye el calzado, actualmente este se encuentra en relación con la anatomía funcional del pie y con diferenciaciones dependiendo de las características más prevalentes entre los atletas.
- El material de corte: Corresponde a los distintos elementos utilizados en la parte superior del calzado (upper), se compone a su vez del empeine, los refuerzos externos y la plantilla.
- Los contrafuertes: Sistemas de material rígido situados en diferentes partes del calzado para darle una mayor rigidez, uno de los más habituales corresponde al ubicado en el talón, por lo general se utilizan termoplásticos incluidos dentro del material de corte del zapato, estos están implicados en la mayoría de tecnologías de calzado con el fin de contrarrestar los distintos movimientos fuera de rangos normales como la sobrepronación o la supinación.
- La mediasuela o entresuela: Ubicada entre el material de corte y la suela, su función principal se asocia a las funciones de amortiguación y la estabilización de los distintos movimientos del pie, entre los materiales utilizados se encuentran entre otros, poliuretanos, etil.vinil-acetato, air-sole, sorbothane, etc.), los cuales pueden además combinarse a manera de cuñas con objetivos biomecánicos finales distintos que dependerán de los objetivos finales de diseño. Dentro de la mediasuela se incluyen además elementos como geles, fluidos o cámaras de aire que favorecen la amortiguación en el

calzado. Se debe tomar en cuenta que el exceso de elementos a este nivel puede influir sobre la propiocepción del pie y finalmente en la estabilidad del mismo.

- La suela: Corresponde al material que entra en contacto con el suelo, de esta depende la adherencia hacia la superficie donde se realice el acto de correr, y además corresponde a un componente importante en la estabilidad y en menor cantidad en la amortiguación. Las propiedades de la suela dependen del material que se utiliza, su diseño el cual permite el aumento de la superficie de contacto y el agarre y la huella o dibujo de la suela que influirá sobre las condiciones específicas que presente el suelo.



### Corte de la parte inferior:

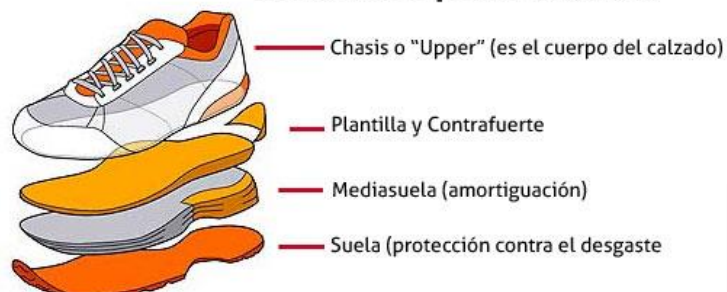


Ilustración 5 Partes del calzado. Tomado de <http://www.atletas.info/wp-content/uploads/2013/02/anatomia-calzado.jpg>

### Características mecánicas del calzado deportivo

El zapato deportivo además debe cumplir con características mecánicas específicas todas en relación a los movimientos que realiza el pie y las cargas mecánicas a las que se ve sometidas, las cuales se transmiten directamente al suelo y son aspectos que podrían determinar el éxito en el acto deportivo.<sup>18</sup>

. Entre las características se incluyen:

- Amortiguación: Permiten distribuir las fuerzas generadas en contacto del pie con el suelo, se utilizan distintos materiales que permitirán disipar estas fuerzas sin afectación del gesto y rendimiento deportivo
- Flexibilidad: que permitan el desarrollo de los rangos y grados de movilidad máximos del pie y a su vez limitar alteraciones no fisiológicas que se producen ya sea por deficiencia técnica del deportista.
- Peso: el cual influirá dependiendo del deporte practicado, en el caso del atletismo de fondo y semifondo el calzado debe ser ligero pero a su vez con una resistencia importante para alargar su vida útil.
- Tracción: Permitiendo a través de una adecuada fricción entre los materiales mejorar aspectos como el impulso del cuerpo en la dirección deseada o la estabilización en superficies irregulares, se encuentra condicionado por el material y las características de la suela.
- Sujeción: A través de lo cual se obtiene una adaptación a la anatomía del pie, utiliza distintos métodos o sistemas de ajuste, encordado, correas, etc.

Dentro de los distintos sistemas de amortiguación, son tan variables como marcas comerciales de calzado existen, cada uno con características mecánicas específicas dadas por coeficientes de resistencia o la utilización de sistemas rígido o semirrígido basados además en distintas aplicaciones geométricas que permitirán

la adecuada redistribución de las fuerzas vectoriales aplicadas, entre estos sistemas podemos mencionar por ejemplo, el sistema Gel® de Asics®, Adiprene® o boost® de Adidas®, Wave® de Mizuno®, Air® o Lunarlon® de Nike®, Hexride® de Reebok®, Progrid® de Saucony®, entre otros. <sup>18</sup>

### **Adaptaciones Individuales del Calzado**

El calzado deportivo deberá además adaptarse a distintas condiciones o características intrínsecas del individuo como la edad, el sexo, el peso, tipo de pisada, peculiaridades biomecánicas del individuo y las características de deporte a practicarse. La mayoría de fabricantes intentan abarcar las condiciones morfológicas más frecuentes sin embargo el calzado deportivo debe tomar en cuenta aspectos como:

- Forma del Pie: que permitan mejorar el ajuste, un adecuado hormado dependiendo del tipo de pie según la variante anatómica que presente y la eliminación de lesiones por rozadura y fricción en el interior del calzado.
- Biomecánica del pie: que permitan corregir a través del calzado los movimientos excesivos de pronación o supinación, dependiendo además si la pisada es de pronador, supinador o neutro.
- Edad: En este aspecto se detalla las variantes en especial sobre la amortiguación la cual es menor en el calzado infantil para permitir el desarrollo fisiológico normal y el trabajo de la propiocepción en los niños.
- Sexo: Las hormas femeninas son de menor tamaño y más estrechas, y a pesar de que se usan sistemas de amortiguación con similares materiales, el hecho de que el peso en el sexo femenino sea menor disminuye la densidad en el empleo de los distintos sistemas. Está por demás el señalar los aspectos estéticos y de color usado entre el calzado masculino y femenino.

- Entrenamiento o competición: Que dependerá de la resistencia de los materiales, y en esencia del peso en el caso específico del atletismo donde un zapato más ligero puede beneficiar el rendimiento deportivo global.
- Peso: Actualmente los distintos diseños de calzado se basan en esta característica individual, haciendo referencia a los 80 kilogramos como un referente para la variación en especial sobre el sistema de amortiguación

## **Tecnología Aplicada al Calzado Deportivo**

Una vez explicadas las características y componentes principales del calzado se procederá a realizar un análisis de las principales tecnologías aplicadas al calzado deportivo de carrera, haciendo hincapié en las tres tecnologías principales tomadas en cuenta para la realización de este trabajo.

Se recuerda que el calzado deportivo se considera la prenda más importante para la práctica de este deporte, sin desmerecer por supuesto a la ropa utilizada, pero con la mayor utilidad para mejorar el rendimiento deportivo, no alterar el gesto técnico o mejorarlo y desde luego su gran utilidad al momento de la prevención de lesiones asociadas a la práctica deportiva.

La amplia disponibilidad de modelos ofrecidos por las distintas marcas, que se calcula en aproximadamente 400 modelos distintos presentados cada 6 meses<sup>31</sup> dificulta al usuario la elección correcta, haciendo que en medios como el nuestro no se conozca los reales criterios necesarios para la selección adecuada, a diferencia de lo que ocurre en países más desarrollados donde la información y las herramientas utilizadas en los mismos sitios de venta ofrecida a los atletas permite una mejor elección.

Es así entonces que el zapato diseñado para las carreras requieren de la aplicación de múltiples efectos mecánicos que permitan entre otros, ofrecer amortiguación al aparato locomotor, absorber las fuerzas de vibración, estabilizar la pisada equilibrando la pronación y supinación del retropié-antepié, mejorar la tracción, el

deslizamiento excesivo y el rendimiento del corredor, además deben facilitar el gesto deportivo propio del deporte.<sup>32</sup>

Si bien podríamos ahondar en el tema y extendernos fácilmente en el análisis de cada uno de los calzados he decidido detallar las características más importantes de cada uno de los sistemas de Amortiguación o “CUSHION”, estabilidad o “Stability” y el de control de movimiento “MOTION CONTROL” referidos posteriormente en el análisis, resultados y discusión del presente trabajo.

### Control de Estabilidad “Stability”

Elaboradas a base de fibra de vidrio, kevlar o **poliparafenileno tereftalamida**<sup>33</sup> y grafito, por cada fabricante ha sido asignado una nomenclatura especial como “Torsion”© de Adidas©, “Trusstic” © de ASICS©, “Wave” © de mizuno, “LUNARGLIDE” © de Nike©, etc.

Su acción está dada principalmente por unas láminas planas, delgadas y rígidas, ubicadas por debajo de la suela a nivel del mediopie y sirven tanto para mantener la integridad del calzado como para estabilizar al mediopie y favorecer y dirigir la transición entre las cargas aplicadas al momento del apoyo del talón y del apoyo del antepié.

Los componentes entonces brindan una estabilidad torsional al zapato, independizando de una manera relativa el movimiento del retropie, antepié y disminuyendo el riesgo de lesiones por torsión como los esguinces de tobillo.



Ilustración 6 Aspecto Posterior e inferior del calzado con control de estabilidad. Tomado de: <http://pododepor.com> y <http://www.globalfashionreport.com> ,2103

## Control de Movimiento o “Motion Control”

La misma biomecánica y anatomía del pie que nos permite identificar la disposición del astrágalo respecto al calcáneo nos indica la dirección que va tomar el pie el momento que realiza el apoyo completo dirigiéndose hacia la pronación, provocando una variación normal entre 6 y 8°, aspecto que en el caso de los hiperpronadores no se mantiene, aumentado o sobrepasando a distintos niveles estos grados tolerables, además se destaca el hecho evidenciado en múltiples atletas con pies neutros o supinadores que por efecto de la fatiga muscular propia de la competencia deportiva terminan presentando problemas de hiperpronación al final de una competencia, es así que este sistema tiene como objetivo final evitar esta acción de sobrepronación del atleta.

Las funciones dadas están entonces en relación a un sinnúmero de factores como la rigidez que debe ofrecer este tipo de calzado afectando la estética del diseño, perdiendo su flexibilidad relativa y aumentando su peso por factores inherentes a los materiales. Además los controles varían dependiendo de la necesidad desde ser discretos hasta una necesidad de control alto de la sobrepronación.

Este tipo de zapatos presenta postes internos identificados incluso por los colores aplicados que suelen ir colocados sobre la parte posterior del talón, en el mediopie o incluso abarcar la totalidad de la mediasuela. Estos postes pueden ir desde 2 a 16 cm de longitud brindando un control progresivo del movimiento de pronación.





*Ilustración 7 Aspecto del calzado con tecnología motion control, tomado de [www.runningshoesgeek.com](http://www.runningshoesgeek.com), 2013*

### **Amortiguamiento o “Cushion”**

La necesidad de amortiguación en todos los sistemas de calzado es primordial en la práctica del atletismo, en especial cuando se conoce la cantidad de fuerza a la que se somete durante cada ciclo de marcha o de carrera y el hecho ya mencionado previamente que se puede alcanzar una necesidad de soportar hasta 3 veces el peso corporal del individuo.

Por este motivo muchos fabricantes han diseñado múltiples sistemas de amortiguación como las cámaras de aire, el gel y diferentes polímeros de densidad y comportamiento elástico variable.

Por lo general estos sistemas están diseñados para atletas pesados que superan los 80 kilogramos de peso corporal y eso hace que las distintas marcas comerciales combinen múltiples sistemas, que si bien han mejorado la capacidad de amortiguación también han complicado la biomecánica del pie, se recuerda aquí la función fisiológica de la articulación subastragalina como principal componente amortiguador del pie, la grasa plantar y la estructura general de las articulaciones tarsianas, estas características técnicas entonces provocarían finalmente en la actitud de la marcha un aumento en la pronación en el individuo solo por las

excesivas características tecnológicas del calzado siendo contraindicadas para gente con este tipo de pisada y recomendables para gente con arcos altos, pies cavos o supinadores por la falta de control fisiológico inherente a ellos.



*Ilustración 8 Aspecto de zapato con tecnología cushion, tomado de [www.nikeblog.com](http://www.nikeblog.com), 2013*

## **Podoscopía**

El podoscópio utiliza el principio físico de la refracción de la luz entre diferentes medios (vidrio, plástico y aire), con una respuesta en tiempo real inmediata y una estabilidad de las imágenes en el tiempo inigualable.

Su uso permite complementar los exámenes de ayuda diagnóstica en trastornos de la salud del aparato locomotor. Puede ser una herramienta de apoyo para diferentes especialidades médicas como la Ortopedia, La Medicina Física y Rehabilitación, la Dermatología, Vascular periférico, La Medicina interna, La Medicina Deportiva, la Medicina del trabajo, La diabetología, entre otros.

Entonces a través de la podoscopía podemos identificar la huella plantar que corresponde a la parte de la planta del pie que contacta con el suelo o con una superficie lisa tanto en bipedestación como sedestación,<sup>34</sup> obteniendo resultados de que nos muestre una pisada “normal”, “plana” para nuestro caso de estudio pronador, o “cava” para el caso de los supinadores.

Así tenemos que para que se considere normal sería antepié, retropié, istmo y los pulpejos de los 5 dedos los que se marquen, siendo además la altura del istmo de aproximadamente 1/3 de la anchura total del antepié.

Si el ancho es mayor de 1/3 tendremos una huella plana con distintos grados que ya se han establecido:

1. Grado 1 cuando supera el 1/3 del ancho total
2. Grado 2. Cuando supera hasta el 2/3 de la anchura total del istmo
3. Grado 3. Si pasa llegando casi al total cuando une totalmente los dos
4. Grado 4. Cuando sobre pasa el ancho de los talones

Las huellas cavas o de supinador también se han clasificado en grados respecto a lo mencionado a continuación:

1. Precava: Cuando es una huella un poco menor que 1/3 del istmo
2. Grado 1: Cuando sea más o menos la mitad del 1/3
3. Grado 2: Cuando supera más de la mitad del 1/3 (cavo severo)
4. Grado 3: Cuando no me aparece el istmo (escavada).

Se han aplicado además múltiples índices para medir la huella entre los que se destacan:

1) Índice de valgo:

Indica la posición del talón con respecto al eje longitudinal del pie.

En este caso se debe conseguir el eje longitudinal del pie, marcando el punto más prominente en la zona medial tanto anterior como posterior y en la zona lateral igual. Este eje pasa por el segundo dedo o entre el primero y el segundo dedo, así será un eje fisiológico.

En los puntos A y B hemos marcado las proyecciones de los maléolos unimos los puntos y el punto de corte con el eje longitudinal del pie es el punto C.



Ilustración 9. Líneas trazadas para cálculo de índice de valgo. Tomado de <http://podojuniors.blogspot.com/2012/06/mensuraciones.html> 2012.

$$\frac{1/2 AB - AC}{AB} \times 100$$

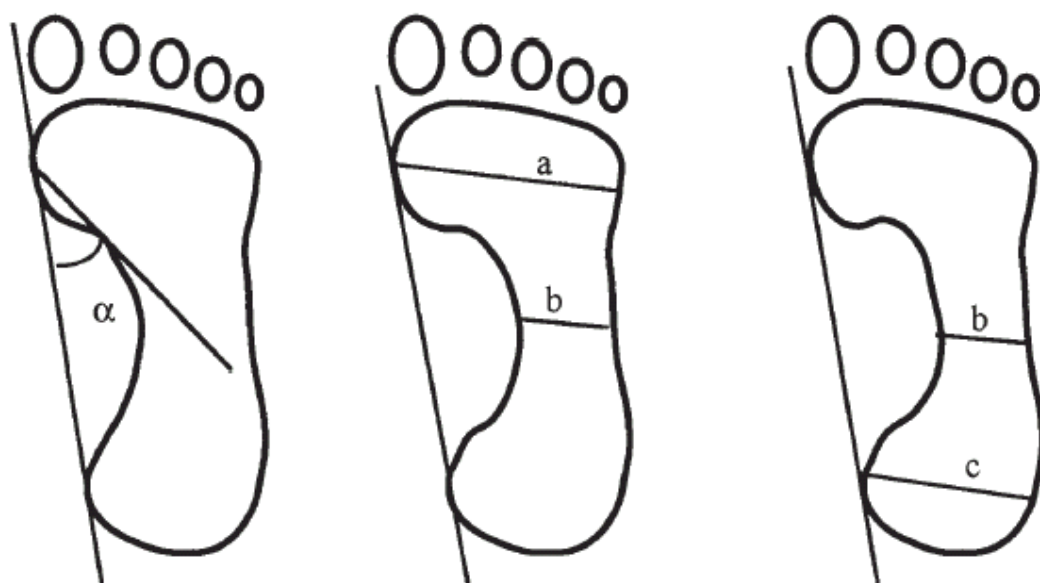
Valores<sup>35</sup>:

- rango de normalidad: 11-14
- valores superiores: tendencia al valgismo talar
- valores inferiores: tendencia al varismo talar

2) Ángulo de Clark:

Se traza una línea entre el punto más prominente del antepié con el punto más prominente del retropié, y con otra línea desde el punto más profundo del istmo al punto más prominente del antepié.

Si ese ángulo está en  $38^{\circ} \pm 7^{\circ}$  es condiciones normales, si está por encima de 45 habrá una tendencia al cavo y si está por debajo a plano.



Ángulo de Clarke ( $\alpha$ )      Índice de Chippaux-Smirak (b/a %)      Índice del arco (Staheli et al) (b/c)

Ilustración 10 Esquema de las líneas trazadas para cálculo del Ángulo de Clarke, Índice de Chippaux-Smirak, Índice Staheli. Tomado de <http://podojuniors.blogspot.com/2012/06/mensuraciones.html>, 2012

Valores:

Rango de normalidad de  $38 \pm 7$  grados

Valores superiores: tendencia al cavismo.

Valores inferiores: tendencia al aplanamiento y /o pronación.

### 3) Índice de Chippaux:<sup>36</sup>

Se divide la zona más estrecha del istmo entre la zona más ancha del antepié obtenida con una recta paralela y multiplicamos por 100

Valores:

Rangos de normalidad: 25% a 45% normalidad

Valores superiores: plano pronación

Valores inferiores: cavo y supinación.

#### 4) Índice de Stahelli:

Se trata de la línea más estrecha del istmo y una letra paralela a la zona más ancha del retropié. Divido el istmo entre la del retropié

Valores:

Rangos de normalidad: entre 0.9 y 0.69 normal.

Valores superiores: plano

Valores inferiores: cavo.

### **Índice Postural del Pie**

El índice postural del pie, en su versión de seis criterios (IPP-6) desarrollado por el Dr. Anthony Redmond y sus colaboradores fue creado con la finalidad de poder realizar una evaluación estática del pie y cuantificar de una manera más objetiva el grado de posición del pie ya sea como neutra, pronada o supinada, fue modificada y simplificada a seis criterios redefinidos a partir de una versión original de ocho.

Las valoraciones para la aplicación de esta herramienta implican la bipedestación del paciente, en posición relajada con la base de sustentación y el ángulo de progresión en estática y apoyo bipodal <sup>13</sup>, lo que asemeja a la posición aproximada del pie durante el ciclo de la marcha.

El método de puntuación de los criterios del IPP-6 se gradúa de acuerdo a un valor asignado a los criterios, con las valoraciones que corresponde de acuerdo a lo siguiente:

- Valores Negativos: Supinadores
- Valores entre cero (0) y +4: Neutros
- Valores Mayores a 4: Pronadores

Los seis criterios clínicos empleados en el IPP son:

1. Palpación de la cabeza del astrágalo
2. Curvatura supra e inframaleolar lateral
3. Posición del calcáneo en el plano frontal
4. Prominencia de la región talonavicular
5. Congruencia del arco longitudinal interno
6. Abducción/ aducción del antepié respecto al retropié.

Existen indicaciones previas y necesidades de espacios amplios que permitan mantener acceso alrededor del paciente y capacidad de observar la cara posterior de la pierna y le pie durante toda la evaluación

Las indicaciones para la aplicación del test se explican a continuación:

### **1. Palpación Cabeza del astrágalo**

Requiere apoyo palpatorio de la cabeza del astrágalo y su relación respecto a la cara medial y lateral a nivel del tobillo.

Se puntúa de acuerdo a los siguientes criterios:

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral pero no en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral y ligeramente en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara medial y lateral	Cabeza del astrágalo ligeramente palpable en la cara lateral y palpable en la cara medial	Cabeza del astrágalo no palpable en la cara lateral pero si palpable en la cara medial

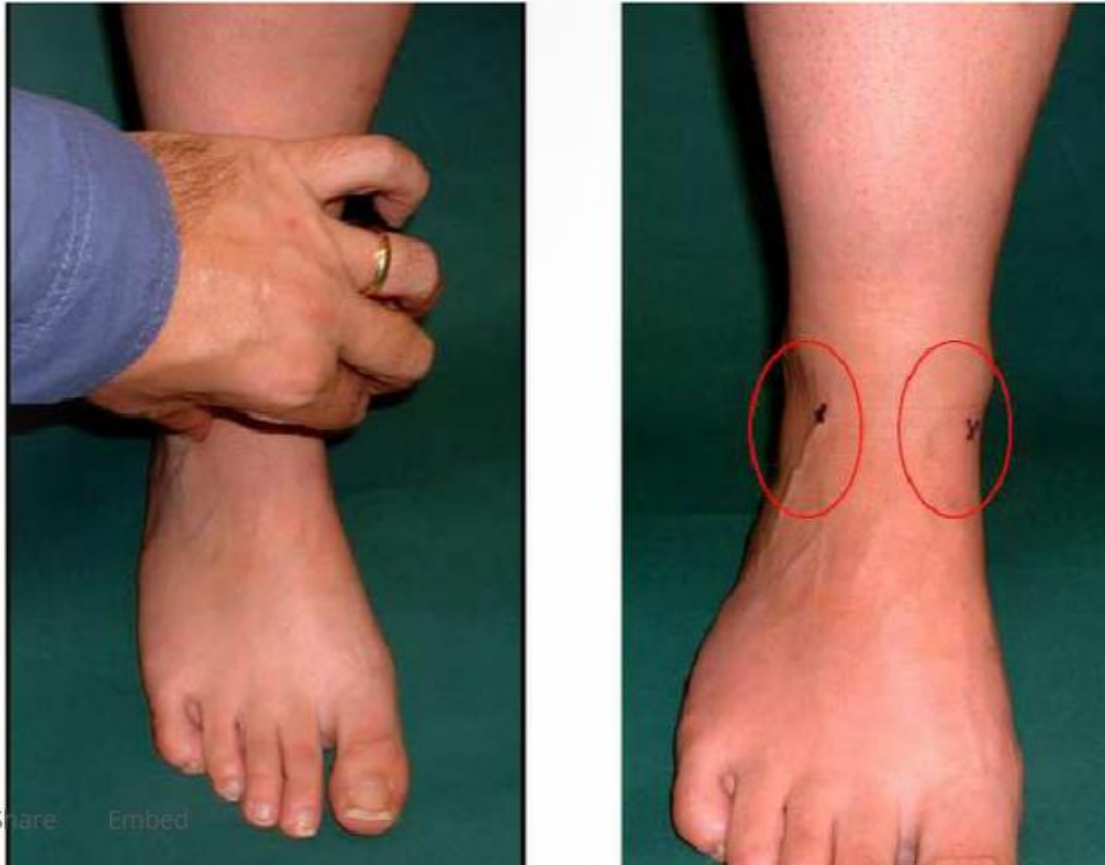


Ilustración 11 Palpación Cabeza del astrágalo, Técnica y Marcaciones, García 2005

## 2. Curvatura Supra e inframaleolar Cara lateral

Basado en la observación principalmente, con posibilidad de apoyo referencial con una regla y limitado bajo condiciones específicas del paciente como el edema o la obesidad, caso en el cual se puede obviar el resultado de este parámetro para la puntuación final.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Curva debajo del maléolo más	Curva debajo del maléolo cóncava pero más	Ambas supra e infracurvatura maleolar iguales	Curva debajo del maléolo más cóncava	Curva inframaleolar marcadamente más cóncava que la curva supra

	recta o convexa	plana aunque más que la curva superior		que la supra	
--	-----------------	--	--	--------------	--

**Supinated (-2)**

**Neutral (0)**

**Pronated (+2)**

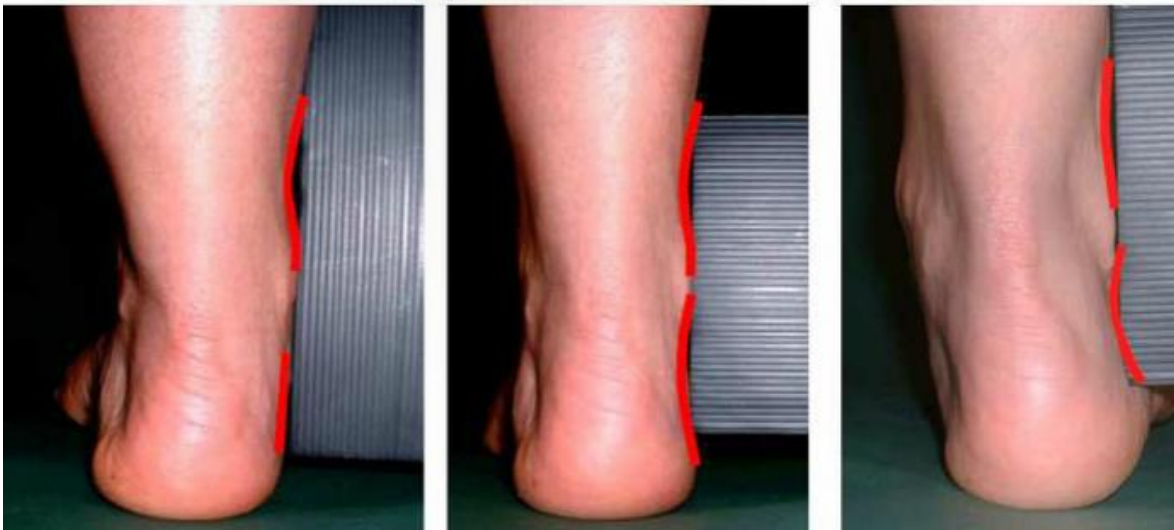


Ilustración 12 Líneas referenciales para identificación de la curvatura Supra e inframaleolar Cara lateral, García 2013

### 3. Posición del calcáneo plano frontal

Basada en observación, similar a la medición realizada para la cuantificación de la posición neutra y relajada del calcáneo en apoyo, se valora la perpendicular del eje del pie, no es necesario la medición del ángulo respecto al suelo, solo se requiere la visualización del calcáneo en el plano frontal

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Más de 5 grados de estimación de inversión o varo	Entre la vertical y los 5 grados de estimación de	Vertical	Entre la vertical y los 5 grados de estimación	Más de 5 grados de estimación de eversión o valgo

		inversión o varo		de eversión o valgo	
--	--	------------------	--	---------------------	--

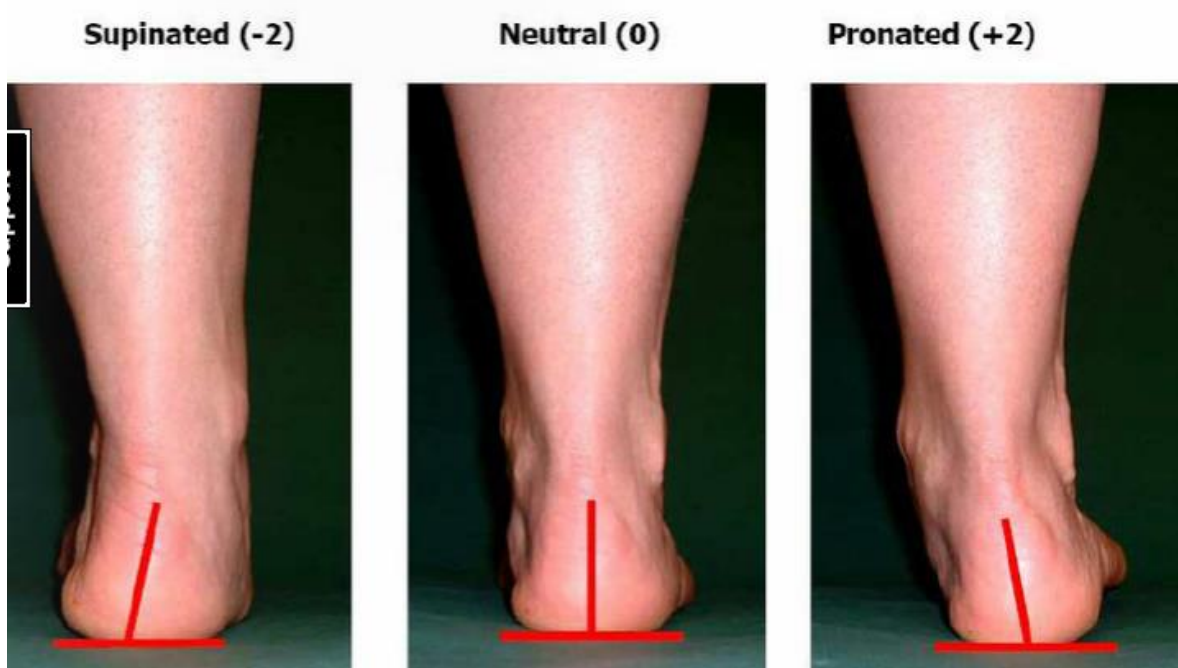


Ilustración 13 Posición del calcáneo plano frontal, líneas de referencia, García 2005

#### 4. Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE)

La observación del abultamiento de AEE identifica un pie pronado, y la concavidad o hundimiento al que se hace referencia solamente se observa en pies altamente supinados.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Área de la AAE marcadamente cóncava	Área de la AAE ligeramente pero poco definido de forma cóncava	Área de la AAE plana	Área de la AAE ligeramente abultada	Área de la AAE marcadamente convexa o abultada



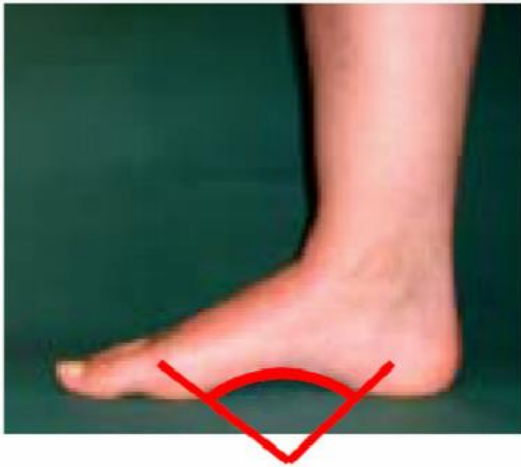
Ilustración 14 Sitio Referencial para Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE), García 2005.

### 5. Altura y congruencia del Arco Longitudinal Interno

La altura del arco y forma del arco son indicadores valiosos de la función del pie, para motivos de valoración la congruencia es más informativa que la altura.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Arco alto y angulado hacia posterior	Arco moderadamente alto y ligeramente angulado hacia posterior	Altura del arco normal y curvatura concéntrica	Arco ligeramente disminuido con ligero aplanamiento de la Proción central	Arco, severo aplanamiento y contacto con el suelo

### Neutral (0)



### Supinated foot (-2)



### Pronated foot (+2)



Ilustración 15 Altura y congruencia del Arco Longitudinal Interno, líneas referenciales, García 2005

## 6. Abducción / Aducción del antepié respecto al retropié

Conocido además como el signo “muchos dedos”, al observar el pie desde atrás en línea con el eje longitudinal del talón, se observara la porción del antepié sobre el nivel lateral y medial, con las visiones correspondientes hacia cada lado dependiendo de la pronación o supinación presentada.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Los dedos laterales no se visualizan. Visibilidad	Los dedos mediales más visibles	Dedos mediales y laterales igual de visibles	Dedos laterales ligeramente más visibles que	Dedos mediales no visibles. Dedos laterales

	marcada de dedos mediales	que los laterales		los mediales	claramente visibles.
--	---------------------------	-------------------	--	--------------	----------------------

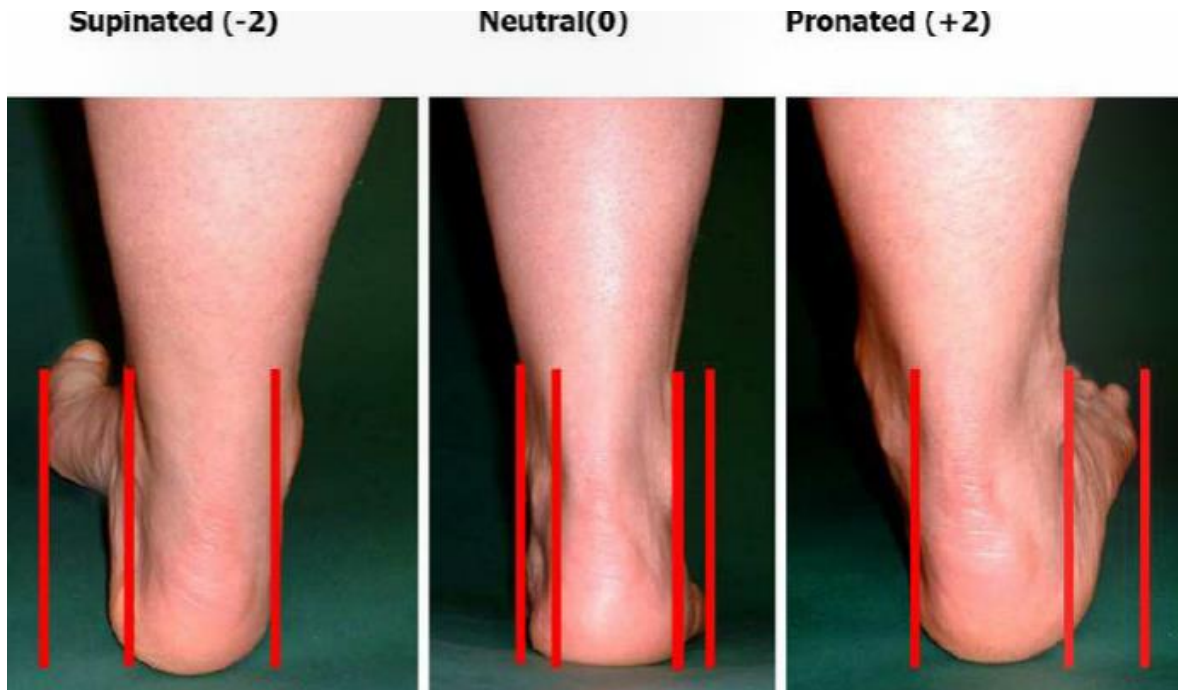


Ilustración 16.6. Abducción / Aducción del antepié respecto al retropié, líneas referenciales, García 2005.

El IPP ha sido validado ampliamente con estudios como la fotopodografía, la baropodometría con valores adecuados de predicción por lo que se considera una de las herramientas con facilidad de accesos para la práctica clínica.

## Parques de Quito

### Parque La Carolina.

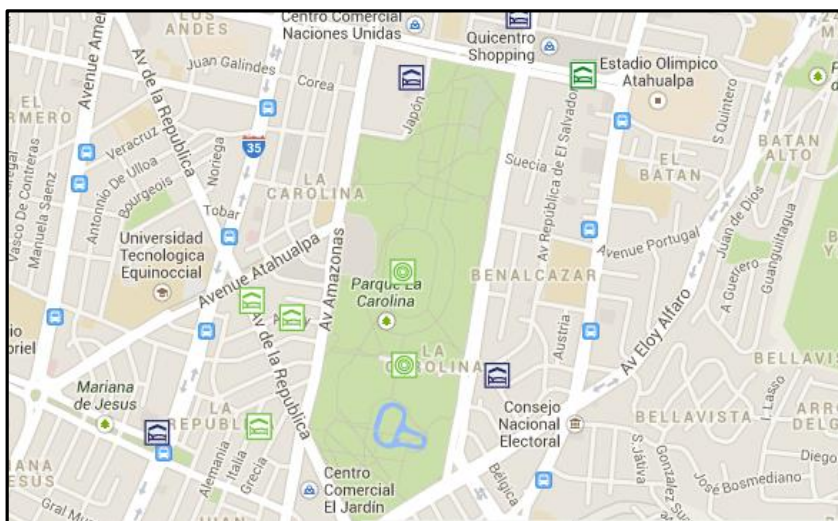


Ilustración 17 Esquema de la ubicación del parque la Carolina, elaborado con GoogleMaps.R. Rosales 2014.

Ubicado en la zona de Ñaquito, corazón empresarial de la capital ecuatoriana. Posee 640000 metros cuadrados de espacios verdes y áreas deportivas. (1)

El parque la Carolina hace aproximadamente un siglo forma parte de la "hacienda La Carolina", propiedad de la familia Jijón, su nombre surgió como apelación al Vizcondado de la Carolina Malagueña, concedido en 1784 por Carlos III a Miguel de Jijón y León.<sup>37</sup>

Para la década de 1930, la ciudad de Quito seguía extendiéndose cada vez más al norte, y la familia Jijón decide entonces vender la hacienda por partes, para permitir así, el desarrollo de la urbe moderna. El municipio decide entonces expropiar dichos retazos de la antigua hacienda de los Condes en 1935 y transformarla en un parque verde planificado.<sup>35</sup>

El parque es reestructurado en 1976 incluyéndose los predios del Hipódromo de Quito.

El parque La Carolina es uno de los parques urbanos más grandes de Quito y del Ecuador.

Se encuentra delimitado por las avenidas de Los Shyris, Eloy Alfaro, Amazonas, República y Naciones Unidas, a 2760 msnm. <sup>35,38</sup>

El parque está conformado por siete zonas recreativas:

Zona deportiva, Zona aeróbica, Zona infantil, Zona de la laguna, Zona de patinaje, Boulevard, Estacionamientos, 7 Edificios Dentro del área del parque, Jardín Botánico de Quito, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Vivarium, Avión de la Fantasía, Parque Náutico, Cruz del Papa, Campana de la Paz, Restaurantes, Baños.<sup>35</sup>



*Ilustración 18 Parque de La Carolina, tomado de: <http://www.quito.com.ec/que-hacer/deporte-y-parques/parque-la-carolina>, 2012.*

## Parque Bicentenario.



Ilustración 19 Esquema del Parque Bicentenario, tomado de: <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/698-nuevas-pistas-para-deportistas-en-el-parque-bicentenario>. S.F.

Luego de 53 años de haber sido inaugurado el aeropuerto internacional Mariscal Antonio José de Sucre (1960), deja de operar y el 20 de febrero del 2013 entra en funcionamiento la terminal aérea de Tababela, dando paso a la reestructuración del área y la creación del parque Bicentenario con la inauguración de la primera etapa el 27 de abril 2013.<sup>39</sup>

El Parque Bicentenario tiene una extensión de 125 hectáreas, Posee 5 accesos peatonales, ubicados en las avenidas la av. Amazonas, calle Rafael Ramos, Capitán Aulestia, Gualaquiza, y Tufiño.<sup>40</sup>

Su amplio espacio; está distribuido en lo que corresponde a pistas y circuitos para ciclismo y trote; se han habilitado ya 100 hectáreas para el servicio al público, aproximadamente 7 km de ruta para entrenar ciclismo, además de dos circuitos más pequeños de 2.5km cada uno para actividades de trote y caminata<sup>38</sup>, además de, juegos para adultos y juegos infantiles; baterías sanitarias, puntos de información, bebederos, bancas, entre otros servicios.

Dispone de 1343 plazas de estacionamiento distribuidos en tres estacionamientos alrededor del parque.<sup>38</sup>

El parque Bicentenario tiene un carácter dinámico y cambiante; es un parque en construcción. El 89% del área del parque será verde y será un pulmón para la

ciudad. Se crearan bosques y se conformarán humedales que alberguen variadas especies de fauna y flora silvestre. (4)



Ilustración 20 Fotografía del Parque Bicentenario. Tomado de <http://andes.info.ec/fotos/INAUGURACION-DEL-PARQUE-BICENTENARIO-27-04-13/PARQUE-BICENTENARIO-5-LAC>. SF

## El Chaquiñán.



Ilustración 21 Esquema de la ruta del Chaquiñán, tomado de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/1051-en-estas-vacaciones-visite-la-ruta-ecol%C3%B3gica-el-chaqui%C3%B1%C3%A1n>. S.F.

Hoy, el Chaquiñán de Cumbayá–Tumbaco–Puembo ha sido declarado Patrimonio Natural en la categoría de un corredor ecológico y recreativo. También, los dormideros de cóndores en la hacienda Antisanilla, como santuario del cóndor y las especies de fauna emblemática del Distrito Metropolitano<sup>41</sup>.

Se calcula que la población de esa especie es inferior a los 50 ejemplares, de los cuales la mitad se encuentra en los dormideros de la hacienda Antisanilla.

Tiene una extensión de aproximadamente 35 kilómetros. El trazado va por la antigua línea del ferrocarril, desde el portón de Cumbayá, en la calle Francisco de Orellana, hasta el portón Arrayanes, en Puembo.<sup>39</sup> este tramo del antiguo ferrocarril se construyó entre 1918 y 1926 como parte de un tramo mayor que conecta Quito con Ibarra.

Aquí es posible realizar actividades deportivas como ciclismo, senderismo, entre otras.

Existen siete portales para descanso de los visitantes.<sup>39</sup>





Ilustración 22 Fotografías del sendero del Chaquiñan. Tomado de: <http://es.wikiloc.com/wikiloc/imgServer.do?id=3048791> S.F.

### Quitumbe Las Cuadras.

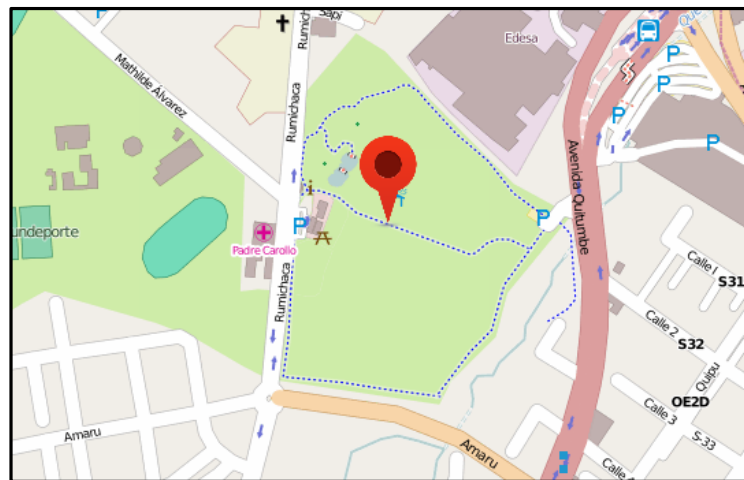


Ilustración 23 Esquema de la ubicación del parque Las Cuadras Quitumbe, elaborado con GoogleMaps.R. Rosales 2014.

Parque de carácter ecológico recreativo, Ubicado al sur de la ciudad en la avenida Rumichaca y calle Matilde Álvarez en el Sector de Quitumbe.<sup>42</sup>

El Concejo de Quito, en los años setenta, adquirió las haciendas Las Cuadras e Ibarra, situadas en Chillogallo a su expropietario el señor Augusto Saá, quien realiza la transferencia de su propiedad en beneficio de la ciudad con el afán previsor de poner límites al crecimiento urbano de la ciudad. La construcción del parque se inició el 12 de enero de 2007 y finalizó el 30 de octubre de 2007.<sup>40</sup>

Tiene una extensión de 24 hectáreas y ofrece a los visitantes varias actividades recreativas y de esparcimiento en amplios espacios como ciclo-rutas, áreas para

caminatas y ejercicio, juegos infantiles, juegos destinados para el colectivo 60 y piquito, entre otros.<sup>40</sup>

Dentro del parque está en funcionamiento el “Vivero de las Cuadras” que produce 1 millón de plantas al año, y que funciona en una extensión de cuatro hectáreas, en este lugar es posible el cuidado y reproducción de árboles, plantas nativas y exóticas.<sup>40</sup>

Existen dos quebradas que forman parte de este espacio ecológico; Shanshayacu y Rumichaca; las cuales son mantenidas en su estado natural y son componentes paisajísticos del parque.



*Ilustración 24 Fotografías Parque las Cuadras Quitumbe, tomado de <http://ecuadoralmaximo.com/place/parque-las-cuadras/>. S.F.*

## CAPITULO III: MÉTODOS

### Objetivos

Comparar la adecuación del tipo de calzado según la pisada en diferentes sitios de entrenamiento, ligados al estrato económico y el lugar de residencia del atleta

### Objetivos Específicos

- Relacionar la clasificación del pie, su tipo de pisada y el tipo de calzado
- Cuantificar el uso adecuado y científico del calzado deportivo y compararlo con la variante anatómica del individuo y el estrato económico al que pertenece
- Elaborar un perfil de factores antropométricos que influyen en el desempeño deportivo de un atleta con un determinado tipo de pisada

### Hipótesis

Los atletas de fondo y semifondo a nivel local no utilizan los criterios de acuerdo a su tipo de pisada para la selección del calzado y además está influenciado por el estrato económico y el lugar de residencia al que pertenecen

El tipo de pisada más común en nuestro medio es el pronador, seguido del neutro y de los supinadores.

### Muestra

La muestra se ha calculado mediante la aplicación StatCalc del programa informático EpiInfo bajo los siguientes criterios:

Population survey or descriptive study  
 For simple random sampling, leave design effect and clusters equal to 1.

Population size:	<input type="text" value="999999"/>	<b>Confidence Level</b>	<b>Cluster Size</b>	<b>Total Sample</b>
Expected frequency:	<input type="text" value="85"/> %	80%	84	84
Confidence limits:	<input type="text" value="5"/> %	90%	138	138
Design effect:	<input type="text" value="1.0"/>	95%	196	196
Clusters:	<input type="text" value="1"/>	97%	240	240
		99%	338	338
		99.9%	552	552
		99.99%	772	772

Ilustración 25 Cálculo Muestral.

Se consideró una población infinita, sin efectos de estudio por ser multicéntrico

Frecuencia esperada de uso inadecuado del 85% y tomando como porcentaje de error del 5%, con un intervalo de confianza del 80%

Con lo cual se aplicó en total 341 encuestas, a pesar de que el cálculo requería de 336, divididas a su vez en 78 encuestas en Parque bicentenario, 80 en El Chaquiñan, 98 en el Parque de la Carolina y 85 en parque de Quitumbe,

### Tipo de Estudio

Es un estudio transversal, multicéntrico, realizado en distintos parques del Distrito Metropolitano de Quito entre los meses de mayo y Junio del 2014.

### Metodología

### Operacionalización de Variables

## TIPO DE PISADA

Se determinó el tipo de pisada de los atletas participantes mediante el uso de podoscopía directa la cual fue registrada en un archivo fotográfico y la aplicación de la herramienta IPP-6, según los criterios descritos en el marco teórico.

Se clasificó como supinador, pronador o neutro dependiendo de los valores alcanzados y la valoración podoscópica.

## CALZADO

Se identificó el calzado deportivo utilizado, su marca y tecnología aplicada, clasificándolo como Motion Control, Stability Control, Cushion, debido al análisis metodológico y técnico y a la función que cumple otras tecnologías como el minimalismo, neutral y trail de acción de estabilización, estos se añadieron a y consideraron como Stability Control. Se identificó además el calzado cuyo objetivo final era el uso para otro tipo de actividad deportiva (OAD).

## EDAD

Se investigó la edad del paciente mediante entrevista personal y se registró en función de los años cumplidos al momento de la realización de la encuesta informados por el entrevistado.

## FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO Y DURACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

Se realizó tres puntos de corte para la medición de la frecuencia de entrenamiento personal, divididos en 1-2 sesiones semanales, 3-5 sesiones semanales, 6 o más sesiones semanales.

El punto de corte para la duración del entrenamiento fue de 1 hora o menos y sesiones mayores a 1 hora de duración.

## SITIO DE ENTRENAMIENTO y LUGAR DE RESIDENCIA

Se realizó la entrevista personal en los 4 distintos parques, Carolina, Bicentenario, Sendero del Chaquiñan y Quitumbe, con la aplicación del mismo formato de entrevista y realizado personalmente por el investigador.

Se clasificó además a los atletas dependiendo de su sitio de residencia, en 3 grupos principales: Norte, Sur (incluye centro de Quito) y Cumbayá (Incluye Valle de los Chillos).

Se reitera que no se operacionalizó esta variable en sentido de realizar un análisis socioeconómico, antropológico, si no como una comparación de influencia multicéntrica por compañeros de entrenamiento y sitio habitual de práctica deportiva.

La práctica del atletismo además ha crecido de una manera exponencial en la ciudad lo que ha provocado que en sectores como el sur de la ciudad también se promueva esta actividad, sin embargo no se logra una concentración de los deportistas regulares tal y como sucede en el Parque de la Carolina.

La muestra obtenida en el nuevo Parque bicentenario presenta una adecuada relación respecto a los otros centros estudiados pero el tamaño del mismo y el hecho de que tampoco exista un lugar de concentración específico hizo más dificultosa la toma de la muestra.

Lo sucedido en el sector de Cumbayá también se encuentra en relación con las características físicas del área estudiada que no se prestan para una actividad relacionada con del atletismo de fondo y semifondo sino a la variante del trail running lo que limitó el obtener una relación similar a la del resto de sitios estudiados.

## PESO

Se realizó la toma de peso sobre una báscula portátil, sin zapatos, no se solicitó el retiro de ropa adicional o equipos electrónicos usados al momento de la entrevista (celular, reproductores mp3, etc. El valor fue registrado en kilogramos (kg)

## TALLA

Debido a la dificultad técnica de calibración y colocación de un tallímetro la altura fue estimada según los datos verbales otorgado por el entrevistado. El valor se registró en metros.

## INDICE DE MASA CORPORAL

Mediante la aplicación de la fórmula de cálculo de IMC de peso sobre la talla en metros al cuadrado se obtuvo este valor y debido a los hallazgos obtenidos se lo estratificó de acuerdo a los siguientes grupos:

VALOR OBTENIDO	CATEGORÍA ASIGNADA
<b>Menor a 18</b>	Desnutrición
<b>18-24.99</b>	Normal
<b>25-29.99</b>	Sobrepeso
<b>30-34.99</b>	Obesidad Grado I

*Tabla 2 estratificación según valor obtenido por IMC.*

No se clasificó como obesidad grado II u obesidad mórbida pues no se observó este tipo de pacientes durante la entrevista y la toma de datos.

Todos los datos acerca de las variables mencionadas se registraron en una hoja de entrevista presentada en los anexos del presente trabajo.

### Plan de Análisis

Una vez obtenidos los datos de la entrevista personal, se creó una base de datos depurada usando el programa Excel© 2013 de Microsoft© y fue analizada mediante el sistema informático Epi Info versión 7.1.3.0 creado por Centers for Disease Control and Prevention (CDC), de dominio público, licencia libre para su uso, copia, traducción y distribución.

Se calculó las frecuencias de cada variable para verificar la consistencia de la muestra e identificar posibles sesgos, mismos que fueron descartados, sin embargo la heterogeneidad observada a la muestra se asoció principalmente al número de participantes en el estudio. Se dividió a los pacientes en el estudio de acuerdo al tipo de pisada, el tipo de calzado utilizado y el sitio donde regularmente realizan la práctica del atletismo. Se buscó diferencias acerca del calzado de un determinado

tipo de atleta de acuerdo a su variante anatómica mediante el uso Chi2 para las variables cualitativas y diferencia de medias para las variables cuantitativas.

En relación a los resultados de las variables principales del presente estudio se ha permitido, para las variables cualitativas, la realización de múltiples tablas de contingencia, y para las variables cuantitativas con test de análisis paramétricos ANOVA y cuando este no es aplicable, se utiliza Kruskall-Wallis.

Inicialmente se realizó un análisis de frecuencia del tipo de pisada, Índice Postural del Pie, tecnología utilizada en la fabricación del calzado y la distribución por fabricante y se hizo un análisis y cruce de variables entre estas para evidenciar asociaciones estadísticamente significativas.

## **Aspectos Bioéticos**

Se presentó, leyó y se solicitó por escrito la firma de un consentimiento informado a los participantes del estudio describiendo que el atleta acepta y entiende que los datos obtenidos se utilizaron únicamente con fines de investigación

No existe intervencionismo sobre el atleta, se utilizó un podoscopio desarrollado por el autor para la examinación directa del deportista que no implicó riesgo para el participante, una balanza para la toma del peso.

Se identificó las distintas marcas de calzado de acuerdo a un código dado por el autor para evitar conflicto de intereses de las distintas marcas comerciales, el cual se mantiene bajo reserva estricta.

## **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Al no realizar un estudio estático y dinámico del tipo de pisada incluyendo grupos muestrales mayores e intencionados que incluyan a todos los grupos de pisada descritos, desde pronadores severos a los supinadores severos. No se puede identificar todos los tipos posibles de pisada.

Se debe mejorar los criterios de inclusión de la muestra y disminuir el porcentaje de atletas que practican otro tipo de actividad deportiva.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### Tamaño y distribución de la muestra por sitio de estudio

En el presente estudio multicéntrico se tomó un total de 341 muestras en diferentes parques y sitios recreacionales donde las personas realizan sus entrenamientos, considerando que se dirigió la investigación hacia atletas de fondo y semifondo de características amateurs o que no realizan el ejercicio profesional del atletismo como una actividad económica.

Se presentará inicialmente las tablas de frecuencia de las distintas variables estudiadas y posteriormente se realizará el análisis paramétrico propuesto.

#### Frecuencias de participantes por género y lugar de entrenamiento:

**Tabla 3 Frecuencia de Participantes por sitio de entrenamiento y Género. Junio 2014**

Lugar de Entrenamiento	Participantes	%	Hombres	%	Mujeres	%
Bicentenario	78	22.87%	51	65.38%	27	34.62%
Chachiñan	80	23.46%	46	57.50%	34	42.50%
La Carolina	98	28.74%	50	51.02%	48	48.98%
Quitumbe	85	24.93%	62	72.94%	23	27.06%
TOTAL	341	100%	209	61.29%	132	38.71%

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Los porcentajes de participantes del estudio se distribuyen de manera equitativa entre los cuatro centros, con participación masculina mayor en todos y con el dato de que en Quitumbe es donde menos mujeres fueron entrevistadas., además se

destaca que en el grupo La Carolina la participación se divide en porcentajes similares, relación hombre mujer de 1:1.

**Frecuencia de participantes por tipo de actividad deportiva y sitio de entrenamiento**

**Tabla 4 Frecuencia de Practicantes de atletismo entre los participantes. Junio 2014.**

Lugar de Entrenamiento	Practicantes Atletismo	%	Otra Actividad	%
Bicentenario	74	94.87%	4	5.13%
Chaquiñan	75	93.75%	5	6.25%
La Carolina	93	94.90%	5	5.10%
Quitumbe	84	98.82%	1	1.18%
<b>TOTAL</b>	<b>326</b>	<b>95.60%</b>	<b>15</b>	<b>4.40%</b>

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

De los sujetos estudiados los practicantes de deportes diferentes al atletismo de fondo y semifondo fue de solo 4.4% del total de la población estudiada lo que no presenta relación estadística con la finalidad y los objetivos de la presente investigación.

La distribución de practicantes de otra actividad deportiva es similar en todos los centros de estudio mencionados a excepción de Quitumbe quien la referencia mencionada indica que apenas 1.18% de los encuestados realizan otro tipo de actividad.

**Frecuencia de sesiones y duración de entrenamiento por sitio de entrenamiento**

**Tabla 5 Frecuencia de sesiones y duración de entrenamiento por sitio. Junio 2014**

	BICENTENARIO		CHAQUIÑAN		CAROLINA		QUITUMBE	
Sesiones de Entrenamiento semanal	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1-2	17	21.79	22	27.5	13	13.27	24	28.24
3-5	49	62.82	52	65	71	72.45	57	67.06
6 o más	12	15.38	6	7.50	14	14.29	4	4.71
Horas de Entrenamiento	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1 Hora o menos	61	78.21	65	81.25	71	72.45	77	90.59
Más de 1 hora	17	21.79	15	18.75	27	27.55	8	9.41

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

El Parque de la Carolina es donde se refirió se práctica más veces en semana y además corresponde al grupo con duración de entrenamiento superior a 1 hora mayor, es decir, corresponde al grupo con mayor participación en la relación hora y frecuencia semanal de los 4 grupos estudiados. Además el grupo que porcentualmente menos veces a la semana entrena se encuentra en Quitumbe y es además el que menos horas por sesión dedica al entrenamiento con el 90.59% de participantes quienes refirieron entrenar 1 hora o menos.

La frecuencia de sesiones y duración de entrenamiento no se consideró dentro de los factores influyentes sobre la decisión del uso de calzado por lo que no se realizó una relación y análisis probabilístico.

**Frecuencia y medias de variables antropométricas por sitio de entrenamiento.**

**Tabla 6 Frecuencia y medias de variables antropométricas por Sitio de Entrenamiento. Junio 2014**

Variables	Bicentenario		Chaquiñan		Carolina		Quitumbe	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Edad	32.67	12.36	33.6	10.9	42.8	14.58	38.63	14.58
Peso (kg)	70.17	12.63	70.26	10.34	68.03	11.55	69.81	8.53
Talla (m)	1.69	0.07	1.69	0.07	1.66	0.07	1.67	0.05
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24.26	3.2	24.4	2.48	24.49	3.23	24.82	2.35

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Los valores promedios de edad son mayores en el grupo del Parque la Carolina con una media de 42.8 años, y la población de menor edad se ubica en el Parque bicentenario con una media de 32.6 años, más adelante se realizará un análisis paramétrico y no paramétrico de las distintas variables cuantitativas según corresponda en relación al tipo de calzado y el tipo de pisada evidenciada.

**IMC por sitio de entrenamiento**

**Tabla 7 Frecuencia de IMC según sitios de entrenamiento, junio 2014**

IMC	Bicentenario		Chaquiñan		Carolina		Quitumbe	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
Desnutrición	0	0.00%	0	0.00%	2	2.04%	0	0.00%
Normal	48	61.54%	44	55.00%	53	54.08%	44	51.76%
Obes. G I	4	5.13%	2	2.50%	8	8.16%	1	1.18%
Sobrepeso	26	33.33%	34	42.50%	35	35.71%	40	47.06%
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>100.00%</b>	<b>80</b>	<b>100.00%</b>	<b>98</b>	<b>100.00%</b>	<b>85</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Los atletas con IMC por debajo de 18 (n=2) y el mayor número de atletas con sobrepeso y obesidad al igual se encuentran en la muestra del Parque La Carolina, en el caso de este centro corresponde al 43.87% sin ser el mayor valor porcentual ya que este es superior en la muestra de Quitumbe con un 48.24% (n=41), se recuerda que en el caso de los participantes de La Carolina se presenta la mayor cantidad de población estudiada n=98. En el caso de los deportistas del parque Bicentenario se presenta el mejor porcentaje de IMC normal con el 61.54% del total de la muestra, dato que se correlaciona con la edad de los participantes que tiene el promedio menor con 32.6 años.

### Tipo de Pisada, Índice Postural del Pie, Tecnología de Calzado Utilizada y Distribución por Fabricante.

Se presenta a continuación las tablas de frecuencia de los hallazgos evidenciados:

*Tabla 8 Frecuencia IPP-6 según sitio de entrenamiento, junio 2014.*

IPP-6	Bicentenario		Chaquiñan		Carolina		Bicentenario	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
<b>+2</b>	17	21.79%	20	25.00%	20	20.41%	14	16.47%
<b>+4</b>	25	32.05%	25	31.25%	36	36.73%	29	34.12%
<b>+6</b>	20	25.64%	26	32.50%	25	25.51%	28	32.94%
<b>+8</b>	8	10.26%	3	3.75%	11	11.22%	8	9.41%
<b>-2</b>	5	6.41%	5	6.25%	6	6.12%	4	4.71%
<b>-4</b>	3	3.85%	1	1.25%	0	0.00%	2	2.35%
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>100.00</b>	<b>80</b>	<b>100.00%</b>	<b>98</b>	<b>100.00%</b>	<b>85</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Entre los datos tomados en cuenta para la determinación del tipo de pisada se utilizó además la herramienta clínica del índice postural del pie, la cual se obtuvo según lo descrito en las referencias bibliográficas, aquí además se confirmó lo evidenciado en la podoscopía con una frecuencia y tendencia similar en los cuatro sitios, con predominio de la pisada neutra (+2,+4), seguido de los pronadores (+6,+8) y en menor porcentaje en todos los sitios de supinadores (-2,-4), no se observó grupo de pronadores ni supinadores severos en ninguno de los sitios de estudio, esto se

vio asociado al tamaño muestral y al hecho de que el estudio se dirigió a población sin otros antecedentes patológicos que se relacionen con este tipo de pisada.

**Tabla 9 Frecuencia de Tipo de Pisada por sitio de entrenamiento, junio 2014.**

Tipo de Pisada	Bicentenario		Chaquiñan		Carolina		Quitumbe	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
NEUTRO	43	55.13	45	56.25	56	57.14	43	50.59
PRONADOR	27	34.62	29	36.25	36	36.73	36	42.35
SUPINADOR	8	10.26	6	7.50	6	6.12	6	7.06
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>100.00</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

Correlacionando lo antes mencionado respecto al IPP-6 mostrado en la tabla 8, se confirma lo mencionado, ya especificando el tipo de pisada según su clasificación en neutro, pronador o supinador, observándose que entre la pisada neutra y pronador leve se encuentra más del 90% de la población estudiada. Sin importar el sitio de entrenamiento.

**Tabla 10 Frecuencia del tipo de calzado según sitios de entrenamiento, junio 2014.**

Tipo de calzado	Bicentenario		Chaquiñan		Carolina		Quitumbe	
	Freq	%	Freq	%	Freq	%	Freq	%
CUSHION	17	21.79	14	17.50	15	15.31	5	5.88
M. CTR.	14	17.95	5	6.25	15	15.31	11	12.94
OAD	9	11.54	6	7.50	18	18.37	11	12.94
STABILITY	38	48.72	55	68.75	50	51.02	58	68.24
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>100.00</b>	<b>80</b>	<b>100.00</b>	<b>98</b>	<b>100.00</b>	<b>85</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

Finalmente en el análisis de frecuencia se presenta la distribución por fabricante, por cuestiones éticas y ya que este estudio tiene un carácter científico investigativo y no comercial no se presenta el nombre completo de la casa comercial, sino bajo un código asignado para cada grupo, se decidió hacer la distribución general y no por centro de investigación para este caso.

**Tabla 11 Frecuencia General de Marcas utilizadas por participantes. Junio 2014.**

Marca	Frequency	Percent	Cum. Percent	95% CI Lower	95% CI Upper
AD	80	23.46%	23.46%	19.14%	28.39%
AN1	1	0.29%	23.75%	0.02%	1.88%
ASC	53	15.54%	39.30%	11.95%	19.93%
AV	6	1.76%	41.06%	0.72%	3.98%
BR	4	1.17%	42.23%	0.38%	3.18%
FI	1	0.29%	42.52%	0.02%	1.88%
LOT	3	0.88%	43.40%	0.23%	2.77%
MIZ	3	0.88%	44.28%	0.23%	2.77%
NB	42	12.32%	56.60%	9.12%	16.39%
NK	65	19.06%	75.66%	15.11%	23.72%
PUM	6	1.76%	77.42%	0.72%	3.98%
RB	8	2.35%	79.77%	1.09%	4.75%
S/M	17	4.99%	84.75%	3.02%	8.01%
SAU	12	3.52%	88.27%	1.92%	6.23%
SK	32	9.38%	97.65%	6.60%	13.11%
UA	1	0.29%	97.95%	0.02%	1.88%
UMB	1	0.29%	98.24%	0.02%	1.88%
SAL	6	1.76%	100.00%	0.72%	3.98%
<b>TOTAL</b>	<b>341</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>		

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

La tendencia se dirige hacia las marcas de calzado que fabrican y ofertan un mayor número de modelos con tecnología de control de estabilidad y con control de movimiento leve.

## CRUCES DE VARIABLES

**Tabla 12 Relación entre tipo de deporte practicado y el sitio de entrenamiento, junio 2014**

Deporte	Bicentenario	Chaquiñan	La Carolina	Quitumbe	TOTAL
<b>OTROS</b>	4	5	5	1	<b>15</b>
<b>ATLETISMO</b>	74	75	93	84	<b>326</b>
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>80</b>	<b>98</b>	<b>85</b>	<b>341</b>
Chi-square	<b>df</b>	<b>Probability</b>			
<b>2.9646</b>	3	0.3971			

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Al realizar el análisis de la relación entre el sitio de entrenamiento observamos la adecuada distribución de los practicantes de la disciplina del atletismo en los distintos sitios, sin embargo el tamaño muestral a pesar de tener 341 observaciones, sigue influyendo en la condición estadística asociada en especial en el grupo de participantes de otros deportes ya que hay casillas con menos de 5 observaciones como en el caso del parque de Quitumbe, lo que nos lleva a no encontrar una relación estadísticamente significativa entre el tipo de deporte y el sitio de entrenamiento

Se recuerda que los participantes incluidos en el grupo de practicantes de atletismo incluyen aquellos que realizan además caminata, "trail" o cualquier otra actividad asociada al atletismo en general y la de otros participantes aquellos cuyo deporte

frecuentemente practicado se diferencia del atletismo (futbol, baloncesto, tenis, etc.)

### Tipo de pisada y tipo de calzado utilizado

Al realizar el análisis de la distribución de la muestra de acuerdo al tipo de pisada y el tipo de calzado se observó que no existe homogeneidad entre los participantes, sin poder obtenerse valores probabilísticos adecuados, lo que nos llevó a realizar un análisis de tendencias de la distribución según el sitio de entrenamiento.

**Tabla 13 Relación entre tipo de pisada y tecnología utilizada, todos los sitios del estudio, junio 2014**

Crosstabulation (MxN, 2x2)					
<b>Tipo de calzado</b>					
Tipo de Pisada	CUSHION	MOTION CONTROL	OAD	STABILITY	TOTAL
	NEUTRO	18 9.63 % 35.29 %	13 6.95 % 28.89 %	21 11.23 % 47.73 %	135 72.19 % 67.16 %
PRONADOR	24 18.75 % 47.06 %	31 24.22 % 68.89 %	20 15.63 % 45.45 %	53 41.41 % 26.37 %	<b>128</b> 100.00 % 37.54 %
SUPINADOR	9 34.62 % 17.65 %	1 3.85 % 2.22 %	3 11.54 % 6.82 %	13 50.00 % 6.47 %	<b>26</b> 100.00 % 7.62 %
TOTAL	<b>51</b> 14.96 % 100.00 %	<b>45</b> 13.20 % 100.00 %	<b>44</b> 12.90 % 100.00 %	<b>201</b> 58.94 % 100.00 %	<b>341</b> 100.00 % 100.00 %

Chi-square	df	Probability
44.3142	6	0.0000

An expected value is < 5. Chi-squared may not be a valid test.

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

Al describir la distribución presentada observamos que la mayor cantidad de participantes se ubica dentro del tipo de pisada neutra, mismos que a su vez usan la tecnología de control de estabilidad principalmente, de acuerdo a la recomendación ideal fisiológica y dada además por el fabricante.

Los participantes que proporcionalmente son menores respecto a los otros dos grupos de participantes corresponde al grupo de supinadores y además porcentualmente estos se encuentran utilizando la tecnología adecuada (CUSHION) en el 34.62% de las ocasiones (9 de 26).

El grupo de pronadores que porcentualmente corresponde al 37.83% (129 de 341) del total de la muestra son los que usan en menor porcentaje el calzado recomendado (MOTION CONTROL) con apenas el 24.22% de los participantes (31 de 129).

Este análisis lo realizaremos ahora por sitio de entrenamiento para entender mejor la afectación por influencia del mismo sobre el comportamiento y las tendencias de los individuos.

## BICENTENARIO

Tabla 14 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, BICENTENARIO, junio 2014

Crosstabulation (MxN, 2x2)

F1 = Bicentenario

		Tipo de calzado				TOTAL
		CUSHION	MOTION CONTROL	OAD	STABILITY	
Tipo de Pisada	NEUTRO	5 11.63 % 29.41 %	5 11.63 % 35.71 %	5 11.63 % 55.56 %	28 65.12 % 73.68 %	43 100.00 % 55.13 %
	PRONADOR	9 33.33 % 52.94 %	9 33.33 % 64.29 %	2 7.41 % 22.22 %	7 25.93 % 18.42 %	27 100.00 % 34.62 %
	SUPINADOR	3 37.50 % 17.65 %	0 0.00 % 0.00 %	2 25.00 % 22.22 %	3 37.50 % 7.89 %	8 100.00 % 10.26 %
	TOTAL	17 21.79 % 100.00 %	14 17.95 % 100.00 %	9 11.54 % 100.00 %	38 48.72 % 100.00 %	78 100.00 % 100.00 %

Chi-square df Probability  
17.6627 6 0.0071

An expected value is < 5. Chi-squared may not be a valid test.

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

Se observa que los neutros utilizan adecuadamente el calzado recomendado, cosa que no sucede con los pronadores quienes porcentualmente son los que menos usan el sistema motion control y en el caso de los supinadores 37.50% (3 de cada 8) son los que usan la tecnología de amortiguación. La distribución de los supinadores sigue las mismas tendencias que en el resto de grupos.

## CHAQUIÑAN

**Tabla 15 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, CHAQUIÑAN, junio 2014**

⬆ F1 = Chaquiñan

		Tipo de calzado				
		CUSHION	MOTION CONTROL	OAD	STABILITY	TOTAL
Tipo de Pisada	NEUTRO	4 8.89 % 28.57 %	0 0.00 % 0.00 %	5 11.11 % 83.33 %	36 80.00 % 65.45 %	45 100.00 % 56.25 %
	PRONADOR	8 27.59 % 57.14 %	5 17.24 % 100.00 %	1 3.45 % 16.67 %	15 51.72 % 27.27 %	29 100.00 % 36.25 %
	SUPINADOR	2 33.33 % 14.29 %	0 0.00 % 0.00 %	0 0.00 % 0.00 %	4 66.67 % 7.27 %	6 100.00 % 7.50 %
	TOTAL	14 17.50 % 100.00 %	5 6.25 % 100.00 %	6 7.50 % 100.00 %	55 68.75 % 100.00 %	80 100.00 % 100.00 %

Chi-square df Probability  
17.1674 6 0.0087

An expected value is < 5. Chi-squared may not be a valid test.

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

Las tendencias son similares, con adecuado uso por parte de los supinadores, déficit por parte de los pronadores, destacan además la escasa cantidad de uso de sistema de control de movimiento (MC) en el grupo de neutros y supinadores, distinto a lo observado en los otros grupos.

El uso adecuado de calzado para tipo de pisada alcanza para el grupo de neutros (88.89%) aplicando tecnología stability y cushion, uso inadecuado 11.11% (OAD), en el grupo de pronadores, uso adecuado 44.83%, inadecuado (55.17%) tecnología Stability y OAD, en este caso se evidencia un mal uso de tecnología específica de atletismo recomendada en el 51.72%. En los supinadores no se evidencia mal uso de tecnología, pero uso específico para el tipo de pie (control de estabilidad) sin considerar el peso del paciente que requeriría de uso de tecnología cushion en el 66.67% del total, se asume nuevamente que está influenciada por el tamaño de la muestra tomada.

## LA CAROLINA

**Tabla 16 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, LA CAROLINA, junio 2014**

➤ **F1 = La Carolina**

		Tipo de calzado				
		CUSHION	MOTION CONTROL	OAD	STABILITY	TOTAL
Tipo de Pisada	NEUTRO	8 14.29 % 53.33 %	5 8.93 % 33.33 %	6 10.71 % 33.33 %	37 66.07 % 74.00 %	56 100.00 % 57.14 %
	PRONADOR	4 11.11 % 26.67 %	9 25.00 % 60.00 %	12 33.33 % 66.67 %	11 30.56 % 22.00 %	36 100.00 % 36.73 %
	SUPINADOR	3 50.00 % 20.00 %	1 16.67 % 6.67 %	0 0.00 % 0.00 %	2 33.33 % 4.00 %	6 100.00 % 6.12 %
	TOTAL	15 15.31 % 100.00 %	15 15.31 % 100.00 %	18 18.37 % 100.00 %	50 51.02 % 100.00 %	98 100.00 % 100.00 %

**Chi-square df Probability**  
21.9631 6 0.0012

An expected value is < 5. Chi-squared may not be a valid test.

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

En el caso de La Carolina y asociado al tamaño muestral no se puede realizar un adecuado análisis de probabilidad, sin embargo hay una significancia estadística pero que requerirá un análisis paramétrico más específico para demostrar su utilidad. En este caso los neutros, pronadores y supinadores presentan un adecuado uso de tecnología con valores porcentuales de 75%, 36.11% y 50% respectivamente, el grupo de pronadores se encuentran en desventaja respecto a la información de tecnología adecuada para su práctica deportiva.

## QUITUMBE

*Tabla 17 Relación entre tipo de pisada y tipo de calzado, QUITUMBE, junio 2014*

⤴ F1 = Quitumbe

		Tipo de calzado				
		CUSHION	MOTION CONTROL	OAD	STABILITY	TOTAL
Tipo de Pisada	NEUTRO	1 2.33 % 20.00 %	3 6.98 % 27.27 %	5 11.63 % 45.45 %	34 79.07 % 58.62 %	43 100.00 % 50.59 %
	PRONADOR	3 8.33 % 60.00 %	8 22.22 % 72.73 %	5 13.89 % 45.45 %	20 55.56 % 34.48 %	36 100.00 % 42.35 %
	SUPINADOR	1 16.67 % 20.00 %	0 0.00 % 0.00 %	1 16.67 % 9.09 %	4 66.67 % 6.90 %	6 100.00 % 7.06 %
	TOTAL	5 5.88 % 100.00 %	11 12.94 % 100.00 %	11 12.94 % 100.00 %	58 68.24 % 100.00 %	85 100.00 % 100.00 %

Chi-square df Probability  
8.5702 6 0.1992

An expected value is < 5. Chi-squared may not be a valid test.

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

La tendencia se mantiene, el 81.4% de las neutros usan adecuada tecnología (stability o cushion) pero los supinadores con 16.67% lo aplican correctamente y los pronadores en apenas el 22.22% lo hacen, la necesidad de intervención específica sobre estos grupos se analizará en el capítulo siguiente de este trabajo.

Al realizar el análisis en conjunto de todos los sitios, confirmamos las tendencias con uso adecuado de tecnología de calzado para el caso de la pisada neutra, y un déficit en la selección del zapato deportivo en el caso de los pronadores y supinadores.

## EDAD, IMC Y PESO RESPECTO AL TIPO DE PISADA Y EL CALZADO UTILIZADO

Para el caso de las variables cuantitativas se realizó un análisis de diferencia de medias según lo expuesto en los cuadros previamente expuestos.

**Tabla 18 Relación de parámetros antropométricos y el Tipo de calzado, Junio 2014**

VARIABLES	TIPO DE CALZADO				ANOVA (p) *K-W (p)
	STABILITY (n=201) Prom. (%)	MOTION CONTROL (n=45) Prom. (%)	CUSHION (n=51) Prom. (%)	OAD (n=44) Prom. (%)	
<b>EDAD</b>	35.89 (12.83)	40.15 (12.12)	35.56 (10.68)	42.86 (18.58)	4.27 (0.0056)
<b>IMC</b>	24.05 (2.47)	24.66 (2.42)	25.55 (3.58)	25.28 (3.49)	5.31 (0.0014)
<b>PESO</b>	67.28 (9.29)	72.75 (9.02)	75.39 (14.31)	69.38 (9.29)	*-2.62 (1.00)

**Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.**

La asociación estadísticamente significativa la evidenciamos en el caso de la edad y el IMC respecto al tipo de calzado utilizado y una falta de asociación entre la media del peso y el uso correcto de calzado, esto se asoció al hecho de que la gente con peso mayores debería usar un adecuado sistema de amortiguación hecho que no se refleja en la muestra.

Tabla 19 Relación de parámetros antropométricos y el Tipo de pisada, Junio 2014

VARIABLES	TIPO DE PISADA			ANOVA (p) *K-W (p)
	Neutro (n=187)	Pronador (n=128)	Supinador (n=26)	
<b>EDAD</b>	37.47 (13.86)	38.04 (13.06)	32.42(12.77)	1.91 (0.14)
<b>IMC</b>	24.15 (2.43)	25.24 (3.28)	23.54 (1.69)	7.43 (0.0007)
<b>PESO</b>	67.23 (9.13)	73.06 (12.50)	68.15(9.13)	*-3.39 (1.00)

Fuente: Base de Datos. Elaboración: Daniel Rosales A.

Para el tipo de pisada solamente se observa una asociación estadísticamente significativa para la diferencia de medias en el caso del IMC y valores de p elevados para la relación de peso y tipo de pisada. Se observó al tomar la muestra que la gente con pesos mayores fue predominante pronadora.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

Se estudió a distintas poblaciones localizadas en 4 parques distintos de la ciudad que correspondían a 3 diferentes sectores de la ciudad los cuales se subdividieron en tres áreas demográficas principales que representaban al norte, sur y el área del valle de Cumbayá de la ciudad de Quito, no con la finalidad de realizar un análisis social sobre la decisión de la capacidad adquisitiva sino más bien con el hecho de estudiar alguna consideración técnica para la selección del calzado utilizado durante su actividad deportiva y si además si se ve influenciada por el lugar de residencia o de entrenamiento habitual, hecho que se descartó ya que las tendencias siempre fueron las mismas.

Si bien la mayor cantidad de población estudiada se encuentra en el parque de La Carolina, esto se ve en relación al volumen de atletas de fondo y semifondo que acuden a esta localización, la infraestructura de este sitio con mayor facilidad para la práctica de este deporte y el hecho de que existen mediciones preestablecidas que permiten una mejor guía durante la preparación de los atletas, además en este sitio se encuentra un sinnúmero de grupos y entrenadores relacionados directamente con el atletismo lo que atrae a un mayor número de practicantes, además se ve favorecido por el hecho de que se dispone de varios sitios de concentración donde se reúnen con facilidad los atletas de fondo y semifondo.

A pesar de que se intentó identificar a deportistas que se dedican exclusivamente a la práctica del atletismo de fondo y semifondo, no se pudo evitar que algunos deportistas practicantes de otro tipo de actividad como el fútbol, baloncesto, tenis, aeróbicos, yoga, crossfit, etc. acudan a realizarse el estudio y la toma de muestra, se indicó a los mismo el objetivo final de la investigación pero solicitaron ser incluidos, se consideró entonces el crear la variable que identifica a los atletas de otros deportistas y se observó que más del 95% de los participantes cumplían los criterios de inclusión de practicar atletismo de fondo y semifondo sin afectar la condición estadística del estudio.

Ya en el análisis de los de los resultados observamos que se presentó una relación de 1.58:1 de hombres respecto a las mujeres considerando a todos los

participantes, lo cual además se asocia a las referencias dadas por la encuesta nacional de salud en donde se menciona que la proporción de hombres con niveles medianos o de alta actividad física es significativamente más alta que la de mujeres (64.9% vs. 46.2%)<sup>43</sup>, además se hace referencia a lo que sucede en otros países en donde si bien persiste múltiples estereotipos culturales se ha dado énfasis en la participación femenina creándose incluso comisiones de mujer y deporte pertenecientes a los distintos comités olímpicos de cada nación y que si disponen de la estadística antes mencionada.<sup>44</sup>

La asociación entre los días de semana que se realiza el entrenamiento y la cantidad de horas que lo hace un atleta se ha estudiado desde distintos puntos de vista, en especial con el desarrollo de lesiones, además se ha visto que el calzado utilizado para la práctica del atletismo dependiendo de su materiales tienen un tiempo de vida útil provocando distintos cambios en la biomecánica completa de la extremidad.<sup>45</sup> Este aspecto se consideró en el presente estudio únicamente en el hecho de la cantidad de sesiones que realizaba el atleta por lo que pierde utilidad para la investigación de otro tipo de aspectos como lesiones o un análisis específico de la biomecánica, consideramos entonces que este constituye una de las finalidades de la presente investigación para su aplicación clínica ya que la prevención de lesiones se ha visto asociada al adecuado uso del calzado deportivo<sup>46,47</sup> y que si analizamos con detenimiento los resultados vemos que a través del uso de las herramientas planteadas se puede intervenir sobre el sistema de salud mediante la promoción de la identificación del tipo de pisada supervisada por especialistas en medicina del deporte en los sitios de mayor afluencia de deportistas, con lo que se podría con una acción muy simple disminuir consultas de lesiones deportivas asociadas al mal uso del calzado.

Se discute además por otros autores la utilidad o no del calzado deportivo para la prevención de lesiones teniendo resultados adversos en el meta-análisis realizado por Leppanen (2014) quien no encontró relación con la prevención de lesiones y el uso de calzado (OR 1.23, 95% CI 0.81-1.87)<sup>48</sup>,

Se observó además que mayoritariamente los atletas realizaron 1 hora o menos de actividad física en cerca del 90,59% de las ocasiones, debido a los puntos de corte utilizados para el análisis metodológico no se puede identificar si los deportistas

cumplen con las recomendaciones de calidad y cantidad de ejercicio propuestas por el Colegio Americano de Medicina Deportiva, entidad referente a nivel internacional para nuestra especialidad, quienes indican que el adulto debe realizar al menos 150 minutos de actividad física de moderada intensidad a la semana.<sup>49</sup>

Respecto a los valores antropométricos evidenciados se tomó en cuenta únicamente al peso ya que la tecnología aplicada al calzado deportivo en atletas mayores de 80 kilogramos recomendada es la de amortiguamiento, para efectos del estudio se ha tomado en cuenta a nuestros encuestados que presentan no solo un valor absoluto del peso sino una relación con su índice de masa corporal, a quienes se debería recomendar el uso de tecnología cushion.<sup>50</sup>

El análisis en sí del tipo de pisada llevado a cabo en el estudio se valió de dos herramientas para la identificación del tipo de pisada, la primera fue la podoscopía y la segunda fue el índice postural del pie, misma que ha demostrado un adecuada capacidad de reproducción intraobservador, pero con un déficit moderado de reproducción interobservador<sup>51</sup> y si bien presenta este déficit en especial en el campo de la investigación, sigue siendo una de las alternativas clínicas y económicas a comparación con estudios digitalizados o baropodométricos, además la podoscopía no ha perdido utilidad en la identificación del tipo de pisada, pudiendo incluso diferenciarse a los atletas de los no atletas con variantes anatómicas con mediciones simples.<sup>52</sup>

Atletas fueron identificados como supinadores, neutros o pronadores según el IPP-6, en el caso de la investigación al ser una prueba de campo con una muestra no intencionada no se pudo evidenciar atletas con supinación moderada (-6,-8) ni severa (-10,-12), al igual que no se pudo identificar hiperpronadores (-10-12), sin embargo se estratificó en los tres grupos principales con un mayor porcentaje de la muestra en el grupo de neutros, seguido de los pronadores leves y en menor porcentaje por los supinadores., si bien no existe estudios de prevalencia sobre el tipo de pisada, existen múltiples reportes sin respaldo científico<sup>53,54</sup> que indica que la pisada neutro y de pronación leve es la más común, y los porcentajes minoritarios corresponden a los supinadores, además menos del 5 % corresponde a los supinadores y pronadores severos., como se mostró en el capítulo de resultados, el mayor número de pronadores leves y supinadores se encontró en el Parque

Bicentenario con el 42.35% y 10,26% respectivamente de los encuestados, al asociarlo con la edad y el género se encuentra una explicación a este hecho.

En el análisis que implica el objetivo principal de este estudio entre el tipo de pisada y el calzado utilizado se observó que existe una relación estadísticamente significativa entre el uso de tecnología recomendada y el tipo de pisada, lo cual se asoció al factor comercial de los fabricantes quienes presentan una mayor cantidad de modelos asociados a la tecnología de estabilidad y amortiguamiento respecto a la tecnología de control de movimiento recomendada para los pronadores.<sup>55</sup>

Los resultados asociados con el uso correcto de calzado se presentó en el capítulo IV de este trabajo, y se asocia con lo demostrado por Malisoux (2013) sobre si el uso de distintas tecnologías de calzado y su uso paralelo disminuía el riesgo de lesiones, confirmando que múltiples tecnologías pueden ser aplicadas para un mismo individuo sin aumento del riesgo sufrir lesiones sobre el sistema musculoesquelético.<sup>56</sup>, además se observó que el uso de distintas tecnologías de amortiguamiento no influyen mayoritariamente en el desempeño biomecánico y la sensación de comodidad experimentado por corredores aficionados<sup>57</sup>, lo que nos brinda un abanico más amplio para el uso de distintas tecnologías entre los atletas y solo acciones muy específicas sobre algunas articulaciones del pie como la metatarso falángica del primer dedo pueden mejorar<sup>58</sup>.

El aspecto comercial del uso o no de una tecnología aplicada al calzado deportivo además es muy discutida por investigadores biomecánicos quienes al realizar múltiples estudios han observado que la prevención de aplicación de cargas sobre el pie en corredores descalzos son menores sobre el tobillo y la rodilla<sup>59</sup> recomendando incluso la práctica del atletismo sin calzado<sup>60</sup>, en lo que se ha denominado “barefoot run”, por supuesto no se toma en cuenta lesiones traumáticas asociadas al factor de protección que brinda de por sí el calzado, lo que elimina la teoría y recomendación comercial de los distintos tipos de calzado.

El hecho demostrado en el presente trabajo de que muchos pronadores usan la tecnología más común disponible comercialmente (stability) ha hecho también que varios autores investiguen si existe un perjuicio en el uso de tecnologías “no

recomendadas” observando que no existe mayor asociación de lesiones en los pronadores leves que usan sistemas de estabilidad o neutros<sup>61</sup> pero también existe evidencia del beneficio específico de los pronadores con sistemas de control de movimiento, en especial cuando los atletas presentan eversión del retropié o rotaciones internas de rodilla en especial en las mujeres<sup>62</sup> esto en definitiva ha hecho que nuestros atletas no presenten un riesgo mayor de dolencias lumbares o de extremidades inferiores, lastimosamente este aspecto no fue contemplado en la realización del presente trabajo.

Con esta discusión entonces vemos que si bien nuestros atletas usan mayoritariamente el calzado adecuado, se deberá poner énfasis mayor sobre los pronadores y supinadores para la recomendación correcta del calzado con la finalidad de mejorar el rendimiento deportivo, disminuir el riesgo de lesiones asociadas, mejorar la autoestima y sensación de confort del atleta durante su actividad física.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. No existe diferencias respecto al uso adecuado de calzado en el sector norte y Cumbayá de la ciudad de Quito en especial sobre el grupo de atletas con pisada neutra.
2. Los pronadores y supinadores son los atletas que peor utilizan la tecnología del calzado deportivo recomendada en los distintos grupos de estudio. Sin embargo se desconoce la frecuencia de pronadores severos que son los que mandatoriamente requieren el uso de tecnología motion control
3. El hecho comercial de que se fabriquen más modelos con sistema de control de estabilidad adecuado para el grupo de neutros y pronadores leves parece ser la causa para que el atleta use una tecnología adecuada.
4. Las herramientas clínicas como el IPP-6 y el uso de podoscopía siguen siendo válidas para la recomendación del uso de un calzado determinado.
5. La valoración estática del pie del atleta debe ser confirmado con estudios dinámicos del pie para permitir que la recomendación sea más precisa con el objetivo final de mejorar el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones.

## CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Incluir en el formulario de encuestas temas relacionados a las lesiones sufridas por el uso de un determinado calzado y su modificación una vez que se cambiado la tecnología de acuerdo a la recomendación profesional.
2. Considerar el análisis del barefoot running con la práctica del atletismo usando calzado.
3. Incorporar al análisis aspectos sociales que puedan influir en la selección del calzado.
4. Estudiar los criterios utilizados por el deportista al momento de la adquisición de un determinado zapato deportivo.
5. Considerar la creación de una base de datos nacional de los atletas amateurs donde se pueda determinar si el tipo de pisada influye sobre su desempeño y las posibles lesiones.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- <sup>1</sup> Dirección Metropolitana de Deporte y Recreación, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en:  
<http://www.carrerasecuador.com/modulos.php?menu=calendario>
- <sup>2</sup> Lake MJ. DETERMINING THE PROTECTIVE FUNCTION OF SPORTS FOOTWEAR. *Ergonomics*. 2000 Oct;43(10):1610-21.
- <sup>3</sup> Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, Williams A, Bowden PD. INTER-ASSESSOR RELIABILITY OF PRACTICE BASED BIOMECHANICAL ASSESSMENT OF THE FOOT AND ANKLE. *J Foot Ankle Res*. 2012;5:14.”
- <sup>4</sup>Farber DC, Knutsen EJ. FOOTWEAR RECOMMENDATIONS AND PATTERNS AMONG ORTHOPAEDIC FOOT AND ANKLE SURGEONS: A SURVEY. *Foot Ankle Spec*. 2013 Dec;6(6):457-64. doi: 10.1177/1938640013497051. Epub 2013 Jul 19.
- <sup>5</sup> McPoil TG. ATHLETIC FOOTWEAR: DESIGN, PERFORMANCE AND SELECTION ISSUES. *J Sci Med Sport*. 2000 Sep;3(3):260-7.
- <sup>6</sup> Khan MN, Jacobs BC, Ashbaugh S. CONSIDERATIONS IN FOOTWEAR AND ORTHOTICS. *Prim Care*. 2013 Dec;40(4):1001-12. doi: 10.1016/j.pop.2013.08.013. Epub 2013 Oct 15.
- <sup>7</sup> Abian J, Del Coso J, González C, Salinero J, LA BIOMECÁNICA Y LA TECNOLOGÍA APLICADAS AL CALZADO DEPORTIVO, Universidad Camilo José Cela 2013.
- <sup>8</sup> Jarvis HL, Nester CJ, Jones RK, Williams A, Bowden PD. Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle. *J Foot Ankle Res*. 2012;5:14.”
- <sup>9</sup> Nielsen RO, Buist I, Parner ET, Nohr EA, Sørensen H, Lind M, Rasmussen S. FOOT PRONATION IS NOT ASSOCIATED WITH INCREASED INJURY RISK IN NOVICE RUNNERS WEARING A NEUTRAL SHOE: A 1-YEAR PROSPECTIVE COHORT STUDY. *Br J Sports Med*. 2013 Jun 13. [Epub ahead of print]
- <sup>10</sup> Barnes RA, Smith PD. THE ROLE OF FOOTWEAR IN MINIMIZING LOWER LIMB INJURY. *J Sports Sci*. 1994 Aug;12(4):341-53.
- <sup>11</sup> Kerrigan DC, Franz JR, Keenan GS, Dicharry J, Della Croce U, Wilder RP. THE EFFECT OF RUNNING SHOES ON LOWER EXTREMITY JOINT TORQUES. *PM R*. 2009 Dec;1(12):1058-63. doi: 10.1016/j.pmrj.2009.09.011.
- <sup>12</sup> Bishop M, Fiolkowski P, Conrad B, Brunt D, Horodyski M. ATHLETIC FOOTWEAR, LEG STIFFNESS, AND RUNNING KINEMATICS. *J Athl Train*. 2006 Oct-Dec;41(4):387-92
- <sup>13</sup> García P, FACIL CUANTIFICACIÓN DE LA POSTURA DEL PIE EN ESTÁTICA VERSION DE SEIS CRITERIOS IPP-6, Traducido de Anthony Redmond 1998, Agosto 2005.

- 
- <sup>14</sup> Redmon AC, Crosbie J, Ouvrier RA. DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A NOVEL RATING SYSTEM FOR SCORING FOOT POSTURE INDEX. CLINICAL BIOMECHANICS, Clin Biomech (Bristol, Avon). 2006 Jan;21(1):89-98. Epub 2005 Sep 21.
- <sup>15</sup> Redmon AC, FOOT POSTURE IN NEUROMUSCULAR DISEASE. (Phd Thesis) University of Sydney, 2004
- <sup>16</sup> Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A.. THE FOOT POSTURE INDEX: RASCH ANALYSIS OF A NOVEL, FOOT-SPECIFIC OUTCOME MEASURE, Arch Phys Med Rehabil. 2007 Jan;88(1):88-93.
- <sup>17</sup> O´Rahilly, ANATOMIA GARDNER –GRAY- O´RAHILLY, ed. Interamericana McGraw Hill, 1989, Mexico DF, México.
- <sup>18</sup> Abian J, Del Coso J, González C, Salinero J, LA BIOMECÁNICA Y LA TECNOLOGÍA APLICADAS AL CALZADO DEPORTIVO, Universidad Camilo José Cela 2013.
- <sup>19</sup> Kapandji A. FISIOLÓGÍA ARTICULAR VOL2. MIEMBRO INFERIOR, Editorial Médica Panamerica, Madrid, España, 1997
- <sup>20</sup> Hunt G.). FISIOTERAPIA DEL PIE Y TOBILLO. Barcelona: Monsa, 2013
- <sup>21</sup> Perry J. (s.f.). The Mechanics of Walking. J Am Phys Assoc, 47:9.
- <sup>22</sup> Root ML, O. W. (s.f.). Normal and Abnormal Function of the Foot: clinical Biomechanics. Vol 2. Los Angeles: Clinical Biomechanics
- <sup>23</sup> Clarke TE, F. E. (s.f.). The study of rearfoot movement in running. En F. EC, Sport Shoes and Playing Surfaces (pág. 166). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- <sup>24</sup> Sastre S. FISIOTERAPIA DEL PIE: PODOLOGIA FISICA, VOLUMEN I, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1991.
- <sup>25</sup> Hernández D. BIOMECANICA DE LA CARRERA, Medicina de Rehabilitación BIOMECANICA, en: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18694>
- <sup>26</sup> Levy A. ORTOPODOLOGIA Y APARATO LOCOMOTOR, Editorial Masson, Barcelona, España 2003.
- <sup>27</sup> Sierra. (2013). ¿COMO ESCOJO MIS TENIS PARA CORRER? , Ortopedia Deportiva en: <http://ortopediadeportiva.com.mx/g04.html>.
- <sup>28</sup> Anónimo, SUPINACIÓN, en <http://www.runalytics.es/inicio/supinacion.html>, 2013
- <sup>29</sup> Kathryn J, en <http://runmonster.wordpress.com/2013/06/07/pronation-and-supination-demystified/>, 2013).

- 
- <sup>30</sup> Malisoux L, CAN PARALLEL USE OF DIFFERENT RUNNING SHOES DECREASE RUNNING-RELATED INJURY RISK?, Scand J Med Sci Sports. 2013 Nov 28. doi: 10.1111/sms.12154.
- <sup>31</sup> Porres A. CALZADO PARA CARRERA URBANA, en: <http://www.podologiadeportiva.com/prensa/articulos/>
- <sup>32</sup> Gonzalez A. EL CALZADO DE RUNNING, en <http://www.podologiadeportiva.com/prensa/articulos/>
- <sup>33</sup> García JM. HIGH-PERFORMANCE AROMATIC POLYAMIDES». Progress in Polymer Science 35 (5): pp. 623–686 2010
- <sup>34</sup> Lorente R. HUELLA PLANTAR, en <http://pgucv2011.blogspot.com/2012/05/resumen-huella-plantar.html>
- <sup>35</sup> Lorente R. MENSURACIONES, en <http://podojuniors.blogspot.com/2012/06/mensuraciones.html>
- <sup>36</sup> Echarri JJ, THE DEVELOPMENT IN FOOTPRINT MORPHOLOGY IN 1851 CONGOLESE CHILDREN FROM URBAN AND RURAL AREAS, AND THE RELATIONSHIP BETWEEN THIS AND WEARING SHOES. J Pediatr Orthop B. 2003 Mar;12(2):141-6.
- <sup>37</sup> Anónimo, tomado de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Parque\\_La\\_Carolina](http://es.wikipedia.org/wiki/Parque_La_Carolina), 2013.
- <sup>38</sup> Anónimo, tomado de: 2.-<http://www.quito.com.ec/que-hacer/deporte-y-parques/parque-la-carolina>
- <sup>39</sup> Del Cisne M., ANTIGUO AEROPUERTO, tomado de: <https://mayradelcisne.wordpress.com/tag/antiguo-aeropuerto-mariscal-antonio-jose-de-sucre/>
- <sup>40</sup> Anónimo, tomado de: <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/698-nuevas-pistas-para-deportistas-en-el-parque-bicentenario>
- <sup>41</sup> Anónimo, EL CHAQUIÑAN, en: Diario EL COMERCIO: <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito/chaquinan-sera-declarado-patrimonio-natural.html>
- <sup>42</sup> Anónimo, DIARIO HOY, en: .- <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/el-parque-las-cuadras-286839.html>
- <sup>43</sup> Freire W.B., Ramírez MJ., Belmont P., Mendieta MJ., Silva MK., Romero N., Sáenz K., Piñeiros P., Gomez LF., Monge R. 2013.RESUMEN EJECUTIVO. TOMO I. Encuesta

---

Nacional de salud y Nutrición del Ecuador. ENSANUT-ECU 2011-2013 Ministerio de Salud Pública / Instituto Nacional de Estadística y Censos. Quito, Ecuador.

<sup>44</sup> COMISIÓN DE MUJER Y DEPORTE, Comité olímpico español, en: <http://www.mujoydeporte.org/>

<sup>45</sup> Chambon N, AGING OF RUNNING SHOES AND ITS EFFECT ON MECHANICAL AND BIOMECHANICAL VARIABLES: IMPLICATIONS FOR RUNNERS, *J Sports Sci.* 2014;32(11):1013-22. doi: 10.1080/02640414.2014.886127.

<sup>46</sup> Schelde J., [FACTS AND FICTION ABOUT RUNNING SHOES]. *Ugeskr Laeger.* 2012 Nov 26;174(48):3011-3.

<sup>47</sup> Cook SD. RUNNING SHOES. THEIR RELATIONSHIP TO RUNNING INJURIES. *Sports Med.* 1990 Jul;10(1):1-8.

<sup>48</sup> Leppänen M, INTERVENTIONS TO PREVENT SPORTS RELATED INJURIES: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS OF RANDOMISED CONTROLLED TRIALS. *Sports Med.* 2014 Apr;44(4):473-86. doi: 10.1007/s40279-013-0136-8.

<sup>49</sup> BERTHEUSSEN, GRO F, ASSOCIATIONS BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY AND PHYSICAL AND MENTAL HEALTH- A HUNT 3 STUDY, *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Jul;43(7):1220-8.

<sup>50</sup> Guirado J. LA MEJOR ELECCIÓN DE CALZADO PARA EL RUNNER ALGO MÁS PESADO, en <http://sportadictos.com/2012/11/eleccion-calzado-para-runner-pesado>, 2013

<sup>51</sup> Cornwall MW, RELIABILITY OF THE MODIFIED FOOT POSTURE INDEX. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008 Jan-Feb;98(1):7-13.

<sup>52</sup> Kulthanan T, A STUDY OF FOOTPRINTS IN ATHLETES AND NON-ATHLETIC PEOPLE. *J Med Assoc Thai.* 2004 Jul;87(7):788-93.

<sup>53</sup> Anónimo, TIPOS DE PISADA, en <http://intelligenttraining.files.wordpress.com/2011/11/la-pisada-del-corredor.pdf>

<sup>54</sup> Anónimo, ¿PRONADOR O SUPINADOR?, en <http://www.runners.es/entrenamiento/articulo/aprende-elegir-tu-calzado> 2013.

<sup>55</sup> Anónimo, ZAPATILLAS RUNNING, en <http://www.deporr.com/zapatillas-running.html>, 2014.

<sup>56</sup> Malisoux L, CAN PARALLEL USE OF DIFFERENT RUNNING SHOES DECREASE RUNNING-RELATED INJURY RISK? *Scand J Med Sci Sports.* 2013 Nov 28.

<sup>57</sup> Dinato RC, BIOMECHANICAL VARIABLES AND PERCEPTION OF COMFORT IN RUNNING SHOES WITH DIFFERENT CUSHIONING TECHNOLOGIES. *J Sci Med Sport.* 2014 Jan 1.

---

<sup>58</sup> Willwacher , DOES SPECIFIC FOOTWEAR FACILITATE ENERGY STORAGE AND RETURN AT THE METATARSOPHALANGEAL JOINT IN RUNNING?, J Appl Biomech. 2013 Oct;29(5):583-92.

<sup>59</sup> Lorenz DS, IS THERE EVIDENCE TO SUPPORT A FOREFOOT STRIKE PATTERN IN BAREFOOT RUNNERS? A REVIEW. Sports Health. 2012 Nov;4(6):480-4

<sup>60</sup> Kaplan Y., BAREFOOT VERSUS SHOE RUNNING: FROM THE PAST TO THE PRESENT. Phys Sportsmed. 2014 Feb;42(1):30-5.

<sup>61</sup> Nielsen RO, FOOT PRONATION IS NOT ASSOCIATED WITH INCREASED INJURY RISK IN NOVICE RUNNERS WEARING A NEUTRAL SHOE: A 1-YEAR PROSPECTIVE COHORT STUDY. Br J Sports Med. 2014 Mar;48(6):440-7.

<sup>62</sup>Lilley K, THE INFLUENCE OF MOTION CONTROL SHOES ON THE RUNNING GAIT OF MATURE AND YOUNG FEMALES. Gait Posture. 2013 Mar;37(3):331-5