

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Terapia Física

**“Prevalencia de alteraciones en huella plantar en estudiantes Escuela Francisca Arizaga Toral. Cuenca-Ecuador, febrero - julio 2022.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de licenciado en Terapia Física

Modalidad: Proyecto de investigación

**Autor:**

Miguel Ángel Calle Pillco

**Director:**

Diego Fernando Cobos Cobos

ORCID: 0000-0003-4724-1517

**Cuenca, Ecuador**

2023-03-08

## Resumen

**Antecedentes:** Las alteraciones de huella plantar muy comunes en niños escolares, varían entre disminución o aumento de la curvatura plantar, se ligan a dolor musculoesquelético.

**Objetivo:** Determinar la prevalencia de alteraciones en la huella plantar en estudiantes de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral.

**Metodología:** estudio descriptivo, transversal y observacional con registro de datos en un formulario elaborado por el autor. La tabulación de los datos se efectuó con el programa IBM SPSS versión 15 y los gráficos se elaboraron en Microsoft Excel. Las variables cuantitativas se describen a través de estadística de dispersión, desvío estándar y tendencia central. Las variables cualitativas se presentan mediante tablas simples y cruzadas con frecuencias y porcentajes.

**Resultados:** con 268 niños evaluados, el 52,2% niñas, el 74,6% de la zona urbana, mestizos. El 48,5% peso normal, el 49,3 bajo peso, el 2,2% sobrepeso y obesidad. La prevalencia de las alteraciones de huella plantar fue del 75%. Prevalció el cavo bilateral 39,2%. El pie cavo prevaleció en niñas con el 45,0%. Según edad, en menores de 8 años el pie plano presentó un 38,8%, y en mayores a 8 años, el cavo presento un 47,8%. La alteración angular de cadera y rodilla prevalente fue el valgo bilateral con un 27,3%.

**Conclusiones:** Es importante la valoración de la huella plantar en escolares, particularmente entre los 8 – 13 años, etapa donde se establecen las características del pie y las alteraciones de huella plantar para la vida adulta.

*Palabras claves:* Hernández/Corvo, alteraciones/huella plantar, alteraciones cadera/rodilla

### Abstract

**Background:** plantar footprint alterations are very common in school children, they vary between decreased or increased plantar curvature, and are linked to musculoskeletal pain.

**Objective:** To determine the prevalence of alterations in the plantar footprint in students of the Francisca Arizaga Toral School of Basic Education.

**Methodology:** descriptive, cross-sectional and observational study with data recording in a form prepared by the author. The tabulation of the data was carried out with the IBM SPSS version 15 program and the graphs were prepared in Microsoft Excel. Quantitative variables are described through dispersion statistics, standard deviation, and central tendency. The qualitative variables are presented through simple and crossed tables with frequencies and percentages.

**Results:** with 268 children evaluated, 52.2% girls, 74.6% from urban areas, mestizos. 48.5% normal weight, 49.3 underweight, 2.2% overweight and obesity. The prevalence of plantar footprint alterations was 75%. Bilateral cavus prevailed 39.2%. Pes cavus prevailed in girls with 45.0%. According to age, in children under 8 years of age, flat feet presented 38.8%, and in those over 8 years of age, cavus presented 47.8%. The prevalent hip and knee angular alteration was bilateral valgus with 27.3%.

**Conclusions:** It is important to assess the plantar footprint in schoolchildren, particularly between 8-13 years of age, the stage where the characteristics of the foot and plantar footprint alterations for adult life are established.

*Keywords:* Hernández/Corvo, alterations/footprint, hip/knee alterations

**Índice de contenidos**

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Agradecimiento .....	8
Dedicatoria.....	9
Capítulo I.....	10
Introducción .....	10
Planteamiento del problema.....	11
Justificación .....	13
Capítulo II.....	14
Fundamento teórico .....	14
1. El pie .....	14
2. bóveda plantar .....	16
3. La marcha y sus deformaciones dinámicas en la bóveda plantar.....	19
4. Adaptación de la bóveda plantar al terreno.....	20
5. Huella plantar .....	21
6. Alteraciones de huella plantar relacionadas con el IMC .....	24
7. Complicaciones de alteraciones en la huella plantar .....	25
8. Evaluación fisioterapéutica .....	25
9. Métodos de análisis de huella plantar.....	27
Capítulo III .....	31
Objetivos de la investigación.....	31
Objetivo General:.....	31
Objetivos Específicos:.....	31
Capítulo IV .....	32
Métodos y Técnicas .....	32
Tipo de estudio: .....	32
Variables: .....	32
Área de Estudio .....	32
Población: .....	32
Criterios de Inclusión:.....	33

Criterios de Exclusión: .....	33
Procedimiento para la recolección de información, instrumentos a utilizar, métodos para el control y calidad de los datos, y tiempos asignados para la recolectar la información:.....	33
Procedimientos para garantizar aspectos éticos:.....	34
Capítulo V .....	35
Resultados .....	35
Capítulo VI .....	42
Discusión.....	42
Capítulo VII .....	43
Conclusiones: .....	43
Recomendaciones:.....	44
Referencias bibliográficas .....	45
Anexos .....	48
Anexo A: Oficio de autorización .....	48
Anexo B: Operacionalización de variables.....	49
Anexo C: Formulario de recolección de datos .....	52
Anexo D: Consentimiento informado .....	54
Anexo E: Asentimiento.....	58
Anexo F: Gráficos.....	61
Anexo G: Registro fotográfico .....	64

## Índice de figuras

Ilustración 1 Huesos del pie. Vista lateral. Tomado de Barreto. Diseño de calzado urbano .....	14
Ilustración 2 Huesos del pie. Vista superior. Tomado de Barreto. Diseño de calzado urbano ....	14
Ilustración 3 Arco longitudinal interno. Bóveda plantar puntos de apoyo A, B y C, se asemeja a una vela triangular. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.....	16
Ilustración 4 Vista superior del pie, se observa los tres puntos de apoyo, zona sombreada corresponde a la impresión plantar. Cruz negra representa a la carga de peso. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.....	16
Ilustración 5 Arco plantar externo. Se extiende desde el calcáneo punto C pasa por el cuboides hasta la cabeza del quinto metatarsiano punto B. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	17
Ilustración 6 Vista anterior. Arco anterior. Descansa en los extremos, en los sesamoideos del primer metatarsiano y en la cabeza del quinto metatarsiano a 6mm del suelo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.....	18
Ilustración 7 Vista inferior. Proyección del Arco Anterior y curva transversal. Arco transversal a la altura del escafoides y cuboides. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.....	18
Ilustración 8 Apoyo anterior. Se ensancha hacia el borde externo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	20
Ilustración 9 De pie. Pendiente transversa. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	20
Ilustración 10 En la escalada. Pie inferior en cavo varo y pie superior en flexión máxima. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	20
Ilustración 11 En el descenso. El pie se adhiere efectivamente por la posición en eversión. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	20
Ilustración 12 Pie equino. A equino simétrico. B equino en pronación. C equino en supinación. Se observa con claridad las zonas donde se concentra la sobrecarga, por lo tanto, serán los lugares donde se van a formar las callosidades. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	23
Ilustración 13 A, antepié plano. B, pie convexo anterior. Las flechas superiores indican los lugares donde recae la sobrecarga, y las inferiores, donde se forman las callosidades. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	24
Ilustración 14 Tablas de clasificación del IMC. Tomado de la OMS .....	25
Ilustración 15 Evolución de la alteración de huella plantar. Pie Cavo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	26
Ilustración 16 Evolución de la alteración de huella plantar. Pie Plano. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular. ....	26
Ilustración 17 Huella caracterizada en el fotopodograma. Tomada de Viladot. ....	27
Ilustración 18 Huella caracterizada en el pedígrafo. Tomada de Viladot.....	27
Ilustración 19 Huella caracterizada mediante el Método Aguado, y análisis mediante el protocolo Hernández Corvo. Tomada de Hernández Corvo.....	28
Ilustración 20 Esquema de medidas para la caracterización de la huella plantar. Protocolo Hernández Corvo. Tomada de Hernández Corvo.....	30

## Índice de tablas

Tabla 1. Prevalencia de alteraciones de la huella plantar en 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022 .....	35
Tabla 2. Tipos de alteraciones de la huella plantar en 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022 .....	35
Tabla 3. Distribución según edad de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022. ....	36
Tabla 4. Distribución según sexo de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022. ....	36
Tabla 5. Distribución según residencia de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022. ....	37
Tabla 6. Distribución según IMC de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022. ....	37
Tabla 7. Tipo de alteraciones de la huella plantar de 268 estudiante de la escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según sexo.....	38
Tabla 8. Tipo de alteraciones de la huella plantar de 268 estudiante de la escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según edad. ....	39
Tabla 9. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022. ....	40
Tabla 10. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según sexo.....	40
Tabla 11. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según edad. ....	41

## Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a Dios por brindarme la sabiduría, el conocimiento, y sobre todo por guiarme en este caminar para alcanzar esta meta, a pesar de los momentos difíciles que he tenido que enfrentar.

Agradezco a mi señor padre, José Calle (+), quien desde donde este, ha sido mi guía espiritual y es quien siempre busco forjar en mí una persona con valores y principios. También deseo agradecer de corazón a mi señora madre, Rosario Pillco, por ser esa guerrera que siempre ha dado todo de ella para que pueda alcanzar cada meta en mi vida, por motivarme y apoyarme siempre. Es aquella mujer, que me enseñó que a las adversidades se las enfrentan y se deben superar para alcanzar cada uno de los objetivos planteados. Mamita lo logramos, este fue nuestro sueño.

También agradezco enormemente al Lcdo. Diego Cobos. Director y tutor de mi tesis, por su tiempo, las palabras constantes de motivación, el ser más que docente un amigo, sobre todo por su paciencia en cada etapa del desarrollo del este trabajo, porque sin su dirección no hubiese sido posible el llegar a esta meta.

De manera especial quiero agradecer a mi esposa Gabriela Saquisili, por su paciencia y su apoyo, por su comprensión en cada instante que tuve que sacrificar tiempo con ella y mis hijos, por sus palabras de aliento para no rendirme a pesar de las vicisitudes, por no dejarme solo y batallar junto a mí a pesar de mi quebranto en mi estado de salud. Este es un logro que no hubiese sido alcanzable sin su ayuda.

**Miguel Angel Calle Pillco**

## Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a Dios, sin su guía esto no sería posible, es por su bendición, que tengo en mi vida a las personas que formaron parte de esta meta que ahora se materializa.

A mis padres, a mi hermana María Calle, a mi esposa, a mis hijos: Belén y Liam, quienes inspiraron este trabajo, y por quienes busco ser mejor cada día, son mi impulso para alcanzar lo inalcanzable y luchar siempre para seguir disfrutando de la vida juntos a ellos y conquistar más metas.

A toda mi familia política, mis suegros, Milton Saquisili e Isabel Arias, mi cuñado Andrés Saquisili y mi concuñada Jenny Regalado, quienes siempre han creído en mi capacidad para alcanzar las metas que me proponga.

**Miguel Angel Calle Pillco**

## Capítulo I

### Introducción

El pie se puede definir como una estructura compleja y esencial para la locomoción y la bipedestación, está localizado en el extremo distal del miembro inferior por debajo del tobillo, conformado por huesos músculos y tejido conectivo(1).

Viladot(2) describe la arquitectura del pie señalando que “se encuentra formada por unos arcos longitudinales y otros transversales. Los arcos longitudinales, que parten del calcáneo hacia la porción anterior, son todos convexos, siendo la altura de los mismos tanto más elevada cuanto más internos”.

Las características anatómicas en el pie humano se modifican con la edad y varían de un individuo a otro. Esta variabilidad pasa desapercibida por la subjetividad en la valoración visual. Por lo tanto, su evaluación debe ser individualizada y con herramientas objetivas. En la actualidad existen técnicas directas como radiografías e indirectas como la antropometría y el fotopodograma (3).

La estructura del pie puede presentar alteraciones, generando diversos tipos de huella plantar, según se modifique el eje longitudinal (cavo o plano) o el eje transversal (talo valgo o talo varo). También, según el grado de alteración (cavo, cavo fuerte o cavo extremo). La huella plantar en los primeros años de vida se presenta como pie plano; porque el arco longitudinal no es notorio, con el pasar de los años esta condición cambia, y el arco longitudinal expresa una concavidad(4).

En el estudio de Navarro del 2013 realizado en Chile, los niños, presentan una prevalencia de un 31,6% para pie plano y un 11.6% para pie cavo, y las niñas presentan una prevalencia de 24,3% pie plano y 14,4% pie cavo(1). En otro estudio realizado por Cáceres(5) en Colombia, el pie plano tuvo una prevalencia del 70,1%. Esta es una aproximación hacia el problema sobre alteraciones de huella plantar en escolares

Es frecuente, que el desconocimiento de los padres de familia respecto a la postura corporal correcta de los niños, sea el principal motivo por el cual no reciban una atención adecuada y oportuna; como consecuencia en la etapa adulta serán frecuentes las alteraciones ortopédicas que van a limitar la movilidad y las actividades de la vida diaria del individuo, resultando difícil corregirlas(6).

## Planteamiento del problema

La alteración en el patrón de huella plantar y sus complicaciones son un problema de distribución generalizada, no respeta sexo, edad ni condición socioeconómica y nuestro medio no está exento de esto.

En el ámbito internacional podemos observar la investigación realizada en México en 2019 en la cual se estudió a 959 niños y niñas de entre 6 y 13 años de edad, por medio del índice del arco plantar de los cuales el 19% (n=182) presentaron alguna alteración plantar, de ellos el 42,3% presentaron pie plano(7). En otro estudio, realizado en Venezuela, sobre la prevalencia de defectos ortopédicos en preescolares se observó que las afecciones ortopédicas siguen siendo motivo de consulta a nivel pediátrico, como afección principal o relacionada a otros procesos, y entre ellos el pie plano es el defecto ortopédico de mayor frecuencia con un 84%, con persistencia en niños preescolares de 2 a 3 años de edad (36%)(8). Por otro lado, en el estudio publicado en 2018 por Olascoaga(9) en Argentina con un total de 48 niños y niñas de entre 4 a 7 años, realizado por medio de una huella plantográfica y su análisis se pudo observar que el 33,3% de las personas estudiadas presentaron pie cavo.

En la investigación de Arroyo realizada en Argentina en 2010 que tuvo como objetivo la detección de las alteraciones posturales del pie en niños de entre 6 y 11 años de las escuelas públicas por medio de pedigrafía digital se observó que el 72% de los 80 niños evaluados presentan alteraciones plantares, siendo el pie plano la que se presentó con mayor frecuencia: 41% en niños y 39% en niñas(10). Por otro lado, y con prevalencias similares observamos el estudio de Espinoza et al.(1), realizado en 2013 en Chile con un total de 420 niños y niñas de entre 6 a 12 años en el cual se utilizó como método de medición un podoscopio de cristal sólido y se observaron prevalencias de alteraciones de huella plantar para niños 43,2% y niñas 38,7%.

A nivel nacional, Motoche et al.(6), en Riobamba en 2019, por medio de un podómetro, valoró a un total de 30 niños por encima de los 2 años e identificó, que el 33% tuvo una alteración en su huella plantar. También, Mosquera(11) en Quito 2019 con una muestra de niños y niñas entre 9 y 12 años encontró que el 50% presentó alguna alteración en su estructura plantar.

En el contexto local, en un estudio realizado en Cuenca por Zambrano(12) en 2015, con 90 niños y niñas de entre 3 a 4 años, se observó que la prevalencia de alteraciones de la huella plantar fue del 71%, siendo el pie plano bilateral la alteración de mayor frecuencia con el 56,7%.

Como se puede observar, a pesar de que las estadísticas no presentan tendencia lineal, se evidencia que en todos los estudios existe un número significativo de personas con algún tipo de alteración plantar. Además, resaltamos que en nuestra ciudad desde hace 6 años no existen estudios que caractericen la huella plantar en niños de centros educativos.

## Justificación

Las características y consecuencias de una alteración en la huella plantar son temáticas de investigación que cuentan con varios estudios a nivel internacional, sin embargo, en nuestro medio no existen suficientes estudios que sirvan de referente para la terapéutica local.

En la ciudad de Cuenca, específicamente en los Centros Infantiles del Buen Vivir del Ministerio de Inclusión Económica y Social, al momento no existen investigaciones previas que permitan identificar la prevalencia de las alteraciones de huella plantar en los infantes(12,13). La presentación de alteraciones en el patrón de huella plantar en niños es un problema de distribución mundial que no respeta, sexo, edad ni condición socioeconómica(7).

Si este problema no se diagnostica y trata de manera oportuna puede que se presenten complicaciones que condicionarán la calidad de vida de las personas con esta patología. Tomando esto en cuenta se ha realizado una breve revisión de la bibliografía, en la cual se ha podido observar que en nuestro medio no existe información actualizada sobre el tema.

El Dr. Cámara(14), resalta la importancia de la valoración de la huella plantar; y recomienda que aquellas personas que tengan una alteración en la arquitectura del pie sean orientadas para asistir a consulta con un especialista, así disminuir la frecuencia de lesiones y las posibles complicaciones.

Por lo expuesto con la intención de tener datos actualizados respecto a la huella plantar es importante este estudio.

## Capítulo II

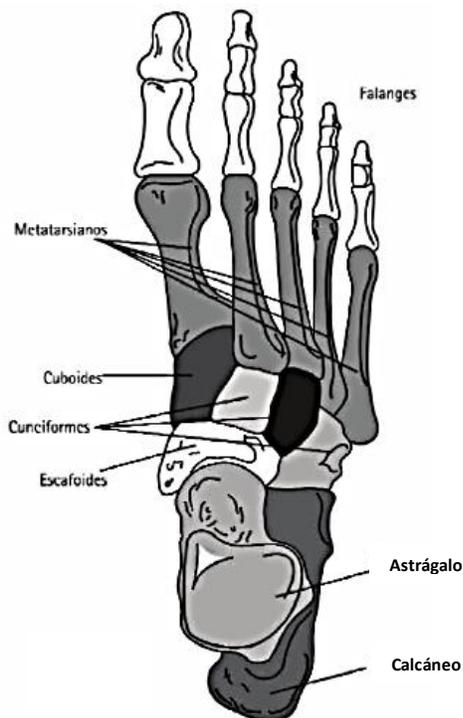
### Fundamento teórico

#### 1. El pie

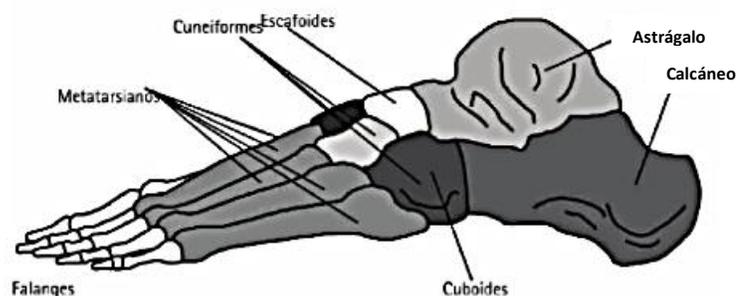
Considerada una estructura anatómicamente compleja, es la más distal del miembro inferior. Referente a la filogenia humana, el pie perdió su capacidad prensil, constituyéndose de esta manera, en un soporte para la bipedestación y la carga de peso en la marcha. Este proceso de evolución se convirtió en una característica única del ser humano(15).

#### 1.1 Estructura ósea del pie

El pie está constituido por 26 huesos: 14 falanges, 5 metatarsianos y 7 huesos correspondiente al tarso. Esto divide al pie en 3 segmentos como son el segmento posterior o tarso (astrágalo y calcáneo), el medio o metatarso (3 cuneiformes, cuboides y escafoides) y el anterior o falanges, este último conformado por las falanges proximales, medias y distales, exceptuando el dedo gordo, que consta solo de falange proximal y distal. (fig. 1 y 2)



*Ilustración 2* Huesos del pie. Vista superior.  
Tomado de Barreto. Diseño de calzado urbano



*Ilustración 1* Huesos del pie. Vista lateral. Tomado de Barreto. Diseño de calzado urbano

## 1.2 Arquitectura del pie

El pie presenta 3 segmentos que se distribuyen en antepié, mediopié y antepié.

**1.2.1 El retropié:** Constituido por el astrágalo, y el cual va a articularse con el calcáneo y formando la articulación subastragalina (considerado como punto de apoyo posterior).

**1.2.2 El mediopié:** Conformado por el escafoides, que se articula con la cabeza del astrágalo, el cuboides que se articula con el escafoides y las bases de los metatarsianos, y los 3 cuneiformes.

**1.2.3 El antepié:** Formado por los cinco metatarsianos y las falanges: proximales, medias y distales(16).

## 1.3 Articulaciones del pie

Sin considerar la articulación del tobillo se describen 4 grupos articulares: intertarsianas, tarsometatarsianas, metatarsofalángicas e interfalángicas.

### 1.3.1 Articulaciones intertarsianas

Constituidas por los huesos del tarso, resultando las siguientes: talocalcánea, talocalcaneonavicular, calcaneocuboidea, cuneonavicular e intercuneiformes.

### 1.3.2 Alteraciones tarsometatarsianas o de Lisfranc

Conformada por la articulación de los huesos del tarso y el metatarso.

### 1.3.3 Articulaciones metatarsofalángicas

Formadas por la unión de las cabezas de los metatarsianos y la base de las falanges proximales.

### 1.3.4 Articulaciones interfalángicas

Resultantes entre las falanges, en el caso del dedo gordo este consta de una articulación, mientras que los otros cuatro presentan dos, la articulación interfalángica proximal y la distal(17).

## 1.4 Movimientos del pie

La articulación subastragalina conformada por el astrágalo y el calcáneo, consta de dos movimientos básicos la inversión y la eversión. Con el trazo del eje subastragalino con una angulación de 45° del suelo y 16° de una línea a nivel del segundo metatarsiano se presentan tres movimientos combinados: la inversión - eversión, la abducción - aducción y la dorsiflexión – flexión plantar. La asociación de estos movimientos da como resultado la supinación (inversión, aducción y flexión plantar) y la pronación (eversión, abducción y dorsiflexión) (4).

## 2. Bóveda plantar

Según Kapandji(18) “es un conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie”.

La capacidad de adaptación de la bóveda plantar le ha permitido desarrollar una función nueva, la bipedestación, a pesar de perder la característica prensil que le asemejaba a la mano. El pie mediante estas modificaciones en su estructura, mejoró la transmisión del peso corporal hacia el suelo durante la bipedestación y cumple el rol de amortiguador durante la marcha, la carrera o el salto.

La bóveda plantar esta sujeta por tres arcos y tres puntos de apoyo, formando un triángulo. Los puntos de apoyo corresponden el primero a la cabeza del primer metatarsiano (punto A), el segundo a la cabeza del quinto metatarsiano (punto B) y el tercero a la tuberosidad posterior del calcáneo (punto C), estos al entrar en contacto con el suelo, constituyen así, la huella plantar(18). (fig. 3)

El diseño de la bóveda plantar es semejante a una vela triangular al soplar el viento, cuyo vértice se encuentra hacia atrás, y es aquí donde se trasmite el peso del cuerpo. (fig. 4)

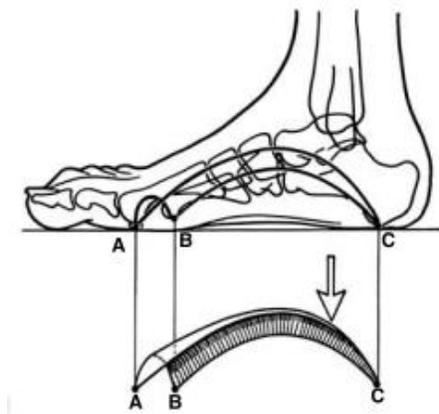


Ilustración 3 Arco longitudinal interno. Bóveda plantar puntos de apoyo A, B y C, se asemeja a una vela triangular. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

Ilustración 4 Vista superior del pie, se observa los tres puntos de apoyo, zona sombreada corresponde a la impresión plantar. Cruz negra representa a la carga de peso. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.



## 2.1 Arcos del pie

Los 3 arcos plantares se describen como arco interno, arco externo y, arco anterior y curva transversal.

### 2.1.1 Arco longitudinal interno

Presenta dos puntos de apoyo anterior A posterior B. Está conformado por el calcáneo considerado el punto C, astrágalo, escafoides, primera cuña y la cabeza del primer metatarsiano, punto A (fig. 4). Estos huesos se juntan en cinco articulaciones, la cuneometatarsiana, escafo-cuneal, calcáneo-astragalina y calcáneo-escafoidea. Este arco es considerado de mayor desarrollo e importancia biomecánica. Su función elástica se debe al complejo sistema de ligamentos plantares y musculares, los cuales son los responsables de mantener la concavidad del arco. Los ligamentos plantares en número de cinco, responsables de mantener la unión de las diferentes piezas óseas son el ligamento cuneo-metatarsiano, escafo-cuneal, interóseo calcáneo-escafoideo inferior e interóseo calcáneo-astragalino. Por otro lado, los músculos considerados auténticos tensores por sostener el arco longitudinal interno son el tibial posterior, peróneo lateral largo, flexor propio del dedo gordo apoyado por el flexor común de los dedos y el aductor del dedo gordo. Por último, los músculos depresores del arco son el tibial anterior y el extensor propio del dedo gordo. (fig. 4)

### 2.1.2 Arco longitudinal externo

Es el más rígido y aplanado. se proyecta a lo largo de tres huesos (fig.5), el calcáneo (punto de apoyo C), cuboide y la cabeza del quinto metatarsiano (punto de apoyo anterior B), los cuales se juntan mediante las articulaciones calcaneocuboidea y cuboideometatarsiana. A pesar de ser menos desarrollado, cumple una función fundamental, como brazo de palanca anterior para el accionar del tríceps sural, apoyado por el ligamento calcáneo-cuboideo plantar. En número de tres se describen los músculos tensores de este arco, el peróneo lateral largo, peróneo lateral corto y

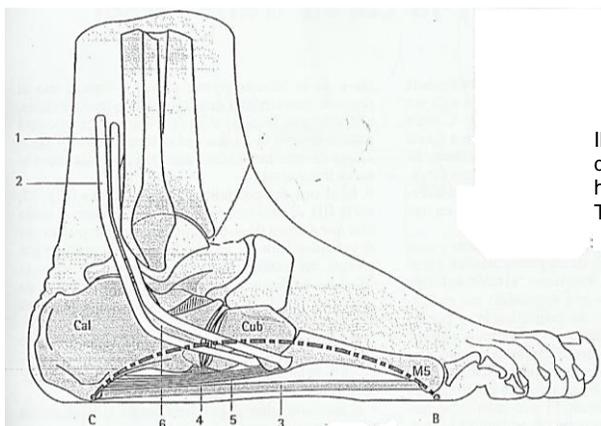


Ilustración 5 Arco plantar externo. Se extiende desde el calcáneo punto C pasa por el cuboide hasta la cabeza del quinto metatarsiano punto B. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

el abductor del quinto dedo, son estos responsables de conservar la estructura y función del arco longitudinal externo. Los músculos depresores son el peróneo común de los dedos, el peróneo anterior y el tríceps sural.

### 2.1.3 Arco anterior y curva transversal

Es poco pronunciado y el más corto de los tres. Se ubica desde la cabeza del primer metatarsiano, donde descansa sobre su sesamoideo a 6mm del suelo, se proyecta por la cabeza del segundo metatarsiano, las más elevada, a 9mm del suelo, la cual, en conjunto con la segunda cuña constituye la cúspide de la bóveda; se continua a través de la tercera y cuarta cabeza, estas, localizadas en posición intermedia a 7mm del suelo; este arco se extiende hasta la cabeza del quinto metatarsiano, descansando de igual manera, a 6mm del suelo (fig. 6). Su concavidad se mantiene por el ligamento intermetatarsiano y el haz transverso del músculo aductor del dedo gordo, es poco acentuada, contacta con el suelo mediante las partes blandas, por lo que se denomina “el talón anterior del pie”. El desplome de este arco constituye el antepié plano y su inversión el antepié convexo, condición que desarrolla callosidades debajo de las cabezas de los metatarsianos descendidos. La curva transversal de la bóveda se expande de adelante hacia atrás hasta las cuñas. Contiene 4 huesos el cuboides y las 3 cuñas, estos, solo contactan con el suelo en su extremo a nivel del cuboides. La segunda cuña en conjunto con el segundo metatarsiano forma el eje del pie. De igual manera, el arco hacia posterior a nivel del escafoides y el cuboides, entran en contacto con el suelo en el extremo externo del cuboides(15,18). (fig. 7)

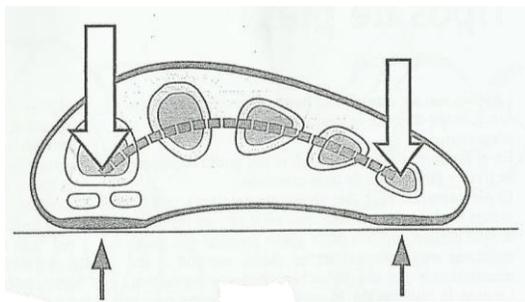


Ilustración 6 Vista anterior. Arco anterior. Descansa en los extremos, en los sesamoideos del primer metatarsiano y en la cabeza del quinto metatarsiano a 6mm del suelo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

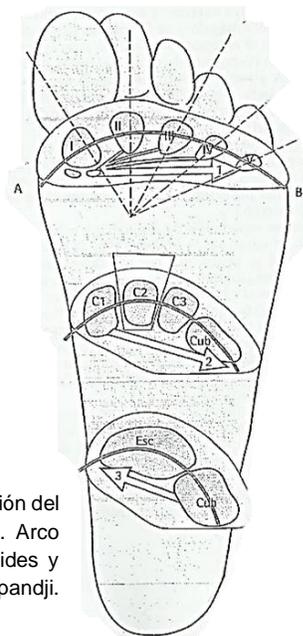


Ilustración 7 Vista inferior. Proyección del Arco Anterior y curva transversal. Arco transversal a la altura del escafoides y cuboides. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

### 3. La marcha y sus deformaciones dinámicas en la bóveda plantar

En las cuatro fases de apoyo en la marcha la bóveda plantar, será sometida a fuerzas deformantes, que pondrán a prueba su función de amortiguador elástico.

- 3.1 Primera fase:** Toma de contacto con el suelo. El miembro oscilante proyectado hacia adelante, toma contacto con el suelo a través del talón (punto posterior C) y el tobillo en ligera flexión. Mediante el impulso de la pierna, el pie entra en contacto completo con el suelo, por la extensión pasiva del tobillo.
- 3.2 Segunda fase:** Máximo contacto. En esta fase la superficie plantar contacta plenamente con el suelo, expresándose la huella plantar, la cual, al pasar la pierna por la línea vertical del pie se plasma al máximo, fase de apoyo unilateral. El tobillo pasa de la extensión a flexión, el peso se verticaliza, y la bóveda plantar se aplanada, en oposición los músculos tensores se activan, primer efecto amortiguador. El apoyo anterior A avanza mientras que el apoyo posterior C retrocede.
- 3.3 Tercera fase:** Primer impulso motor. En esta fase el peso corporal se encuentra por delante de del pie en apoyo, el talón se eleva por la contracción de los extensores, en especial del tríceps sural; la articulación talocrural se extiende y la bóveda realiza una rotación en el apoyo anterior A. El primer impulso motor se efectúa elevando y dirigiendo hacia adelante el cuerpo. Por el efecto de palanca producido en la bóveda, esta tendría a aplanarse, sino fuera por la acción los músculos tensores, segundo efecto amortiguador. Por lo contrario, con el apoyo anterior, el arco interno se aplanada y el antepié se expande.
- 3.4 Cuarta fase:** Segundo impulso motor. El impulso en primera instancia se prolonga por la contracción de los músculos flexores de los dedos, en particular, los músculos sesamoideos y el flexor largo del dedo gordo. El pie al desplazarse por segunda vez hacia arriba y adelante, mantiene contacto con el suelo a través de los tres primeros dedos, en especial el dedo gordo. En este segundo impulso la bóveda persiste en su oposición al ser aplanada, tercer efecto amortiguador, apoyado por los tensores plantares. Al finalizar la fase, el pie coincide con el otro pie, en su el contacto con el suelo, fase de doble apoyo. Por último, el pie se levanta por completo del suelo, y recobra su concavidad.

## 4. Adaptación de la bóveda plantar al terreno

El estilo de vida en el margen urbano, crea nuevos hábitos en el individuo, como el uso de calzado, referente al pie, en particular, estas costumbres modificadas, por el entorno, impactan negativamente en la arquitectura de la bóveda plantar, tendiendo a desarrollar un pie plano, por la atrofia muscular. Cabe indicar, que la bóveda plantar está diseñada para mejorar la adherencia del pie al terreno. Es por ello que, de acuerdo a las irregularidades de la superficie, el pie presenta un adecuado agarre, por el ahondamiento de la bóveda. Del mismo modo, en inclinaciones del suelo se produce una adaptación acorde a la vertical corporal; en declive, el apoyo anterior (fig.8) se amplía hacia el borde externo, de pie en pendiente transversal (fig.9), el pie de abajo adopta una postura en supino y el de arriba en eversión o talus valgus. Durante la escalada (fig.10), es necesario el anclaje, por lo cual, el pie de abajo adopta una posición de cavo varo y el de arriba se flexiona al máximo. Y en el descenso (fig.11), el pie adopta la eversión(18).

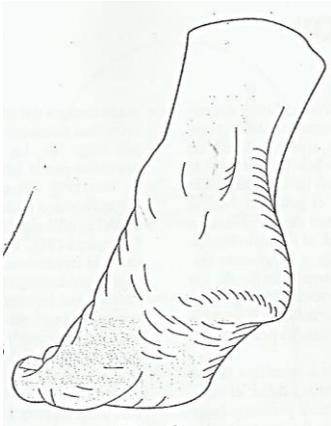


Ilustración 8 Apoyo anterior. Se ensancha hacia el borde externo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

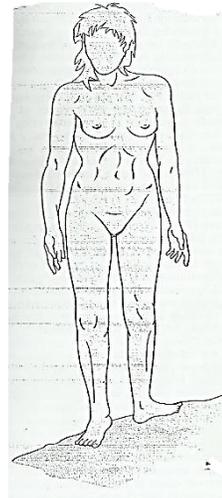


Ilustración 9 De pie. Pendiente transversa. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.



Ilustración 10 En la escalada. Pie inferior en cavo varo y pie superior en flexión máxima. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

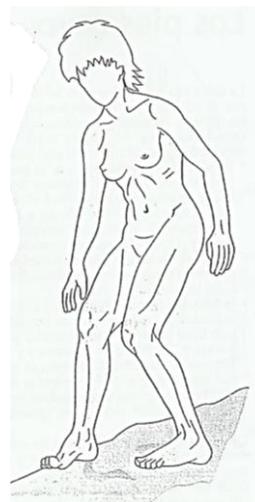


Ilustración 11 En el descenso. El pie se adhiere efectivamente por la posición en eversión. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

## 5. Huella plantar

### 5.1 Características

La semiótica de las huellas nos permite estudiar al pie, desde el registro impreso de la pisada, sobre ellas se puede practicar medidas y visualizar presiones.

La huella plantar o zona de apoyo del pie en el suelo presenta diversas características

1. Cada pulpejo de los dedos configura una imagen redondeada u ovalada, separada de la zona metatarsiana por un espacio libre.
2. El talón anterior presenta un límite anterior regular en forma de arco, y la zona más ancha de apoyo del pie se sitúa al nivel de las articulaciones metatarsofalángicas.
3. El istmo presenta una zona de apoyo correspondiente al arco externo del pie. Su anchura mide alrededor de un tercio del antepié, y el borde externo es cóncavo hacia el exterior. El apoyo es débil.
4. El apoyo del talón posterior tiene una forma oval. Pero en la zona de apoyo es más fuerte. Se observa los maléolos internos y externos, el eje es oblicuo hacia dentro y hacia adelante.
5. El eje del antepié que pasa por el segundo dedo y el eje del talón configuran una línea continua (eje estático del pie). Las huellas de ambos pies suelen ser simétrica.
6. La huella plantar clásica sirve de referencia, pero, rara vez se observa. Para la mayoría de las personas, niños o adultos, el istmo es habitualmente inferior  $1/3$  de la banda metatarsiana. El pie normal es sobre todo cavo(4).

### 5.2 Alteraciones de huella plantar

Los arcos del pie dependerán del equilibrio en el accionar muscular. Esto provocará que la bóveda se aplane o incremente su ahondamiento. Cuando la bóveda se aplane, puede obedecer al peso corporal, o por la contractura muscular, con inserción en la convexidad, tríceps sural, tibial anterior, tercer peróneo, extensor largo de los dedos y el extensor corto del dedo gordo o, a su vez por la relajación muscular de la concavidad. Mientras que el ahondamiento de la bóveda se deberá a la contractura muscular de la concavidad, tibial posterior, peroneos largos y cortos,

plantares y flexor de los dedos, también, la relajación de la musculatura de la convexidad puede aumentar el ahondamiento de la bóveda.

La contractura o relajación de un solo músculo, conlleva al desequilibrio y posterior alteración de la huella plantar. Esta condición patológica de la bóveda plantar se expresará en dos tipos de alteraciones como son el pie plano y pie cavo. Por la inclinación del pie se puede clasificar en pie valgo o varo. Y en el caso de desequilibrios del arco anterior se identifica el equino.

### **5.2.1 Pie cavo y valgo**

Se define como el aumento del ahondamiento de la bóveda plantar, este tipo de pie se clasifica en tres subtipos: cavo posterior, medio y anterior.

Pie cavo posterior causado por la relajación del tríceps sural y el predominio muscular de la concavidad, a su vez, se flexiona el tobillo, y en caso de una inclinación del pie por contractura del extensor largo de los dedos, peroneos largo y corto, y tercer peroneo se produce el valgo, el resultado es un pie cavo talo valgo.

Pie cavo medio poco frecuente, se produce por la contractura de los músculos o la retracción de la aponeurosis a nivel plantar.

Pie cavo anterior posee una variedad de subtipos, que coinciden en un factor, el equino, con dos características, descenso de los puntos de apoyo anterior, equino en el antepié y, desnivel entre el talón anterior y posterior. Los mecanismos que diversifican esta alteración se relacionan a la contractura muscular de la concavidad, el desequilibrio de las articulaciones metatarso-falángicas que provocan el descenso de las cabezas de los metatarsianos, esto debido, a la insuficiencia muscular de la convexidad, pie cavo valgo equino. Por último, el calzado pequeño o tacón alto, genera alteración debido al descenso de la cabeza de los metatarsianos e incrementando la curva plantar.

### **5.2.2 Pie plano y varo**

Se caracteriza por la pérdida de la curvatura de la bóveda plantar, esto obedece, a la contractura de la musculatura de la convexidad y a la debilidad muscular del tibial posterior y en especial del peroneo largo, lo cual, deja sin apoyo al pie, causando una actitud en varo, al momento de aplicar el peso corporal sobre la bóveda, a la vez, que se aplana el arco interno; el calcáneo se gira en

pronación, actitud en varo, debido a, alteraciones en la articulación subastragalina y una laxitud anormal del ligamento interóseo, pie equino varo.

### 5.2.3 Pie equino

El desarrollo de pie cavo provoca el desequilibrio del arco anterior acentuando sus apoyos o la deformando su curva, constituyendo el equino. Esto se da por tres vías: (fig. 12)

El equino simétrico(A). No presenta pronación o supinación, por lo cual, aparecen callosidades debajo de la cabeza del primer y quinto metatarsiano., debido a la sobrecarga sobre los dos puntos de apoyo.

Equino en pronación(B). Por el descenso del arco interno, la carga de peso se establece en el punto de apoyo interno, formándose la callosidad debajo de la cabeza del primer metatarsiano.

Equino en supinación(C). La alteración se da en el arco externo, el cual desciende, por lo cual el peso corporal se apoya en el punto de apoyo externo, formación de callosidad debajo de la cabeza del quinto metatarsiano.

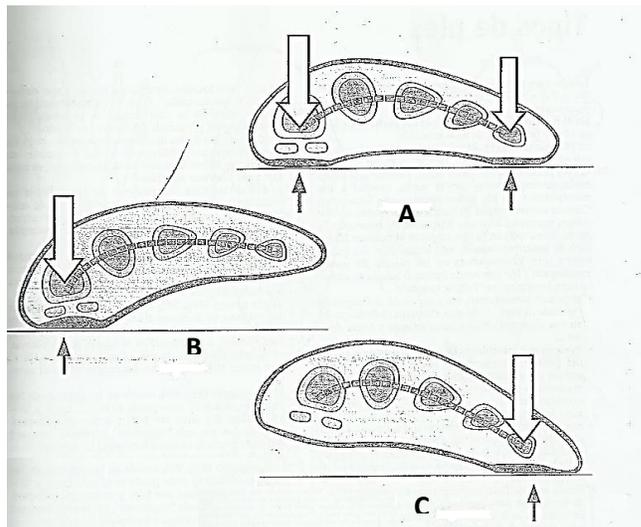


Ilustración 12 Pie equino. A equino simétrico. B equino en pronación. C equino en supinación. Se observa con claridad las zonas donde se concentra la sobrecarga, por lo tanto, serán los lugares donde se van a formar las callosidades. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

La deformación del arco anterior (fig. 13), puede causar dos condiciones, en el primer caso el arco pierde su concavidad (A), la sobrecarga recae sobre todas las cabezas de los metatarsianos, se forma callosidades debajo de todas, antepié plano. En el segundo caso, el arco se invierte y se redondea (B), la sobrecarga se dirige hacia la cabeza de los tres metatarsianos medios, donde se van a formar callosidades, pie convexo anterior(18).

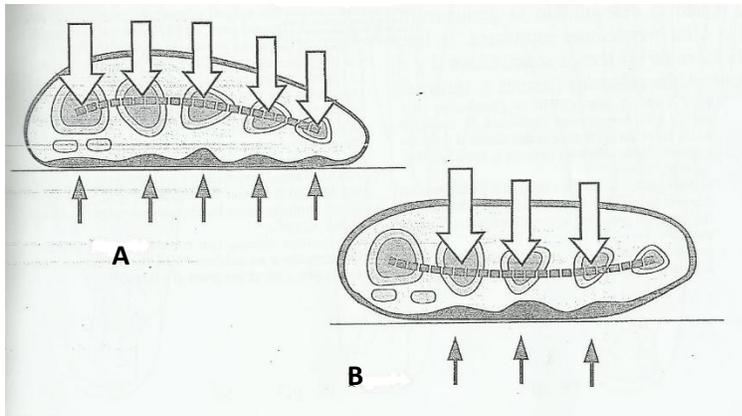


Ilustración 13 A, antepié plano. B, pie convexo anterior. Las flechas superiores indican los lugares donde recae la sobrecarga, y las inferiores, donde se forman las callosidades. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

## 6. Alteraciones de huella plantar relacionadas con el IMC

Según la OMS “El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )”(19).

La carga de peso corporal o IMC con la bipedestación, va a apoyarse sobre el trípode plantar, con lo cual, los arcos de la bóveda van a ponerse en tensión, debido a la gravedad, el peso corporal intentará aplanar los arcos, mientras los músculos y ligamentos se opondrán a esta acción. Esta situación, genera una condición que va a influir en la estructura de la bóveda plantar, y combinada con los trastornos musculares y ligamentosos, se crea una condición patológica del pie. Según estos parámetros, el aumento del IMC, sobrepeso o en especial obesidad, puede influir en la aparición del pie plano(15,18).

Tomando en cuenta la obesidad como factor de riesgo la OMS(19) propone las siguientes tablas para clasificar el IMC en niños/as:

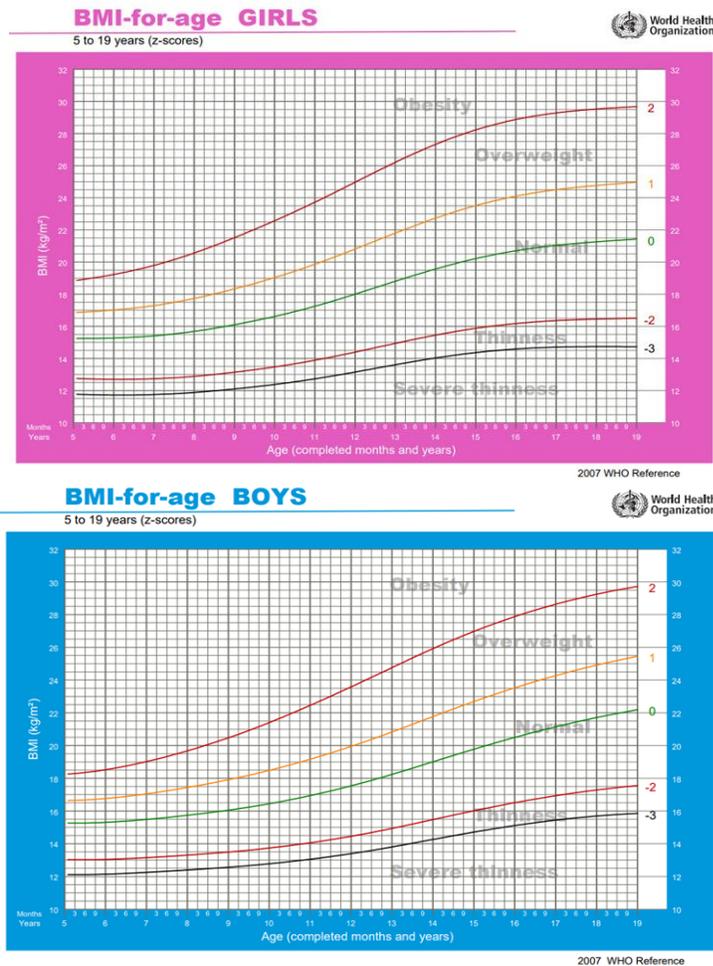


Ilustración 14 Tablas de clasificación del IMC. Tomado de la OMS

## 7. Complicaciones de alteraciones en la huella plantar

Una huella plantar alterada trae complicaciones como: dolor lumbar, acortamiento de la fascia plantar, espolón calcáneo, aparición de callosidades. Complicaciones que pueden presentarse por la demora al dar un diagnóstico o brindar un tratamiento adecuado y oportuno. Por otro lado, cuando se instaura un tratamiento adecuado puede existir una mejoría de los síntomas, o en el caso del uso de plantillas, no se corrige la patología, pero disminuye el dolor, en el pie plano, al mejorar la postura de la bóveda plantar(18,20).

## 8. Evaluación fisioterapéutica

Desde el punto de vista fisioterapéutico, el análisis de la huella plantar, facilita el diagnóstico de las diversas alteraciones plantares. Por ello, para una adecuada evaluación, primero se debe conocer y entender el proceso mediante el cual, las alteraciones se van constituyendo, y modifican el esquema de la huella plantar.

Respecto al pie cavo (fig. 15), en comparación con la huella normal(I), inicia al presentar una prominencia convexa en el borde externo (II), el golfo interno va en aumento, y alcanza al borde externo, hasta el punto de dividir en dos la huella (cavo extremo, III), todo este proceso patológico avanza hasta que desaparece la huella de los dedos, por presentarse en garra (IV).

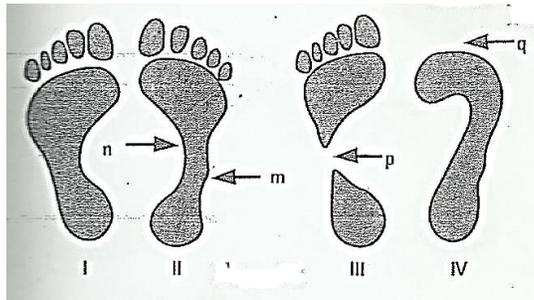


Ilustración 15 Evolución de la alteración de huella plantar. Pie Cavo. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

En el pie plano (fig. 16)., referente a la huella normal(I), este inicia (II), con la repleción progresiva del golfo interno (III), esta modificación de la huella continua hasta que, el borde interno se vuelve convexo (IV), pie plano extremo(18).

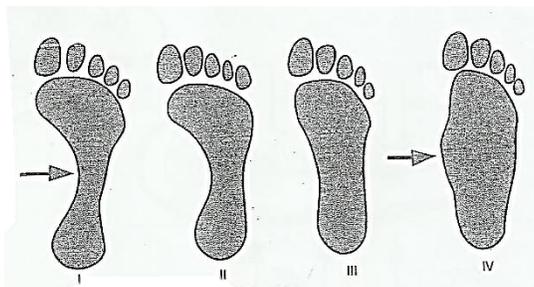


Ilustración 16 Evolución de la alteración de huella plantar. Pie Plano. Tomado de Kapandji. Fisiología Articular.

Por otro lado. Existen diversos métodos de evaluación, en la mayoría de ellos el inconveniente común, es no ser validados(21). Entre los pocos métodos validados, que son una herramienta valiosa para el fisioterapeuta, en el análisis de la huella plantar mencionaremos a dos: el fotopodograma y el pedígrafo, los cuales, recolectan la impresión de la huella plantar, estos tienen un factor común, el empleo del protocolo Hernández Corvo para la caracterización de la huella plantar(2).

## 9. Métodos de análisis de huella plantar

### 9.1 Fotopodograma

Este es un método que fue descrito inicialmente por Viladot(2). Permite obtener registros válidos, duraderos y de alta calidad de la huella plantar, recogiendo el contorno del pie que se apoya y aportando una impresión de la huella plantar sobre papel fotográfico(22).



Ilustración 17 Huella caracterizada en el fotopodograma. Tomada de Viladot.

### 9.2 Pedigrafía

Por su parte, es una técnica similar que utiliza una sustancia grasa y de color para imprimir la huella sobre una hoja de papel(22,23).



Ilustración 18 Huella caracterizada en el pedígrafo. Tomada de Viladot.

## 9.3 Protocolo de Hernández Corvo

Consiste en la caracterización el tipo de pie, a través de medidas obtenidas al plasmar la huella en el papel o el fotopodómetro, como resultado, se obtiene un total de seis posibles clasificaciones, que incluyen desde el pie plano hasta el pie cavo extremo.

En este protocolo se pueden emplear 3 métodos:

1. **Fotopodograma**
2. **El pedígrafo**
3. **Método de Aguado(24):** se realiza sobre un folio y se utiliza tinta o pintura de dedos.

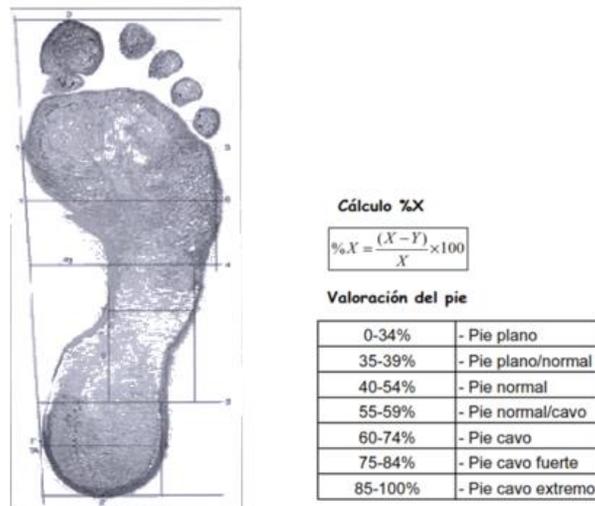


Ilustración 19 Huella caracterizada mediante el Método Aguado, y análisis mediante el protocolo Hernández Corvo. Tomada de Hernández Corvo.

### 9.3.1 Pasos del protocolo Hernández Corvo(25)

Este índice tiene buena precisión en la realización como en la clasificación de la huella plantar. El protocolo que se aplica para la valoración es el siguiente:

1. Marcación de los puntos 1 y 1' en las prominencias internas del antepié y del retropie respectivamente.

#### Figura 2<sup>a</sup>

2. Unión de los puntos 1 y 1' para formar la línea inicial.

## Figura 2B

3. Marcar los puntos 2 y 2' en el extremo anterior y posterior de la huella respectivamente.

## Figura 2C

4. Dibujo de 2 líneas perpendiculares a la línea inicial que pasen por 2 y por 2'.
5. La distancia entre la línea que pasa por 2 y el punto 1 se llama "medida fundamental" (mf).

## Figura 2D

6. Dibujo de 3 líneas perpendiculares a la línea inicial que pasen por las divisiones de la medida fundamental (se les denomina de arriba abajo 3, 4 y 5),

## Figura 2E

7. Se dibuja de una línea entre 3 y 4 perpendicular a 3 (y paralela a la línea inicial), que pase por el punto más externo del pie. Esta se llama línea 6.

## Figura 2F

8. Medición del valor X, que es la distancia entre a la línea inicial y la línea 6. Esta corresponde al ancho del metatarso
9. Dibujo de la línea 7, paralela a la línea inicial, que pasa por el punto más externo de la línea 4.

## Figura 2F

10. Dibujo de la línea 8, paralela a la línea inicial, que pasa por el punto más externo del pie de la línea 5.

## Figura 2F

11. Medición de la distancia entre la línea 8 y la línea inicial
12. Dibujo de la línea 9 paralela a la línea inicial y que pasa por el punto más externo de la zona interna entre 4 y 5,

**Figura 2F**

13. Medición de la distancia Y, entre 9 y 7

14. Medición de la distancia entre la línea 9 y la línea inicial

15. Se calcula el porcentaje de "X" (%X) según la siguiente ecuación(23).

$$\%X = \left( \frac{(X - Y)}{x} \right) * 100$$

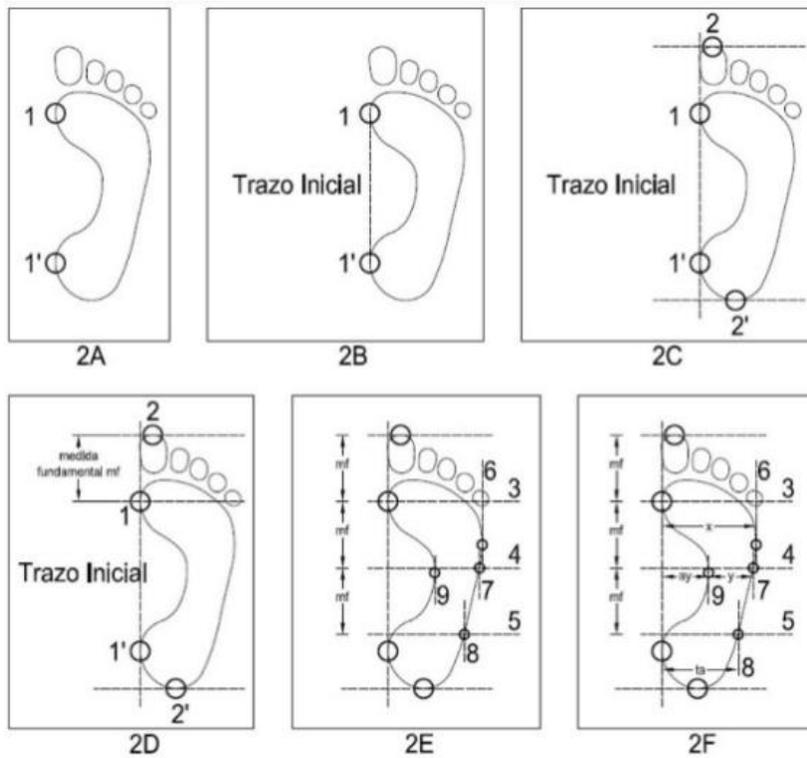


Ilustración 20 Esquema de medidas para la caracterización de la huella plantar. Protocolo Hernández Corvo. Tomada de Hernández Corvo.

## Capítulo III

### Objetivos de la investigación

#### Objetivo General:

Determinar la Prevalencia de alteraciones en huella plantar en estudiantes Escuela Francisca Arizaga Toral. Cuenca-Ecuador, febrero – julio 2022.

#### Objetivos Específicos:

1. Determinar porcentaje y frecuencia de las variables edad, sexo, zona de residencia y etnia en los y las estudiantes de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral.
2. Determinar la prevalencia de alteraciones en huella plantar de los y las estudiantes de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral.
3. Determinar alteraciones angulares de rodilla y alteraciones antropométricas de la cadera de los niños y niñas de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral.

## Capítulo IV

### Métodos y Técnicas

#### Tipo de estudio:

Descriptivo, transversal y observacional.

#### Variables:

1. Edad
2. Sexo
3. Estado nutricional
4. Zona de residencia
5. Etnia
6. Huella Plantar: pie plano, pie plano-normal, pie normal, pie cavo-normal, pie cavo, pie cavo fuerte, pie cavo extremo.
7. Alteración angular de cadera y rodilla: valgo y varo

### Área de Estudio

La presente investigación se ejecutó en la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral, ubicada en el cantón Cuenca, provincia del Azuay – Ecuador, en la siguiente dirección José Ortega Gasset y Pablo Picasso.

### Población:

#### Universo y Muestra:

La población de estudio, universo, corresponde a estudiantes de 2do a 7mo de básica de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral. Dando un total de 356 personas, en el período escolar 2021-2022.

### Muestra

Mediante el cálculo muestral, según la fórmula de Fisher, la muestra fue de 267 niños más el 10% de posibles pérdidas, se debían realizar 297 observaciones. Algunas valoraciones de huella plantar debieron ser excluidas resultando validas 268. Y fueron aceptadas para fotografiarse y medir las angulaciones de cadera y rodilla 198 participantes.

**Criterios de Inclusión:**

Fueron incluidos para la investigación niños y niñas de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral, niños y niñas de 2do a 7mo de básica que hayan sido vacunados.

**Criterios de Exclusión:**

Por otra parte, fueron excluidos estudiantes sin consentimiento informado firmado por su representante, participantes sin teléfono o formas de contacto y con cualquier condición o discapacidad que no les permita mantenerse en bipedestación por su cuenta, además, aquellos participantes que no asistieron a la evaluación o segunda convocatoria.

**Procedimiento para la recolección de información, instrumentos a utilizar, métodos para el control y calidad de los datos, y tiempos asignados para la recolectar la información:**

Para las variables edad, sexo, peso, talla, estado nutricional (IMC), zona de residencia, etnia, y datos de la huella plantar se usó el formulario de recolección de datos (ANEXO 3). Para la medición de la huella plantar se usó un Fotopodómetro que cuenta con su respectiva validación, la medición se realizó en un tiempo de 5 minutos. Se emplearon equipos validados para la toma de talla y peso. Se usó una báscula “SECA 711” de columna mecánica con pesas deslizantes a la altura de los ojos para la medición del peso y para la medición de la talla se usó un tallímetro marca “SECA 217”, ambos validados por EMR y se realizó la calibración de cada equipo cada 5 pacientes. Ambos procesos se llevaron a cabo con la ayuda de un asistente y en presencia del representante del niño o niña.

Se presentó la información necesaria para que el representante de cada niño o niña proceda a firmar el consentimiento informado (ANEXO 4) con base en el modelo otorgado por el COBIAS.

También se informó a los participantes, sobre el proceso de evaluación, para que puedan tomar la decisión de participar, y procedan a firmar o colocar su huella en el consentimiento informado.

Para la recolección de información referente a alteración angulares de rodilla y cadera se utilizó un vidrio cuadrado, así como la cámara se ubicó bajo los siguientes parámetros: 1m de distancia de la cuadrícula y a 50cm de piso. El análisis fotográfico se lo realizó mediante el programa kinovea versión 0.9.5. El tiempo por cada niño no superó los 5 minutos.

## **Procedimientos para garantizar aspectos éticos:**

La información obtenida se trató con total confidencialidad con respecto a la identidad del paciente. Se llenaron los formularios sin nombres ni números de cédula, en su lugar se utilizó un sistema de codificación, y se manejó únicamente por el investigador. Se utilizó un consentimiento informado, brindado por el comité de bioética de la universidad de Cuenca y adaptado para esta investigación, para la respectiva firma del representante. Se realizaron sesiones por zoom para la socialización de la investigación a los participantes. Se solicitó la autorización de las autoridades de la Escuela de Educación Básica Francisca Arízaga Toral. Se consideró el acuerdo ministerial 52 16, art. 12: “En el caso de historias clínicas cuyo uso haya sido autorizado por el/la usuario/a respectivo para fines de investigación o docencia, la identidad del/a usuario/a deberá ser protegida, sin que pueda ser revelada por ningún concepto”. Los resultados y datos estadísticos de esta investigación podrían ser usados en futuras investigaciones, eso no indica que se revelará información personal de los participantes.

## Capítulo V

## Resultados

**Tabla 1. Prevalencia de alteraciones de la huella plantar en 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022**

	n	%
<b>Alterada</b>	201	75,0
<b>Normal</b>	67	25,0
<b>Total</b>	268	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** El 75% de los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral presentaron alteraciones de la huella plantar.

**Tabla 2. Tipos de alteraciones de la huella plantar en 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022**

	n	%
<b>Cavo bilateral</b>	105	39,2
<b>Normal</b>	67	25,0
<b>Plano bilateral</b>	46	17,2
<b>Cavo unilateral</b>	30	11,2
<b>Plano unilateral</b>	16	6,0
<b>Cavo-Plano</b>	4	1,5
<b>Total</b>	268	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** La prevalencia de las alteraciones en huella plantar en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral presenta un mayor porcentaje de pie cavo bilateral con 39,2%. Y en menor proporción pie cavo-plano con un 1.5%. Solo en el 25% huella plantar normal.

**Tabla 3. Distribución según edad de 268 estudiantes escuela  
Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**

	n	%
<b>6-7</b>	49	18,3
<b>8-9</b>	77	28,7
<b>10-11</b>	92	34,3
<b>12-13</b>	50	18,7
Total	268	100,0

**Fuente:** Base de datos      **Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral son en mayor porcentaje de niños/as entre las edades 10-11 años, y en mínima proporción de niños/as de 6-7años.

**Tabla 4. Distribución según sexo de 268 estudiantes escuela  
Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**

	n	%
<b>Niña</b>	140	52,2
<b>Niño</b>	128	47,8
Total	268	100,0

**Fuente:** Base de datos      **Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral está conformado en mayor porcentaje de niñas con un 52,2%.

**Tabla 5. Distribución según residencia de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**

	n	%
Urbana	200	74,6
Rural	68	25,4
Total	268	100,0

**Fuente:** Base de datos      **Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral están conformados en mayor porcentaje de niños/as residentes en la zona urbana, con el 74,6%.

En cuanto a la etnia, se puede indicar que el 100% de los estudiantes son mestizos.

**Tabla 6. Distribución según IMC de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**

	n	%
Bajo peso	132	49,3
Normal	130	48,5
Sobrepeso	5	1,9
Obesidad I	1	,4
Total	268	100,0

**Fuente:** Base de datos      **Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral presentan en mayor porcentaje un estado nutricional de bajo peso correspondiente al 49,3%. Mientras que solo el 0,4% presentó obesidad tipo I.

**Tabla 7. Tipo de alteraciones de la huella plantar de 268 estudiante de la escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según sexo.**

	Niña	%	Niño	%	n	%
<b>Normal</b>	35	25,0%	32	25,0%	67	25,0%
<b>Plano unilateral</b>	7	5,0%	9	7,0%	16	6,0%
<b>Plano bilateral</b>	18	12,9%	28	21,9%	46	17,2%
<b>Cavo unilateral</b>	13	9,3%	17	13,3%	30	11,2%
<b>Cavo bilateral</b>	63	45,0%	42	32,8%	105	39,2%
<b>Cavo-Plano</b>	4	2,9%	0	0,0%	4	1,5%
<b>Total</b>	140	100,0%	128	100,0%	268	100,0%

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** La prevalencia de las alteraciones en huella plantar en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral según sexo, fue de 45,0% pie cavo en niñas y 32,8% pie cavo en niños.

**Tabla 8. Tipo de alteraciones de la huella plantar de 268 estudiante de la escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según edad.**

	6-7	%	8-9	%	10-11	%	12-13	%	n	%
<b>Normal</b>	15	30,6	21	27,3	21	22,8	10	20,0	67	25,0
<b>Plano unilateral</b>	2	4,1	10	13,0	4	4,3	0	0,0	16	6,0
<b>Plano bilateral</b>	19	38,8	14	18,2	9	9,8	4	8,0	46	17,2
<b>Cavo unilateral</b>	2	4,1	9	11,7	14	15,2	5	10,0	30	11,2
<b>Cavo bilateral</b>	10	20,4	21	27,3	44	47,8	30	60,0	105	39,2
<b>Cavo-Plano</b>	1	2,0	2	2,6	0	0,0	1	2,0	4	1,5
<b>Total</b>	49	100,0	77	100,0	92	100,0	50	100,0	268	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** La prevalencia de las alteraciones en huella plantar en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral fue de pie cavo bilateral con 60,0%, en niños en las edades 12-13 y pie plano 20,0%. En las edades 6-7 con el 38,8% prevaleció el pie plano bilateral seguido de pie cavo bilateral con el 20,4%.

**Tabla 9. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**

	n	%
<b>Normal</b>	100	50,5
<b>Valgo bilateral</b>	54	27,3
<b>Varo bilateral</b>	41	20,7
<b>Valgo unilateral</b>	2	1,0
<b>Varo unilateral</b>	1	0,5
<b>Total</b>	198	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** La prevalencia de las alteraciones angulares de rodilla y cadera derecha en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral fue de un 27,3% en valgo.

**Tabla 10. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según sexo.**

	Niña	%	Niño	%	n	%
<b>Normal</b>	59	54,1	41	46,1	100	50,5
<b>Valgo bilateral</b>	27	24,8	27	30,3	54	27,3
<b>Varo bilateral</b>	21	19,3	20	22,5	41	20,7
<b>Valgo unilateral</b>	2	1,8	0	0,0	2	1,0
<b>Varo unilateral</b>	0	0,0	1	1,1	1	0,5
<b>Total</b>	109	100,0	89	100,0	198	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Las alteraciones angulares de cadera y rodilla en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral según sexo, prevalecieron en niños con el 30,3% valgo bilateral.

**Tabla 11. Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según edad.**

	6-7	%	8-9	%	10-11	%	12-13	%	n	%
<b>Normal</b>	21	56,8	28	53,8	32	43,8	19	54,3	100	50,8
<b>Valgo bilateral</b>	12	32,4	16	30,8	19	26,0	7	20,0	54	27,4
<b>Varo bilateral</b>	4	10,8	8	15,4	20	27,4	9	25,7	41	20,8
<b>Valgo unilateral</b>	0	0,0	0	0,0	2	2,7	0	0,0	2	1,0
<b>Total</b>	37	100,0	52	100,0	73	100,0	35	100,0	197	100,0

**Fuente:** Base de datos

**Elaborado por:** Miguel Calle

**Interpretación:** Las alteraciones angulares de cadera y rodilla en los estudiantes de la escuela Francisca Arizaga Toral según edad, presentaron una prevalencia de valgo bilateral en las edades 8-9 con el 30,8% y varo bilateral en las edades 10-11 con el 27,4%.

## Capítulo VI

### Discusión

En el presente estudio realizado a 268 estudiantes se identificó que el 75% entre niños y niñas evaluados presentaron alteraciones en la huella plantar. Con el estudio de Motoche(26), el cual, encontró que el 93% presentaron también alteraciones, se obtuvo una similitud en el alto porcentaje de niños que presentaron alteraciones de huella plantar

La prevalencia encontrada en este estudio respecto a las alteraciones de la huella plantar fue del 39,2% cavo bilateral. Similares resultados se presentaron en el estudio de Olascoaga(27), con el 33,3% cavo bilateral. En el estudio de Aco(7), de igual manera, prevaleció el pie cavo con el 57,7%.

En el estudio de Espinoza-Navarro, el 28% presentó pie plano (28). En el estudio de Motoche(26) el 53% correspondió a pie plano. En nuestro estudio se identificó la prevalencia del pie plano en niños menores de 8 años con el 38,8%. Del mismo modo, se identificó la prevalencia de pie plano, en los estudios de Griman(29) con el 84%, y Fuentes(30) con el 57,7% pie plano. Esta particularidad indica que, a esta edad el pie plano obedece a un aspecto fisiológico. Con base en la arquitectura del pie y su desarrollo con la edad, esta condición se basa en la hiperlaxitud ligamentaria y muscular presentada en tempranas edades.

De acuerdo al sexo, el pie cavo prevaleció en niñas, con el 45,0% y el plano en niños con el 21,9%. En el estudio de Mosquera(11), de igual manera, prevaleció el pie cavo en niñas con el 28%, y el pie plano en niños con el 22,0%. Simba(31) en su estudio, también remarca la prevalencia de pie cavo en niñas, y en porcentajes bajos pero superiores a las niñas el pie plano prevaleció en niños. Nuestros resultados y los estudios analizados indican con claridad la prevalencia de las alteraciones de huella plantar, en niñas el pie cavo y en niños el pie plano.

Así también en alteraciones angulares de cadera y rodilla prevaleció el valgo con el 27,3%. En el estudio de Zambrano(12), también se identificó prevalencia del valgo con el 12,2%.

## Capítulo VII

### Conclusiones:

1. El pie plano bilateral prevaleció en niños menores de 8 años con un 38,8%, en diversos estudios se lo considera como una condición normal.
2. La estructura de pie se modifica con la edad, motivo por el cual, el pie cavo se vuelve predominante a partir de los 8 años. Esta situación se puede evidenciar en este estudio con la predominancia del pie cavo en niños mayores de 8 años.
3. La huella plantar según sexo, presentó una prevalencia del pie cavo en niñas con el 45,0% en comparación con el 32,8% en niños. En este estudio es evidente la prevalencia del pie plano en niños y el pie cavo en niñas. En el caso del pie cavo esto quizá relacionado al tipo de calzado que usan las niñas.
4. El IMC tuvo una predominancia de los parámetros bajo peso 49,3% y normal 48,5%. Por lo tanto, el sobrepeso u obesidad no son necesariamente condiciones físicas causantes de las alteraciones de huella plantar en nuestro grupo estudiado.
5. Las alteraciones angulares de cadera y rodilla presentaron una predominancia del valgo con el 28,3%. Esto debido a que el pie cavo tiende hacia el equino, que provoca alteración angular de cadera y rodilla en valgo.

## Recomendaciones:

1. Los resultados del presente estudios sugieren, como un procedimiento esencial, que en niños y niñas se realice a temprana edad la evaluación de la huella plantar y se considere las angulaciones del miembro inferior. Se debería reevaluar a partir de los 8 años, esto ayudará a prevenir futuras alteraciones o lesiones.
2. A los centros escolares se recomienda la elaboración de un programa de actividades físicas direccionadas a la prevención de alteraciones de huella plantar y los efectos colaterales en la angulación de cadera y rodilla.
3. Es fundamental la realización de otros estudios de tipo prospectivo, para dar seguimiento a los casos estudiados. Así como, investigaciones que identifiquen la relación del desgaste de calzado, anomalías de tobillo y antepié con las alteraciones de huella plantar, para establecer un manejo integral de la condición del pie de los escolares, orientado a la prevención y/o tratamiento.
4. Es importante prestar atención a las alteraciones angulares de cadera y rodilla, cerca del 50% de los niños pueden presentar alteraciones.

**Referencias bibliográficas**

1. Espinoza-Navarro O, Olivares Urquieta M, Palacios Navarrete P, Robles Flores N. Prevalencia de Anomalías de Pie en Niños de Enseñanza Básica de Entre 6 a 12 Años, de Colegios de la Ciudad de Arica-Chile. *Int J Morphol*. 2013;31(1):162-8.
2. Viladot Perice A. Quince lecciones sobre patología del pie. 2a [rev.] ed. Barcelona: Springer-Verlag Iberica; 2000.
3. Podadera B, Tejero R, Marban M. ASOCIACIÓN DEL IMC Y EL NIVEL DE CONDICIÓN FÍSICA EN ESCOLARES DE EDUCACIÓN PRIMARIA. 2012;13.
4. Barretto S. Diseño de calzado urbano. Buenos Aires: Editorial Nobuko; 2016.
5. Cáceres ZTC. TIPIFICACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR DE ESCOLARES ENTRE 6 Y 8 AÑOS DE EDAD DE POBLACIÓN URBANA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA. :9.
6. Motoche VM, Nuñez BL, Guaña LV, Oleas AE. Alteraciones de la huella plantar en preescolares del Centro Infantil del Buen Vivir “Fran-cisco Chiriboga”. *REVISTA EUGENIO ESPEJO*. 2019;13(1):45-52.
7. Aco J. Frecuencia de alteraciones de la huella plantar en escolares de una comunidad mexicana. *Acta Ortopédica Mexicana*. 2019;33(5):289-91.
8. Griman A. FRECUENCIA DE DEFECTOS ORTOPÉDICOS EN PREESCOLARES. CONSULTA DE NIÑOS SANOS. AMBULATORIO “DANIEL CAMEJO ACOSTA”. *BIBMED*. 2001;51.
9. Olascoaga A, Romero JEP. DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA HUELLA PLANTAR DE LOS ALUMNOS DEL GRADO TRANSICION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA LOS AMIGUITOS DE LA CIUDAD DE MONTERIA. :28.
10. Arroyo M. Detección precoz de patologías de pie en la infancia y su abordaje kinesico. 2013 [Internet]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/310338c28bde50063f97e242659e820dc8bb2ec0>
11. Mosquera DCM. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE ENFERMERÍA CARRERA DE TERAPIA FÍSICA. :74.
12. Zambrano L. “PREVALENCIA DE LAS ALTERACIONES DE LA HUELLA PLANTAR Y SUS EFECTOS COLATERALES EN NIÑOS DE 3 y 4 AÑOS DE EDAD. CENTROS INFANTILES DEL BUEN VIVIR DEL MIES. CUENCA 2014 - 2015” [Internet]. [Ecuador]: UNIVERSIDAD DE CUENCA; 2015. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22510>
13. Ministerio de Salud Pública. Prioridades de investigación en salud, 2013-2017. Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública-INSPI- Dr Leopoldo Izquieta Pérez. 2013;1-37.
14. Cámara JC. Importancia del análisis de la huella plantar por el profesor de Educación Física ante el riesgo de lesiones: una herramienta para la identificación del tipo de pie. *Efdeportes.com*. 2010;14(140):1.

15. Cifuentes Martínez L. Kinesiología humana, ciencias de las estructuras y procesos del movimiento. 1°ed. Ecuador: ENLACE GRÁFICO; 1999. 371-373 p.
16. Camarena CÁ, Villegas WP. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. 2010;6(4):8.
17. Nova S. Tobillo y pie (Anatomía). Kenhub [Internet]. 2022; Disponible en: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/tobillo-y-pie-anatomia>
18. Kapandji IA, Torres Lacomba M. Fisiología articular: dibujos comentados de mecánica humana. 6ª ed., 5ª reimp. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2017. 232-259 p.
19. OMS. Obesidad y sobreperero. 2021; Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=En%20el%20caso%20de%20los,igual%20o%20superior%20a%2030.>
20. Riera C. El pie normla y su patología. Pediatría Integral. 2019;23(4):203-11.
21. Lara Diéguez S, Lara Sánchez AJ, Zagalaz Sánchez ML, Martínez-López EJ. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar (Analysis of different methods to evaluate the footprint). Retos. 9 de marzo de 2015;(19):49-53.
22. Lenguas L. Determinación de tipo de pie mediante el procesamiento de imagenes. Ingenium. 2016;17(34):147-61.
23. Aguilera J. Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo. propuesta de valoración. Inst Int Cienc Ejerc Físico Salud [Internet]. 2015; Disponible en: <https://g-se.com/huella-plantar-biomecanica-del-pie-y-del-tobillo-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26db4ec3>
24. Aguado Jodar J, Izquierdo Redín M, González Montesinos JL. Biomecánica fuera y dentro del laboratorio. España: Universidad de León; 1997.
25. Hernández Corvo R. Morfología funcional deportiva: Sitema locomotor. Barcelona: Paidotribo; 1989.
26. Motoche VM, Nuñez BL, Guaña LV, Oleas AE. Alteraciones de la huella plantar en preescolares del Centro Infantil del Buen Vivir "Fran-cisco Chiriboga". REVISTA EUGENIO ESPEJO. 2019;13(1):45-52.
27. Olascoaga A, Romero JEP. DETERMINAR LAS CARATERISTICAS DE LA HUELLA PLANTAR DE LOS ALUMNOS DEL GRADO TRANSICION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA LOS AMIGUITOS DE LA CIUDAD DE MONTERIA. :28.
28. Espinoza-Navarro O, Olivares Urquieta M, Palacios Navarrete P, Robles Flores N. Prevalencia de Anomalías de Pie en Niños de Enseñanza Básica de Entre 6 a 12 Años, de Colegios de la Ciudad de Arica-Chile. Int J Morphol. 2013;31(1):162-8.
29. Griman A. FRECUENCIA DE DEFECTOS ORTOPÉDICOS EN PREESCOLARES. CONSULTA DE NIÑOS SANOS. AMBULATORIO "DANIEL CAMEJO ACOSTA". BIBMED. 2001;51.

30. Fuentes-Venado CE, Ángeles-Ayala A, Salcedo-Trejo MS, Sumano-Pérez LJ, Viveros-del Valle CY, Martínez-Herrera EO, et al. Evaluación comparativa del pie plano en preescolares. Bol Méd Hosp Infant México. 23 de octubre de 2020;77(6):4559.
31. Simbas D. Prevalencia de pie plano y cavo relacionados con el tipo de calzado en niños de 9-12 años en dos escuelas mixtas fiscales, comprendido en el período mayo a diciembre de 2017 [Internet]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14742>

## Anexos

### Anexo A: Oficio de autorización



## **Escuela de Educación Básica** **"FRANCISCA ARIZAGA TORAL"**

José Ortega Y Gasset Telf: 2811489 Email: franciscaarizaga@gmail.com

DIRECCIÓN

OFICIO N° 2022-GA-LN-AN-002

Cuenca, 18 de enero de 2022

**SEÑOR**  
**MIGUEL ÁNGEL CALLE PILLCO**  
**ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA - TERAPIA FÍSICA**  
**Ciudad.**

De mi consideración:

Yo, Luis Fernando Aguilar Rambay, con cédula de identidad 0703869818, en calidad de Director encargado de la Escuela de Educación Básica Francisca Arizaga Toral, en contestación al oficio S/N de fecha 17 de enero, recibido por medios virtuales.

Ante la petición de Desarrollar el Proyecto de Investigación "Prevalencia de alteraciones de la huella Plantar" informo a usted que **NUESTRA CASA DE ESTUDIOS AUTORIZA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**, cabe recalcar que contamos con ceca de 650 estudiantes divididos en dos jornadas de estudio, con edades a partir de 5 hasta los 15 años de edad.

Adicionalmente, solito a usted se haga llegar el alcance de la investigación, el cronograma de aplicación y seguimiento, a fin de ir coordinando las actividades y finalmente, los hallazgos realizados y las recomendaciones para un tratamiento integral.

Sin más que indicar, me suscribo con sentimientos de distinguida consideración

Atentamente,

*Luis F. Aguilar Rambay*  
**DIRECTOR/A (E)**  
**C.I.: 0703869818**



## Anexo B: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Escala
<b>Huella Plantar Derecha</b>	Tipificación del pie según medidas basadas en la impresión plantar.	Clínica	Formulario	Mixta 0= Pie plano: 0-34% 1= Pie plano/normal: 35-39% 2= Pie normal: 40-54% 3= Pie normal/cavo: 55-59%; 4= Pie cavo: 60-74% 5= Pie cavo fuerte: 75-84% 6= Pie cavo extremo: 85-100%
<b>Huella Plantar Izquierda</b>	Tipificación del pie según medidas basadas en la impresión plantar.	Clínica	Formulario	Mixta 0= Pie plano: 0-34% 1= Pie plano/normal: 35-39% 2= Pie normal: 40-54% 3= Pie normal/cavo: 55-59%; 4= Pie cavo: 60-74% 5= Pie cavo fuerte: 75-84% 6= Pie cavo extremo: 85-100%
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido un individuo	Biológica	Cédula	Cuantitativa 5-6 años 7-8 años

				9-10 años 11-12 años
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer	Fenotipo	Cédula	0= Niña 1= Niño
<b>Estado nutricional</b>	Según la OMS es el resultado del balance entre las necesidades y el gasto de energía alimentaria y cuantificado por el Índice de Masa Corporal (IMC) [1]	Clínica	Peso y talla	Cualitativa 0= Bajo peso 1= Normal 2= Sobrepeso 3= Obesidad I 4= Obesidad II 5= Obesidad III
<b>Zona de residencia</b>	Lugar donde vive un individuo con respecto a los límites de la ciudad	Geográfica	Registro de Matrícula	Cualitativa 0= Urbana 1= Rural
<b>Etnia</b>	Grupo biopsicosocial al que pertenece una persona	Fenotipo	Registro de matrícula	Cualitativa 0= Mestiza 1= Negra 2= Indígena 3= Blanco 4= Montubio 5= Otra
<b>Alteración angular de cadera y rodilla derecha</b>	Tipificación de rodilla y cadera según medidas basadas en el análisis angular articular en kinovea	Clínica	Formulario	valgo= 0 (>10) normal= 1 (5-10) varo= 2 (<5)

<b>Alteración angular de cadera y rodilla izquierda</b>	Tipificación de rodilla y cadera según medidas basadas en el análisis angular articular en kinovea	Clínica	Formulario	valgo= 0 normal= 1 varo= 2
---	--	---------	------------	----------------------------------

**Anexo C: Formulario de recolección de datos**  
**“Prevalencia de alteraciones en huella plantar en estudiantes Escuela Francisca Arízaga**  
**Toral. Cuenca-Ecuador, febrero - Julio 2022.”**

<b>Formulario número:</b>					<b>Código:</b>							
---------------------------	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--	--	--	--

<b>Fecha de nacimiento</b>	<b>DD</b>	<b>MM</b>	<b>AA</b>		<b>Peso:</b>			
					<b>Talla:</b>			
<b>Edad:</b>					<b>IMC:</b>			
<b>Sexo</b>	Niño	1	<b>Estado nutricional</b>	Bajo peso	0			
	Niña	0		Normal	1			
<b>Etnia</b>	Mestiza	0		Sobrepeso	2			
	Negra	1		Obesidad I	3			
	Indígena	2		Obesidad II	4			
	Blanca	3	Obesidad III	5				
	Montubia	4	<b>Zona de residencia</b>	Urbana	0			
Otra	5	Rural		1				
<p align="center"><b>(N: Normal / A: Alterada)</b></p>								
<b>HUELLA PLANTAR:</b>	<b>N:</b>		<b>A</b>		<b>N</b>		<b>A</b>	
<b>Índice Hernández Corvo</b>	<b>Pie Derecho</b>				<b>Pie Izquierdo</b>			
<b>Alteración</b>	Pie plano			0	Pie plano			0

	Pie plano/normal	1	Pie plano/normal	1
	Pie normal	2	Pie normal	2
	Pie normal/cavo	3	Pie normal/cavo	3
	Pie cavo	4	Pie cavo	4
	Pie cavo fuerte	5	Pie cavo fuerte	5
	Pie cavo extremo	6	Pie cavo extremo	6

## Anexo D: Consentimiento informado

**Título de la investigación:** “Prevalencia de alteraciones en huella plantar en estudiantes Escuela Francisca Arízaga Toral. Cuenca-Ecuador, febrero - Julio 2022.”

### Datos del equipo de investigación

	<b>Nombres completos</b>	<b># de cédula</b>	<b>Institución a la que pertenece</b>
<b>Investigador Principal</b>	Miguel Ángel Calle Pillco	0104730395	Universidad de Cuenca

<b>¿De qué se trata este documento?</b>
<p>Su representado está invitado/a: A participar en este estudio que se realizará de manera presencial. En este documento llamado "consentimiento informado" se explica las razones por las que se realiza el estudio, cuál será su participación y si acepta la invitación. También se explican los posibles riesgos, beneficios y sus derechos en caso de que usted decida participar. Después de revisar la información en este Consentimiento y aclarar todas sus dudas, tendrá el conocimiento para tomar una decisión sobre su participación o no en este estudio. No tenga prisa para decidir. Si es necesario, lleve a la casa y lea este documento con sus familiares u otras personas que son de su confianza.</p>
<b>Introducción</b>
<p>Esta investigación se realizará debido a que en nuestro país existen muchos niños y niñas sin un diagnóstico de su huella plantar. Obtener un diagnóstico correcto ayuda a identificar problemas que requieren un tratamiento con el fin de evitar posibles complicaciones que se puedan presentar en un futuro.</p> <p>Su representado ha sido escogido para participar en esta investigación por cumplir los siguientes requisitos: ser estudiante de 2do a 7mo de básica de la Escuela de Educación Básica Francisca Arízaga Toral, durante el periodo febrero - julio 2022.</p>
<b>Objetivo del estudio</b>
<p>Los investigadores tienen como objetivo determinar la cantidad de niños y niñas que tienen alteraciones de la huella plantar, además de identificar las alteraciones angulares de rodilla y cadera.</p>
<b>Descripción de los procedimientos</b>

La intervención se dividirá en dos partes, cabe indicar que en todo momento usted acompañará a su representado:

1. **TOMA DE DATOS PERSONALES:** esta parte durará aproximadamente 3 minutos, el niño deberá disponer de su cédula, se pedirán los siguientes datos de su representado: edad, sexo (hombre o mujer), zona de residencia y etnia.
2. **TOMA DE MEDIDAS:** luego se procederá a tomarle el peso, la talla, medición y registro fotográfico de rodillas y medición de cadera, finalmente se colocará a su representado en un aparato llamado “Fotopodómetro” que captura la imagen de la forma de la planta de ambos pies. Los procedimientos que se realizarán se describen a continuación:

Previa a la toma de las medidas, con su ayuda se retirará parte de la vestimenta del niño o niña, para dejarlo en pantaloneta, lycra o short y camiseta.

- a. **Toma de talla y peso:** con su ayuda se ubicará a su representado descalzo en una balanza y una vez que el niño o niña se mantenga quieto se anotará el peso registrado. Luego se ubicará al niño o niña en el tallímetro (instrumento para medir la altura) sin sus zapatos, el investigador ubicará al niño o niña en una posición adecuada y tomará la medida de la talla.
- b. **Medición de rodillas y cadera:** para medir las rodillas se ubicará al niño o niña de pie, en pantaloneta y se lo pondrá contra la pared estará una cuadrícula para mediciones, se tomará una foto para luego realizar las mediciones correspondientes. En cuanto a la cadera se usará una cinta métrica para tomar diferentes medidas como la longitud de las piernas y la circunferencia de la cadera.
- c. **Valoración de la huella plantar:** para este paso se ubicará al niño o niña sin sus zapatos sobre un aparato que permitirá observar la huella plantar, cabe destacar que la superficie donde se ubicará el o la estudiante es de vidrio, el cual presenta una capacidad de tolerar un peso superior a los 120 kg, de este modo se puede indicar que es seguro mantener a una persona por el tiempo que se requiere para la valoración. Una vez posicionado se procederá a cubrir los pies y el dispositivo con una tela de color negro, se indicará al estudiante que mueva sus pies hacia adelante o hacia atrás según se requiera para posicionarlos en la pantalla del sistema y de esta manera se tomará una fotografía de las plantas de los pies, para después proceder a realizar el análisis y obtener los resultados. Al finalizar se le indicará el día y hora en el que se le entregará al padre de familia los resultados de la evaluación de su representado en la institución educativa.
- d. La evaluación para cada estudiante tendrá en promedio una duración de 20 minutos, se mantendrán las medidas de bioseguridad en todo momento, el estudiante deberá acudir al CEM (Centro de Especialidades Médicas de la Universidad de Cuenca), ingresará por triaje donde tanto el niño como el representante presentarán su carnet de vacunación, se le tomará la temperatura, y se procederá a la desinfección de pies y manos; posteriormente pasarán al área de fisioterapia, del mismo modo se realizará la desinfección del

<p>dispositivo después de cada evaluación. Se recuerda que deberán hacer uso de la mascarilla en todo momento.</p>
<p><b>Riesgos y beneficios</b></p>
<p>La investigación tendrá un riesgo mínimo. Existe una posibilidad muy reducida de que los datos pudieran filtrarse a terceras personas y pueda ser utilizada con otros fines. Para garantizar la confidencialidad del estudio y de sus participantes los formularios tendrán una codificación que no mostrarán ningún dato de identificación de los y las niñas. Además, la información será utilizada exclusivamente por el autor y el director de la investigación, su almacenamiento y respaldo se hará en dispositivos con contraseña de alto nivel de seguridad.</p> <p>El beneficio del estudio principalmente para los niños y niñas participantes, será disponer de la caracterización de su huella plantar, lo cual ayudará enormemente a orientar un tratamiento en el caso de que sea necesario, previniendo de esta manera problemas de salud física en un futuro.</p>
<p><b>Otras opciones si no participa en el estudio</b></p>
<p>Usted tiene la libertad de elegir si su representado participa o no en el estudio. En caso de que elija que su representado no participe no existirá ninguna repercusión por parte del centro educativo al que asiste.</p>

<p><b>Derechos de los participantes</b></p>
<p>Usted y su representado tienen derecho a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Recibir la información del estudio que se aplicará de forma clara y entendible.</li> <li>2) Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas</li> <li>3) Tener el tiempo que sea necesario para decidir si quiere o no participar del estudio</li> <li>4) Ser libre de negarse a participar en el estudio, y esto no traerá ningún problema para usted</li> <li>5) Ser libre para renunciar y retirarse del estudio en cualquier momento</li> <li>6) Recibir cuidados necesarios si hay algún daño resultante del estudio, de forma gratuita, siempre que sea necesario</li> <li>7) Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio, si procede</li> <li>8) El respeto de su anonimato (confidencialidad)</li> </ol>

<p>9) Que se respete su intimidad (privacidad)</p> <p>10) Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador</p> <p>11) Tener libertad para no responder preguntas que le molesten</p> <p>12) Estar libre de retirar su consentimiento para utilizar o mantener el material biológico que se haya obtenido de usted, si procede</p> <p>13) Contar con la asistencia necesaria para que el problema de salud o afectación de los derechos que sean detectados durante el estudio, sean manejados según normas y protocolos de atención establecidas por las instituciones correspondientes</p> <p>14) Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.</p>
<p><b>Información de contacto</b></p> <p>Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono 0987454979 que pertenece a <i>Miguel Ángel Calle Pillco</i> o envíe un correo electrónico a <a href="mailto:miguel.callep06@ucuenca.edu.ec">miguel.callep06@ucuenca.edu.ec</a></p>
<p><b>Consentimiento informado</b></p> <p>Comprendo la participación de mi representado en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en esta investigación.</p>

<p>_____ Nombres completos del/a participante</p>	<p>_____ Firma/huella del/la participante</p>	<p>_____ Fecha</p>
<p>_____ Nombres completos del representante</p>	<p>_____ Firma del representante</p>	<p>_____ Fecha</p>
<p>_____ Nombres completos del/la investigador/a</p>	<p>_____ Firma del/la investigador/a</p>	<p>_____ Fecha</p>

## Anexo E: Asentimiento

Asentimiento informado (modificado del modelo del Ministerio de Inclusión Económica y Social)

### DOCUMENTO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es **Miguel Ángel Calle Pillco**, soy estudiante de la carrera de Terapia Física de la Universidad de Cuenca, estoy realizando una investigación para identificar si las huellas de los pies de los niños y niñas de la Escuela de Educación Básica Francisca Arízaga Toral tienen alguna alteración.



#### ¿En qué consiste su participación?

- Llenaremos una hoja con su edad, peso, talla y dirección donde vive.
- Se le pedirá a su representante que le ayude a retirarse parte de la ropa para quedarse en camiseta y en pantaloneta o short.



- Ahora se pesará y se medirá la talla.



- Luego se tomarán diferentes medidas de su cadera y rodillas.

- Finalmente, para ver la huella de sus pies se seguirán los siguientes pasos:



1. Se limpiará sus pies.

2. Se pondrá de pie en un aparato que se llama Fotopodómetro para ver la huella de sus pies.



Instrumento en el que se evaluar los pies

3. Se tapan sus pies con una tela de color negro.
4. Se tomará una foto de sus pies.
5. Para finalizar se analizará la imagen en el sistema y se obtendrán los resultados.



El tiempo que se emplea en este procedimiento será en promedio unos 20 minutos.

### ¿Existen riesgos que puede sufrir?

Durante el presente estudio no se pretende atentar su integridad física o emocional, por este motivo sus datos y fotografías serán usados exclusivamente por los investigadores si usted accede a ser partícipe del estudio. Sin embargo, se debe considerar que en el momento de la toma de huella plantar, al encontrarse descubiertos sus pies puede presentar cierto temor de exhibir los mismos ante los examinadores.



A su vez, durante el proceso de la toma de la huella, existe la posibilidad de que pueda perder el equilibrio y se caiga, es por ello que se tomarán las debidas recomendaciones y medidas de seguridad.



Debido a la situación de salud que está atravesando el país, existe el riesgo de que usted pueda contagiarse de COVID-19, sin embargo, tomaremos medidas de Bioseguridad necesarias (trajes de bioseguridad, zapatos y gorros quirúrgicos, mascarilla N95, protector facial, guantes, alcohol, gel desinfectante.) para minimizar el riesgo de un posible contagio, con la finalidad de proteger su salud y la nuestra.



riesgo  
las  
y

### ¿Cuáles serían mis beneficios?

Al formar parte de este estudio usted conocerá qué tipo de pie presenta, en el caso de que exista alguna alteración en sus pies se realizará ciertas recomendaciones a usted y a su representante para que tengan en cuenta las posibles lesiones que esto puede generarle y con ello prevenir problemas de salud física en un futuro.



### ¿Problemas y preguntas?

Puede discutir cualquier aspecto de este documento con sus padres o amigos o cualquier otro con el que se sienta cómodo. Puede decidir participar o no después de haberlo discutido.

Durante la investigación puede que existan palabras que usted no entienda o procedimientos que quiera que se le explique para una mejor comprensión, por favor no dude en pedirnos explicaciones en cualquier momento.

Yo \_\_\_\_\_ (nombre del/la niño/a o adolescente):

.....

Sí quiero participar

No quiero participar

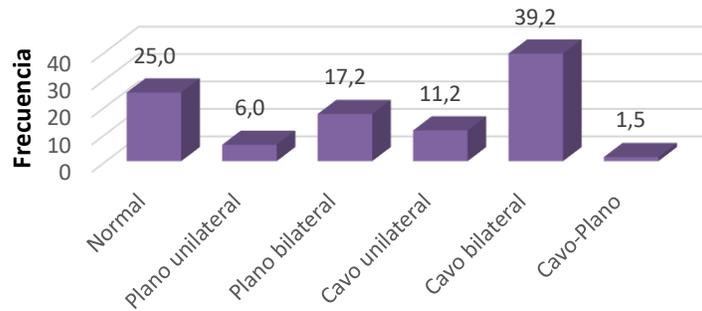


\_\_\_\_\_  
FIRMA/HUELLA DEL/LA PARTICIPANTE

\_\_\_\_\_  
FECHA

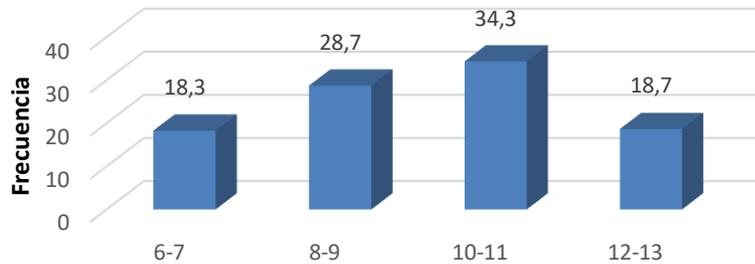
Anexo F: Gráficos

**Gráfico #1 Tipos de alteraciones de la huella plantar en 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022**



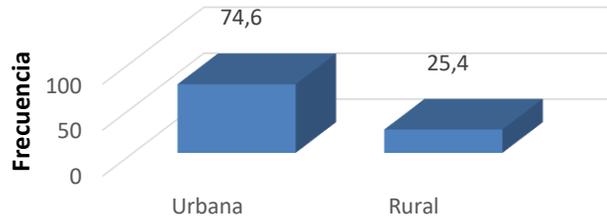
Fuente: Base de datos      Elaborado por: Miguel Calle

**Gráfico #2 Distribución según edad de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**



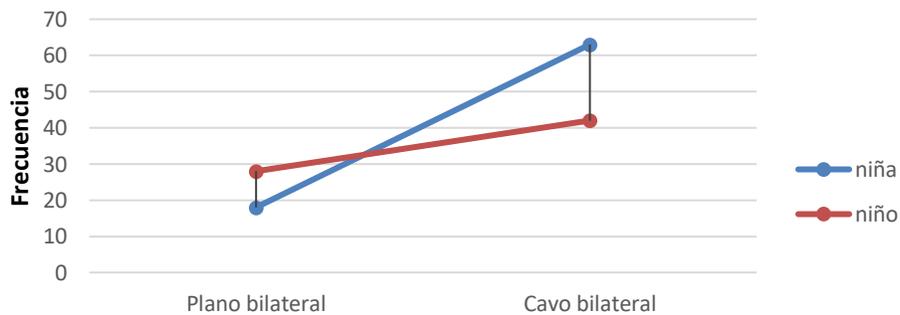
Fuente: Base de datos      Elaborado por: Miguel Calle

**Gráfico #3 Distribución según residencia de 268 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**



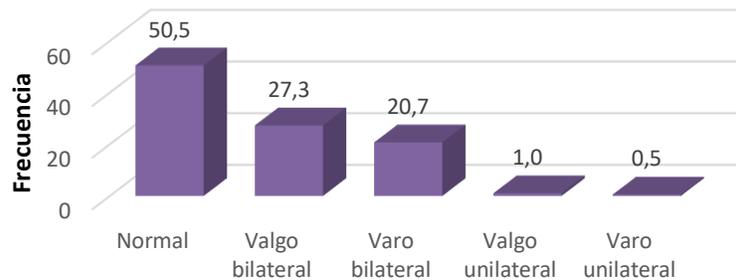
Fuente: Base de datos      Elaborado por: Miguel Calle

**Gráfico #4 Tipo de alteraciones de la huella plantar de 268 estudiante de la escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022, según sexo.**

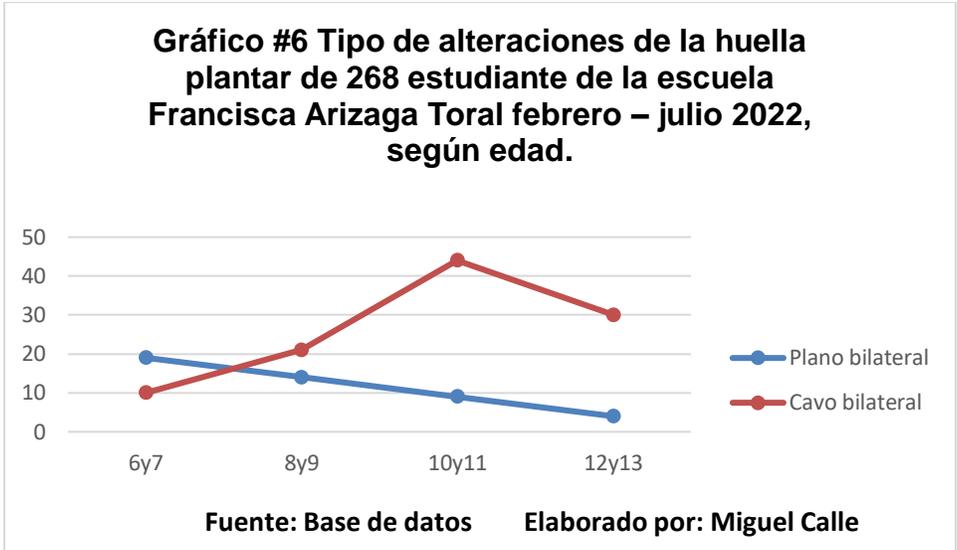


Fuente: Base de datos      Elaborado por: Miguel Calle

**Gráfico #5 Alteraciones angulares de cadera y rodilla en 198 estudiantes escuela Francisca Arizaga Toral febrero – julio 2022.**



Fuente: Base de datos      Elaborado por: Miguel Calle



## Anexo G: Registro fotográfico

**Capacitación sobre el manejo del fotopodómetro.**



**Pruebas con el fotopodómetro, en el campus central y el CEM**



**Evaluación huella plantar, con el fotopodómetro**



**Evaluación angular de cadera y rodilla, medición con el programa**



## Huella plantar caracterizada mediante el fotopodómetro

### Pie cavo

PODOMETRO UCUENCA

Menú Cámara Dispositivos de Video

Agregar paciente actual CharlotteBaculima

Información

Directorio:

Paciente actual

Nombres: Charlotte  
Apellidos: Baculima  
Estatura: 114  
Peso: 42  
Fecha de Nacimiento: 1/7/2015  
Genero: Femenino  
CI: 000000000

Resultados

Dimension X DERECHA 360.555  
Dimension Y DERECHA 108.688  
Dimension X IZQUIERDA 179.062  
Dimension Y IZQUIERDA 51.0882  
% PORCENTAJE PIE DERECHO 69.8555  
% PORCENTAJE PIE IZQUIERDO 60.4158  
PIE DERECHO CAVO  
PIE IZQUIERDO CAVO

Slicer

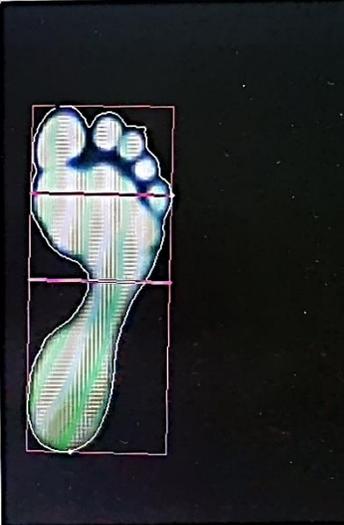
Valor Actual: 43

Separada Mapa de presión

PIE DERECHO



PIE IZQUIERDO



### Pie plano

PODOMETRO UCUENCA

Menú Cámara Dispositivos de Video

Agregar paciente actual AnthonyLalvay

Información

Directorio:

Paciente actual

Nombres: Anthony  
Apellidos: Lalvay  
Estatura: 109  
Peso: 20  
Fecha de Nacimiento: 21/8/2015  
Genero: Masculino  
CI: 000000000

Resultados

Dimension X DERECHA 145.284  
Dimension Y DERECHA 116.417  
Dimension X IZQUIERDA 141.905  
Dimension Y IZQUIERDA 107.912  
% PORCENTAJE PIE DERECHO 20.144  
% PORCENTAJE PIE IZQUIERDO 23.9547  
PIE DERECHO PLANO  
PIE IZQUIERDO PLANO

Slicer

Valor Actual: 45

Separada Mapa de presión

PIE DERECHO



PIE IZQUIERDO

