INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO

SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Desarrollar y aplicar una plantilla para pronación del retropié en genu valgo en pacientes de 25 a 65 años en la ciudad de Cuenca

Aida María Romero Alvarracín

Podología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito

para la obtención del título de

Tecnólogo Superior en Podología

Quito, 30 de diciembre de 2025.

INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO

SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

HOJA DE CALIFICACIÓN

DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Desarrollar y aplicar una plantilla para pronación del retropié en genu valgo en pacientes de 25 a 65 años en la ciudad de Cuenca

Aida María Romero Alvarracín

Francisco Bustos, Lic.

Quito, 30 de diciembre de 2025

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales del Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA, incluyendo la Política de propiedad Intelectual TESA, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a TESA para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Aida María Romero Alvarracín

Código estudiante: 3010

Cédula de identidad: 0102863032

Lugar y fecha: Quito, 30 de diciembre de 2025.

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, pese a estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en ttp://bit.ly/COPETheses.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, pilar esencial que me acompañó en cada momento de este camino académico. A mis padres, cuyo ejemplo compromiso y fortaleza sembró en mí los valores que guiaron este proceso de alcanzar mi sueño. A mi hijo, cuyo respaldo constante me recordó la importancia de perseverar y avanzar incluso ante las exigencias del día a día. Gracias a su apoyo pude sostener el equilibrio entre estudio, trabajo y responsabilidades sin abandonar mis metas. A cada uno de ellos expreso un profundo agradecimiento por ser la fuerza que impulsó la culminación de este logro y culminar la carrera de mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al Licenciado Francisco Bustos, cuya guía constante y disposición para acompañar este proceso académico fueron esenciales para el desarrollo adecuado del proyecto. Agradezco igualmente a los docentes de la carrera, quienes compartieron sus conocimientos con apertura y dedicación, enriqueciendo nuestra formación profesional sin reservas. Mi reconocimiento se extiende al Instituto Tecnológico San Antonio y a todo quienes estuvieron involucrados en el proceso por permitir el acceso a la carrera de Podología y por ofrecer un entorno que favorece el crecimiento académico. Finalmente, valoro profundamente el apoyo de mis compañeros, con quienes construimos un camino de aprendizaje colaborativo que fortaleció cada etapa de este recorrido

RESUMEN

El propósito central de esta investigación fue evaluar qué tan efectiva resulta una plantilla ortopédica hecha a medida. En particular, se analizó si un modelo con un apoyo de arco de 10 mm y una cuña de 5 mm podía mejorar la relación biomecánica entre la pronación excesiva del retropié y los cambios en el alineamiento de la rodilla que generan genu valgo.

Para esto se aplicó un enfoque de investigación aplicada con un diseño cuasi experimental, de tipo cuantitativo y longitudinal, sin un grupo de control. Este método permitió observar de forma precisa los cambios generados directamente por la ortesis. La muestra estuvo compuesta por hombres y mujeres entre 25 y 65 años, todos diagnosticados con genu valgo y pronación del retropié, residentes de la ciudad de Cuenca.

La valoración antes y después del uso de la plantilla se realizó mediante tres herramientas principales: el Índice de Postura del Pie (IPP-6), la medición del Ángulo Q con goniómetro y la Escala Visual Análoga (EVA) para determinar el nivel de dolor musculo esquelético.

Los hallazgos mostraron una mejoría clínica importante después de la intervención. El IPP-6 presentó una reducción de 5,80 puntos; el Ángulo Q disminuyó 5°, 30º; y la intensidad del dolor bajó 4,80 puntos en la EVA. Estos resultados sugieren que la plantilla diseñada es una opción terapéutica eficaz para mejorar el alineamiento del miembro inferior y disminuir las molestias asociadas al genu valgo.

Palabras clave: pronación del retropié, genu valgo, Ángulo Q, IPP-6, dolor musculo esquelético, plantillas ortopédicas, biomecánica, alineación postural.

ABSTRACT

The principal aim of this study was to rigorously determine the clinical efficacy of a custom-fabricated orthopedic insole. Specifically, the investigation sought to verify whether an orthotic configuration incorporating a 10 mm medial arch support and a 5 mm varus wedge could modulate the biomechanical interplay between excessive rearfoot pronation and the resultant deviations in knee alignment observed in individuals presenting with genu valgum.

An applied research methodology was adopted, employing a quasi-experimental, quantitative, and longitudinal design without a control arm. This methodological structure facilitated precise monitoring of lower-limb biomechanical adaptations directly attributable to the orthotic intervention. The sample consisted of adult participants of both sexes, aged pronation and residing in Cuenca.

Baseline and post intervention assessments were conducted using three validated instruments: the Foot Posture Index (FPI-6) to quantify foot posture; goniometric evaluation of the Q-Angle to characterize frontal plane knee alignment; and the Visual Analog Scale (VAS) to quantify musculoskeletal pain intensity.

The analysis demonstrated clinically significant improvements following orthotic application. The FPI-6 score exhibited a mean reduction of 5.80 points, the Q Angle decreased by 5.30 degrees, and VAS pain scores declined by 4.80 points. Collectively, these outcomes indicate that the custom orthotic device constitutes an effective therapeutic modality for enhancing lower extremity mechanical alignment and mitigating symptomatology associated with genu valgum.

Keywords: rearfoot pronation, genu valgum, Q-Angle, FPI-6, musculoskeletal pain, custom orthoses, lower-limb biomechanics, postural alignment

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....14

1.1. Planteamiento del Problema.....14

1.2. Justificación.....15

1.3. Alcance.....17

1.4. Objetivos General y Específicos.....17

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....18

2.1. Anatomía y Fisiología de la Extremidad Inferior......18

2.1.1. Anatomía Funcional Del Retropié y Su Relación Con El Genu Valgo......18

2.1.2. Fisiología de la Marcha: Rol del Retropié en la Absorción de Cargas......19

2.1.3. Genu Valgo y Pronación del Retropié.....21

2.1.3.1. Etiología y factores Asociados al genu valgo en adultos…….. 21

2.1.5. Diagnóstico......25

2.1.5.1. Métodos clínicos para el diagnóstico de genu valgo y pronación del retropié….25

2.1.6. Tratamientos Conservadores......28

2.1.6.1. Uso de órtesis plantares en el manejo de la pronación del retropié y genu valgo……... 28

2.1.7. Tipos de Materiales Utilizados Para la Fabricación de Órtesis Plantares…… 30

2.1.7.1 Materiales rígidos y semirrígidos en órtesis plantares......30

2.1.7.2. Materiales blandos y amortiguadores en órtesis plantares......31

2.1.7.3. Plantillas ortopédicas para la corrección de la pronación del retropié. 31

2.1.8. Principios Biomecánicos de las Plantillas Ortopédicas en la Corrección de la Pronación del Retropié......32

2.1.9. Tipos de Plantillas Ortopédicas Utilizadas en la Pronación del Retropié……. .33

2.2 Marco Conceptual.....33

2.3. Marco Legal.....35

CAPÍTULO III......37

MARCO METODOLÓGICO 37

3.1. Tipo de Investigación.....37

3.1.1. Según el Propósito......37

3.1.1.1. Investigación aplicada. 37

3.1.1.2. Investigación exploratoria.......37

3.1.1.3. Investigación descriptiva.......38

3.1.2. Según la Manipulación de las Variables. 38

3.1.2.1. Investigación cuasi experimental.......38

3.1.3. Según Tiempo de Desarrollo. 38

3.1.3.1. Investigación longitudinal.. 38

3.2. Enfoque 39

3.3. Herramientas Metodológicas 39

3.4. Técnicas.....39

3.5. Estudios Iniciales.....40

3.5.1. Criterios de Inclusión y Exclusión......40

3.5.2. Muestreo 41

3.5.2.1. Población y muestra…….41

3.5.2.2. Tipo de muestreo.....41

3.6. Desarrollo.....42

3.6.2. Materiales 43

3.6.3. Materia prima 43

3.6.4. Equipos 43

3.6.5. Formato de la Ficha de Diagnóstico 44

3.6.6. Formato Consentimiento Informado 47

3.6.7. Protocolo 48

3.6.8. Medición de la Satisfacción del Producto 51

3.6.9. Entrega de Plantilla, Ajuste y Adaptación en el Calzado. 51

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados (descripción) 53

4.2. Discusión de Resultados 60

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

ANEXO A: FOTOS DE REGISTRO ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO B: CONSENTIMIENTOS INFORMADOS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ANEXO C: FICHAS CLÍNICAS ..... **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de selección.....40

Tabla 2 Operacionalización de las variables.....42

Tabla 3 Toma muestras ángulo Q.....53

Tabla 4 Toma de muestras EVA.....53

Tabla 5 Toma de muestras IPP6.....54

Tabla 6 Análisis de resultados.....60

Tabla 7 Medidas antes de la plantilla.....61

Tabla 8 Medidas después de la plantilla.....62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Toma de muestra. 48

Figura 2 Materiales y herramientas..... 50

Figura 3 Plantillas Terminadas. 51

Figura 4 Adaptación en el calzado..... 52

Figura 5 Medición Ángulo Q..... 55

Figura 6 Medición del Ángulo Q 56

Figura 7 Medición escala de EVA. 56

Figura 8 Escala Visual Análoga (EVA) del dolor 57

Figura 9 Medición IPP6-6..... 58

Figura 10 IPP6 59

Figura 11 Análisis de resultados. 61

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El genu valgo es una desviación del eje de los miembros inferiores hacia adentro en la rodilla con respecto a la línea del tobillo y la cadera, fisiológicamente normal en la infancia; no obstante, en los adultos es una patología clínica debido a sus efectos sobre la postura natural de la marcha, especialmente en presencia de excesiva pronación del retropié (Vedoya et al., 2021). La principal complicación del genu valgo en adultos es el desequilibrio mecánico que produce en el sistema musculo esquelético, afectando la alineación apropiada del retropié. Esa alteración lleva a una distribución anormal de las cargas durante el ciclo de la marcha, convirtiendo la marcha en una actividad dolorosa y desgastante para articulaciones como el tobillo, la rodilla y, a su vez, la cadera; además, en muchos casos, es causante del desgaste articular en una edad más temprana (Patel & Nelson, 2023).

Igualmente, la pronación del retropié en exceso es una anatomía patológica frecuente que acompaña el genu valgo y juega una función en la biomecánica disfuncional del miembro, lo que predispone al paciente a lesiones y limita su autonomía en la vida diaria (Ikuta et al., 2022).

También es importante añadir que, la mayoría de los tratamientos se centran en intervenciones generales, como ejercicios de fortalecimiento, fisioterapia convencional o cirugía en los casos avanzados; pero las condiciones socio económicas de muchas personas, distan de estas intervenciones. Esto demuestra la carencia de atención en el desarrollo de una solución ortésica que se acomode a las necesidades precisas de las personas. Incluso los aportes de Vedoya et al. (2021), señalan que el uso de implantes o dispositivos ortopédicos son útiles para mejorar la estabilidad, no obstante, a mayor tiempo estos pueden producir problemas como es el desgaste acelerado, roturas o que el implante se afloje. Por esa razón, los elevados costos

en los tratamientos y la poca o nula efectividad en la creación de plantillas ortopédicas, denotan una laguna importante en el tratamiento preventivo y funcional en las personas adultas.

Además, otro aspecto problemático es la carencia de conocimiento de los pacientes acerca del genu valgo no tratado y su repercusión funcional, así como de la relación de la patología con otros trastornos musculo esqueléticos. Mucha gente no acude a un médico hasta que el dolor se vuelve reiterativo, y las opciones de tratamiento son limitadas. En función de lo planteado, la realidad de la población cuencana no está exenta de esta problemática, por lo que estas implicancias se vuelven cada vez más urgentes, y denota la intervención de enfoques oportunos que no solo corrijan biomecánicamente la postura, sino que también impidan el avance de la deformidad y el empeoramiento de las comorbilidades articulares a largo plazo.

1.2. Justificación

En primera instancia, el diseño y aplicación de una plantilla ortopédica específica para pronación del retropié en pacientes con genu valgo, constituye una alternativa terapéutica no invasiva, económica y de fácil implementación. A diferencia de las intervenciones quirúrgicas o los tratamientos convencionales generalizados, las plantillas personalizadas permiten una corrección progresiva del eje biomecánico, mejorando la distribución del peso corporal durante la marcha y aliviando el estrés sobre las articulaciones (Zhang et al., 2023). La utilización de este tipo de ortesis puede reducir significativamente el dolor, mejorar la postura y prevenir complicaciones a largo plazo como la artrosis, la inestabilidad o el deterioro funcional progresivo (Mesa, 2020).

Desde el punto de vista académico, el presente estudio constituye un aporte veraz al estudio de las intervenciones ortopédicas, pues el diseño de una plantilla específica para la pronación del retropié genu valgo permitiría la generación de conocimientos puntuales en el ámbito de la biomecánica, la podología, la fisioterapia y la ortopedia funcional. Asimismo, sienta las bases para la confección de protocolos de evaluación y tratamiento acordes al medio, lo que a su vez

dotará a los profesionales de la salud conocimientos actualizados hacia los problemas musculo esqueléticos.

En ese mismo sentido, los profesionales de la salud se beneficiarán porque tendrán herramientas clínicas y técnicas para el diseño, aplicación y evaluación de plantillas ortopédicas que se adapten a las necesidades intrínsecas de cada paciente tratado. Lo anterior, implica una atención diferenciada y eficaz, en tanto se propone el diseño realizador por principios de evaluación biomecánica y un enfoque funcional de la terapia de deformidades en el miembro inferior.

Otro de los beneficiados de la presente investigación, serán los adultos de entre 25 y 65 años de edad residentes de la ciudad de Cuenca. Los factores de inclusión establecidos abarcan personas que presentan sintomatología asociada de pronación del retropié y genu valgo. Este grupo de la población muestra actividad tanto laboral como social, por lo cual necesitarán tratamientos que les permita continuar desarrollando sus actividades diarias. Por otro lado, la intervención también beneficiará de manera indirecta al sistema de salud local, al evitar en cierta medida gastos de intervenciones quirúrgicas o tratamientos a largo plazo.

Desde el punto de vista científico como social, este estudio contribuirá con el aporte de evidencia empírica de la efectividad de distintas soluciones ortopédicas enlazadas en las circunstancias cotidianas, considerando las variables de edad, nivel de actividad, hábitos posturales, y condiciones anatómicas que puedan influir en el tratamiento. De este modo, esto permitirá enriquecer la base de conocimientos existente respecto al tratamiento del genu valgo y la pronación del retropié, mientras deja la puerta abierta para futuras colaboraciones interdisciplinarias entre la rehabilitación física, y la ortopedia y podología.

1.3. Alcance

Se receptarán pacientes con las mismas condiciones en pisada y afectación en la rodilla, que cumplan las condiciones para realizar el estudio propuesto. Para alcanzar el objetivo se debe realizar una evaluación biomecánica como el análisis de marcha, medición de ángulos de pronación y análisis de pisada. Para lograr una corrección en pacientes con pronación del retropié causante de genu valgo y como esto incide en un alivio y disminución en el dolor de rodilla.

Se registrará el proceso desde la aprobación de la población para el estudio, que cumplan con los parámetros que se necesitan, como toma de medidas y estudios biomecánicos necesarios para el desarrollo de la plantilla. Se controlará periódicamente el proceso y seguimiento del trabajo, hasta llegar al producto final con resultados positivos en la mejoría que se busca del paciente. Y el producto final obtenido se pueda estandarizar para pacientes con las mismas condiciones que buscamos mejorar.

1.4. Objetivos General y Específicos

- **Objetivo General**

Desarrollar y aplicar una plantilla para pronación del retropié en genu valgo en pacientes de 25 a 65 años en la ciudad de Cuenca, año 2025.

- **Objetivos específicos:**

a) Identificar condiciones y características del retropié en genu valgo.
b) Desarrollar una plantilla ortopédica para la corrección del pie en pronación y la disminución de afecciones del genu valgo.
c) Registrar la aplicación de la plantilla ortopédica con cuña interna en el tratamiento de pronación del retro pie.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Anatomía y Fisiología de la Extremidad Inferior.

2.1.1. *Anatomía Funcional Del Retropié y Su Relación Con El Genu Valgo*.

El retropié, la parte principal del pie, es primariamente el astrágalo y el calcáneo. La funcionalidad del retropié está inequívocamente relacionada con la articulación subastragalina o subastral y su unión con la tibia distal en la articulación tibio-talar. Las dos articulaciones no solo permiten la inversión, eversión y transmisión del combo del retropié, sino que también transfieren varias fuerzas durante la marcha como un componente de un marco adaptativo y funcional entre varo tibial del retropié y antepié. Por lo tanto, una definición precisa y una medición del retropié son críticas para evaluar los trastornos pie y planificar las intervenciones pediátricas (Siegler et al., 2023).

Desde un punto de vista cinemático y compensatorio, las alteraciones en la alineación coronal del retropié, como un aumento del componente en valgo subtalar, alteran la distribución de cargas a través de la articulación del tobillo y la rodilla. En consecuencia, un retropié ligeramente en valgo tiene el efecto de aumentar la pronación del pie y puede cambiar la ubicación del eje de carga medial-lateral y, por lo tanto, puede influir en el patrón de carga femoro-tibial durante la bipedestación y la marcha. Los estudios radiográficos y angulares de medidas que he descrito en el retropié sugieren que la alineación del retropié debe interpretarse en el contexto de la alineación femoro-tibial para interpretar las compensaciones mecánicas (Byrnes et al., 2021).

Con respecto específico al genu valgo, los aportes de Van et al. (2023), sugiere una relación bidireccional e, incluso, en algunos casos, compensatorias: un genu en valgo puede inducir deformidades en la alineación del retropié y, viceversa, deformidades importantes del

retropié pueden limitar la eficacia de la corrección sobre la rodilla. Descubrimientos de revisiones sistemáticas y estudios clínicos sobre osteotomías y artroplastias de rodilla apoyan el hecho de que corregir la alineación femoro-tibial cambia la carga y, en consecuencia, la posición del tobillo, y que un retropié deformado puede contribuir a sub – correcciones o a síntomas residuales si no se considera en el plan quirúrgico.

Desde el ámbito clínico y rehabilitador, estos aportes implican que el manejo del genu valgo no debería restringirse simplemente a la rodilla: la valoración del pie/retropié, la postura y la presencia del pie plano/valgo subtalar, así como su movilidad subtalar, y el uso de intervenciones fisioterapéuticas conservadoras, tales como las ortesis plantares, los ejercicios de control estabilizador y los procedimientos correctivos del retropié en algunos casos, podrían influir en la cinemática del miembro y en la carga articular. Por lo tanto, los actuales algoritmos clínicos sugieren una valoración completa del miembro inferior – pie anterior a la corrección de la rodilla aisladamente (Byrnes et al., 2021).

2.1.2. *Fisiología de la Marcha: Rol del Retropié en la Absorción de Cargas.*

Durante la fase de contacto inicial del ciclo de la marcha, o fase de heel strike, por el contrario, el retropié, especialmente el calcáneo, juega un papel significativo en la absorción del impacto. El hueso calcáneo y las estructuras vecinas, es decir, los tejidos blandos y las articulaciones subtalar y tibio astragalina, amortiguan la fuerza de la reacción al suelo del pie y disipan la carga vertical inicial para evitar la transmisión excesiva de la fuerza a la rodilla y cadera (Kang et al., 2024).

Por ejemplo, modelos biomecánicos y mediciones de distribución de la presión in situ han demostrado que el retropié es responsable de la mayor parte del momento de reacción al suelo que se aborda mediante una palanca mecánica proporcionada por la articulación subtalar, que permite la inversión/eversión para amortiguar el impacto (Piazza, 2025).

Aunque muchos estudios previos en esta área se remontan antes de 2021, este principio se acepta ampliamente en los textos actuales de biomecánica y estudios recientes en el campo de los desequilibrios del pie, como la pronación, han demostrado que un retropié con mayor eversión dinámica también crea un mayor desplazamiento del centro de presión plantar, lo que implica una mayor deformación y absorción de impacto en áreas posteriores del pie (Ramos et al., 2025).

Por lo tanto, durante la parte media de la marcha y la fase de apoyo (mid-stance y carga total), el retropié sirve como una estructura estabilizadora, ya que no solo toma, sino que también se adapta a la alineación del pie ante la superficie y las fuerzas de reacción al suelo. La pronación del retropié aumentó en individuos con funciones de pie pronadas, encontrando que esto resultó en un pie con mayor flexibilidad, lo que podría retrasar o modificar la transferencia de carga para los metatarsianos y el antepié, así como alterar los momentos articulares en el tobillo, la rodilla y la cadera.

Un estudio que compara individuos con función de pie pronado con aquellos con función defectuosa demuestra desviaciones significativas en relación con la eversión del retropié, la abducción del antepié y la desviación del centro de presión, lo que indica que la biomecánica del retropié juega un papel dinámico en la forma de la carga en la mitad de la marcha (Dodelin et al., 2020).

En esta fase de propulsión, a pesar de que el retropié no está directamente en contacto con el suelo, su acción influye directamente en la eficacia de todo el desplazamiento y prepara a todas las estructuras del pie para recibir la carga que se transfiere del talón al antepié. En la presencia de genu valgo, en el cual existe una pronación excesiva del retropié, la energía que se invierte para deformar esta región se pierde. Si la deformación del talón es excesiva, la palanca con la que el antepié impulsa al cuerpo es menos eficaz; por lo tanto, se invierte mayor

energía para el desplazamiento (Rühling et al., 2023). De igual manera, esta alteración es capaz de aumentar las cargas en el compartimento medial de la rodilla y disminuir la eficacia del desplazamiento.

Además, esta postura favorece la aparición de patologías de dolor o degenerativas en la articulación si no se corrige. Posteriormente, resulta justificado el uso de plantillas diseñadas para limitar la excesiva pronación del retropié, restablecer la alineación del apoyo medio y mejorar la amortiguación de la marcha durante el contacto inicial (Rühling et al., 2023).

2.1.3. *Genu Valgo y Pronación del Retropié*

2.1.3.1. Etiología y factores Asociados al genu valgo en adultos. El genu valgo en adultos es una condición multifactorial cuya etiología puede ser idiopática o secundaria a un proceso que altera la alineación ósea y articular del miembro inferior. Los mecanismos etiopatogénicos de este desequilibrio son diversos. A las posibilidades secundarias se les atribuyen las mal uniones de las fracturas femorales y tibiales, las enfermedades metabólicas y de crecimiento, y los procesos articulares degenerativos que alteran la distribución de la carga femorotibial con el tiempo, coexiste o es precedido por cambios degenerativos y anomalías de la estructura adquirida (Patel & Nelson, 2025).

Los hallazgos de Byrnes et al. (2021), enfatizan la relación directa entre la alineación del pie, particularmente la planicidad del pie, y el valgo dinámico del retropié, así como la adquisición o la pérdida del modelo femorotibial valgo. El aumento de la pronación subtalar y la eversión abducida combinan al antepié y al centro de presión del suelo, trasladándose lateralmente y medialmente, lo que altera la mediana de locomoción durante la actividad y genera momentos en la rodilla, lo que puede aumentar varios patrones de valgo preventivos durante la actividad. Por esto, la relación entre la rodilla

y el pie no es solo una concurrencia; actúa como un factor mecánico que puede adquirir o evadir el valgo si no se evalúa y se corrige.

En ese aspecto, factores modificables y no modificables pueden influir sobre la presentación del genu valgo en adultos: la obesidad y el aumento de la masa corporal elevan las cargas articulares y provocan una degeneración más rápida en ejes alterados; el sexo (con una mayor prevalencia y riesgo funcional en mujeres en ciertas series) y el deterioro del control neuromuscular (por ej., debilidad abductora o mala estabilidad del tronco) son factores asociados que aumentan el riesgo de sintomatología y progresión hacia la osteoartritis.

Estas consideraciones pueden explicar por qué los abordajes terapéuticos actuales recomiendan una valoración integral (rodilla + tobillo + pie + factores sistémicos) antes de decidir sobre intervenciones aisladas, y por qué las intervenciones conservadoras dirigidas al pie (plantillas, control de pronación) pueden ser una parte vital de la estrategia en adultos con genu valgo sintomático (Hernandez et al., 2024)

Cabe añadir que, según la apreciación de Pilataxii (2021), las causas del Genu Varo y Genu Valgo, puede estar atribuido a ciertas alteraciones como:

Postraumáticas causadas por lesiones que dañan la estructura ósea y articular y no se han recuperado por completo, las hereditarias en caso de predisposición genética a deformaciones, las mecánicas causadas por descuidos y desequilibrios en la marcha y el funcionamiento y por último la estructural causadas por alteraciones en la longitud de las piernas, cuando el pie derecho es más largo que el izquierdo o por otras alteraciones.

2.1.4. *Implicaciones Biomecánicas De La Pronación Del Retropié En El Genu Valgo*.

La pronación excesiva del retropié altera la línea de carga del miembro inferior durante la marcha y la bipedestación, modificando los momentos de fuerza sobre la rodilla en el plano coronal. Con osteoartritis de rodilla y deformidades en valgo o varo, un autor ha propuesto que, aunque el retropié intenta compensar (por ejemplo, invirtiéndose), esta compensación dinámica no es suficiente para llevar la marcha a una posición neutral.

Por lo tanto, las líneas de la marcha se medializan en valgo y lateralizan en varo, aumentando la carga a través de la parte interna o externa de la articulación tibio femoral según el patrón de deformidad (Rühling et al., 2023). La línea biomecánica de la rodilla se mueve en valgo o varo, lo que aumenta los momentos de aducción o abducción. Este tipo de línea de marcha lateral contribuye al desgaste del cartílago articular interno en el genu valgo, aumenta el dolor y acelera la progresión de la degeneración ósea (Rühling et al., 2023).

Además, la pronación del retropié podría alterar la posición y/o la rotación de la rodilla en posturas tanto estáticas como dinámicas, con implicaciones para la estabilidad y la eficiencia del movimiento. En un estudio Kim et al. (2023), señala que, con postura de bipedestación, al variar la eversión del retropié y del antepié, se observaron desplazamientos mediales de la rodilla y disminuciones del brazo de la palanca para EKAM (external knee adduction momento), y ser redujo su magnitud; esto sugiere que una pronación aumentada podría reducir ciertas cargas articulares al alterar el ángulo de carga.

Sin embargo, también puede inducir estrés en los tejidos blandos locales debido a alineamientos sub-óptimos. Asimismo, este tipo de desalineamiento rotacionales o posicionales pueden tener relación y, por lo tanto, influir en el desgaste de meniscos, laxitud capsular y el dolor y la tensión del ligamento colateral interno de la rodilla izquierda del

capsular y el dolor y la tensión del ligamento colateral interno de la rodilla izquierda del paciente con genu valgo si la pronación se vuelve excesiva (kim et al., 2023)

La rigidez o la recuperación del retropié y también del antepié tienen un papel vital en la fase de propulsión de la marcha, ya que la pronación excesiva disminuye la rigidez que se necesita para hacer del antepié una palanca efectiva en su proceso. Los estudios de compensación funcional han demostrado que, si en deformidades del tobillo/rodilla el retropié no puede invertirse o estabilizarse al final de la fase de apoyo, la eficiencia mecánica disminuirá. Esto, a su vez, podría forzar un aumento del gasto energético y una serie de adaptaciones negativas en la musculatura, tendones y estructuras articulares de la rodilla (Rühling et al., 2023).

En función de lo planteado, se puede apreciar que la pronación excesiva del retropié tiene repercusiones biomecánicas importantes en la rodilla. La modificación en la línea de carga y el aumento en los momentos de fuerza sobre la articulación tibio femoral producen un desgaste del cartílago medial y avanzan en la degeneración ósea del genu valgo. Por otra parte, los desalineamientos posicionales o rotacionales inducidos por tal pronación modifican la estabilidad, la eficiencia de la marcha y la función de palanca del antepié, y aumentan el costo energético, así como el estrés muscular, tendinoso y ligamentoso. Por lo tanto, la evaluación y corrección de la pronación del retropié son fundamentales para optimizar la función del miembro inferior y evitar complicaciones articulares del genu valgo.

2.1.5. *Diagnóstico.*

2.1.5.1. Métodos clínicos para el diagnóstico de genu valgo y pronación del retropié. En primera instancia, para la evaluación de las deformidades angulares en extremidades inferiores, se debe tener en cuenta el análisis de la marcha y del perfil rotacional, siendo fundamentales para determinar la etiología, especialmente en pacientes pediátricos. Por lo general, el genu valgo primario se manifiesta en apoyo, tal como ocurre en las enfermedades metabólicas óseas (osteodistrofia renal) o las deficiencias longitudinales del peroné. Por otro lado, los desvíos secundarios o aparentes sugieren alteraciones del plano axial y sagital, como la anteversión del cuello femoral, que incrementa la rotación interna del fémur distal simulando un valgo.

No se requiere la utilización de una radiografía ante la presencia de valgo fisiológico; sin embargo, sí es necesaria en caso de hallazgos asimétricos, excesiva desviación, edad no acorde al rango normal de cambio fisiológico, estatura menor al percentil 10, antecedentes de traumatismo e infección, para evaluar la alineación coronal con el ángulo tibio-femoral y la relación del eje mecánico con el centro de la rodilla (Patel & Nelson, 2025).

El ángulo tibio femoral cambia con la edad, con una angulación en varo de 15º a 20º al nacimiento, la cual se autocorrige a la neutralidad a los 2 años, para dar paso al ángulo valgo de 10º a 15º a los 3 o 4 años. Posteriormente, el ángulo disminuye hasta estabilizarse en 3º a 5º de valgo a los 7 años, valor que persiste en la vida adulta como la alineación normal fisiológica. Para identificar la causa del desvío, se debe medir el ángulo lateral distal femoral y el ángulo proximal medial tibial, con varones normales entre 85º y 90º. Esto sirve como un parámetro objetivo para identificar alteraciones estructurales y conducir el tratamiento correspondiente (Patel & Nelson, 2025).

Según la apreciación de Gupta et al., (2021) señala que los métodos clínicos utilizados para el diagnóstico del genu valgo, pueden categorizarse de la siguiente manera:

- **Inspección en bipedestación:** para observar el alineamiento de las extremidades inferiores y determinar si, durante la bipedestación, las rodillas se tocan, manteniendo los tobillos separados. Además, se evalúa la simetría corporal, la altura de las crestas ilíacas y la posición de las rótulas. Esta observación permite identificar posibles desviaciones como genu valgo o genu varo. También se analiza la distribución del peso corporal y la estabilidad postural del paciente en posición estática.
- **El ángulo tibio femoral** clínico se calcula en el paciente entre el eje del fémur y la tibia mediante un goniómetro. Esta medición permite valorar la alineación de la rodilla en relación con la pierna. Es útil para identificar desviaciones angulares como genu varo o genu valgo. Su correcta determinación ayuda a comprender la distribución de cargas en las extremidades inferiores. Además, orienta al podólogo en la elección del tratamiento ortopodológico más adecuado para corregir o compensar las mencionadas alteraciones.
- **Distancia intermaleolar:** con las rodillas juntas, se toma la distancia entre los maléolos internos, la cual debe estar en 0 o levemente hacia afuera; si encontramos valores altos, sugiere genu valgo.
- **Análisis de la marcha:** se buscan desviaciones en la fase de apoyo, como lo es el desplazamiento medial de la rodilla.
- **Exploración de la simetría:** se cotejan ambas extremidades buscando patologías asimétricas.

Por otro lado, las consideraciones investigativas de Gómez et al., (2024), señala que los métodos clínicos utilizados para el diagnóstico de pronación del retropié, pueden categorizarse de la siguiente manera:

- **Test de la huella plantar:** Se puede realizar con un podoscopio o con una huella en superficie plana. Permite valorar el apoyo del pie y, así, detectar la pronación excesiva.
- **Prueba de Jack o test de dorsiflexión del hallux:** El comportamiento del arco medial al elevar el primer dedo.
- **Línea de Helbing:** Trazo visual de la línea desde el tendón de Aquiles hacia abajo. La desviación medial indica pronación.
- **Índice de Postura del Pie (IPP-6):** Esta herramienta nos permite evaluar la postura del pie cuando se encuentra en estática, nos permite determinar si un pie se encuentra en posición neutra, pronada o supinada, los valores cuantitativos obtenidos se pueden emplear tanto en la práctica clínica como en estudios de investigación.
- **Observación en bipedestación y marcha:** se evalúa el colapso del arco medial, la eversión del calcáneo y el giro interno del tobillo.

2.1.6. *Tratamientos Conservadores.*

2.1.6.1. Uso de órtesis plantares en el manejo de la pronación del retropié y genu valgo.

En el tratamiento del genu valgo y la pronación excesiva del retropié, el uso de ortesis plantares es una de las herramientas conservadoras fundamentales, ya que el acceso a esta terapia permite una redistribución adecuada de las cargas a través del pie y la articulación de la rodilla. El principal efecto correctivo se asocia con una corrección efectiva de la deformación del retropié. Las plantillas están diseñadas para proporcionar soporte para el arco medial, controlar la eversión del retropié y guiar la alineación del miembro inferior durante la bipedestación y la marcha. Al corregir el retropié, la ortesis contribuye a una disminución significativa del momento de aducción/abducción en la articulación de la rodilla, minimiza así el riesgo de desgaste articular y aumentando la eficiencia biomecánica del desplazamiento (Byrnes et al., 2021).

En conjunto con la corrección postural, las órtesis plantares pueden además jugar un rol preventivo en pacientes susceptibles a presentar complicaciones asociadas al genu valgo, como el dolor medial de rodilla, la artrosis a temprana edad o las lesiones de elementos blandos secundarios. Recientes informes sugieren que las plantillas personalizadas permiten mantener la alineación subtalar en una posición óptima, protegiendo de esta forma la articulación ante la pronación excesiva en las fases de apoyo y propulsión de la marcha. A esto se suma la mayor estabilidad y control neuromuscular posibilitando por la plantilla, lo cual cobra especial relevancia en el paciente pediátrico y adolescente en proceso de crecimiento, o en el adulto afectado por alteraciones de la alineación de miembro inferior ya consolidadas (Kim et al., 2025).

Las plantillas ortopédicas son una herramienta complementaria a un abordaje multifactorial, en el cual se incluyen ejercicios de fortalecimiento, reeducación de la marcha y control postural. Su eficacia está basada en una minuciosa evaluación previa del pie y del retropié, así como en un seguimiento clínico prolongado para adaptar la corrección conforme a la evolución del paciente. Combinadas con otras intervenciones fisioterapéuticas, las plantillas optimizan la cinemática del miembro inferior y, con ello, se reduce el gasto energético en la marcha. Además, contribuyen a frenar la progresión de deformidades del miembro inferior causadas por el genu valgo, mejorando la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes (Dodelin et al., 2020).

El calzado constituye uno de los métodos más utilizados para corregir las alteraciones que se presentan en los pies. Entre los elementos comúnmente empleados se incluyen los siguientes, según la apreciación del Pilataxii (2021).

- **Cuña del talón:** Se ubica en la parte central del talón para amortiguar la presión ejercida en esta zona y, en algunos casos, favorecer el desplazamiento del peso hacia la parte anterior del pie.
- **Cuñas internas y externas:** La cuña interna inclina ligeramente el calzado hacia el lado lateral, mientras que la cuña externa permite inclinarlo hacia la zona medial.
- **Tacón de Thomas:** Se coloca en la parte externa del zapato para brindar soporte al arco plantar en su porción media.
- **Soporte para el arco plantar:** Su forma varía según el tipo de pie de cada persona, ajustándose a sus necesidades específicas.
- **Almohadilla metatarsiana:** Se sitúa sobre las cabezas de los metatarsianos con el objetivo de disminuir la hiperextensión de los dedos segundo a cuarto.

Actualmente, se ha evidenciado que no es estrictamente necesario incorporar estos aditamentos directamente en el diseño del calzado. Por el contrario, resulta más efectivo y práctico implementar estas modificaciones mediante plantillas.

2.1.7. *Tipos de Materiales Utilizados Para la Fabricación de Órtesis Plantares.*

2.1.7.1 Materiales rígidos y semirrígidos en órtesis plantares. Los materiales rígidos y semirrígidos empleados en órtesis plantares se caracterizan por su capacidad de proporcionar un control estructural del pie, corrigiendo alineaciones inadecuadas y limitando movimientos excesivos de las articulaciones. Entre los más utilizados se encuentran el polipropileno, la fibra de carbono, las resinas epóxicas y los compuestos termoplásticos, los cuales ofrecen resistencia a la deformación y durabilidad a largo plazo (Nigg & Federolf, 2019).

Además, este tipo de materiales facilita la confección de órtesis personalizadas mediante técnicas de termo moldeó y fresado, asegurando un ajuste óptimo a la anatomía del paciente. Sin embargo, debido a su rigidez, pueden generar incomodidad en usuarios sensibles o en aquellos con lesiones de tejidos blandos, por lo que en muchos casos se combinan con recubrimientos más suaves. El uso de materiales semirrígidos, como EVA de alta densidad o el polietileno, permite equilibrar entre el soporte estructural y confort (Morrison & Woodburn, 2020).

2.1.7.2. Materiales blandos y amortiguadores en órtesis plantares. Los materiales utilizados en las órtesis plantares se seleccionan por su capacidad para amortiguar la fuerza del impacto durante la marcha y disminuir la carga en zonas específicas del pie. En su elaboración suelen emplearse compuestos como etileno-vinil-acetato (EVA de baja densidad), poliuretano, silicona y espuma de látex, los cuales brindan comodidad y protección frente a lesiones asociadas a la sobrecarga mecánica. Su uso es especialmente recomendable en personas con pie diabético, neuropatías periféricas o presencia de hiperqueratosis (Bus et al., 2020)

La principal ventaja de estos materiales es su adaptabilidad, ya que pueden funcionar como recubrimientos de órtesis rígidas como plantillas independientes en abordajes conservadores. Asimismo, resultan beneficiosos en deportistas que requieren mayor amortiguación para disminuir el riesgo de microtraumatismos repetitivos. Sin embargo, su vida útil suele ser más limitada frente a materiales rígidos, pues con el tiempo pueden perder sus propiedades mecánicas. Aun así, continúan siendo esenciales en el ámbito clínico debido a su capacidad de ofrecer confort inmediato y ajustarse a las necesidades funcionales del paciente (Raspovic et al., 2019).

2.1.7.3. Plantillas ortopédicas para la corrección de la pronación del retropié. Son dispositivos biomecánicos diseñados para modificar la alineación y la función del pie durante la marcha, con el objetivo de corregir alteraciones como la pronación excesiva del retropié ya que esta se caracteriza por la inclinación hacia adentro del talón, esta condición puede generar sobrecarga en el arco medial, inestabilidad

articular y predisposición a lesiones musculo esqueléticas. Las plantillas ortopédicas buscan reestructurar la carga plantar (Menz & Sherrington, 2020).

Su uso no solo mejora la alineación estática del pie, sino que también optimiza la cinemática de la marcha y la distribución de presiones durante la bipedestación y el desplazamiento. Estudios indican que el ajuste personalizado de la plantilla, basado en evaluaciones biomecánicas y análisis de la pisada, potencia la eficacia del tratamiento y disminuye el riesgo de dolor en articulaciones proximales, las plantillas son una intervención no invasiva de primera línea en pacientes con pronación del retropié de moderada a severa (Nigg et al., 2019).

2.1.8. *Principios Biomecánicos de las Plantillas Ortopédicas en la Corrección de la Pronación del Retropié.*

Las plantillas ortopédicas se basan en el control de los movimientos excesivos del retropié, especialmente la pronación, mediante la redistribución de fuerzas y la estabilidad del talón, mediante la utilización de cuñas mediales, arcos longitudinales reforzados y materiales rígidos o semirrígidos que limitan la eversión del talón durante la fase de apoyo medio y terminal de la marcha (Cheung et al., 2020). Así las articulaciones del pie trabajan dentro de un rango funcional óptimo, reduciendo tensiones en los ligamentos, y estructuras circundantes.

La biomecánica de estas plantillas busca equilibrar la propulsión y la absorción de impactos, adaptándose a la morfología del pie y a la dinámica del paciente, esto se logra mediante un diseño personalizado considerando la longitud del pie, altura del arco y la rigidez de los tejidos blandos, lo que permite mejorar la eficacia de la marcha y prevenir lesiones asociadas a la pronación excesiva del retropié (Buldt et al., 2018). La correcta aplicación de los principios biomecánicos, garantiza resultados clínicos sostenibles.

2.1.9. *Tipos de Plantillas Ortopédicas Utilizadas en la Pronación del Retropié.*

Existen diversos tipos de plantillas ortopédicas empleadas en la corrección de la pronación del retropié, clasificadas según el material y el nivel de soporte que proporcionan. Las plantillas rígidas o semirrígidas están indicadas en casos de pronación significativa, ya que ofrecen un control estructural y un soporte medial firme, mientras que las plantillas blandas o amortiguadoras se utilizan en pronaciones leves o para pacientes con alta sensibilidad plantar, combinando confort y soporte funcional (Menz & Sherrington, 2020).

Las plantillas pueden ser prefabricadas o personalizadas. Las prefabricadas son de fácil acceso y permiten correcciones generales. En cambio, las personalizadas se confeccionan a partir de moldes del pie del paciente y análisis biomecánico detallado, optimizando la corrección de la pronación y la distribución de cargas. La elección del tipo de plantilla depende del grado de pronación, la actividad del paciente y la presencia de comorbilidades como pie diabético o alteraciones musculo esqueléticas (Cheung et al., 2020).

2.2. Marco Conceptual

Las definiciones que se detallan a continuación han sido extraídas de la Real Academia (2024).

- **Retropié**

El retropié es la parte posterior del pie que incluye el calcáneo y el astrágalo, y cumple un papel fundamental en la distribución del peso corporal y en la amortiguación durante la marcha. Desde el punto de vista anatómico, se relaciona directamente con la estabilidad y la alineación del pie, sirviendo como base para el movimiento del mediopié y antepié. Las alteraciones en esta región pueden provocar compensaciones biomecánicas que repercuten en las articulaciones superiores.

Su estudio resulta esencial en podología y ortopedia, ya que permite identificar deformidades y orientar tratamientos ortopédicos. Según la Real Academia Española (RAE),

el término “pie” se define como la extremidad inferior del cuerpo humano que sirve para sostenerlo y permitir la marcha, lo que integra al retropié como su zona estructural.

- **Genu Valgo**

El genu valgo es una deformidad en la alineación de las rodillas que se caracteriza por la inclinación hacia adentro de estas, generando un aspecto comúnmente denominado “piernas en X”. Esta condición puede observarse en la infancia como parte del desarrollo fisiológico, aunque su persistencia o severidad puede indicar una alteración patológica. El genu valgo puede causar modificaciones en la mecánica de la marcha y en la distribución de cargas sobre las articulaciones de las extremidades inferiores. Se define “genu” como la rodilla y “valgo” como la desviación de una parte del cuerpo hacia afuera respecto de su eje.

- **Marcha**

La marcha es el proceso biomecánico que permite el desplazamiento humano mediante la alternancia coordinada de movimientos de las extremidades inferiores. Implica fases de apoyo y balanceo, garantizando la propulsión, la estabilidad y el ahorro energético en cada paso. La marcha normal depende de la integridad del sistema neuromuscular y del aparato locomotor, y sus alteraciones son indicadores de patologías o disfunciones. Es un elemento esencial de estudio en medicina, fisioterapia y podología.

- **Pronación**

La pronación es un movimiento biomecánico que consiste en el giro hacia adentro del pie durante la marcha o la carrera, facilitando la adaptación a las superficies y la absorción de impacto. Este movimiento, cuando se mantiene dentro de límites fisiológicos, es esencial para la estabilidad y amortiguación de las cargas. Sin embargo, una pronación excesiva puede

producir desequilibrios mecánicos que afectan al tobillo, rodilla y cadera, aumentando el riesgo de lesiones.

- **Materiales**

La RAE define “material” como aquello perteneciente o relativo a la materia, y también como el conjunto de elementos necesarios para realizar una obra o actividad. Los materiales son la sustancia o componentes empleados en la fabricación de objetos, herramientas o dispositivos, entre ellos las órtesis plantares. Estos pueden clasificarse en rígidos o semirrígidos y blandos, dependiendo de la función biomecánica que se busque, como dar soporte, amortiguar impactos o mejorar la alineación del pie.

- **Plantilla Ortopédica**

La RAE define “plantilla” como la pieza que se coloca en el calzado para mayor comodidad o ajuste, lo que sustenta su acepción ortopédica en la práctica clínica. La plantilla ortopédica es un dispositivo diseñado para colocarse en el interior del calzado con el fin de corregir, compensar o aliviar alteraciones biomecánicas del pie y de la marcha, su función principal es redistribuir las cargas, proporcionar soporte y mejorar la alineación postural, previniendo lesiones o molestias.

2.3. Marco Legal

La Ley Orgánica de Salud (Ley 67) fue publicada en el Registro Oficial Suplemento 423 el 22 de diciembre de 2006 y establece el marco normativo para la regulación del sistema de salud en Ecuador. Su última modificación fue el 18 de diciembre de 2015.

1. Objeto y principios

   Artículo 1: Establece que la Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud, y se rige por los principios

de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia.

2. Derecho a la salud y acceso a servicios.

   Artículo 4 al 6: Definen que el Ministerio de Salud Pública (MSP) es la autoridad sanitaria nacional y tiene competencias de rectoría, regulación, control y vigilancia. Establece la responsabilidad del MSP de diseñar e implementar programas de atención integral, de acuerdo con los requerimientos y condiciones de salud de la población

3. Prestaciones de recuperación y rehabilitación.

   Artículo 7: Menciona que el conjunto de prestaciones del sistema incluye servicios de recuperación y rehabilitación de salud.

4. Derechos del paciente.

   Artículo 8: Establece que todo paciente tiene derecho a ser atendido oportunamente y con dignidad, así como el acceso a información sobre diagnóstico, tratamiento y alternativas.

CAPÍTULO III.
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. *Según el Propósito*.

3.1.1.1. Investigación aplicada. De acuerdo con Castro et al., (2022) la investigación aplicada está orientada a la resolución de problemas concretos del contexto, por medio del uso de conocimientos de la investigación básica. Para lo cual, este estudio es aplicado, dado que se busca diseñar, validar y aplicar una solución práctica para la mejora de la calidad de vida de los pacientes entre 25 y 65 años. Asimismo, este tipo de abordaje facilita que el conocimiento teórico y los fundamentos científicos se apliquen en contextos reales en el entorno clínico.

3.1.1.2. Investigación exploratoria. Se realiza en aquellos fenómenos escasamente investigados. De este modo, combinan metodologías cualitativas y cuantitativas para describir sus características particulares sin hipótesis previa. Esto se relaciona con el estudio de la plantilla correctora para la pronación del retropié en genu valgo, puesto que se fundamenta en la necesidad de investigar este aspecto, ya que no existen estudios previos en pacientes de 25 a 65 años en Cuenca, siendo necesario indagar y caracterizar esta condición.

3.1.1.3. Investigación descriptiva. La investigación descriptiva consiste en identificar y describir las características, propiedades y conductas de un fenómeno particular o población, lo que ayuda a analizar la estructura de un objeto en cuestión (Cabezas et al., 2018). En los que respecta al estudio sobre la plantilla para la pronación en el retropié de genu valgo, su implementación estuvo fundamentada, por la descripción de las condiciones y los rasgos personales de los sujetos que tienen una edad de entre 25 y 65 años en Cuenca.

3.1.2. *Según la Manipulación de las Variables.*

3.1.2.1. Investigación cuasi experimental. La investigación cuasi experimental hace posible analizar efectos causales aun sin asignar a los participantes de forma aleatoria, ya que se basa en contrastar un grupo que recibe una intervención con otro grupo comparable que sirve de referencia (White & Sabarwal, 2014). En este estudio sobre el uso de una plantilla para corregir la pronación del retropié en casos de genu valgo, se aplicó una intervención dirigida a una condición específica, sin aleatorizar a los sujetos, mediante la utilización de una plantilla ortopédica con cuña interna.

3.1.3. *Según Tiempo de Desarrollo*.

3.1.3.1. Investigación longitudinal. La investigación longitudinal se refiere al seguimiento de un fenómeno a lo largo del tiempo y a la recopilación repetida de datos sobre las mismas variables. Este enfoque de investigación ofrece la oportunidad de monitorizar los cambios ocurridos y las tendencias desarrolladas. El estudio fue longitudinal porque se llevó a cabo en un lapso de tiempo, después y antes de usar la plantilla, para poder realizar un seguimiento de la eficacia en la población de Cuenca en el grupo de edad de 25 a 65 años.

3.2. Enfoque

Mixto: es la combinación de los métodos cuantitativos y cualitativos, para poder comprender de mejor manera las características de las variables en un entorno especifico (Álvarez, 2017). En un enfoque cuantitativo los patrones se pueden cuantificar y los resultados pueden verificarse. Como en este trabajo en que el uso de una plantilla ortopédica para pronación del retropié en genu valgo, permitió evaluar con precisión la efectividad de la rehabilitación en pacientes de 25 a 65 años en Cuenca. También, en términos cualitativos estos se refieren al registro de las características clínicas de evolución, y la toma de evidencias mediante el registro fotográfico y desarrollo de gráficos en la ficha de seguimiento.

3.3. Herramientas Metodológicas

Ensayo no controlado: Un ensayo no controlado es un diseño en el que la intervención se aplica sin un grupo de comparación, permitiendo analizar únicamente los cambios dentro de los participantes que reciben el tratamiento. Este tipo de estudio es útil en fases exploratorias, cuando se busca valorar factibilidad o efectos iniciales, aunque no permite establecer causalidad con precisión. También se emplea cuando no es ético o posible inculir un grupo control. De acuerdo con Hulley et al. (2013), estos ensayos aportan evidencia preliminar que orienta investigaciones más completas.

3.4. Técnicas

- **Historias clínicas:** Fueron utilizados para obtener información sociodemográfica y clínica de los pacientes antes y después de la intervención. Se registraron los antecedentes, las características físicas y la evolución durante el tratamiento con la plantilla de pronación del retropié en genu valgo. Estos datos sirvieron de base para el

seguimiento personalizado y como referencia para valorar los cambios que se presenten en el ámbito clínico y funcional posterior a la aplicación de la intervención.

- **Software estadístico:** Así mismo, mediante el paquete SPSS se llevó a cabo el análisis descriptivo de los datos recopilados en las fichas de seguimiento, lo cual ayudó a organizar la información en tablas y gráficos, realizando la interpretación de los resultados para la comparación. Además, se utilizaron las pruebas estadísticas t de Student o no paramétricas, de acuerdo a la distribución, para comprobar la eficacia de la plantilla y verificar de forma objetiva los cambios percibidos en los pacientes.
- **Base de datos:** Los resultados obtenidos en las fichas de seguimiento se pasan a una matriz digital con el fin de ordenarlos sistemáticamente. Esta matriz permitió la elaboración de un gráfico comparativo y determinar las variables a comparar frente al uso de la plantilla de pronación del retropié en genu valgo.
- **Fotografías:** Se tomaron registros fotográficos para documentar visualmente la evolución clínica de cada paciente durante el curso de la intervención. Asimismo, la toma de registros fotográficos sirvió para validar de manera más práctica los descubrimientos identificados a lo largo de las sesiones. De esta manera, fue posible contar con una herramienta de soporte visual complementaria al análisis de cambio funcional-biométrico derivado del uso de la plantilla ortopédica.

3.5. Estudios Iniciales

3.5.1. *Criterios de Inclusión y Exclusión.*

En la tabla 1 se describen los criterios de inclusión para los participantes aptos para el estudio y exclusión de pacientes que no califican para el estudio.

Tabla 1

Criterios de selección

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
• Pacientes entre 25 y 65 años de edad.	• Presencia de deformidades estructurales severas del pie o de la rodilla que requieran tratamiento quirúrgico
• Diagnóstico clínico de genu valgo y pronación del retropié confirmado por examen físico y/o estudios biomecánicos.	• Pacientes con alteraciones neurológicas, reumatológicas o musculares que interfieran en la marcha
• Residentes en la ciudad de Cuenca.	• Antecedente de cirugía ortopédica en extremidades inferiores (últimos 12 meses)
• Acepten voluntariamente participar en el estudio con la firma del consentimiento informado.	• Uso de dispositivos ortopédicos o tratamientos que interfieran con el objetivo del estudio
• Que no usen actualmente plantillas ortopédicas correctivas o hayan suspendido su uso al menos 3 meses antes del estudio.	• Mujeres embarazadas

Nota. Criterios de inclusión y exclusión para determinar el ingreso al proyecto de investigación.

3.5.2. *Muestreo*

3.5.2.1. Población y muestra. La población objetivo estuvo constituida por pacientes de ambos sexos diagnosticados de genu valgo y pronación del retropié de edades entre 25 y 65 años, residentes en la ciudad de Cuenca, durante el año 2025.

3.5.2.2. Tipo de muestreo. Se llevó a cabo un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual consiste en escoger a los participantes de acuerdo a su disponibilidad y cercanía, sin asegurar la representatividad estadística. Por consiguiente, se utiliza en estudios en los que interesa la facilidad y la rapidez al recoger datos (Hernández & Mendoza, 2018). De esta manera es justificable, dado que posibilitó incluir a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión y que accedían voluntariamente a participar en el estudio y evaluar la intervención de una forma práctica y eficiente.

3.6. Desarrollo

3.6.1. *Matriz de Operacionalización de Variables*

En la Tabla 2 se presenta la matriz de operacionalización de variables, donde se detallan las variables del proyecto de investigación y los indicadores e instrumentos de medición para las variables descritas en el mismo.

Tabla 2

Operacionalización de las variables

Matriz Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Variables	Definiciones nominales	Dimensiones	Indicadores	Preguntas
Identificar condiciones y características del retropié en Genu Valgo.	Pronación del Retropié y Genu Valgo	La pronación del pie es un movimiento natural durante la marcha que combina eversión del talón y descenso del arco medial, permite absorber impactos y adaptarse a superficies irregulares. Si es excesiva, puede generar desequilibrio y molestias en pies, rodillas o cadera. El Genu valgo es un alteración en la alineación de las rodillas donde estas se juntan hacia adentro mientras los tobillos permanecen separados, lo que provoca una desviación en "X" de las piernas	Físicos	Angulo Q o valgo de rodilla. Y alineación del retropié	¿Qué voy a medir? Angulo de la rodilla y la pronación del retropié. ¿Con que voy a medir? Con un goniómetro en grados y con IPP6 con valores numéricos ¿Por qué voy a medir? Para registrar la medida antes del procedimiento
			Clínicos	Dolor	¿Qué voy a medir? El dolor. ¿Con que voy a medir? Con la escala de EVA. ¿Por qué voy a medir? Para registrar el grado de dolor que presenta antes de la plantilla ortopédica.
			Observacional	Registro Fotográfico	¿Qué voy a medir? Angulo de la rodilla y la pronación del retropié. ¿Con que voy a medir? Registro fotográfico. ¿Por qué voy a medir? Para tener un registro antes del procedimiento.
Registrar la aplicación de la plantilla ortopédica, con cuña interna en el tratamiento de pronación del retro pie	Plantilla ortopédica	Es un soporte que se coloca dentro del calzado para corregir la postura y mejorar la función del pie. Ayuda a aliviar dolores y prevenir deformidades como pronación excesiva o pies planos. Puede ser personalizada o prefabricada, usando materiales que brindad soporte y comodidad.	Físicos	Alineación del pie y tobillo	¿Qué voy a medir? Angulo de la rodilla y la pronación del retropié. ¿Con que voy a medir? Con un goniómetro en grados y con IPP6 con valores numéricos ¿Por qué voy a medir? Para registrar la medida después del procedimiento
			Clínicas	Niveles de dolor	¿Qué voy a medir? El dolor. ¿Con que voy a medir? Con la escala de EVA. ¿Por qué voy a medir? Para registrar el grado de dolor

			que presenta después de la plantilla ortopédica.
	Observacional	Registro Fotográfico	¿Qué voy a medir? Angulo de la rodilla y la pronación del retropié. ¿Con que voy a medir? Registro fotográfico. ¿Por qué voy a medir? Para tener un registro después del procedimiento.

Nota. Se describen la variable independiente y dependiente del proyecto.

3.6.2. *Materiales*

- Cemento de contacto
- Tijera
- Esfero
- Estilete
- Papel Bond

3.6.3. *Materia prima*

- Eva
- Polipropileno
- Poron
- Foam de poliuretano
- Cuña supinadora medial en talón
- Soporte del arco longitudinal medial
- Cuero sintético

3.6.4. *Equipos*

- Esmeril
- Pistola de calor
- Pedígrafo

- Goniómetro

3.6.5. *Formato de la Ficha de Diagnóstico*

"Desarrollar y aplicar una plantilla para pronación del retropié en genu valgo en pacientes de 25 a 64 años de la ciudad de Cuenca"
Nº de ficha: _____
Fecha: _____ / _____ / _____

DATOS INFORMATIVOS

Nombre del paciente:
Edad:
Género: ☐ Masculino ☐ Femenino

ANTECEDENTES PODOLÓGICOS:

Actividad física habitual:
Uso de calzado (tipo, frecuencia):
Antecedentes de lesiones en miembros inferiores: ☐ Sí ☐ No (Sin, especificar _____)
Dolor o molestias actuales en pies o rodillas:
Diagnóstico previo de genu valgo o pie pronador: Si ☐ No ☐
Tiempo de evolución del problema:
Tratamientos previos:

VALORACIÓN DEL PIE

ASPECTO EVALUADO	DERECHO	IZQUIERDO	OBSERVACIONES
Alineación del retropié:	☐ Supinador ☐ Pronador ☐ Neutro	☐ Supinador ☐ Pronador ☐ Neutro	
Presencia de genu valgo	☐ Leve ☐ Moderado ☐ Severo	☐ Leve ☐ Moderado ☐ Severo	
Distribución de carga plantar	☐ Medial ☐ Lateral ☐ Equilibrada	☐ Medial ☐ Lateral ☐ Equilibrada	
Posición del arco longitudinal	☐ Bajo ☐ Normal ☐ Alto	☐ Bajo ☐ Normal ☐ Alto	
Desgaste de calzado	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
Dolor a la palpación	☐ Si	☐ Si	

	☐ No	☐ No	

OBSERVACIONES ESPECÍFICAS

Tono muscular y movilidad	Estructura del pie	Distribución de la carga y piel	Postura y alineación	Dolor y marcha	Calzado habitual
☐ Hipotónico	☐ Arco bajo (plano)	☐ Hiperqueratosis medial	☐ Genu valgo leve	☐ Dolor medial al caminar	☐ Soporte adecuado de arco medial
☐ Normo tónico	☐ Arco normal	☐ Hiperqueratosis lateral	☐ Genu valgo moderado	☐ Dolor lateral al caminar	Soporte insuficiente de arco medial
☐ Hipertónico	☐ Hallux valgus	☐ Hiperqueratosis metatarsal	☐ Genu valgo severo	☐ Dolor al subir escaleras	☐ Calzado rígido
☐ Limitación leve de dorsiflexión	☐ Dedos en garra	☐ Desgaste del calzado medial	☐ Pronación del retropié leve	☐ Dolor al estar de pie prolongado	☐ Calzado flexible
☐ Limitación moderada de dorsiflexión	☐ Dedos en martillo	☐ Desgaste del calzado lateral	☐ Pronación del retropié moderada	☐ Alteración de la marcha (pronación excesiva)	
☐ Limitación severa de dorsiflexión	☐ Deformidades del retropié		☐ Pronación del retropié severa		

RESULTADO DE LOS ESTUDIOS

Indice de la Postura del Pie (ipp6)

Puntuación	Pie derecho	Pie izquierdo	Interpretación
			☐ Supinador ☐ Neutro ☐ Pronador

ESCALA VISUAL ANÁLOGA DEL DOLOR (EVA)

Área evaluada	Puntuación (0- 10)	Nivel del dolor
Pie derecho		
Pie izquierdo		

ÁNGULO Q (cuádriceps)

Lado	Medición	Referencia Normal (15º H / 20º M)	Interpretación
Derecho			

Izquierdo			

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO

Sesión	Fecha	Procedimientos realizados	Evolución (sí / No)	Recomendación / Tratamiento

Firma del profesional responsable: _____
Nombre y firma del paciente: _____

Conceptos de los Estudios Realizados.

- **IPP6 (índice de postura del pie)**

Es un método de evaluación que permite analizar la posición y alineamiento del pie en el plano frontal y sagital. Consta de seis criterios que incluyen la posición del calcáneo, el arco longitudinal medial, la altura del astrágalo y otros puntos anatómicos relevantes. Cada ítem se puntúa y el resultado total clasifica el pie como neutro, pronador o supinador. Su aplicación se realiza mediante la observación y palpación en bipedestación relajada del paciente. Esta herramienta es fundamental en el diagnóstico biomecánico y en la planificación de tratamientos ortopodológicos. Facilita la identificación de desequilibrios que puedan generar molestias o alteraciones en la marcha.

- **Angulo Q**

Es la medida formada entre la línea del músculo cuádriceps y el tendón rotuliano, determinando la alineación del miembro inferior. Se obtiene uniendo la espina ilíaca anterosuperior con el centro de la rótula y de ahí al tubérculo tibial. Valores normales oscilan entre 13º y 18º, variando según el sexo y la estructura corporal. Un ángulo Q aumentado puede predisponer a problemas como la condromalacia rotuliana o desviaciones en la pisada.

En podología su análisis permite relacionar alteraciones del eje de la rodilla con descompensaciones del pie. Su correcta interpretación es clave para diseñar plantillas y tratamientos funcionales adecuados.

- **Escala EVA (escala visual análoga)**

Es un instrumento subjetivo utilizado para medir la intensidad del dolor percibido por el paciente. Consiste en una línea recta de 10cm, donde el extremo izquierdo representa "sin dolor" y el derecho "un dolor insoportable". El paciente marca en la escala el punto que refleja su nivel de dolor, lo que luego se cuantifica en valores del 0 al 10. Su aplicación es rápida y sencilla, y permite evaluar la evolución del tratamiento podológico a lo largo del tiempo. Es una herramienta útil para ajustar terapias y valorar la eficacia de intervenciones ortopédicas o fisiológicas.

3.6.6. *Formato Consentimiento Informado*

Yo, _____, mayor de edad, con cédula de ciudadanía Nº _____, declaro haber sido informado (a) de manera clara y comprensible sobre las objetivos, procedimientos y beneficios del estudio antes mencionado, el cual tiene como finalidad evaluar la efectividad de una plantilla ortópedica para corregir la pronación del retropié en pacientes con genu valgo.

Entiendo que mi participación es voluntaria, que puedo retirarme del estudio en cualquier momento sin que ello afecte mi atención médica o mis derechos. He sido informado (a) de que se realizarán evaluaciones clínicas, registros en historias clínicas, uso de base de datos y fotografías para documentar los resultados. Toda la información obtenida será confidencial y utilizada únicamente con fines de investigación académica.

Declaro haber resuelto todas mis dudas con la investigadora Aida Romero, y doy mi consentimiento libre y voluntario para participar en este estudio.

Nombre del participante: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Nombre del investigador: _____

Firma: _____

Fecha: _____

3.6.7. *Protocolo*

Se seleccionaron pacientes que cumplían con los criterios establecidos en el presente estudio, cuyo objetivo fue desarrollar y aplicar una plantilla ortopédica destinada a la pronación del retropié en casos de genu valgo. La muestra incluyó individuos de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 25 y 65 años, quienes presentaban las características clínicas compatibles con la patología en estudio. La elección de los participantes se realizó mediante un proceso de evaluación clínica y biomecánica, garantizando la validez y pertinencia de los datos obtenidos.

- **Exploración podológica.**

  Durante la exploración en estática se observa el alineamiento de las extremidades inferiores, la posición del retropié, el tipo de apoyo y la distribución del peso corporal. En la exploración en dinámica se evalúa la fase de apoyo y despegue, la coordinación de movimientos y posibles alteraciones biomecánicas. Como pruebas complementarias, se realiza el análisis de la huella

plantar mediante el uso del pedígrafo para obtener un registro gráfico de la pisada, y el goniómetro para medir ángulos articulares y determinar desviaciones o desalineaciones estructurales.

En la figura 1 podemos evidenciar la forma de la pisada del paciente, proceso en el cual se toma la muestra de de la pisada en el pedígrafo y el IPP-6.

Figura 1

Toma de muestra.



Nota. La figura representa la medición del pedígrafo, y líneas para proceder a medir valgo

- **Materiales para la elaboración de la plantilla**

Para la confección de las plantillas se emplearán materiales de alta calidad y durabilidad, que permitan una correcta absorción del impacto y estabilidad postural. Entre ellos se incluye EVA de diferentes densidades, polipropileno, Foam, tijera, estilete, esfero, pistola de calor, se elaborarán cuñas para tratar de conseguir una pisada neutra.

En la figura 2 se observan los materiales que se van a utilizar para la elaboración de la plantilla y para el proceso de las mismas.

Figura 2

Materiales y herramientas



Nota. En esta figura observamos los materiales y herramientas que se van a utilizar para el proceso de elaboración de plantillas.

3.6.8. *Medición de la Satisfacción del Producto*

En cuanto al proceso de recolección de datos, se registrará la evaluación biomecánica, la cual corresponderá a la huella plantar, el ángulo Q, la escala EVA y las notas de evolución. En relación con la intervención, se formulará y aplicará el diseño de la hoja con una cuña interna. Esta última se verificará con la titulación del diseño mencionado anteriormente. Se realizará una comparación entre el antes y el después de tres meses, con seguimientos semanales, para determinar la eficacia.

3.6.9. *Entrega de Plantilla, Ajuste y Adaptación en el Calzado*.

La entrega de la plantilla se realizó tras verificar la correcta adaptación al retropié con pronación asociada al genu valgo. Durante la sesión, se explicó al paciente el objetivo funcional de la plantilla y las recomendaciones de uso progresivo para evitar molestias iniciales. Se ajustó el dispositivo dentro del calzado habitual, garantizando estabilidad y confort en la marcha. Además, se instruyó al paciente sobre el cuidado y limpieza del material. Finalmente, se programó una cita de control para evaluar la adaptación postural y funcional del dispositivo ortopédico.

En la figura 3 se observan las plantillas terminadas, y se puede distinguir el arco de soporte, y la cuña supinadora que ayuda a neutralizar la pronación del retropié.

Figura 3

Plantillas Terminadas.



Nota. En esta figura podemos observar las plantillas terminadas listas para ser entregadas al paciente.

En la figura 4 se puede observar como la plantilla se adapta al calzado del paciente.

Figura 4

Adaptación en el calzado.



Nota. *Plantillas adaptadas al calzado.*

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e Interpretación de Resultados post aplicación del protocolo

En la tabla 3 se evidencia las medidas del ángulo Q, tomadas antes y después de la plantilla.

Tabla 3

Toma muestras ángulo Q

Paciente	Sexo	Ángulo Q (Inicial)	Ángulo Q (Final)
1	M	22,5	16
2	M	26	19,5
3	H	18	13,5
4	M	21,5	17
5	H	16,5	11
6	M	23	18,5
7	H	17	12,5
8	M	20,5	15,5
9	H	19	14
10	M	24,5	18

Nota. Resultados del ángulo Q, en que se demuestra una disminución en la evaluación final

En la tabla 4 se observan los valores del dolor en escala EVA, antes y después de la plantilla.

Tabla 4

Toma de muestras EVA

Paciente	Sexo	EVA (Inicial)	EVA (Final)
1	M	7	4
2	M	6	3
3	H	6	3

4	M	6	4
5	H	5	4
6	M	4	2
7	H	5	4
8	M	6	5
9	H	4	3
10	M	7	3

Nota. Evaluación del EVA en que se demuestra una disminución en la evaluación final

En la tabla 5 se indica la medición del IPP-6 antes y después de la plantilla.

Tabla 5

Toma de muestras IPP6

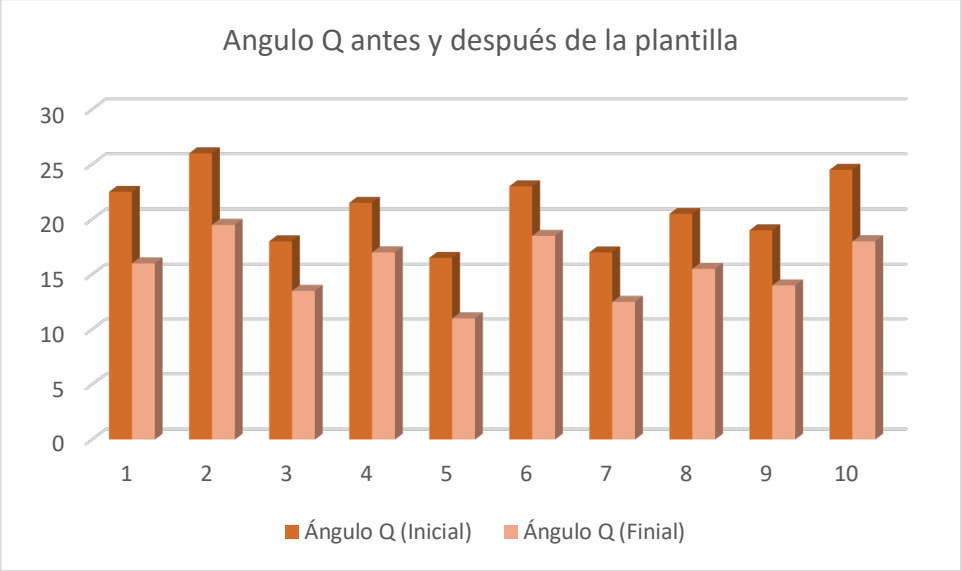
Paciente	Sexo	IPP-6 (Inicial)	IPP6 (Final)
1	M	11	5
2	M	13	6
3	H	10	4
4	M	8	3
5	H	7	2
6	M	12	6
7	H	9	4
8	M	10	4
9	H	8	3
10	M	14	7

Nota. Evaluación del índice de postura del pie en que se demuestra una reducción del valor de pronación.

En la figura 5 se puede evidenciar en el gráfico la disminución del ángulo Q luego de la aplicación de la plantilla en el paciente.

Figura 5

Medición Ángulo Q.



Nota. Podemos apreciar la disminución del ángulo Q antes y después de la plantilla.

- **Ángulo Q**

El ángulo Q se mide con un goniómetro con el paciente en decúbito supino y la pierna relajada. Constituye un parámetro esencial para evaluar la biomecánica del mecanismo extensor de la rodilla, y sus valores varían según el sexo: en hombres suelen rondar los 15º +- 3º, mientras que en mujeres alcanza aproximadamente 20º +- 3º, diferencia atribuida a una pelvis más ancha y a variaciones en la longitud femoral. Estas características incrementen el valgo fisiológico y, con ello, las susceptibilidades a problemas femorrotulianos.

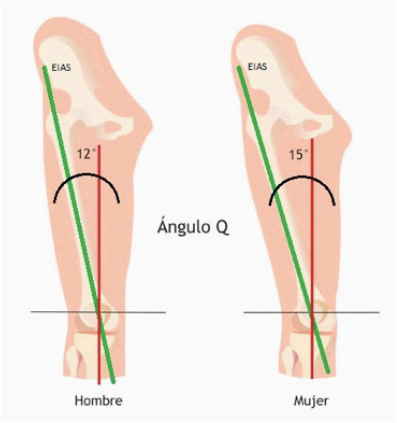
Las alteraciones del ángulo Q se relacionan con diversas afecciones. Valores disminuidos pueden observarse en cuadros como la condromalacia o una rótula alta, mientras que un ángulo incrementado se asocia con disfunción femororrotuliana, anteversión femoral,

genu valgo o torsión tibial externa. Un aumento significativo también eleva la tensión en los ligamentos mediales y puede predisponer a lesiones como la ruptura del ligamento cruzado anterior, se debe trabajar con plantillas y el fortalecimiento muscular, especialmente del vasto medial, cuádriceps y del glúteo medio, con el objetivo de mejorar la alineación rotuliana y optimizar la estabilidad de la rodilla. Resport Clinic. (s.f.)

La figura 6 indica la manera en la que se mide el ángulo Q con el goniómetro en el paciente.

Figura 6

Medición del Ángulo Q

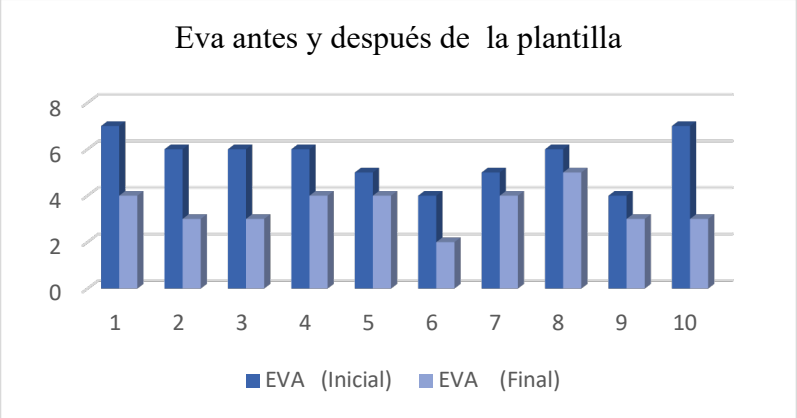


Nota. Recuperado de Lo que necesitas saber sobre el ángulo Q por (ResportClinic, s.f.)

El gráfico de la figura 7, indica la mejoría en la medición de la escala de EVA.

Figura 7

Medición escala de EVA.



Nota. Esta figura indica la disminución de la escala EVA

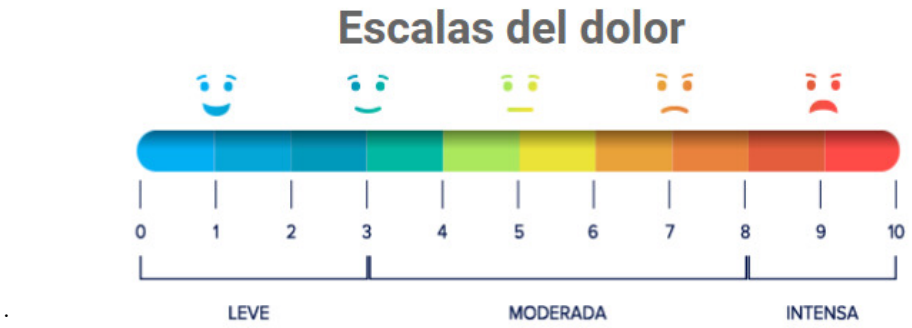
- **EVA**

En la Escala Visual Analógica (EVA) es una herramienta psicométrica empleada universalmente en la evaluación subjetiva de la intensidad del dolor y otros síntomas clínicos. Consiste una línea horizontal o vertical con una puntuación de 0 a 10 o de 0 a 100, en donde 0 es ausencia de dolor y 10 es el máximo de dolor. La EVA se valora por su simplicidad, rapidez y sensibilidad para detectar cambios en la intensidad del síntoma a lo largo del tiempo.

En la figura 8, se indica como se le presenta al paciente la referencia, para que pueda indicar en la tabla, la escala del dolor que presenta.

Figura 8

Escala Visual Análoga (EVA) del dolor

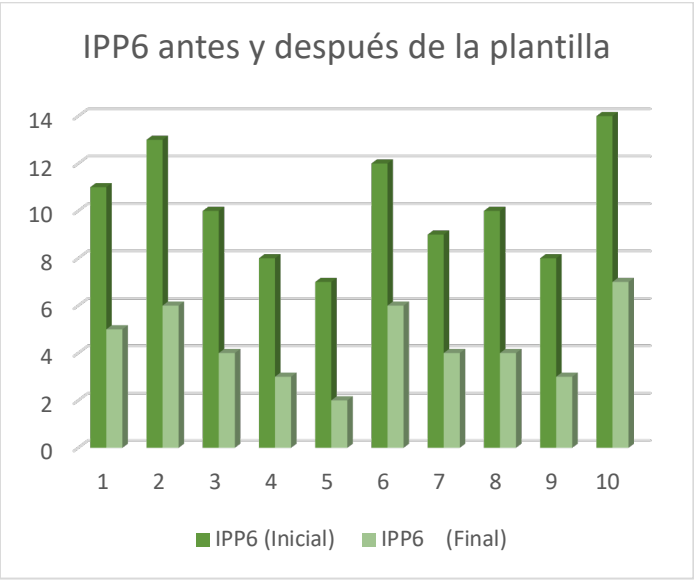


Nota. Adaptado de Escala del dolor ¿Cuánto duele? por C. Morales, s.f. Dr. Carlos Morales.

La figura 9 indica los valores del IPP-6 antes y después del uso de la plantilla.

Figura 9

Medición IPP-6.



Nota. Esta figura demuestra la reducción del IPP-6

- **Índice de Postura del Pie (IPP6)**

El Índice de Postura del Pie (IPP6) es una herramienta diagnóstica clínica validada y diseñada para cuantificar la postura del pie en una posición estática y relajada. Este instrumento utiliza la observación y palpación de seis criterios anatómicos específicos en el retropié y el antepié para evaluar su alineación en los tres planos del espacio. El objetivo principal es clasificar la morfología del pie en tres categorías principales: supinador (puntuación negativa), neutro (0 a +5) o pronador (puntuación positiva).

En la figura 10, indica la forma en la que se realiza el procedimiento para la medición del IPP-6.

Figura 10

IPP6



Nota. Fuente (Algaba-Del-Castillo et al., 2018)

4.2. Discusión de Resultados

El proyecto se llevó a cabo con una muestra de 10 participantes (seis mujeres y cuatro hombres) diagnosticados con genu valgo y pronación aumentada del retropié. El propósito principal consistió en analizar la respuesta biomecánica y sintomática ante el uso de una plantilla ortopédica personalizada, diseñada con un soporte de arco de 10mm y una cuña de 5mm. Para valorar los efectos de la intervención, se emplearon tres indicadores: el índice de postura del pie (IPP-6), el Ángulo Q y la escala visual analógica (EVA) para el dolor.

En la tabla 6 podemos observar el porcentaje de reducción en las medidas de ángulo Q, IPP-6, y esclaca de EVA, después del uso de la plantilla.

Tabla 6

Análisis de resultados

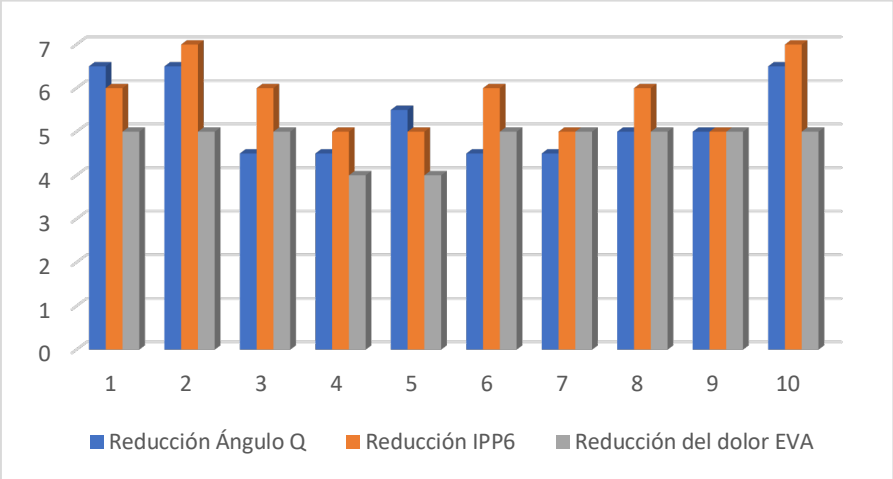
Paciente	Sexo	Reducción Ángulo Q	Reducción IPP6	Reducción del dolor EVA
1	M	6,5	6	5
2	M	6,5	7	5
3	H	4,5	6	5
4	M	4,5	5	4
5	H	5,5	5	4
6	M	4,5	6	5
7	H	4,5	5	5
8	M	5	6	5
9	H	5	5	5
10	M	6,5	7	5

Nota. Se muestran los resultados finales evaluados.

En la figura 11 podemos observar mediante un gráfico, el porcentaje de reducción en las medidas de ángulo Q, IPP-6, y escala de EVA, después del uso de la plantilla.

Figura 11

Análisis de resultados.



Nota. En esta figura podemos observar la disminución de ángulo Q, reducción IPP6, y reducción del dolor EVA.

En la figura 7 se describen las medidas previas al uso de la plantilla, se mostraron valores que en la mayoría de los pacientes están dentro de rangos patológicos o de riesgo.

Tabla 7

Medidas antes de la plantilla.

Métrica	**Promedio inicial**	**Interpretación**
IPP-6	+ 10,20	Pronación moderada / severa
Ángulo Q	21,80º	Valor aumentado, indicativo de desalineación
EVA	7,20 / 10	Dolor moderado a severo

Nota. Medidas de los rangos a medir antes de la plantilla ortopédica.

En la figura 8 se describen los valores que respaldan que la aplicación de la plantilla produjo variaciones significativas y positivas en los tres indicadores evaluados.

Tabla 8

Medidas después de la plantilla

Variable	Reducción promedio	Rango de cambio	Relevancia clínica
Ángulo Q	5,30º	4,5º - 6,5ª	Mejora en la alineación femorrotuliana
IPP-6	5,80 puntos	5 - 7 puntos	Tendencia hacia una postura neutra del pie
EVA	4,80 puntos	4 - 5 puntos	Disminución del dolos clínicamente significativa

Nota. Medidas de los rangos a medir después de la plantilla ortopédica.

Los resultados evidencian una asociación consistente entre la corrección de la postura del pie y la mejora en la mecánica de la rodilla, así como una reducción sustancial de los síntomas dolorosos.

- **Modificación del retropié (IPP-6)**

El descenso promedio de 5.80 puntos en el IPP-6 representa el cambio más importante desde la perspectiva biomecánica. Considerando que el valor final estimado se ubicó alrededor de +4.40, los pacientes transitaron desde un patrón claramente pronado hacia un alineamiento cercano al rango neutro (0 a +5 puntos), lo cual coincide con los parámetros descritos por Redmond et al. (2006). Esto sugiere que la plantilla combinando soporte de arco y cuña medial, logró controlar adecuadamente la eversión excesiva del calcáneo durante la fase de apoyo, reduciendo la sobrecarga medial característica de la pronación.

- **Alineación de la rodilla (Ángulo Q)**

La mejora promedio de 5. 30º en el Ángulo Q confirma que la pronación a nivel del pie repercute directamente en a la cinemática de la rodilla. El valor inicial del 21. 80º desciende aproximadamente 16. 50º, acercándose al rango normativo para ambos sexos. Este ajuste es relevante, ya que la disminución de la rotación interna tibial y femoral reduce la tensión sobre las articulaciones femororrotuliana y minimiza el desplazamiento lateral de la rótula. En términos funcionales, esto representa una reducción de las fuerzas que favorecen el genu dinámico.

- **Reducción del dolor (EVA)**

La disminución de 4.80 puntos en la EVA constituye el mayor impacto clínico en los pacientes. Considerando que un cambio mínimo clínicamente importante en EVA suele situarse alrededor de 2 puntos, la magnitud observada sugiere que la intervención tuvo un efecto claramente terapéutico. La mejoría del dolor puede interpretarse como un resultado directo de la optimización de la alineación entre pie, tibia y rodilla, lo que redujo la sobrecarga mecánica responsable de la sintomatología inicial.

La intervención mediante plantillas ortopédicas personalizadas mostró eficacia para corregir la alineación del retropié, disminuir el Ángulo Q y reducir significativamente el dolor en pacientes con genu valgo asociado a pronación. Los cambios observados en la postura del pie no solo mejoraron la biomecánica global del miembro inferior, sino que también se tradujeron en una reducción clínicamente relevante de los síntomas. Estos hallazgos respaldan el uso de plantillas como herramienta no invasiva y efectiva dentro del manejo conservador de esta condición.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los hallazgos del estudio muestran que los pacientes con genu valgo presentan un retropié en pronación, lo cual aumenta el valgo del calcáneo y por ende la desviación medial del eje del talón. Se evidencia también un descenso del arco interno debido a la pronación, lo que genera inestabilidad durante la deambulación. Los participantes manifestaron dolor en la cara interna de la rodilla, lo cual se relaciona con la sobrecarga mecánica que se genera por la mala alineación del retropié.

El diseño utilizado en la plantilla ortopédica fue con un soporte del arco longitudinal interno de 10 mm y cuña medial de 5 mm, lo cual aparece como una estandarización de los elementos de corrección adecuados, para casos de pronación excesiva asociado a genu valgo. La combinación de estos parámetros resultó determinante y su uso podría replicarse en casos similares, siempre con una correcta selección del paciente.

La aplicación de la plantilla evidenció cambios en la reducción del promedio de 5.80 puntos en el IPP-6 indica que la plantilla logró estabilizar el retropié y llevar la postura hacia un rango más neutro. Esta transición desde una pronación marcada a valores funcionales evidencia una reorganización del eje de carga y una disminución de la eversión del calcáneo, lo que reduce la rotación interna compensatoria que afecta al miembro inferior. Este comportamiento confirma la eficacia del dispositivo.

La mejora del Ángulo Q, con una reducción media de 5.30°, demuestra que la corrección del retropié se transmite eficazmente hacia la rodilla. El ajuste del pie disminuyó el

desplazamiento medial del miembro y redujo la rotación interna tibial y femoral, situando el Ángulo Q final alrededor de 16.5°, dentro de rangos fisiológicos. Esto muestra que la intervención influye en el funcionamiento global del eje mecánico.

El descenso de 4.80 puntos en la EVA evidencia un beneficio clínico importante. Esta disminución supera el umbral considerado relevante y sugiere que la corrección del alineamiento redujo la tensión sobre estructuras articulares, generando alivio del dolor. Esto respalda el valor funcional de la plantilla dentro del manejo conservador del genu valgo.

La interacción entre las variables IPP-6, Ángulo Q y EVA muestra que la mejoría no depende de un solo factor. La corrección del pie favoreció el realineamiento de la rodilla y esto contribuyó a la disminución del dolor, lo que coincide con el modelo biomecánico donde el retropié funciona como un punto clave dentro de la cadena cinética.

5.2. Recomendaciones.

Para asegurar que los cambios realmente se mantengan, es necesario observar la evolución del paciente durante un periodo más largo. Esto permite identificar si la respuesta inicial continúa o si aparecen variaciones. También ayuda a decidir si se requieren plantillas personalizadas, en lugar de un modelo estándar, para adaptar a las necesidades específicas de cada paciente.

También se recomienda complementar las mediciones estáticas con análisis dinámicos como estudios de la marcha o presiones plantares, que aportarían información funcional más completa sobre la redistribución de cargas en movimiento.

Otra línea futura de investigación podría evaluar diferentes grosores de cuña medial (3, 5 y 7 mm) para identificar cuál ofrece la mejor respuesta según el grado inicial de pronación. Esto permitiría una prescripción más personalizada y basada en evidencia.

Finalmente, incluir la experiencia del usuario permitiría obtener información sobre comodidad, adherencia y percepción de mejoría, elementos que influyen directamente en la efectividad del tratamiento. La incorporación de cuestionarios de calidad de vida completaría la evaluación clínica y ayudaría a comprender mejor el impacto funcional del dispositivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Byrnes, et al. (2021). Effects of idiopathic flatfoot deformity on knee adduction moments during walking. *Gait & Posture*, *84*, 280-286. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.12.021

Dodelin, et al. (2020). The biomechanical effects of pronated foot function on gait. An experimental study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *30*(11), 2167-2177. https://doi.org/10.1111/sms.13785

Gómez, et al. (2024). The effect of varus rearfoot wedges on hallux dorsiflexion resistance. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *25*, 84. https://doi.org/10.1186/s12891-024-07182-x

Gupta, et al. (2021). Clinical measurement of intermalleolar distance in Western Indian population. *International Journal of Research in Medical Sciences*, *9*(2), 494-497. https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20210430

Hernandez, et al. (2024). Unraveling sex-specific risks of knee osteoarthritis before menopause: Do sex differences start early in life? *Osteoarthritis and Cartilage*, *32*(9), 1032-1044. https://doi.org/10.1016/j.joca.2024.04.015

Ikuta, et al. (2022). An association between excessive valgus hindfoot alignment and postural stability during single-leg standing in adolescent athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *14*(1), 64. https://doi.org/10.1186/s13102-022-00457-7

Jafarnezhadgero, et al. (2024). Effects of foot orthoses application during walking on lower limb joint angles and moments in adults with flat Feet: A systematic review with Meta-Analysis. *Journal of Biomechanics*, *176*, 112345. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2024.112345

Kang, et al. (2024). Hindfoot motion according to subtalar compensation and ankle osteoarthritis stage analyzed by a multi-segment foot model. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, *19*, 202. https://doi.org/10.1186/s13018-024-04615-0

Kim, et al. (2023). Effect of Hind- and Fore-Foot Eversion on Positional and Rotational Displacement of the Knee in Standing Posture. *Healthcare*, *11*(22), 2931. https://doi.org/10.3390/healthcare11222931

Leyko, et al. (2025). Gait Analysis in Patients After Hemiepiphysiodesis Due to Valgus or Varus Knee Deformity. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(2), 444. https://doi.org/10.3390/jcm14020444

Mansur, et al. (2020). RELATIONSHIP BETWEEN THE KNEE AND HINDFOOT AXES IN PATIENTS WITH SEVERE KNEE OSTEOARTHRITIS. *Acta Ortopédica Brasileira*, *28*, 229-232. https://doi.org/10.1590/1413-785220202805231351

Mesa, M. (2020). Clinical Efficacy and Cost-Effectiveness of foot orthoses. Critical overview of systematic reviews. *Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia*, *37*(1), 19-29. http://revista.portalsato.es/index.php/Revista_SATO/article/view/148

Patel, et al. (2023). Genu Valgum. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559244/

Patel, et al. (2025). Genu Valgum. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559244/

Piazza, S. (2025). Mechanics of the Subtalar Joint and Its Function During Walking. *Foot and Ankle Clinics*, *10*(3), 425-442. https://doi.org/10.1016/j.fcl.2005.04.001

Pilataxii, E. (2021). *Investigación bibliográfica de trastornos ascendentes y descendentes a partir del pie como origen y/o compensador de disturbios posturales en adolescentes y adultos.* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador].

https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c5f7fee1-6171-4540-af43-697ce119a90c/content

Ramos, et al. (2025). Effect of Foot Type on Plantar Pressure Distribution in Healthy Mexicans: Static and Dynamic Pressure Analysis. *Physiologia*, *5*(3), 29. https://doi.org/10.3390/physiologia5030029

Rühling, et al. (2023). Functional gait analysis reveals insufficient hindfoot compensation for varus and valgus osteoarthritis of the knee. *International Orthopaedics*, *47*(5), 1233-1242. https://doi.org/10.1007/s00264-023-05738-5

Sheth, B. (2023). Non Standard Deviation – Managing angular deformities around the knee in young age. *Journal of Clinical Orthopaedics*, *8*(1), 35-40. https://doi.org/10.13107/jcorth.2023.v08i01.559

Siegler, et al. (2023). Definitions and Measurements of Hindfoot Alignment and Their Biomechanical and Clinical Implications. *Foot and Ankle Clinics*, *28*(1), 115-128. https://doi.org/10.1016/j.fcl.2022.11.002

Stevens, P. (2023). Pediatric Genu Valgum: Practice Essentials, Background, Anatomy. *Medsacpe*. https://emedicine.medscape.com/article/1259772-overview

Van, A., et al. (2023). Osteotomies around the knee alter alignment of the ankle and hindfoot: A systematic review of biomechanical and clinical studies. *EFORT Open Reviews*, *8*(11), 818-829. https://doi.org/10.1530/EOR-23-0104

Vedoya, et al. (2021). Genu valgo artrósico severo: Prótesis de estabilidad aumentada en artroplastia primaria. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, *36*(1), 32-37. https://doi.org/10.1016/j.rccot.2022.04.004

Veer, S. (2025). Review Article: Genu Valgum in the Developing Child: Etiology, Evaluation, and Evidence-Based Management. *International Journal for Research in Applied*

Science and Engineering Technology, *13*(5), 53-58. https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.70021

Zhang, et al. (2023). Insole Systems for Disease Diagnosis and Rehabilitation: A Review. *Biosensors*, *13*(8), Article 8. https://doi.org/10.3390/bios13080833

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

12 diciembre 2025

CERTIFICADO

La Escuela de Lenguas del Instituto Superior Tecnológico San Antonio certifica que el abstract de la estudiante, ROMERO ALVARRACIN AIDA MARIA, de la carrera, Podología, con C.I.: 0102863032 ha sido corregido y aprobado.

Peter Rudholm B.

1750745620

DIRECTOR

Escuela de Lenguas

Instituto Superior Tecnológico San Antonio

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa DIRECCIÓN ESCUELA DE LENGUAS

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **ROMERO ALVARRACIN AIDA MARIA**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **5%** de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos.

Quito, 30 de diciembre del 2025

COORDINACIÓN TITULACIÓN
Ana Paucar