

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental



TESIS

**DISEÑO DE UN CALZADO DE SEGURIDAD CONFORTABLE
PARA EL TRABAJADOR DIABÉTICO DEL SECTOR
CONSTRUCCIÓN**

Para obtener el título profesional de Ingeniera de Higiene y Seguridad Industrial

Elaborado por

Melissa Edith Depaz Juarez

 [0009-0002-8238-0555](https://orcid.org/0009-0002-8238-0555)

Asesor

Ing. Jorge Alberto Villena Chávez

 [0000-0003-2564-5158](https://orcid.org/0000-0003-2564-5158)

LIMA - PERÚ

2023

Citar/How to cite	Depaz Melissa [1]
Referencia/Reference	[1] M. Depaz, " <i>Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción</i> " [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Depaz, 2023)
Referencia/Reference	Depaz, M. (2023). <i>Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción</i> . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A todos los profesionales que me apoyaron en la realización de la presente tesis y a todos aquellos familiares, compañeros y amigos me impulsaron a seguir adelante.

A mis padres en especial, Fabián y Orieta, por apoyarme siempre y orientar mi camino.

A todos aquellos que tienen en mente un proyecto de investigación y que luchan para culminarlo, no se rindan.

Agradecimientos

Al CITEccal-Lima (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrial Conexas - sede Lima) por el valioso apoyo en el uso de sus instalaciones, laboratorios y a los profesionales pertenecientes a esta prestigiosa institución que lograron hacer posible este proyecto.

A la Lic. Liliana Marrufo, coordinadora de I+D CITEccal-Lima, por su constante apoyo, tiempo e impulso para seguir adelante y finalizar este proyecto.

Al Ing. Jorge Villena, asesor de tesis, por su orientación en el desarrollo, avance y presentación de esta tesis.

A la Escuela Profesional de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial por su formación académica, a la Directora de Escuela y Secretaria Académica por su valioso apoyo a todos los estudiantes y egresados de la especialidad.

A la empresa Industrias Manrique por el interés, apoyo y fabricación del prototipo del calzado de seguridad propuesto.

Al residente y a los trabajadores de la obra de construcción del Consorcio Acciona San Martín, que participaron y se involucraron en la etapa de pruebas de la presente tesis.

Resumen

Tanto a nivel mundial como a nivel país, se tiene un incremento de la población con diabetes, el cual no exceptúa a los trabajadores del sector construcción, quienes están expuestos a sufrir golpes y lesiones en el pie, lo cual traería complicaciones en un trabajador diabético. Por ello es importante implementar controles como el uso de un calzado adecuado, por lo que se planteó como problema principal a resolver, el diseño de un calzado de seguridad para trabajadores diabéticos (o con riesgo de diabetes) del sector construcción.

Primero fue importante conocer la tendencia del riesgo de diabetes en el sector construcción, para ello se utilizó la herramienta *FINDRISC calculator* y se evaluó las respuestas de **226** trabajadores que pertenecen a una empresa del sector construcción en minería. Se determinó que el 0.05% presentó un riesgo alto de poseer diabetes.

Después se evaluó el confort del calzado de seguridad actual considerando tres dimensiones (biomecánica, fisiológica y psicológica). Se obtuvo un confort global de más del 50% de cumplimiento para cada una de las dimensiones del confort del calzado de seguridad industrial; sin embargo, según el análisis, para lograr el confort de un paciente diabético, este no cumplió con las características requeridas (ventilación, peso, acolchado, dureza), por lo que se identificaron oportunidades de mejora en el calzado.

Para la propuesta, se realizó mediciones antropométricas del pie de forma digital (con un escáner) en **13** trabajadores para la construcción de la horma. Además, se recopiló información proporcionada por especialistas mediante entrevistas y otras fuentes de información para conseguir las características del calzado que se planteó diseñar.

En base a los datos recopilados, se realizó el modelo del diseño del calzado de seguridad con un software de diseño asistido, la impresión de la horma en 3D y se brindó recomendaciones para la selección del material.

Palabras clave — Trabajadores, sector construcción, diabetes, calzado de seguridad, confort, antropometría, pruebas físico-mecánicas del calzado, CITEccal-Lima.

Abstract

In the world such as in this country is increasing the population with diabetes, which doesn't except workers in the construction sector, they could be exposed to have foot injuries in an accident at work, which would bring complications to a diabetic worker. For this reason, it's important to implement such as the use of adequate footwear, which is why this thesis considered the design of safety footwear for diabetic workers (or at risk of diabetes) in the construction sector was raised as the problem to be solved.

First, it was calculated the percentage of workers in the construction sector at risk of diabetes by FINDRISC calculator tool and a survey that considered 226 construction workers (CW) were evaluated. It was determined that 0.05% presented a high risk of having diabetes.

Afterwards, the comfort of current safety footwear was evaluated considering three dimensions (biomechanical, physiological, and psychological). A global comfort of more than 50% compliance was obtained for each of the comfort dimension of industrial safety footwear; however, according to the analysis, to achieve the comfort of a diabetic patient, this didn't meet the required characteristics (ventilation, weight, padding, hardness), so opportunities for improvement were identified to propose the required design.

It was proposal a last design from the anthropometric measurements of the foot of 13 CW taken by a scanner. Also, information provided by specialists through interviews and other sources of information was collected to obtain the characteristics of the footwear that was proposed to be designed.

Finally, the safety footwear design model was made with assisted design software, 3D printing of the last and recommendations for the selection of the material were proposed.

Keywords — Construction Workers (CW), construction sector, diabetes, safety footwear, comfort, anthropometry, physical-mechanical footwear tests, CITEccal-Lima.

Prólogo

El presente trabajo de tesis es una investigación aplicada sobre el diseño de un calzado de seguridad para trabajadores del sector construcción con diabetes, o para aquellos que posean factor de riesgo de diabetes. También está dirigido a trabajadores diabéticos de otros sectores, siempre que los riesgos a los que se encuentra expuesto el pie sean similares a los de este rubro y puesto de trabajo.

La concepción de este tema de investigación parte de la necesidad de aportar un trabajo de investigación que aborde el tema de diseño de controles de seguridad dirigido a una población vulnerable en particular, como son los diabéticos, y que cubra un vacío en temas de SST que no ha sido estudiados en el país. Además, se tuvo el apoyo de una institución reconocida como el CITEccal-Lima, que apuesta por los proyectos de investigación y brinda apoyo a las microempresas dedicadas al diseño, elaboración y confección del calzado.

Se busca además abordar la problemática de los trabajadores diabéticos en el país y en el sector construcción, para que sean considerados, no como personas que deben encontrarse en un hospital, sino como personas que, con la educación en salud, seguridad y controles adecuados, pueden llevar una vida laboral activa.

La motivación de este tema, además, es impulsar esta línea de investigación en la carrera (diseño de controles de seguridad) y que otros investigadores de la especialidad apuesten por la innovación en los proyectos de tesis.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Prólogo	vii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Generalidades	2
1.2 Antecedentes investigativos	5
1.3 Descripción del problema de investigación	11
1.3.1 Planteamiento de la realidad problemática	11
1.3.2 Formulación del problema	20
1.3.3 Justificación e importancia de la investigación.....	21
1.4 Objetivos del estudio	23
1.4.1 Objetivo General.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos	23
1.5 Hipótesis.....	24
1.5.1 Hipótesis General	24
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	24
1.6 Variables	25
1.6.1 Variable Dependiente	25
1.6.2 Variables Independientes	25
Capítulo II. Fundamento legal	26
2.1 Normativa Nacional	27
2.1.1 Constitución Política del Perú	27
2.1.2 Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	27
2.1.3 Ley 26842: Ley General de Salud.....	29
2.1.4 Ley 28553: Ley general de protección a las personas con diabetes	30
2.1.5 DS N°011-2019-TR Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción	30
2.1.6 Reglamento Nacional de Edificaciones - G050.....	31
2.1.7 DS N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería	31
2.1.8 NTP ISO 20345:2017 Equipo de protección personal. Calzado de seguridad	32
2.2 Normativa Internacional	32

2.2.1	<i>Norma ISO 20345:2011 Equipo de protección personal – Calzado de seguridad</i>	32
2.2.2	<i>Norma americana: ASTM F2412 y F2413</i>	33
2.2.3	<i>México: PROY-NMXA-238-SCFI-2009</i>	34
2.2.4	<i>Francia: Decreto sobre el calzado terapéutico</i>	34
2.2.5	<i>España: Notas Técnicas de Prevención 813 y 773</i>	35
Capítulo III.	Marco teórico y conceptual	37
3.1	La diabetes	38
3.1.1	<i>Tipos de diabetes</i>	38
3.1.2	<i>El pie diabético</i>	39
3.2	El calzado	41
3.2.1	<i>Calzado para las personas con diabetes</i>	41
3.2.2	<i>Calzado de seguridad y requisitos para el sector construcción</i>	43
3.2.3	<i>Proceso de fabricación del calzado de seguridad</i>	45
3.2.4	<i>Partes de un calzado de seguridad</i>	46
3.3	El confort	49
3.3.1	<i>El confort en el calzado</i>	49
3.4.1	<i>Antropometría del pie</i>	52
3.4.2	<i>Anatomía y partes del pie</i>	54
3.4.3	<i>Antropometría, ergonomía y diseño industrial</i>	55
Capítulo IV.	Metodología de la investigación	57
4.1	Tipo y diseño de la investigación	58
4.2	Aspectos metodológicos.....	58
Capítulo V.	Desarrollo del trabajo de investigación	66
5.1	Descripción del ámbito de la investigación	67
5.2	Técnica e instrumentos de recolección de datos	68
5.3	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	69
5.4	Población y muestra.....	70
5.5	Aplicación y obtención de resultados.....	72
Capítulo VI.	Análisis de resultados y contrastación de hipótesis	123
6.1	Análisis y discusión de los resultados.....	124
6.2	Contrastación de hipótesis	136
Capítulo VII.	Conclusiones y recomendaciones	138
Conclusiones	139
Recomendaciones	142
Limitaciones	145
Matriz de consistencia	147

Cuadro de variables operacionales.....	148
Referencias bibliográficas.....	149
Anexos	154

Lista de Figuras

Figura 1. Jerarquía de controles	2
Figura 2. Horma del calzado para personas con diabetes.....	9
Figura 3. Proyección de casos de diabetes en el Perú.....	12
Figura 4. Matriz de evaluación de riesgos	15
Figura 5. Recreación del evento n°1 con lesión en el pie	16
Figura 6. Recreación del evento n°2 con lesión en el pie	17
Figura 7. Recreación del evento n°3 con lesión en el pie	18
Figura 8. Recreación del evento n°4 con lesión en el pie	18
Figura 9. Forma que puede tomar el pie de Charcot	40
Figura 10. Proceso de diseño del calzado.....	45
Figura 11. Partes del calzado de seguridad	46
Figura 12. Partes del calzado en confección.....	47
Figura 13. Medidas antropométricas del pie.....	53
Figura 14. Esquema anatómico del pie	54
Figura 15. Número de trabajadores vs. HH del CAS	71
Figura 16. Resultado del IMC de la muestra de los trabajadores	74
Figura 17. <i>Tendencia del riesgo estimado de diabetes en trabajadores</i>	75
Figura 18. Calzado de seguridad a evaluar en el laboratorio.....	77
Figura 19. Ensayo de abrasímetro	79
Figura 20. Ensayo en el flexómetro.....	80
Figura 21. Balanza utilizada para identificar el peso del calzado de seguridad	82
Figura 22. Medición de la longitud interna del calzado	83
Figura 23. Comunicación de las pruebas a los trabajadores	91
Figura 24. Talla de calzado de la muestra de trabajadores	93
Figura 25. Imagen mostrada por el escáner.....	105
Figura 26. Escáner para la medición del pie	105

Figura 27. Tallas según trabajadores evaluados en la medición	106
Figura 28. Relación entre longitud del pie y la talla del calzado	109
Figura 29. Horma escaneada con el programa NextEngine	111
Figura 30. Horma escaneada con el programa NextEngine – vista lateral	111
Figura 31. Digitalización final de la horma derecha	112
Figura 32. Digitalización final de la horma izquierda	112
Figura 33. Horma impresa en 3D del calzado de seguridad	113
Figura 34. Características del calzado para diabéticos	118
Figura 35. Diseño del calzado de seguridad para diabéticos.....	121

Lista de Tablas

Tabla 1. Tipos de peligros frecuentes en el sector construcción.....	14
Tabla 2. Riesgos identificados en el pie en el sector construcción.....	19
Tabla 3. Sistema de clasificación de protección del calzado.....	33
Tabla 4. Clasificación de las lesiones del pie diabético (escala de Wagner).....	41
Tabla 5. Clasificación del IMC (Índice de Masa Corporal)	59
Tabla 6. Dimensiones de evaluación para el confort en el calzado.....	63
Tabla 7. Técnica e instrumentos de la recolección de datos en las primeras etapas.	69
Tabla 8. Resultados del cálculo del IMC en la muestra de trabajadores.....	73
Tabla 9. Resultados de la puntuación de riesgo de diabetes.....	74
Tabla 10. Condiciones ambientales del ensayo de laboratorio	77
Tabla 11. Resultados del ensayo de resistencia a la abrasión.....	79
Tabla 12. Resultados de la probeta en el ensayo de resistencia a la flexión de la suela	80
Tabla 13. Resultados de la prueba de resistencia a la flexión de la suela	81
Tabla 14. Parámetro de confort para la resistencia a la flexión de la suela.....	81
Tabla 15. Resultados del peso del calzado	82
Tabla 16. Parámetro de confort para el peso.....	83
Tabla 17. Resultados de la longitud interna de la puntera	84
Tabla 18. Resultados del cumplimiento con la NTP 20345:2017 y NTP227(peso) – Dimensión Biomecánica	84
Tabla 19. Resultados del cumplimiento para el Confort Biomecánico (tomando como referencia el PROY-NMXA-238-SCFI-2009)	85
Tabla 20. Resultados del ensayo de permeabilidad al vapor de agua	86
Tabla 21. Parámetro de confort para la permeabilidad al vapor de agua.....	87
Tabla 22. Resultados del ensayo de vapor de agua del forro	88
Tabla 23. Resultados del ensayo para la determinación de absorción y desorción de agua (palmilla)	89

Tabla 24. Parámetro de confort para la absorción y desorción de agua (palmilla)	89
Tabla 25. Resultados del cumplimiento con la NTP 20345:2017 – Dimensión fisiológica	90
Tabla 26. Resultados del cumplimiento para el Confort Fisiológico (tomando como referencia el PROY-NMXA-238-SCFI-2009)	90
Tabla 27. Resultados del cumplimiento de características de ergonomía.....	92
Tabla 28. Número de trabajadores según talla del calzado	94
Tabla 29. Número de técnicos probadores según talla del calzado	94
Tabla 30. Resultados de encuestas para las preguntas generales de uso y calce del calzado de seguridad.....	95
Tabla 31. Resultados de encuestas para las preguntas sobre el empeine y forro interior del calzado de seguridad	96
Tabla 32. Resultados de encuestas para las preguntas la parte interna del calzado de seguridad.....	96
Tabla 33. Resultados de encuestas para las preguntas de valoración final del calzado de seguridad.....	97
Tabla 34. Valoración global del calzado de seguridad del 1 al 10.....	97
Tabla 35. Resultados del cumplimiento en el confort psicológico - trabajadores.....	98
Tabla 36. Resultados del cumplimiento en el confort psicológico – probadores (validación)	100
Tabla 37. Resultados del cumplimiento del calzado de seguridad con la NTP 20345:2017 y NTP 227.....	103
Tabla 38. Resultados del cumplimiento del confort global para el calzado de seguridad	104
Tabla 39. Distribución de tallas y N° de trabajadores.....	106
Tabla 40. Resultados de las medidas antropométricas del pie en los trabajadores	107
Tabla 41. Resultados de las medidas de la longitud del pie y la talla.....	108
Tabla 42. Resultados de las medidas antropométricas del pie en los trabajadores	110

Tabla 43. Resultados generales de las entrevistas.....	114
Tabla 44. Valores de confort definidos para el calzado de seguridad para diabéticos. .	120
Tabla 45. Factores de riesgo en el calzado de seguridad actual que afectan al confort del trabajador diabético	133
Tabla 46. Matriz de consistencia de la tesis	147
Tabla 47. Cuadro de variables operacionales de la tesis.....	148

Lista de Abreviaturas

CAS : Consorcio Acciona San Martín (empresa constructora)

CITEccal: Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas

DM : Diabetes Mellitus

EPC : Ingeniería, Procura y Construcción

EPP : Equipo de Protección Personal

IC : Índice de Confianza

IDF : Federación Internacional de Diabetes

IMC : Índice de Masa Corporal

INEI : Instituto Nacional de Estadística e Informática

IPERC: Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles

MTPE : Ministerio del Trabajo y Producción del Empleo

OIT : Organización Internacional del Trabajo

OMS : Organización Mundial de la Salud

OR : Odd Ratio

PBI : Producto Bruto Interno

SST : Seguridad y Salud en el Trabajo

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

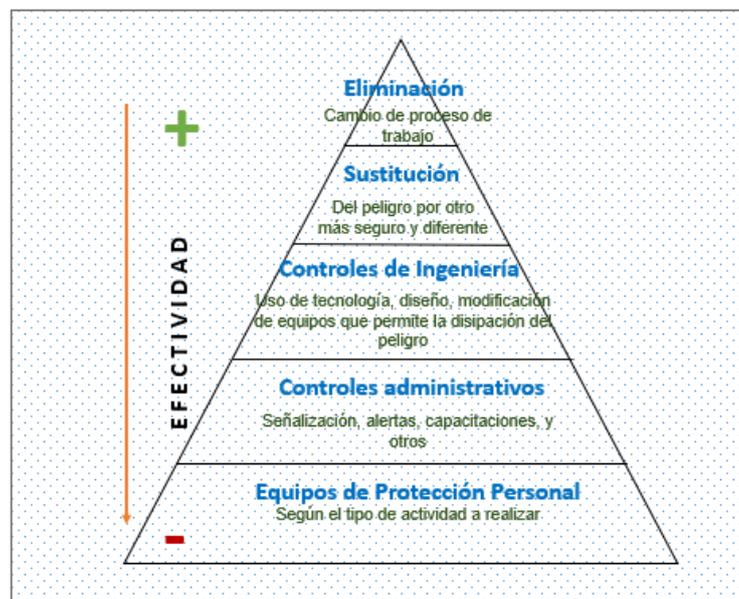
1.1 Generalidades

Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial

Se describe a la Ingeniería de Higiene y Seguridad, de forma general, como una rama de la ingeniería que aborda la identificación de peligros, evaluación de riesgos y la implementación de controles a través del análisis en el entorno, ambiente y sistema en los puestos de trabajo, con la finalidad de evitar y/o reducir accidentes y enfermedades ocupacionales.

El ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial es el encargado de proponer, diseñar controles (junto a especialistas de diferentes ramas) o brindar soluciones, que permitan reducir o eliminar el nivel del riesgo de accidentes y enfermedades ocupacionales en el puesto de trabajo, siguiendo la jerarquía de controles (ver Figura 1), donde el Equipo de Protección Personal (EPP) es el último en esta escala. Sin embargo, pese a ser el último control, no significa que su estudio y evaluación debe dejarse de lado, sino que se complementan con los demás; es por ello que requiere un diseño que sea flexible y ofrezca confort al usuario.

Figura 1. Jerarquía de controles



Nota. Adaptado de los controles mencionados en el artículo 96 del DS 024-2016-EM.

Sector construcción

Por otro lado, el sector construcción es uno de los sectores más dinámicos, debido a que involucra a otras industrias que le proveen de insumos (cemento, ladrillos, fierro corrugado, tuberías, etc.). La performance del sector construcción depende del dinamismo tanto de la inversión pública como de la privada. Además, es un gran generador de empleo, que a pesar de la pandemia del Covid-19, durante el 2020, el sector construcción tuvo más de 937 mil trabajadores según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

En los últimos 6 años (del 2014 al 2019), el PBI (Producto Bruto Interno) del sector construcción participó con el 5.19% de la producción nacional. Y según el Banco Nacional de Reserva del Perú en mayo del 2021, el sector construcción creció 20.5% respecto a mayo 2019 y 257% respecto a mayo del 2020, por la mayor actividad de autoconstrucción y reanudación de proyectos públicos y privados. Por lo que podemos decir que, en el Perú, la construcción es uno de los sectores con mayores niveles de productividad para el trabajo (después de la minería y manufactura). (Palomino, Hennings, & Echevarría, 2017) Además, es un sector que abarca una gran contratación de personas y que involucra actividades que pueden resultar peligrosas.

En el Perú, los incidentes en este sector son más comunes de lo que se cree; en su último Anuario estadístico sectorial (2020), publicado en su página web, el MTPE tiene las siguientes cifras: Durante todo el 2020 se registraron 22,507 accidentes laborales, siendo Lima Metropolitana la región con más casos (17,818) con un 79.17% del total. Además, sobre las actividades económicas con más notificaciones de accidentes de trabajo, el rubro de Construcción se encuentra en cuarto puesto (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), 2020) con 2,474 accidentes de trabajo (10.99%).

Calzado de seguridad

El calzado de seguridad es un Equipo de Protección Personal (EPP) que protege los pies de los peligros en el entorno laboral, reduce la severidad en caso de accidentes y, por ende, el nivel de riesgo. (Alonso, Chicharro, Padrós, & Marhuenda, 2007)

Se tiene una gran variedad de calzados de seguridad, más allá de las marcas y tamaños, es importante considerar para su adquisición, el sector donde será usado y los riesgos a los que los serán sometidos, para así lograr identificar qué normativas son aplicables y qué características deberán tener.

Diabetes

Tenemos por otro lado, que el número de las personas diabéticas en el país y en el mundo están en aumento por lo que su estudio a todo nivel es importante, tanto en salud y seguridad.

Las personas al ser detectadas de diabetes no pueden dejar de trabajar; por ello es importante que el empleador ofrezca las condiciones adecuadas en el puesto de trabajo para evitar que esta enfermedad crónica se complique, como podría serlo un pie diabético, que afectaría la salud del trabajador y, en consecuencia, se tengan horas-hombre no trabajadas, además de pérdidas en la producción, tiempo y dinero para la empresa. Un ejemplo de control sería proporcionarle para su puesto de trabajo un calzado de seguridad que ofrezca el confort que ellos requieren.

Finalidad

La presente tesis abarca el diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador con diabetes o con factores de riesgo de diabetes. Además, debe considerar los riesgos del sector construcción (obras civiles) en el cual se establecerán características, parámetros y normativa nacional que debe cumplir.

1.2 Antecedentes investigativos

La prevalencia de la diabetes a nivel mundial se encuentra en aumento; estos datos incluyen a la población trabajadora del sector construcción, tal como lo presenta el artículo realizado en Irlanda titulado “*Prevalence and predictors of diabetes and cardiometabolic risk among construction workers in Ireland*”, el cual indica la problemática siguiente: A pesar de que los trabajadores de este sector tienen una ocupación físicamente exigente y son jóvenes, se encuentran en riesgo de sufrir enfermedades cardiometabólicas y de poseer diabetes. Ante esa problemática subyace una segunda: Un paciente diabético, que podría ser un trabajador del sector construcción, requiere de un calzado especializado para prevenir la ulceración del pie; esto es presentado en el segundo antecedente realizado en pacientes diabéticos de la India, el cual demuestra la efectividad de los calzados terapéuticos en prevenir úlceras y evitar la presión plantar. Es por ello que se necesita de recomendaciones y criterios para la fabricación de un calzado especializado para un trabajador diabético del sector construcción, el cual es presentado en la investigación “*Diabetic Foot Australia guideline on footwear for people with diabetes*”, este antecedente será utilizado como referencia para determinar las características del calzado de seguridad para diabéticos.

Finalmente se identifica un quinto antecedente, donde se realiza tres propuestas de calzados de seguridad modernos y confortables para los trabajos en general realizado en Ecuador; el cual se complementará con el proyecto realizado en México, titulado “Calzado para prevenir complicaciones en el paciente con diabetes mellitus”, presentado en el VII Congreso Nacional de Tecnología aplicada a ciencias de la salud en México.

Actualmente existe poca información e investigación a nivel nacional sobre el diseño de un calzado de seguridad para personas diabéticas; sin embargo, en los países mencionados existe un claro interés en el estudio de la población diabética y de las medidas preventivas para evitar las complicaciones clínicas.

Prevalence and predictors of diabetes and cardiometabolic risk among construction workers in Ireland: The Construction workers health trust screening study. (Thabith, y otros, 2013)

En este artículo publicado en el 2013 se estudia de forma prospectiva el riesgo de tener enfermedades cardiovasculares (ECV), la prevalencia de la diabetes tipo 2 y prediabetes en el sector de la construcción irlandés (inició en agosto del 2006 y culminó en julio 2008). Para ello se seleccionaron 983 trabajadores de 34 casas constructoras diferentes, para evaluar la diabetes y el riesgo cardiometabólico. El rango de edad fue de 18 a 64 años, con una media de edad de 36,3 años.

Respecto a la evaluación de la diabetes, utilizaron una herramienta de puntuación de riesgo llamada FINDRISC, que es usado en varios estudios de cohortes para la población europea, para ello realizaron análisis clínicos y encuestas. Se obtuvo que la prevalencia ajustada por edad de la prediabetes y diabetes mellitus tipo 2 fue del 3.6% y 1.2% respectivamente.

La pre-diabetes y diabetes se asociaron significativamente con la presencia del síndrome metabólico OR=5.6 (IC=95%).

Acorde a lo estudiado concluyen que las herramientas de evaluación son útiles para identificar aquellos que están en situación de riesgo de poseer diabetes, prediabetes, obesidad o sobrepeso.

Se identifica la necesidad de realizar programas de estilos de vida y la concientización sobre la salud en el trabajo para los trabajadores del sector construcción irlandés.

Effectiveness of Different Types of footwear insoles for the diabetic Neuropathic Foot. (Viswanathan, y otros, 2004)

Este estudio de seguimiento fue realizado en 241 pacientes diabéticos de la India (158 hombre y 83 mujeres, con un promedio de edad de 57.5 y en promedio de 12.3 años con diabetes), que asisten a una clínica con una ulceración previa en el pie, se incluyó a aquellas personas consideradas de alto riesgo (10 pacientes).

El objetivo de estudio fue determinar la eficacia de los zapatos terapéuticos en prevenir úlceras y reducir la presión plantar en pacientes diabéticos.

Se dividió en cuatro grupos donde se les permitió elegir uno de los tres tipos de plantillas que fueron seleccionados para el estudio y una de ellas que fue desarrollados para los pacientes diabéticos: El grupo 1 (100 personas), optó por usar plantillas hechas con caucho microcelular; el grupo 2, optó por las plantillas a base de espuma de poliuretano (59); el grupo 3, fueron prescritos a usar los zapatos con plantillas moldeadas (32); y en el grupo 4, utilizaron su propio calzado pues se negaron a elegir alguno de ellos (50). El grupo 1, 2 y 3 utilizaron calzados personalizados. Todos recibieron las mismas pautas educativas sobre el cuidado del pie.

El estado de la neuropatía se evaluó utilizando un biotesiómetro y la presión plantar se midió utilizando el sistema de medición en el interior de escáner RS (RS Scan, Olen, Belgium) en el interior de los zapatos. Los datos obtenidos de la parte metatarsal se evaluaron como la presión máxima. Todos los pacientes fueron evaluados 9 meses después.

Tuvieron como resultado que los pacientes que usaron un calzado terapéutico presentaron una menor presión. La aparición de nuevas lesiones se dio en los del grupo 4 (quienes usaron su propio calzado), puesto que el calzado no terapéutico no reduce significativamente la presión de los pies, lo que dificulta el proceso de curación.

En los tres primeros grupos, resaltan un claro beneficio en usar materiales blandos que absorben la presión en zonas de alta presión y proporciona una distribución de carga efectiva, por lo tanto, reduce el tiempo de curación.

Concluyen que el calzado terapéutico y especialmente diseñado, es útil para reducir las nuevas ulceraciones y, en consecuencia, la tasa de amputación en la población diabética.

Diabetic foot Australia guideline on footwear for people with Diabetes.

(Netten, y otros, 2018)

En este artículo de investigación se propone realizar la actualización de una guía del calzado para personas con diabetes en Australia en base a *The Australian Foot Network*, que publicó en el 2013 una de las primeras guías prácticas a nivel nacional sobre la provisión del calzado para personas con diabetes. A través de diferentes expertos, se realizaron varias revisiones hasta que se alcanzó el consenso de todos los autores, lo que llevó a la versión final de la guía, aprobado por todos ellos.

Describen que existen diferentes clasificaciones para determinar el estado de riesgo del pie en el mundo, ellos utilizan la clasificación que aparece en la guía NHMRC (National Health and Medical Research Council) australiana.

Proponen recomendaciones y requisitos sobre el calzado para personas con diabetes, requisitos específicos para las personas con diabetes y deformidades en el pie.

Establecen dentro de la guía, 10 recomendaciones claves para los profesionales de la salud que orientan a las personas con diabetes a elegir el calzado más adecuado, de esta forma lograr reducir la carga de la enfermedad del pie diabético para las personas y el país. Las recomendaciones más relevantes de esta actualización son:

1. Aconsejar a las personas con diabetes a llevar un calzado que le proteja y acomode a la forma de sus pies.
2. Motivar a las personas con diabetes en el intermedio o alto riesgo de ulceración del pie (a sus familiares o cuidadores) a comprobar el calzado antes de usarlo para asegurarse que no haya objetos extraños o penetrantes y comprobar sus pies, cada vez que retire su calzado, para asegurarse que no se tengan signos de presión anormal, trauma o ulceración.
3. Para las personas con una úlcera plantar curada en el pie, se debe prescribir calzado de calidad médica hechas a medida o plantillas de presión plantar con efecto de alivio demostrado en zonas de alto riesgo.

Calzado para la prevención de complicaciones en el paciente con diabetes mellitus. (Silva, Córdova, Fuentes, Orozco, & Mayagoitia, 2016)

Este proyecto fue realizado con apoyo del CIATEC (Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas) en México y presentado en el VII Congreso Nacional de Tecnología aplicada a la ciencias de la salud, y propone las características y especificaciones que debe tener un calzado para diabéticos, diseñando la horma (ver Figura 2) y la suela, el cual permite disminuir los riesgos a los pies a los que se somete una persona diabética con el uso de un calzado normal, como lo son: Fricción con el calzado en zonas acras, zona de callosidades en la planta de los pies, zonas de hiperpresión plantar o dorsal, úlceras por contacto y fricción. Finalmente, se construye el prototipo a medida, el calzado terminado fue elaborado siguiendo la metodología de diseño planteada y se cumplió con todos los elementos de construcción que estaban especificados en el proyecto de norma mexicana correspondiente.

Figura 2. *Horma del calzado para personas con diabetes*



Nota. Adaptado de “Calzado para la prevención de complicaciones en el paciente con diabetes mellitus” (Silva A. y otros, 2016).

Propuesta de un nuevo estilo y tendencia en la moda de botas industriales. (Parra & Santana Nan, 2001)

En el presente documento se realiza un estudio para el diseño de tres tipos de calzados de seguridad modernos y confortables para el uso de los trabajos en general en Ecuador. Se llega a estas propuestas en base a la investigación bibliográfica de los diferentes tipos de calzados de seguridad, tipos de materiales del calzado, tipos de pies y enfermedades más comunes. Además, se realizó un diagnóstico a través de encuestas a trabajadores de diferentes sectores industriales en la localidad de Ambato (Ecuador).

Se concluye que el diseño de un calzado de seguridad posee complejidad dado que dependerá del tipo de sector a quien se dirija, pues estos comprenden riesgos diferentes.

1.3 Descripción del problema de investigación

1.3.1 Planteamiento de la realidad problemática

A nivel mundial, la Federación Internacional de Diabetes (IDF), indica que en el 2021 la diabetes causó 6.7 millones de muertes; y aproximadamente 537 millones de adultos entre 20 y 79 años, viven con diabetes, además de calcular que esta cantidad aumenten en un 19.7% para el 2030 y en un 21.7% más para el 2045. Adicionalmente indican que 3 de cada 4 adultos con diabetes, viven en los países de medianos y bajos recursos; cabe resaltar que el 50% de adultos del total que viven con diabetes no están diagnosticados y 541 millones de adultos está en riesgo de desarrollar diabetes tipo 2.

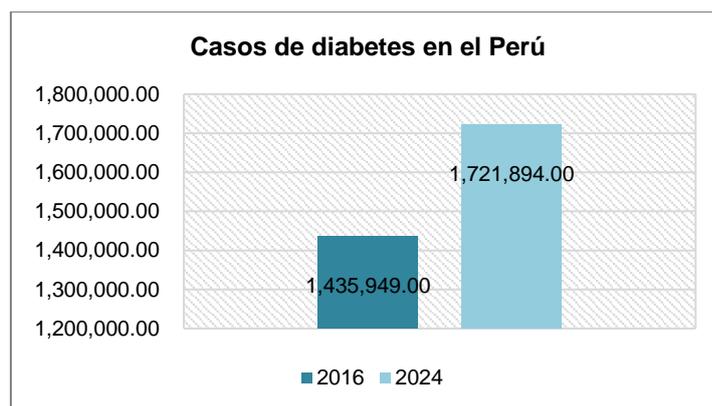
A nivel nacional, según la Organización Mundial de la Salud, en la sección Perfiles de los Países para la Diabetes en el 2016 (OMS, 2016), señala que, en el Perú del total de muertes en todas las edades, el 2% tiene como causa la diabetes. Por su parte en el año 2021 la IDF reportó una prevalencia de diabéticos peruanos adultos que van de 20 a 79 años de 5,9% correspondiente a 1,300,700 personas diagnosticadas, incluyendo 485,200 no diagnosticadas, siendo que para ese mismo año los datos oficiales indicaban una prevalencia de 4,8% (IDF, 2021). La prevalencia de esta enfermedad es más alta en las zonas urbanas que en las zonas rurales, así para el año 2014, la prevalencia era mayor en 1,5% en las zonas urbanas, siendo la ciudad de Lima la que presentaba el más alto porcentaje con 4,6%, seguida de la región costa con 3,4%, la selva con 2,5% y la región andina con 2.0%. Las investigaciones concluyen que esta variación se debe a los estilos de vida, por ejemplo, en el menor consumo de alimentos procesados y sedentarismo en la región selva y andina.

Por otro lado, en el Perú existe un grupo poblacional que presenta diabetes mellitus, es así como, en el año 2019, según la Encuesta Demográfica

y de Salud Familiar Nacional (Endes) (INEI, 2020) , el porcentaje de personas de 15 y más edad con esta enfermedad fue de 3,9%, que equivale a más de 500,000 personas; esta cifra es mayor en 0,4 puntos porcentuales, en comparación con los años 2016 (INEI, 2017) y 2015 (INEI I. N., Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2015, 2016). También debemos tener en cuenta que, en el contexto de la emergencia sanitaria por la pandemia del Covid-19, la diabetes no controlada es considerado como un factor de riesgo para presentar complicaciones por el coronavirus.

Además, el Ministerio de Salud (MINSA, 2012) proyecta que los casos con diabetes se incrementarán de 1,435,949 en el año 2016 a 1,721,894 en el año 2024 (ver Figura 3). Donde aproximadamente el 15% de todos los pacientes diabéticos desarrollarán una o más úlceras en el pie en el curso de su enfermedad, y probablemente el 10% de estos pacientes finalmente sufrirán una amputación importante de la extremidad inferior, siendo el Perú un país con una prevalencia creciente de enfermedades crónicas, incluida la diabetes. (Villena, 2015)

Figura 3. Proyección de casos de diabetes en el Perú



Nota: Adaptado de proyecciones del Minsa en el año 2012.

Dado el aumento en los sujetos con diabetes, el número absoluto de pacientes con úlceras en el pie se duplicará en un futuro próximo si la atención médica actual no se modifica. Las úlceras del pie diabético son una carga

importante tanto para el paciente como para el sistema de atención médica (Schaper, Apelqvist, & Bakker, 2003).

Sobre el número de trabajadores en el sector construcción que poseen diabetes, un estudio realizado en Irlanda obtuvo que la prevalencia de la prediabetes y diabetes mellitus tipo 2 por edad en trabajadores del sector construcción, fue del 3.6% y 1.2% respectivamente, de 900 trabajadores del sector construcción en 34 empresas constructoras (Thabith, y otros, 2013).

Por su parte, el sector construcción registra altos índices de mortalidad y frecuencia de accidentabilidad, pues según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) los trabajadores del sector construcción tienen una probabilidad tres veces mayor de morir y dos veces más de resultar lesionados que en otros sectores. De hecho, el 20% de las muertes por accidentes lo sufren los trabajadores del sector construcción (Thomas & Riley, 1999).

La construcción además de ser uno de los sectores más dinámicos y con mayores niveles de productividad para el trabajo, tiene precariedad en las relaciones laborales y limitada participación de los trabajadores en sistemas de protección social, teniendo en cuenta los riesgos para la salud a los que se encuentran expuestos los trabajadores del sector (Palomino, Hennings, & Echevarría, 2017).

En el país, el sector construcción se encuentra en el séptimo lugar de las 17 actividades económicas reportadas con mayor cantidad de trabajadores, en el año 2020, según el Ministerio del Trabajo y promoción del empleo. Además, durante ese año se reportó el 11% (2474) del total de las notificaciones de accidentes de trabajo (no incluyendo los accidentes mortales) de los cuales un 21% estuvieron relacionadas con caída de objetos, golpes por objetos y pisadas sobre objeto, además un 6% (1245 notificaciones) tienen como parte del cuerpo afectada el pie.

Los tipos de peligros en el sector construcción que podemos identificar de forma frecuente son:

Tabla 1. Tipos de peligros frecuentes en el sector construcción

Peligros frecuentes identificados en el sector construcción		
Mecánicos	Eléctricos	Físicos
Caídas desde altura de personas y/u objetos, caídas al mismo nivel, manipulación de equipos, herramientas manuales y/o de poder, superficies irregulares, tránsito de vehículos livianos y pesados, equipos de línea amarilla en operación, superficies punzocortantes.	Enchufes en mal estado, tomacorrientes, torres y cables de alta y media tensión, líneas aéreas, conexión de equipos en mal estado, habilitación de conexiones, tableros eléctricos no inspeccionados.	Fuentes de ruido, radiaciones ionizantes, radiaciones no ionizantes (radiación solar, etc.), material radiactivo, iluminación deficiente, ambientes térmicamente inadecuados (frío o calor), humedad del aire inadecuada, ventilación, vibración de equipos o herramientas.
Químicos	Ergonómicos	Psicosociales
Gases comprimidos, pegamentos, adhesivos, aerosoles, productos de limpieza, humos de soldadura, material particulado (polvo), pintura con sopletes, thinner, aceites y grasas a alta temperatura, MATPEL.	Manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, trabajos en posturas forzadas, sobreesfuerzo, ausencia de pausas activas, espacio de trabajo, diseño no ergonómico del puesto de trabajo.	Burnout, acoso laboral, hostigamiento sexual, turnos rotativos, relaciones interpersonales al mismo o diferente nivel, estrés laboral, presión de trabajo, organización del trabajo, carga de trabajo excesiva (grado de autonomía, promoción, estilo de dirección, monotonía).
Biológicos	Fisicoquímicos	Locativos
Humedad en paredes, techos, suelos, Virus SARS CoV-2 (Covid – 19).	Riesgo de incendio debido a: Sólidos inflamables, instalaciones eléctricas defectuosas, presencia de focos de ignición, materiales inflamables cerca de fuentes de calor, cilindro de gases comprimidos inflamables con válvulas defectuosas,	Cargas o apilamientos inseguros, cargas apoyadas contra muros, líneas de gas, cableado de electricidad, andamios no estandarizados, vías en mal estado, condiciones climáticas adversas (neblina, lluvia, granizo), tormentas

Peligros frecuentes identificados en el sector construcción		
	derrames de líquidos inflamables.	eléctricas, taludes y desniveles, proyección de partículas calientes.

Todos estos peligros deben identificarse durante la elaboración y revisión del IPERC línea base o continuo, que van desde un nivel de riesgo de bajo hasta un nivel de riesgo alto (intolerable) si se trata de un riesgo crítico y para hallar su clasificación debe tomarse en cuenta la frecuencia y la severidad, según la matriz básica de evaluación de riesgos (ver Figura 4).

Figura 4. Matriz de evaluación de riesgos

MATRIZ BÁSICA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS													
SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11	NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA			
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16				ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	Permanente	3	6	9	13	17	20				MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	Temporal	4	10	14	18	21	23				BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES
	Menor	5	15	19	22	24	25						
			A	B	C	D	E						
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda						
			FRECUENCIA										

Nota. Adaptado del Anexo N°8 del DS 024-2016-EM.

Es importante señalar que después de revisar la información sobre el reporte de incidentes del año 2018 al 2021 del área de Ingeniería y Proyectos de una compañía minera con altos estándares en seguridad, en el año 2018 una contratista (Obrascon Huarte Lain SA. – OHL) que realizaba trabajos de construcción para el relleno de la presa de relaves, reportó 2 accidentes de trabajo por **incrustación de objetos punzocortantes** en el calzado de seguridad:

- 27.01.18: El primero fue una Atención Médica (accidente leve, según DS-024-2016-EM) ocurrido en enero 2018, donde un operario carpintero al desplazarse en la zona de concreto plástico para realizar su

IPERC continuo, sufre la incrustación de un fierro de construcción de $\frac{1}{4}$ ” en la planta del pie derecho (ver Figura 5), ocasionando una herida penetrante, la parte lesionada fue la planta del pie derecho. Después de realizar la investigación, deja como lección aprendida que las condiciones adversas y la mala práctica de los trabajadores al no realizar correctamente la limpieza del escarificado de concreto plástico, fueron factores relevantes para la ocurrencia del evento.

Figura 5. Recreación del evento n°1 con lesión en el pie



Nota. Adaptado del resumen de accidentes de seguridad de la empresa Obrascon Huarte Lain SA (2018).

- 14.02.18: El segundo suceso fue un Primer Auxilio ocurrido en febrero 2018, con la misma empresa contratista (OHL) donde el trabajador al ingresar al interior de un contenedor retrocede para jalar una manta de geotextil y se le incrustó en el zapato del pie derecho, un clavo de $1\frac{1}{2}$ ” que se encontraba en un tablero de madera (ver Figura 6), la parte lesionada fue la planta del pie derecho. Después de realizar la investigación, dejó como lección aprendida que se debe realizar una segregación correcta en los apilamientos y áreas de residuos temporales, retirando los clavos expuestos en las maderas y que el personal debe utilizar zapatos anti perforantes.

Figura 6. *Recreación del evento n°2 con lesión en el pie*



Nota. Adaptado del resumen de accidentes de seguridad de la empresa Obrascon Huarte Lain SA (2018).

A partir de estos dos eventos, la compañía minera exigió verificar el cumplimiento del requisito de protección de la plantilla antiperforante de acuerdo a la NTP-ISO 20345: Equipo de Protección Personal -calzado de seguridad, ya que, de los dos accidentes mencionados líneas arriba, se pudo constatar que los zapatos de seguridad de los trabajadores no cumplían con dicha Norma. Se extendió esta solicitud mediante una carta para todas las contratistas, la obligatoriedad de cumplir que los zapatos de seguridad entregados al personal cuenten con la plantilla antiperforante. Y hasta la fecha ya no se reportó eventos similares en la compañía minera relacionados a la incrustación de objetos.

Luego en el año 2020, esta compañía minera, reportó 2 accidentes de trabajo ocurridos en el pie con otra empresa contratista (Maccaferri) que realizaba trabajos de tendido de malla en taludes (construcción) relacionados a **proyecciones de roca que terminan golpeando el calzado** y, en consecuencia, el pie:

- 30.01.20: Primer Auxilio reportado en enero 2020, un trabajador sufre roce del pie con roca que se desprende al realizar la tarea de unión de dos paños de malla (ver Figura 7), la parte lesionada fue el pie derecho. Después de realizar la investigación, deja como lección aprendida que los procedimientos de instalación de malla deben

contemplan el aseguramiento intermedio de los paños de malla para evitar condiciones subestándares.

Figura 7. *Recreación del evento n°3 con lesión en el pie*



Nota. Adaptado del resumen de accidentes de seguridad de la empresa Maccaferri (2020).

- 05.02.20: Primer Auxilio reportado en febrero 2020, el trabajador al desplazarse entre el punto 4 a 3 de los huaros, para trasladar cuerdas, se percata de la caída de 2 rocas desde la parte superior del talud, es impactado por una de las rocas que cae en el pie izquierdo (ver Figura 8). Después de realizar la investigación, deja como lección aprendida la implementación de vigías que alerten de la presencia de rocas sueltas en el talud a pesar de tener una pendiente menor.

Figura 8. *Recreación del evento n°4 con lesión en el pie*



Nota. Adaptado del resumen de accidentes de seguridad de la empresa Maccaferri (2020).

Entonces, se ha evidenciado que en el sector construcción, el uso de los zapatos de seguridad es indispensable por los riesgos identificados en la Tabla 2, ya que protege los pies, reduciendo la severidad de los accidentes por caída de objetos pesados en la parte de la puntera, protege también al metatarso, y evita que la planta sufra perforaciones por la placa de metal o Kevlar que llevan (Neyra, Solís, Castillo, & García, 2012).

Tabla 2. *Riesgos identificados en el pie en el sector construcción*

Riesgos identificados en el pie en el sector construcción		
Origen	Tipos de peligro	Riesgos
Daños sufridos en el pie causados por elementos externos	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • Caída de objetos sobre el metatarso. Golpe por proyección de objetos. • Caída y golpes sobre el talón. • Pisar objetos punzantes o cortantes. • Cortes.
	Térmico	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientes o superficies frías o calientes.
	Químico	<ul style="list-style-type: none"> • Líquidos o polvos agresivos.
	Radiación	<ul style="list-style-type: none"> • Radiación ultravioleta. • Sustancias radiactivas.
Daños sobre el trabajador causado por acción directa sobre el pie	Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel. • Deslizamientos.
	Eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Choque eléctrico. • Descargas electrostáticas.
Daños causados por el calzado	Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Alergias, irritaciones, desarrollo de gérmenes patógenos. • Mala transpiración, penetración de humedad.
	Otros riesgos	<ul style="list-style-type: none"> • Mala adaptación al pie, rigidez, peso (disconfort). • Luxaciones, torceduras.

Nota. Adaptado de Notas Técnicas de Prevención NTP 773 (Hernández, 2007).

Por otro lado, el pie diabético tiene como características clínicas frecuentes úlceras, gangrenas y amputaciones en las extremidades inferiores, ya sea por golpes o presión plantar que puedan tener, ocasionando en el paciente discapacidad parcial o definitiva (Neyra, Solís, Castillo, & García, 2012).

Dado el aumento de los registros de diabetes en el país, los hábitos alimenticios de la población y estilos de vida, sumado a la accidentabilidad registrada en el sector construcción; son condicionantes a que las personas diabéticas o con riesgo de padecerla sean potenciales casos de padecer complicaciones en los miembros inferiores.

El calzado para personas con diabetes mellitus, tiene que incorporar características especiales para proteger el pie del usuario, de los riesgos a los que se encuentra expuesto en su ambiente de trabajo y de problemas en los pies. Un calzado inadecuado en las personas diabéticas les puede producir problemas en la alteración y balance en la marcha, problemas en los pies como lesiones que pueden ser hiperqueratosis o callosidades, úlceras, infecciones, etc. Por lo que fabricar un calzado para los trabajadores diabéticos, requiere integrar conocimientos en la salud, medicina, ingeniería, diseño y manufactura del calzado (Silva, Córdova, Fuentes, Orozco, & Mayagoitia, 2016).

1.3.2 *Formulación del problema*

En el país, los trabajadores del sector construcción usan zapatos de seguridad que no consideran el riesgo de la diabetes; por lo tanto, se requiere un diseño que sea apropiado para el trabajador que además de cumplir con todos los requisitos de las normativas, también sea seguro frente a las posibles lesiones causadas por la presión plantar y fricciones que ocasiona el modelo actual.

1.3.3 Justificación e importancia de la investigación

Según lo presentado en el planteamiento de la realidad problemática, la diabetes es una enfermedad crónica que va en aumento en la población, tanto a nivel mundial como en el país; siendo una de las complicaciones más frecuentes: El pie diabético.

Por otro lado, se presenta al sector construcción como uno de los que posee un mayor número de trabajadores y también accidentes relacionados a la caída de objeto, golpes y pisada sobre objetos. Por ello la obligatoriedad del empleador de proporcionar a sus trabajadores Equipos de Protección Personal (EPP) según se indica en el DS 011-2019 TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción, en esto se incluye la obligatoriedad del uso de un calzado de seguridad que amortigüe las lesiones originadas por caída de objetos y que eviten el ingreso de objetos punzocortantes desde la zona plantar.

Podemos evidenciar que en el sector construcción existen lesiones que ocurren en el pie por diversas causas identificadas, los cuales no pueden tener un solo control, sin embargo, el tipo calzado de seguridad deberá tener en cuenta todos estos riesgos.

Se requiere entonces que el calzado de seguridad para diabéticos que trabajan en el sector construcción tenga determinadas características que puedan evitar una ulceración en el pie, producto de un golpe o debido a la incrustación de objetos punzocortantes. Además, este calzado debe cumplir con estándares, requisitos y pruebas que demanda un calzado de seguridad para este sector.

Cabe indicar que según el trabajo de Montero A. (2017) es preciso la realización de estudios más específicos relativos al calzado de seguridad en relación con las diferentes variedades y requerimientos del tipo de calzado,

además la investigación en los calzados de seguridad mejorará los futuros diseños de este. (Alonso, Chicharro, Padrós, & Marhuenda, 2007)

Los resultados de este estudio permitirán tener una información actualizada sobre las características que requiere un calzado de seguridad adecuado para las personas diabéticas, que presentan el riesgo de tener alguna anomalía en el pie o complicación, como podría ser el pie diabético. Además, puede ser considerado como un antecedente para futuros proyectos de investigación, por la metodología utilizada tanto en la recopilación de información como en las pruebas físico-mecánicas, evaluación de confort y diseño del calzado de seguridad.

Esta investigación se realiza también para concientizar sobre los controles y cuidados en salud y seguridad que deben tener las personas con diabetes, el cual es un factor de riesgo en el contexto actual de la pandemia por el Covid-19, donde estos trabajadores no deberían ser excluidos por su enfermedad sino ser considerados en los estudios de riesgos, IPERC línea base, que permitan tomar medidas y establecer controles según lo exijan sus puestos de trabajo que le eviten sufrir alguna complicación debido a los accidentes laborales.

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los atributos del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción (en una obra de construcción).
- Determinar los factores de riesgo asociados con el pie diabético en el calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción.
- Diseñar el calzado de seguridad para el sector construcción considerando el control de atributos y factores de riesgo actuales que condicionan la manifestación clínica de la diabetes y complicaciones de un pie diabético.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

El diseño propuesto del calzado de seguridad para los trabajadores diabéticos del sector construcción proporciona confort.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- El calzado de seguridad utilizado actualmente por los trabajadores del sector construcción (en una obra de construcción) no es confortable o apropiado para una persona con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes.
- Existen factores de riesgos en el uso del calzado de seguridad normal que condicionan la aparición de complicaciones para la seguridad y salud del trabajador con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes.
- Es viable un diseño del calzado de seguridad confortable considerando atributos de confort, calidad y factores de riesgo para el trabajador del sector construcción con riesgo de poseer diabetes y que evite las complicaciones de un pie diabético.

1.6 Variables

Las variables independientes se encuentran definidas para poder medir el “confort” a nivel técnico (ensayos de laboratorio) y según valoración del usuario (teniendo en cuenta conceptos de usabilidad), incluidas en las tres dimensiones del confort indicadas en la metodología. Finalmente se definen una variable dependiente y **cuatro** (04) variables independientes en el presente estudio.

1.6.1 Variable Dependiente

- Confort del calzado de seguridad

1.6.2 Variables Independientes

- Resistencia a la flexión. Es el grado de resistencia que ofrece un cuerpo determinado, su ensayo permite evaluar la dureza del material que conforma el piso y la tapilla del calzado, se medirá a través de ensayo de resistencia a la flexión de la suela.
- Peso. Es la fuerza con la que la gravedad atrae un determinado cuerpo y en el calzado puede depender en gran medida por los materiales seleccionados en la puntera de seguridad.
- Permeabilidad al vapor de agua. Esta característica en el calzado se mide como la masa de agua que atraviesa el cuero en un tiempo determinado, se mide por unidad de superficie y por unidad de tiempo, se medirá a través del ensayo de permeabilidad a vapor de agua, coeficiente de vapor de agua del forro, absorción y desorción de agua.
- Satisfacción del usuario. La satisfacción será medida a través del grado de valoración que realice el usuario a través de las encuestas sobre el uso y calce del zapato de seguridad que evalúa diferentes aspectos del calzado, como el uso y calce, empeine y forro interior, planta, talón, gestión del sudor y valoración final.

Capítulo II. Fundamento legal

El fundamento legal de la presente tesis, parte desde la Constitución, la Ley 29783 y otras normas nacionales relacionadas. También se describen normas internacionales de referencia. A continuación, se describe el contenido aplicable de cada uno:

2.1 Normativa Nacional

2.1.1 Constitución Política del Perú

La constitución ampara el derecho de todos los peruanos, por ende, el derecho de las personas diabéticas, tanto para la protección de su salud indicado en el artículo 7, así como el derecho que ellos tienen de trabajar puesto que es parte de su realización personal, el cual es indicado en el artículo 22.

“Art. 7.- Todos tienen derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa. (...)”

“Art. 22.- El trabajo es un deber y un derecho. Es base del bienestar social y un medio de realización de la persona.”

2.1.2 Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo

Es la ley principal en SST, publicada en el 2011, cuenta con diferentes modificatorias, las cuales se han ido incluyendo con el avance de la seguridad en nuestro país. Se resalta, en relación con el presente proyecto, los principios de prevención, responsabilidad y protección, puesto que ampara el derecho de todos los trabajadores, donde el empleador debe garantizar su salud y bienestar, siendo responsable de cualquier lesión que pueda ocurrir en ejercicio de su trabajo.

Además, mediante el Servicio de SST, que debe implementar la organización, se cumple una función preventiva, tomando como ejemplo, el asegurar que los EPP (Equipos de Protección Personal) o EPI (Equipos de

Protección Individual), tal como el calzado de seguridad, no afecten la seguridad y salud del trabajador.

I. Principio de prevención

“El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. (...)”

II. Principio de responsabilidad

“El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o que, a consecuencia de él, conforme a las normas vigentes.”

IX. Principio de protección

“Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas que le garanticen un estado de vida saludable, física, mental y socialmente, en forma continua. (...)”

Art. 36.- Servicios de seguridad y salud en el trabajo

“Todo empleador organiza un servicio de seguridad y salud en el trabajo propio o común a varios empleadores, cuya finalidad es esencialmente preventiva. (...) los servicios de salud en el trabajo aseguran que las funciones siguientes sean adecuadas y apropiadas para los riesgos de la empresa para la salud en el trabajo:

e) Asesoramiento en materia de salud, de seguridad e higiene en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva.

f) Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con el trabajo.

Art. 60.- Equipos para la protección

El empleador proporciona a sus trabajadores equipos de protección personal adecuados, según el tipo de trabajo y riesgos específicos presentes en el desempeño de sus funciones (...)

Art. 61.- Revisión de indumentaria y equipos de trabajo

El empleador adopta las medidas necesarias, de manera oportuna, cuando se detecte que la utilización de indumentaria y equipos de trabajo o de protección personal representen riesgos específicos para la seguridad y salud de los trabajadores.”

2.1.3 Ley 26842: Ley General de Salud

Esta ley del año 1997 regula la protección de la salud, asistencia médica, recuperación y rehabilitación de todas las personas a nivel del país.

Con relación al presente proyecto, podemos mencionar el punto III. Del Título Preliminar: “Toda persona tiene derecho a la protección de su salud en los términos y condiciones que establece la ley. El derecho a la protección de la salud es irrenunciable.”

Esto nos indica que, toda persona dentro del territorio peruano goza del derecho a su salud, esto implica que también dentro de su entorno laboral.

Además, indica lo siguiente, en el Capítulo VII De la Higiene y Seguridad en los ambientes de trabajo.

“Artículo 100.- Quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes o servicios, cualesquiera que éstos sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo.”

Implica que los empleadores deben garantizar medidas de control, a favor de la salud y seguridad de los trabajadores.

2.1.4 Ley 28553: Ley general de protección a las personas con diabetes

Junto a la Ley 30867 que incorpora el capítulo V de la Ley 28553, donde indican que el estado debe participar de las acciones de prevención contra la diabetes, además que un trabajador detectado de diabetes no puede ser desvinculado de la empresa solo por padecer esta enfermedad.

“Art. 9.- Acciones de prevención de los ministerios de Salud y de Trabajo y Promoción del Empleo

Los ministerios de Salud y de Trabajo y Promoción del Empleo implementan acciones de prevención y promoción para la lucha contra la diabetes. Dentro de ese marco, brindan a los trabajadores de los sectores público y privado, bajo cualquier régimen laboral o modalidad de contratación, el acceso a programas de prevención y campañas de descarte de la diabetes, en el marco de la programación establecida en sus presupuestos y planes operativos, para cuyo efecto se les brinda las facilidades necesarias.

La diabetes o sus secuelas no son causales de impedimento para el ingreso o motivo de cese de la relación laboral.”

2.1.5 DS N°011-2019-TR Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción

De igual manera en el DS011-2019-TR, reglamento de SST para el sector construcción, en el artículo 6 establece como obligación del empleador asumir los costos en materia de SST y realizar la entrega del EPP según la normativa correspondiente.

“Art. 6.- Obligaciones generales del/la empleador/a

6.1. Asumir los costos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo;

6.10. Implementar la vigilancia de la salud de los/las trabajadores/as;

6.14. Dotar a los/las trabajadores/as de equipos de protección personal (EPP), conforme a lo establecido en las normas que correspondan.”

2.1.6 Reglamento Nacional de Edificaciones - G050

En el RNE – G050 Seguridad en Edificaciones, hace referencia también a la obligatoriedad de utilizar equipo de protección personal en las obras de construcción.

“1.10 EQUIPO BASICO DE PROTECCION PERSONAL (EPP)

Todo el personal que labore en una obra de construcción deberá usar el siguiente equipo de protección personal:

1.10.3 Zapatos de seguridad y adicionalmente, botas impermeables de jebe, para trabajos en zonas húmedas.”

“2.7 Obras de montaje: obras de alta tensión, plantas hidroeléctricas.

Los zapatos de seguridad deben ser dieléctricos.”

2.1.7 DS N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

Este reglamento es aplicable a la presente tesis, ya que la empresa constructora seleccionada, trabaja dentro de un complejo minero, por lo que esta norma legal también se debe cumplir en su totalidad. Lo más resaltante que se debe mencionar con relación a la tesis sería:

“Artículo 81.- Queda terminantemente prohibido el ingreso de trabajadores a las instalaciones de la unidad minera y efectuar trabajos de la actividad minera o conexas que representen riesgo para su integridad física y salud sin tener en uso sus dispositivos y EPP que cuenten con sus especificaciones técnicas y certificados de calidad. Asimismo, los EPP deben estar en perfecto estado de funcionamiento, conservación e higiene para su uso.”

Esto nos indica que para el ingreso a una unidad minera se debe contar de forma obligatoria con Equipos de Protección Personal que estén

certificados, esto incluye proporcionar calzado de seguridad que estén certificados y validados por un laboratorio reconocido por INACAL.

2.1.8 NTP ISO 20345:2017 Equipo de protección personal. Calzado de seguridad

“6.1 Generalidades: Los requisitos adicionales pueden ser necesarios para el calzado de seguridad, dependiendo de los riesgos encontrados en el lugar de trabajo ...”

Esta Norma Técnica Peruana Contiene los requisitos básicos que debe cumplir el calzado de seguridad, según su clasificación Tipo I y Tipo II a nivel de corte, forro de pala, forro trasero, palmilla/ plantilla, lengüeta, suela y calzado completo mediante pruebas como la resistencia a la abrasión, resistencia a la compresión o al impacto.

2.2 Normativa Internacional

2.2.1 Norma ISO 20345:2011 Equipo de protección personal – Calzado de seguridad

Esta norma internacional especifica los requisitos básicos y adicionales (opcionales) para el calzado de seguridad de uso general. Incluye, por ejemplo, riesgos mecánicos, resistencia al deslizamiento, riesgos térmicos, comportamiento ergonómico.

El sistema de clasificación utilizado para identificar la protección que ofrece el calzado es:

Tabla 3. Sistema de clasificación de protección del calzado

Categoría	Requisitos adicionales
SB	La presencia de una puntera de seguridad que protege la punta del pie contra daños por objetos que caen. El nivel de protección es de 200 Julios. Protege la punta de daños de compresión si se queda atrapada bajo un objeto pesado. El nivel de esta protección es de 15kN.
SBP	Como la norma SB más resistencia a la perforación.
S1	Como la SB más la zona de talón cerrada. Propiedad antiestática, resistencia al fuel-oil y absorción de energía en la zona del tacón.
S1P	Como la S1 más resistencia a la perforación.
S2	Como la S1 más resistencia a la penetración y absorción de agua.
S3	Como la S2 más suela con resaltes y resistencia a la perforación.
S4	Protección puntera 200 julios. Todo calzado de goma, o de polímero, con propiedad antiestáticas, absorción de energía en el tacón y zona de apoyo cerrada.
S5	Como la S4 más resistencia a la perforación y suela con resaltes.

Nota. Adaptado de la ISO 20345:2011.

Según esta norma, todo calzado de seguridad debe tener:

- Suela antideslizante (primera causa de accidente laboral).
- Puntera, para proteger el pie del impacto y aplastamiento.
- Plantillas capaces de evitar las perforaciones.

2.2.2 Norma americana: ASTM F2412 y F2413

La norma ASTM F2412 Métodos de prueba estándar para la protección del pie, publicada por la ASTM (*American Society for Testing and Materials*), describe los métodos de pruebas para determinar el grado de resistencia del calzado frente a riesgos potenciales, el cual se complementa también con la norma ASTM F2413 Especificación estándar para los requisitos de rendimiento

del calzado (de seguridad) que establece requisitos mínimos para las pruebas de los calzados utilizados en el lugar de trabajo.

Estos métodos incluyen:

- Prueba de Resistencia al impacto
- Prueba de Resistencia a la compresión
- Protección metatarsal

2.2.3 México: PROY-NMXA-238-SCFI-2009

Este proyecto de norma mexicana “PROY-NMXA-238-SCFI-2009 Curtiduría-calzado para personas con diabetes-clasificación, especificaciones y métodos de prueba”, en adelante también será llamado como proyecto de norma mexicana, establece requisitos mínimos que debe tener un calzado para personas con diabetes, se toman en cuenta aspectos como la calidad y el confort.

Respecto a la calidad, indica especificaciones sobre los materiales y ensayos a realizar en la suela, el forro, la planta, la plantilla y de otros componentes del calzado terapéutico.

Sobre el confort se toman en cuenta elementos de construcción del calzado para proporcionar un clima apropiado en la parte interna del calzado y una sensación de bienestar del calzado.

2.2.4 Francia: Decreto sobre el calzado terapéutico

En Francia, tenemos en vigencia el Decreto del año 2006 relativo a la “Modificación de las definiciones del calzado terapéutico de uso temporal (CHUT), calzado terapéutico de uso prolongado (CHUP), calzado ortopédico,

también conocido como calzado terapéutico a medida, y el calzado especial de moldeo enumerado en los capítulos 1 y 6 del título II de la lista prevista en el artículo L. 165- 1 del Código de la Seguridad Social publicado en el 2005.

Se indica que el calzado terapéutico tiene características particulares que no puede otorgar un calzado ordinario, indica que todos los materiales utilizados para su fabricación deben ser antialérgico, biocompatible, sin defectos, higiénicos y cómodos.

Indica también que el calzado ortopédico es un zapato hecho a medida que se utiliza según la patología del paciente para mejorar las funciones de marcha, para ser utilizado por pies de pacientes diabéticos, libre de heridas prescrito por un médico.

2.2.5 España: Notas Técnicas de Prevención 813 y 773

Las Notas Técnicas de Prevención son guías de buenas prácticas, sus indicaciones no son obligatorias, salvo estén referenciadas en alguna ley o documento de carácter legal, sin embargo, es importante su mención por la relación con el proyecto.

La NTP 773 “Equipos de protección individual de pies y piernas. Calzado. Generalidades” proporciona información general del calzado para la protección de pies y piernas. Indica qué elementos de protección (suela antideslizante, empeine resistente al corte, etc.) debe tener un calzado según los riesgos asociados. Se indican también tipos de diseños, tipos y clases de calzados y finalmente brinda recomendaciones de uso y mantenimiento. Esta Nota Técnica se complementa con la NTP 813 “Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado”. Clasifica los tipos de calzados en tres (calzado de seguridad, calzado de protección, calzado de trabajo) y dependiendo el material de fabricación se tienen dos clasificaciones:

Clasificación I (fabricado con cuero y otros materiales con excepción del caucho o todo polimérico) y clasificación II (fabricado todo de caucho o todo polimérico) y según el tipo o la clasificación del calzado indica que requisitos deberá cumplir.

Capítulo III. Marco teórico y conceptual

3.1 La diabetes

La Diabetes Mellitus (DM) mejor conocida como diabetes, es una enfermedad crónica, ocasionada cuando el páncreas deja de segregar insulina (hormona que regula el nivel de glucosa en la sangre) o cuando el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina producida, lo que trae como consecuencia, que la glucosa ya no sea llevada a las células y se acumule en la sangre, elevando así el nivel de glucosa en la sangre.

Según estudios recientes se ha llegado a clasificar la diabetes hasta en cinco tipos, lo cual fue publicado en la Revista *The Lancet Diabetes and Endocrinology* y dado a conocer en la BBC Mundo (marzo 2018); sin embargo, generalmente, la diabetes se clasifica en 2 tipos.

3.1.1 Tipos de diabetes

a) Diabetes Tipo 1

La Diabetes Tipo 1 ocurre cuando el sistema inmunológico destruye las células del páncreas que producen la insulina, dejando así de producirlas. Por lo que las personas que poseen este tipo de diabetes deben aplicarse insulina todos los días. Ocurre generalmente en niños y jóvenes (NIDDK., 2017).

b) Diabetes Tipo 2

Las personas con este tipo de diabetes presentan una deficiente producción de insulina, lo que ocasiona que la glucosa no sea llevada a las células, esto se asocia a una serie de alteraciones que aumentan los problemas cardiovasculares, intolerancia a la glucosa, hiperinsulina, o hipertensión arterial (Portero, Barbalho, Cattalini, & Lerario, 2019). Este tipo de diabetes es más común y representa el 90% de todos los casos (Tortora & Derrickson, 2013).

Respecto a la prevalencia de la diabetes según el sexo, podemos indicar que, en un estudio realizado por la Universidad de Glasgow, encontraron que, en el Reino Unido, los hombres de diferentes razas étnicas tienen una mayor prevalencia de padecer diabetes tipo 2, en comparación de las mujeres de similar edad, IMC, nivel socioeconómico y estilo de vida (Ferguson, y otros, 2018). Por lo que es relevante enfocar los estudios de controles de la diabetes en personas del sexo masculino.

3.1.2 El pie diabético

El pie del paciente diabético es sensible a toda forma de traumatismo. En consecuencia, la patología del pie constituye uno de los elementos principales del cuidado de los pacientes diabéticos (Garrido Calvo, Cía Blasco, & Pinós Laborda, 2003). Aunque no todas las personas con diabetes tienen lo que se conoce como “pie diabético”, puesto que el pie sano de las personas que tienen diabetes no es un pie diabético.

Para diagnosticar un pie diabético en un paciente, este debe tener diabetes, una úlcera en los pies, afectación de las arterias y/o de los nervios de las piernas y de los pies (los estadios están clasificados según la escala de Wagner) (Salgado, 2005).

Las lesiones más habituales al respecto son las úlceras, con o sin infección, y la gangrena. Se ha calculado que al menos el 15% de los diabéticos padecerá en su vida, alguna ulceración en el pie.

La tasa de amputaciones en pacientes diabéticos es más de 15 veces superior a la de la población general (Garrido Calvo, Cía Blasco, & Pinós Laborda, 2003) e igualmente se estima que un 85% de los diabéticos que sufren de amputaciones, han padecido de una úlcera previa.

Los factores responsables de la lesión, en la mayoría de los casos, pueden ser evitados con un correcto adiestramiento del paciente que incluye una correcta elección del calzado. Además, un diagnóstico precoz y el correcto

tratamiento de la lesión pueden mantener la integridad del pie, evitando gran número de amputaciones (Hospital Universitario Ramón y Cajal - Dirección Enfermera. , 2005).

Otras de las complicaciones que sufren en el pie las personas diabéticas son:

- Mala circulación: La diabetes causa que los vasos sanguíneos de los pies y las piernas se contraigan, por lo que el flujo sanguíneo disminuye.
- La neuropatía periférica: La diabetes puede causar daños en los nervios, lo cual puede causar dolor y una sensación de hormigueo, incluso pueden llegar a perder la sensibilidad en los pies.
- Descamación en la piel, porque los nervios que controlan el aceite y la humedad en los pies ya no funcionan.
- Callos: Pueden formarse en las áreas donde hay una alta presión en los pies, pueden llegar a formarse densamente y al agrietarse, convertirse en llagas abiertas si no se recibe tratamiento profesional.
- Pie de Charcot: Aunque no es frecuente, el daño en los nervios por la diabetes puede causar deformaciones, como el pie de Charcot (ver Figura 9); este puede empezar por el enrojecimiento, hinchazón y calentamiento del pie, donde los huesos del dedo del pie empiezan a romperse y deformarse tomando una forma abultada (NIDDK., 2017).

Figura 9. Forma que puede tomar el pie de Charcot



Nota. Adaptado de NIH - NIDDK.

Para clasificar el grado de lesión en un pie diabético ha sido establecida la escala de Wagner, el cual se divide en seis (06) estadios (ver Tabla 4).

Tabla 4. *Clasificación de las lesiones del pie diabético (escala de Wagner)*

Grado	Descripción
0	Pie de riesgo, pero sin lesiones (callos, fisuras, hiperqueratosis).
1	Úlcera superficial.
2	Úlcera profunda, con afección de tendones, ligamentos y músculos, pero sin lesión ósea.
3	Úlcera profunda acompañada de celulitis, absceso u osteítis.
4	Gangrena localizada (necrosis generalmente en el talón, dedos o zonas distales del pie).
5	Gangrena extensa (todo el pie afectado, efectos sistémicos).

Nota. Adaptado de El pie diabético (Garrido AM, 2003).

3.2 El calzado

Según la RAE 23ª edición, el calzado es el tipo o conjunto de prendas que cubren o protegen el pie y tienen suela. Su uso proviene desde hace millones de años, donde el hombre, quien había empezado a adoptar una posición erguida, empezó a utilizar pieles y fibras vegetales para proteger sus pies.

El concepto de calzado nace desde ese primer “zapato”, que se parecía más a una sandalia, hecha de pieles de animales y sujeta por tiras de albardín (Alonso, Chicharro, Padrós, & Marhuenda, 2007). Después empezaron a elaborarlos con elementos de mayor calidad y una mejor técnica, hasta la actualidad, donde tenemos una variedad de calzados con diferentes propiedades y funcionalidades.

3.2.1 Calzado para las personas con diabetes

En general, los pies llegan a soportar grandes presiones durante todo el día, llegando a un aproximado de ciento de toneladas. Lo cual los hacen más susceptibles a más daños que a otras partes del cuerpo, por lo que deben ser

protegidos con el calzado apropiado (Silva, Córdova, Fuentes, Orozco, & Mayagoitia, 2016).

En las personas que poseen diabetes, un número importante de las úlceras en los pies se producen como consecuencia de rozaduras producidas por utilizar un calzado inadecuado. Por lo que es importante elegir el calzado apropiado para cada ocasión ya sea para viajes, deportes, trabajo, etc.

Sobre los cuidados que debe tener un paciente diabético, se realizó una revisión en una serie de documentos, colocando así las recomendaciones más relevantes para un calzado adecuado en las personas diabéticas:

- Los zapatos deben ser ligeros y de material transpirable. Los de material plástico no permiten la circulación del aire, lo que no favorecerá la transpiración de los pies.
- La punta de los zapatos no debe ser estrecha ya que puede ocasionar la formación de juanetes, sería mejor redondeada, ya que debe ofrecer comodidad al pie.
- El taco del calzado debe tener base ancha y no deben ser demasiados altos, ni demasiados bajos, pues puede originar problemas en los pies. La altura recomendada en los zapatos de tacón de mujeres es de 2 a 4 cm y en hombres de 2 a 3 cm.
- Un calzado estrecho, no transpirable, de tacón alto, etc. puede producir lesiones por aumento de presión en algunas zonas del pie.
- Es conveniente que la suela de los zapatos sea antideslizante y resistente, no demasiado fina, debe reducir la presión del pie.
- El interior de los zapatos debería ser sin costuras, así se evitan lesiones.
- No se debe utilizar el calzado sin calcetín o medias, y es preferible que estos sean de fibras naturales. Para combatir el frío son adecuados los calcetines de lana, incluso para calentar los pies en la cama.

- Los zapatos deben ser comprados por la tarde, ya que los pies suelen hincharse durante el transcurso del día y deben quedar bien al momento de comprarlos. Si se compra muy exactos, con el paso de las horas, podrían ser incómodos y se deben evitar presiones en los pies, aunque sea por periodos muy cortos.
- Los zapatos nuevos se deben usar de forma progresiva: por muy poco tiempo al principio, no más de 1 o 2 horas los primeros días, después revisar los pies para comprobar que no hay lesiones en los mismos (ampollas, rozaduras, etc.).
- En los lugares fríos, el calzado debe ser cerrado y estos deben ser altos, tipo bota, para que mantenga la temperatura normal de los pies (Salgado, 2005).
- Después de que una llaga sane en un pie diabético, el paciente debe esmerarse en el cuidado de los pies, puesto que el tejido cicatrizado bajo la piel se quiebra fácilmente. Por lo que es necesario el uso de zapatos especiales después de que la úlcera se cure para proteger esa área y evitar que la llaga vuelva a producirse (Diabetes.org, 2015).

3.2.2 Calzado de seguridad y requisitos para el sector construcción

El calzado de seguridad es un tipo de calzado de uso profesional, que mediante las especificaciones con las cuales están diseñadas, proporcionan protección al trabajador en la zona de los pies, se caracteriza por incorporar la puntera de acero o de algún otro material que garantice una protección suficiente frente al impacto (Dra. Montes Castillo, 2007).

En ese sentido, los calzados de seguridad en el sector construcción deben brindar protección a los pies en las diferentes actividades que se

realizan en este rubro; trabajos eléctricos, en caliente(soldadura), movimiento de tierras, obras civiles, etc.

Aunque el reglamento de Seguridad en la Construcción no menciona los requisitos que debe tener un calzado de seguridad para el sector construcción, estos deben brindar la protección que exige este sector. Además, existen en el país estándares que aplican a los calzados industriales: La NTP ISO 20345:2017 y la NTP ISO 20346:2008, donde se definen las características de seguridad y de protección respectivamente. También, se indica que los zapatos deben estar equipados con topes de seguridad o punteras, diseñados para ofrecer protección frente al impacto o a la compresión, el cual se miden a través de dos pruebas:

Resistencia al impacto: Esta prueba se realiza aplicando determinada energía de impacto sobre el calzado, simulando así lo que le podría suceder a éste en condiciones normales.

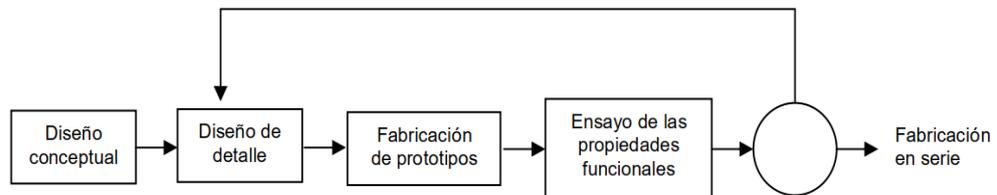
Resistencia a la compresión: Para realizar esta prueba, se aplican ciertas cargas de compresión para simular el comportamiento del calzado en situaciones similares de la vida real (ASPEC, 2010).

Una de las instituciones más importantes en el país que realiza este tipo de pruebas es el CITEccal-Lima (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrial Conexas), es una entidad técnica especializada del Ministerio de la Producción ITP Red Cite, el cual tiene más de 100 ensayos físicos para medir las pruebas requeridas por la NTP, entre otras características más, mediante sus servicios de laboratorio. Ofrece además servicios tecnológicos para las pequeñas, medianas y grandes empresas del cuero y el calzado.

3.2.3 Proceso de fabricación del calzado de seguridad

Actualmente el proceso del diseño del calzado de seguridad sigue la siguiente secuencia (ver Figura 10):

Figura 10. Proceso de diseño del calzado



Nota. Adaptado de la Tesis de Olaso J. (2010).

En primer lugar, se realiza el diseño conceptual donde se analiza y abordan características generales como la necesidad de creación y fabricación o población objetivo que debe tener el calzado. En el diseño de detalle se especifican las características para un modelo específico del calzado, respecto a las propiedades que debe tener para el sector que será dirigido como la dureza, suela antiperforante, resistente a la abrasión, si será dieléctrico, etc., además de evaluar las normativas aplicables para definir los parámetros y especificaciones que tendrá el calzado. La fabricación del prototipo se basa en las fases previas para el diseño del calzado de forma digital, la elaboración de la horma y fabricación del prototipo. Se debe indicar que, según la revisión bibliográfica realizada, el diseño de la horma es la parte más importante para la construcción del calzado y obtención del confort.

Finalmente se realiza el ensayo de las propiedades funcionales del calzado de seguridad en laboratorios que acrediten si cumplen o no con las características especificadas en la etapa del Diseño de detalle. En caso no cumpliera, se debe verificar las características del diseño, los parámetros para una siguiente prueba y en cuanto cumpla con lo requerido, se empieza con la fabricación en serie del calzado para su distribución.

3.2.4 Partes de un calzado de seguridad

Las partes del calzado de seguridad indicadas en la Figura 11, son propias para un calzado en general, aunque en esta ocasión, están orientadas a los términos utilizados tanto en las encuestas como en las evaluaciones realizadas como parte de la metodología en laboratorio.

Figura 11. Partes del calzado de seguridad



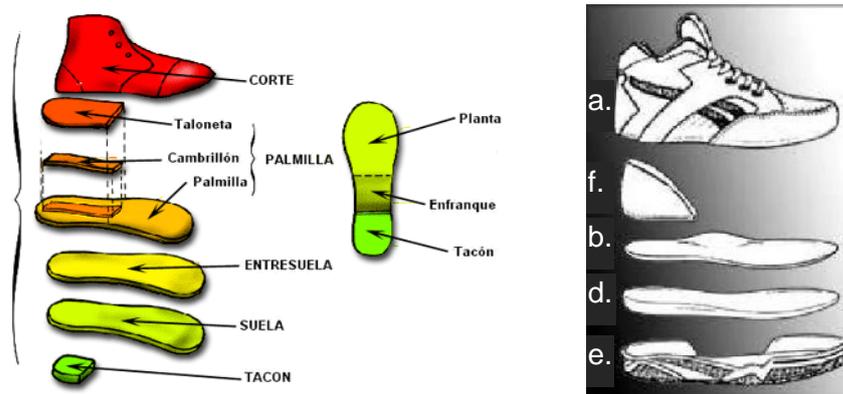
Cabe precisar que estas partes identificadas en el calzado de seguridad están definidas, tomando como referencia en algunos casos, según las partes anatómicas del pie, por lo que podemos mencionar las siguientes:

- **Acolchado trasero:** Es el acolchado que se encuentra en la parte trasera superior del calzado y puede estar tanto de forma interna y externa del corte.
- **Cordones:** Es un accesorio utilizado para ajustar el calzado en la parte superior, sobre la lengüeta y son colocados a través de los agujeros que se colocan en la zona metatarsal del calzado, existen calzados de seguridad que no dependen del cierre con cordones o agüetas.

- **Cuarto trasero:** Es la parte inferior del calzado que queda en el aire para que este no sea plano, es el espacio entre el tacón del calzado y la parte de la suela que entra en contacto con el suelo.
- **Empeine:** Se le llama a la zona del calzado que recubre esta parte del pie, incluye la zona metatarsal y abarca desde la puntera hasta la caña de la pierna.
- **Metatarsal:** Se le llama a la parte del calzado que recubre la zona del metatarso del pie.
- **Planta del calzado:** Esta zona del calzado cubre la zona plantar interna del pie.
- **Puntera:** Es la zona delantera del calzado que protege los dedos de los pies y delimita el largo del calzado.
- **Talón:** Abarca la zona que protege esta zona posterior del pie y define la forma y longitud del calzado.

Para el caso de la confección de un calzado de seguridad se hace referencia a los siguientes términos (ver referencia en Figura 12), que también será utilizados en la metodología:

Figura 12. Partes del calzado en confección



Nota. Adaptado de <https://www.podoortosis.com>.

- a. Capellada: Es la parte que cubre el pie e influye en la comodidad del calzado.

- b. Plantilla: Es la parte inferior del calzado que está en contacto con la planta del pie, cubre la palmilla y puede ser de tela o de cuero, proporciona comodidad, amortiguación y soporte del arco.
- c. Palmilla: Es la parte del calzado usado para formar la base del calzado, al que se une el corte durante el montado o armado (basado en la NTP ISO 19952). Generalmente las palmillas son de material celulósico, textil no tejido, entre otros.
- d. Entresuela: Es la parte que está ubicado debajo de la plantilla y sobre la suela, permite absorber el nivel de impacto y sirve para el control de los movimientos del pie.
- e. Suela: Es la parte inferior del calzado que está debajo de la entresuela y encima del taco, proporciona tracción y durabilidad del calzado.
- f. Contrafuerte: Es la parte que está localizada en el área del talón de la capellada, da forma y consistencia al talón y permite mantener el pie centrado y estable. (Mastrocesare & Smith, 2011)
- g. Tope: Es la parte del calzado que sirve para reforzar, dar forma a la punta y se adapta a la forma de la puntera del zapato. El material con el que se realiza esta pieza es variado e influyen en la calidad, generalmente en los zapatos de calidad, (el tope y contrafuerte) son de cuero.
- h. Cambrillón: Es la parte del calzado que sirve de refuerzo y mantiene el puente entre el talón y el arco del pie.
- i. Tacón: Es la parte del calzado como un soporte elevado, hecho de material rígido que se encuentra en el parte posterior del calzado y está en contacto con el suelo. (Opcio Diamant, 2013)

Por último, se hará también referencia al corte y forro del calzado, el **corte** es el conjunto de piezas que quedan por encima de la suela (parte superior del calzado) de forma externa y el **forro** es el revestimiento interior del calzado que mantiene las partes internas del corte en su sitio.

3.3 El confort

El confort es aquello que brinda comodidad y genera bienestar al usuario según la Real Academia Española (RAE 23ª edición). Claudia Pineau en el artículo *The Psychological meaning of comfort* (1992), afirmó que el confort es todo aquello que contribuye al bienestar y conveniencia de los aspectos materiales de la vida. Lo que no genera molestia y es elegido con libertad y placer se agrega como concepto de comodidad asociado al confort.

3.3.1 El confort en el calzado

Aunque, por una parte, el confort en el calzado podría ser definido de forma subjetiva, existen normas técnicas que lo estandarizan.

Brasil es uno de los países en encabezar la creación de normas técnicas para cuantificar el confort ofrecido por un calzado y la metodología para realizar esta medición. Las pruebas se realizan en un ambiente preparado, según las normas publicadas por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), a partir de estudios realizados por el Comité Brasileño del Cuero, Calzados, y Artefactos de Cuero. El proceso que se tuvo para la creación de las normas fue a través de un largo estudio con la participación de todas las partes interesadas (fabricantes, proveedores, diseñadores y usuarios) y el Comité Brasileño sobre las características que debe tener un calzado cómodo, establecen que un zapato es cómodo cuando:

“

- ✓ Permite al usuario concentrarse en su rendimiento o en las actividades que realiza generalmente.
- ✓ Ofrece un buen calce (ajuste) sin presiones excesivas sobre los pies como la zona del talón, punta y empeine.
- ✓ No es pesado y es flexible para ahorrar energía y esfuerzo de la musculatura al estar en movimiento.
- ✓ Está fabricado de un material transpirable, mantiene los pies secos y ligeramente cálidos.
- ✓ Ofrece tracción suficiente previniendo el deslizamiento y la caída, permitiendo pisar con seguridad y estabilidad a través de la suela.
- ✓ Ofrece amortiguación en la fase de impacto del zapato con las superficies de apoyo, minimizando las vibraciones transmitidas al cuerpo, protegiendo las estructuras musculoesqueléticas.
- ✓ Promueve la satisfacción del usuario.” (Vieira, 2019)

Además, el confort también se encuentra condicionado al desarrollo de la horma, el cual determina la forma y funcionalidad del calzado. Entonces, para el desarrollo de la horma, se recurre a la antropometría.

3.3.2 Dimensiones para la evaluación del confort

J. Olaso (2010) refiere que el confort en el calzado está influenciado por factores biomecánicos, fisiológicos y psicológicos, a continuación, se detallan las tres dimensiones evaluadas en el presente estudio:

- Confort biomecánico. Se mide a través del cumplimiento de las propiedades del calzado relacionadas a las fuerzas mecánicas incluyendo la forma y el tamaño del pie. En el presente trabajo se evaluará mediante las siguientes pruebas disponibles:

- ✓ Resistencia a la abrasión (ciclos).

- ✓ Resistencia a la flexión de la suela (mm en ciclos).
 - ✓ Longitud del calzado.
 - ✓ Peso del calzado.
- Confort fisiológico. Son aquellas propiedades medidas en el laboratorio que no están relacionadas a las fuerzas mecánicas del calzado. En el presente trabajo se evaluará el cumplimiento mediante las siguientes pruebas disponibles:
 - ✓ Permeabilidad a vapor del agua (mg/cm²h).
 - ✓ Coeficiente de vapor de agua del forro (mg/cm²).
 - ✓ Absorción y desorción de agua (palmilla).
 - Confort psicológico. Se mide según el grado de satisfacción que el calzado puede ofrecer al calzado. Esto será evaluado mediante la interpretación de las Encuestas del confort del calzado (prueba de uso) que ha sido dividida en las siguientes secciones:
 - ✓ Sobre el uso y calce.
 - ✓ Sobre el empuje y forro interior.
 - ✓ Parte interna del calzado de seguridad.
 - ✓ Gestión del sudor y valoración final.

3.4 La antropometría

La antropometría es la rama de la antropología encargada de medir a través de diferentes técnicas, características físicas y funcionales del cuerpo humano, lo cual varía según la población, ya sea por el sexo, la raza, el país, tipo de alimentación, genética, etc. Es también el conjunto de conocimientos y técnicas que se utilizan para medir diferentes partes del cuerpo humano. Estas mediciones pueden llevarse de forma manual (con cinta métrica, cinta antropométrica, regla, escuadra, plantígrafo, etc.) o también de forma digital

mediante equipos que brinden de forma automática las medidas mediante un software que permita obtener la información en menor tiempo para procesarlas.

Para el análisis de las medidas obtenidas con la antropometría en el diseño de usuarios se utilizan percentiles, entonces si se busca determinar la altura de un pie para una población objetivo, se buscaría utilizar el percentil 5, 50 y 95, donde se busca analizar las medidas promedio de la población en estudio y los casos extremos, además los percentiles 5 y 95 son los más utilizados en el diseño ergonómico, ya que su cálculo también incluye la desviación estándar que proporciona información del grado de dispersión de la población (Gómez, Velásquez, Castaño, Valderrama, & Ruiz, 2018).

3.4.1 Antropometría del pie

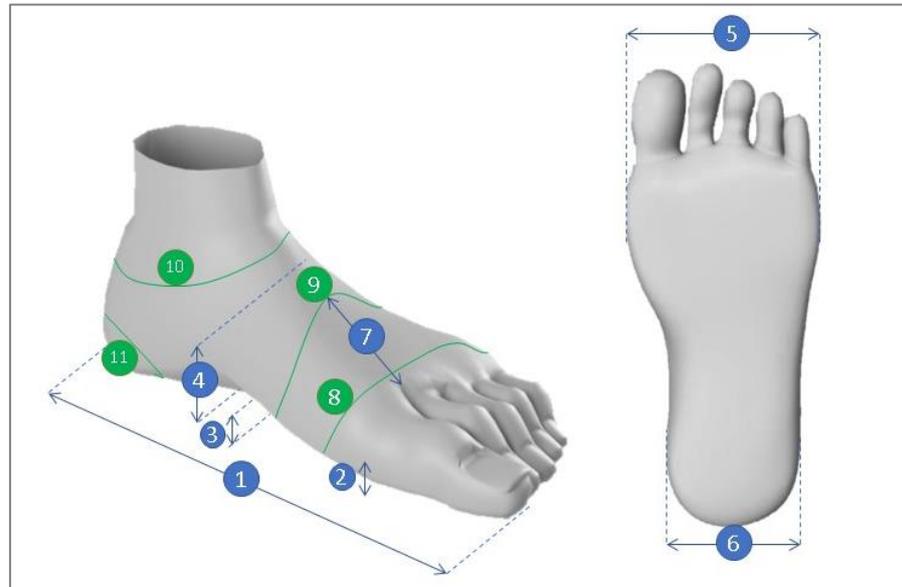
La antropometría del pie o también conocida como antropodometría es el conjunto de conocimientos y técnicas que se utilizan para medir diferentes partes del pie.

En el diseño de hormas para la fabricación de calzado, además de tener como base medidas antropométricas, estas incluyen correcciones para lograr el calzado deseado (Guartatanga & Villalta, 2018).

Esta horma deberá ser construida correctamente para asegurar el buen ajuste del calzado para la población específica.

Los puntos principales de la medición del pie que se realizaron en el presente estudio (ver Figura 13) son los siguientes:

Figura 13. Medidas antropométricas del pie



Leyenda:

1. Longitud del pie/ Talla
2. Altura del antepié
3. Altura del arco (puente)
4. Perímetro del empeine
5. Ancho del metatarso
6. Ancho del talón
7. Longitud del metatarso
8. Circunferencia del metatarso
9. Circunferencia del empeine
10. Circunferencia del tobillo
11. Circunferencia del talón corto

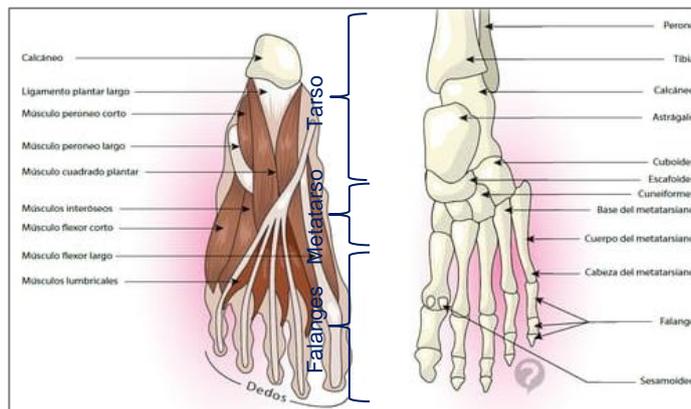
Estas medidas pueden ser tomadas de forma digital o manual. De forma manual, debe ser realizada con instrumentos de medición, como el pie de rey (vernier), calibrador de grosores y/o cinta métrica, además el técnico que realizará la medición deberá seguir los protocolos establecidos en los

manuales de medidas antropométricas según las partes del cuerpo. De forma digital, es realizado a través de un escáner según la parte del cuerpo requerida, este equipo realizará todas las medidas indicadas por su proveedor o fabricante, tomando menor tiempo que de la forma manual.

3.4.2 Anatomía y partes del pie

Sobre la anatomía del pie, podemos indicar que está conformado por 26 huesos divididos en tres partes (tarso, metatarso y falanges de los dedos), además de los cartílagos y músculos, como se puede observar en la siguiente imagen (ver Figura 14):

Figura 14. Esquema anatómico del pie



Nota. Adaptado de CCM Salud.

El tarso está formado por el astrágalo (hueso del tobillo) y el calcáneo (talón). El calcáneo es el hueso más grande y fuerte del tarso. También lo conforman otros 5 huesos más: El navicular, tres huesos cuneiformes (lateral, intermedio y medial) y el cuboides. El astrágalo es el único hueso del pie que se articula con la tibia y el peroné, además, durante la marcha el astrágalo transmite alrededor de la mitad del peso del cuerpo al calcáneo y el resto es transmitido a los otros huesos del tarso.

El metatarso está formado por 5 hueso metatarsianos enumerados del 1 al 5, del plano medial al lateral (hacia afuera). El primer metatarsiano es el más grueso porque soporta más peso.

Las falanges son el componente más distal del pie, estos se asemejan a las de la mano en disposición y número. Los dedos del pie se enumeran del 1 al 5, iniciando por el hallux (dedo gordo) hacia afuera.

El pie está conformado por 3 arcos (arco longitudinal parte lateral, arco longitudinal parte medial y el arco transversal), ayudan a soportar y distribuir el peso del cuerpo además que actúan como palancas al caminar. Son flexibles al retornar a su forma inicial después de aplicar un peso determinado, almacenan energía para el paso siguiente y ayudan a absorber impactos (Tortora & Derrickson, 2013).

Morfológicamente, el pie femenino presenta un talón más estrecho y un antepié más ancho en comparación con el pie masculino. El pie femenino, cuenta en muchos casos con un empeine más alto (hasta un 70%). La horma del pie femenino deberá contar con un talón más estrecho o un refuerzo extra en la zona del arco plantar (Runnea, 2021). Por lo que el diseño de un calzado femenino y masculino deberán considerar criterios diferentes.

3.4.3 Antropometría, ergonomía y diseño industrial

La antropometría ayuda a diseñar un producto que se relacione con el usuario apoyado con la ergonomía.

El diseño es una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetivos, procesos y servicios, así como sus sistemas y sus ciclos de vida de forma global. Por lo tanto, el diseño es el factor central para la innovación y la humanización de las tecnologías y un

factor crucial para el intercambio cultural y económico. El producto nace con el objetivo de satisfacer una necesidad humana.

La ergonomía proporciona los pilares del diseño de los productos al estudiar la interrelación entre el hombre, máquina y entorno.

La ergonomía del producto son las características de un producto para satisfacer un conjunto de necesidades funcionales y/o emotivas bajo un contexto de uso (condiciones bajo las cuales el producto será usado). Para ello se debe entender las necesidades del usuario.

Las características que deben considerarse en un producto son:

- Utilidad: Del usuario, identificar el contexto de uso, las características del producto.
- Aspecto: Forma, línea, proporción y color para hacer el producto agradable.
- Facilidad de mantenimiento: El producto debe comunicar cómo debe mantenerse.
- Bajos costos: Costos de equipamiento y producción.
- Comunicación: Comunicar la filosofía corporativa del diseño y su misión a través de las cualidades visuales de los productos.

Capítulo IV. Metodología de la investigación

4.1 Tipo y diseño de la investigación

El presente trabajo de tesis es del tipo descriptivo, ya que, a partir del problema de investigación planteado, se buscó describir un diseño específico para el calzado de seguridad para la población trabajadora con diabetes mellitus. Para ello se estudiaron las variables dependientes (de caracterización) y la variable independiente (de interés) que fueron medidas en un momento dado, mediante los ensayos de laboratorio y encuestas según las técnicas de recolección de datos descritas en el capítulo V.

4.2 Aspectos metodológicos

A continuación, se describen los pasos realizados para el diseño del calzado de seguridad planteado:

4.2.1 Determinación de los atributos del calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción.

Se llevó a cabo la caracterización del calzado de seguridad que utilizaban los trabajadores de una obra del sector construcción para un proyecto en minería, a partir de una muestra y se evaluó el riesgo de diabetes de la muestra seleccionada para tener referencia del riesgo de diabetes en los trabajadores. En esta parte también se incluye la evaluación antropométrica de los pies de los trabajadores.

4.2.1.1 Determinación de la muestra.

La muestra fue calculada del total de trabajadores que laboraban para un proyecto en minería de una empresa contratista del sector construcción, con la siguiente fórmula muy utilizada para estudios en muestras poblacionales:

$$\text{Fórmula 1: } n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

n = Tamaño de la muestra poblacional a obtener

N = Tamaño de la población o universo

e = Margen de error

σ = Desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato se utiliza el valor constante de 0.5

Z = Parámetro estadístico del Nivel de Confianza (NC). Si es 95% este valor equivaldrá 1.96.

Después de calcular el valor de la muestra, que es el número mínimo que se debe considerar para que la investigación sea confiable, se evaluó si los trabajadores poseen un factor de riesgo a la diabetes mediante la herramienta FINDRISC.

4.2.1.2 Evaluación de trabajadores con riesgo de diabetes.

Herramienta FINDRISC:

Es muy utilizada en diferentes estudios de cohortes en la población europea, permite mediante la puntuación (del 0 al 20) evaluar el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Varios estudios han validado el valor predictivo de esta herramienta.

Con el apoyo de esta herramienta se planteó dividir dos grupos de estudios, aquellos que posean el riesgo de diabetes tipo 2 y de los que no estén en riesgo, teniendo en cuenta que se iba a considerar si este primer grupo de riesgo era significativo ($p > 5\%$).

También se identificó a los trabajadores según el IMC (Índice de Masas Corporal) para realizar una comparación con los antecedentes e identificar si existe población con sobrepeso y obesidad, donde un IMC elevado podría ser un factor de riesgo para desarrollar diabetes. La clasificación del IMC según la OMS se describe en las siguientes categorías:

Tabla 5. Clasificación del IMC (Índice de Masa Corporal)

IMC	Categoría
Bajo peso	< 18.5
Peso normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	25.0 - 29.9

IMC	Categoría
Obesidad grado I	30.0 - 34.5
Obesidad grado II	35.0 - 39.9
Obesidad grado III	> 40.0

Nota. Adaptado de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Esta evaluación se llevó a cabo mediante encuestas para conocer si la población trabajadora de la empresa contratista se encuentra en riesgo de padecer diabetes.

4.2.1.3 Análisis del confort del calzado.

Para realizar el análisis del confort del calzado según el marco teórico, se evaluó el confort en las tres dimensiones: Confort biomecánico, confort fisiológico y confort psicológico.

Para el confort biomecánico y fisiológico, se evaluaron las propiedades actuales del calzado, mediante el análisis de las características físicas en diferentes ensayos de laboratorio.

Para ello, se realizó la compra del calzado de seguridad en diferentes tallas a través del proveedor de la contrata para la evaluación.

a) Caracterización biomecánica:

Se realizó la caracterización física del calzado de seguridad actual en peso (según el método INESCOP 6280) y sus dimensiones (según el método INESCOP 6290), con instrumentos proporcionados por el CITEccal-Lima.

Después de la caracterización física del calzado de seguridad, se realizó la caracterización físico-mecánica mediante ensayos en el laboratorio de CITEccal-Lima, siendo las pruebas que se realizaron las siguientes:

- Resistencia a la abrasión – Martindale (Método ISO 20344).
- Resistencia a la flexión de la suela.

- Resistencia al deslizamiento (Método ISO 13287).
- Peso del calzado.
- Longitud del calzado (Caracterización física - método INESCOP 6280).

Los valores obtenidos fueron comparados con los exigidos con la normativa nacional para medir el porcentaje (%) de cumplimiento con la NTP ISO 20345 y con el PROY-NMXA-238-SCFI-2009 para conocer el cumplimiento (%) en esta dimensión del confort.

b) Caracterización fisiológica:

Se realizó mediante pruebas de laboratorio en el CITEccal-Lima, siendo los ensayos que se realizaron los siguientes:

- Permeabilidad al vapor de agua y coeficiente de vapor (Método ISO 20344).
- Coeficiente de vapor de agua del forro.
- Absorción y eliminación de agua de la palmilla (Método ISO 20344).

c) Caracterización psicológica:

Se realizaron encuestas de satisfacción a los trabajadores, sobre el uso del calzado que el empleador les ha proporcionado.

Las herramientas que se utilizaron para este análisis fueron:

- Evaluación de confort en calzado – Pruebas de uso (Método INESCOP 800)
- Evaluación de características de ergonomía (NTP 20345:2017)

Esta evaluación será realizada en los trabajadores de la obra de construcción, previamente seleccionados en la muestra, donde completaron un

formulario sobre la evaluación y percepción de uso del calzado que utilizan actualmente (formato proporcionado por CITEccal-Lima).

El confort psicológico fue evaluado mediante el porcentaje (%) de satisfechos que es el porcentaje (%) de cumplimiento para cada sección en la que se dividió la encuesta:

- ✓ Sobre el uso y calce.
- ✓ Sobre el empuje y forro interior.
- ✓ Parte interna del calzado de seguridad.
- ✓ Gestión del sudor y valoración final.

d) Confort global:

Se procedió a evaluar el confort biomecánico y biológico y comparar el cumplimiento con la normativa nacional, ya que al ser un calzado de protección debe cumplir con la exigencia normativa a nivel nacional. Sobre el confort psicológico, este fue comparado según el porcentaje (%) de trabajadores que indiquen respuestas positivas (satisfechos) sobre las respuestas negativas (insatisfechos).

En base al porcentaje (%) de cumplimiento de las tres (03) dimensiones del confort, fue evaluado el confort global del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores.

En la Tabla 6 se resumen las dimensiones a evaluar y las pruebas utilizadas para la evaluación del confort:

Tabla 6. Dimensiones de evaluación para el confort en el calzado

EVALUACIÓN DEL CONFORT PARA EL CALZADO DE SEGURIDAD						
CONFORT GLOBAL	DIMENSIONES	PRUEBAS DE EVALUACIÓN	Unidad de Medida	Cumple	%	%Cumplimiento
	CONFORT BIOMECÁNICO		Resistencia a la abrasión	ciclos	SI/NO	0-100
		Resistencia a la flexión de la suela	mm en ciclos	SI/NO	0-100	
		Peso	kg	SI/NO	0-100	
		Longitud interna de la puntera.	mm	SI/NO	0-100	
CONFORT FISIOLÓGICO		Permeabilidad a vapor del agua (corte y forro - capellada y talón)	mg/cm2h	SI/NO	0-100	% D2
		Coefficiente de vapor de agua del forro (corte y forro - capellada y talón)	mg/cm2	SI/NO	0-100	
		Absorción de agua	mg/cm2	SI/NO	0-100	
		Desorción de agua	%	SI/NO	0-100	
CONFORT PSICOLÓGICO (Encuesta sobre el uso y calce del zapato de seguridad)		Sobre el uso y calce	Específico, según cada pregunta (%)	% satisfechos/ % insatisfechos	0-100	% D3
		Sobre el empeine y forro interior			0-100	
		Parte interna del calzado de seguridad			0-100	
		Gestión del sudor y valoración final			0-100	

Después, se realizó la caracterización antropométrica de la población seleccionada para el diseño del calzado de seguridad a proponer.

4.2.2 Medición de las dimensiones del pie en la muestra.

En esta parte se realiza la evaluación antropométrica de los pies de los trabajadores seleccionados.

Las dimensiones del pie de los trabajadores, seleccionados en la muestra, se midieron de forma digital, mediante el escáner digital localizado en el CITEccal-Lima, esta información fue utilizada para obtener la horma del calzado. Se midió a los trabajadores que firmaron la autorización de consentimiento previamente y de forma voluntaria fueron a las instalaciones del CITEccal-Lima cumpliendo con los protocolos de bioseguridad por el Covid-19.

4.2.3 Determinación de los factores de riesgo asociados con el pie diabético en el calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción y características a considerar en la propuesta.

Se realizó mediante la evaluación de factores clínicos relacionados al uso del calzado que ocasionan manifestaciones del pie diabético con apoyo de especialistas de diferentes áreas a través de las entrevistas y la búsqueda bibliográfica.

4.2.3.1 Información proporcionada por especialistas.

Se entrevistó a especialistas que proporcionaron información y recomendación sobre el calzado que deben utilizar los diabéticos para prevenir algún tipo de ulceración o anomalía en el pie, especialmente en personas que trabajen en el sector construcción.

4.2.3.2 Búsqueda bibliográfica.

Se realizó la búsqueda de diferentes fuentes de información: revistas científicas, artículos de investigación, de revisión, etc. sobre el calzado que deben utilizar las personas con diabetes.

4.2.4 Diseño del calzado de seguridad para el sector construcción considerando el control de atributos y factores de riesgo actuales que condicionan la manifestación clínica de la diabetes.

En base a la información que se recopiló de las diferentes fuentes de información, la caracterización antropométrica de los trabajadores seleccionados en la muestra, conceptos de diseño industrial ergonómicos, factores de riesgo evaluados que condicionan una manifestación clínica del pie diabético y los estándares que deben cumplir por norma un calzado de seguridad; se realizó el

diseño del calzado de seguridad en las instalaciones del CITEccal-Lima con softwares especializados en 2D y 3D.

4.2.5 Consideraciones para la construcción y validación del prototipo del calzado funcional para el sector construcción con énfasis en el control de factores de riesgo de diabetes.

Para la fabricación del prototipo se brindó las consideraciones para la selección de materiales según la revisión bibliográfica y las recomendaciones proporcionadas por los especialistas del CITEccal-Lima.

Se indicó también las pruebas a realizarse para la validación del prototipo que será realizado por el CITEccal-Lima y el fabricante del calzado.

Capítulo V. Desarrollo del trabajo de investigación

5.1 Descripción del ámbito de la investigación

La empresa española Acciona Agua (especialista en obras de saneamiento) junto con San Martín Contratistas Generales (especialistas en brindar servicios de construcción en operaciones mineras) se unieron en consorcio para la ejecución del proyecto EPC (Ingeniería, Procura y Construcción) “Sistema de Bombeo de relaves Línea Norte y Línea Sur – 4165”, obra ubicada en San Marcos, Huari, Áncash dentro de una unidad minera a 4,300 msnm para el área de Ingeniería y Proyectos de una compañía minera, para este proyecto el Consorcio Acciona-San Martín realizó actividades en diferentes especialidades como las electromecánicas, mantenimiento, obras civiles, movimiento de tierras, precomisionamiento y comisionamiento. Este proyecto de construcción inició en febrero 2019 y culminó en julio 2022 con la entrega de la estación de bombeo después de las pruebas de precomisionamiento y comisionamiento.

Se seleccionó esta empresa contratista debido a que durante el periodo de ejecución fue la principal empresa en aportar el mayor número de Horas Hombre (H-H) en el área de ingeniería y proyectos de la compañía minera, llegando a contratar más de mil cien (1,100) personas en la obra, además al tener a cargo un proyecto de gran relevancia para la compañía minera, el empleador principal exigió el cumplimiento estricto de los estándares de seguridad.

El Consorcio Acciona San Martín (CAS) a través del Residente de obra, aprobó la solicitud enviada (en mayo 2021) para poder aplicar las mediciones del pie en sus trabajadores y evaluación del calzado de seguridad que brindan en la obra, con fines de investigación del presente trabajo de tesis (ver Anexo 01).

5.2 Técnica e instrumentos de recolección de datos

- Técnica de Recolección de datos:

Se utilizó como técnica para la recolección de datos, la encuesta para los trabajadores de la obra, donde según el punto 4.2.1.1 se determinó el número mínimo de personas a encuestar.

La otra técnica de recolección de datos que se utilizó fue la entrevista, dirigida a los especialistas (médico general, médico traumatólogo, podóloga, especialista SSOMA/ paciente diabético) y también tenemos la observación visual del uso del calzado mediante los técnicos probadores (del CITEccal-Lima).

También se utilizó el Análisis Documental para la recolección de datos e información de fuentes secundarias (revisión bibliográfica).

- Instrumentos para la recolección de datos.

Se utilizó como instrumento de recolección de datos: La guía de preguntas establecida en la herramienta FINDRISC, los formatos para la Evaluación del confort (pruebas de uso), el formato de Medidas básicas del pie, formato para peso de los zapatos y el formato para la evaluación de las características de ergonomía.

El siguiente instrumento que se utilizó fue la guía de preguntas elaborada para los especialistas según la información que se esperaba obtener para la investigación y según las competencias de cada especialista, se elaboró en conjunto con el CITEccal-Lima y fue aplicado mediante las entrevistas.

Otro instrumento utilizado fue la base de datos obtenida en las mediciones antropométricas realizadas con el escáner digital proporcionado por el CITEccal-Lima dentro de sus instalaciones.

- Etapas para la recolección de datos.

El orden para la recolección de datos del presente proyecto fue el mostrado en la Tabla 7 para las primeras dos etapas que diferenciamos en el proyecto de tesis según la metodología:

Tabla 7. Técnica e instrumentos de la recolección de datos en las primeras etapas.

Etapa 1: Determinación de los atributos del calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción.		
Cálculo de la muestra	✓ Base de datos de trabajadores	
Trabajadores con riesgo de diabetes	✓ Aplicación de Herramienta FINDRISC a trabajadores.	
Análisis del confort del calzado	Confort biomecánico y fisiológico:	Confort psicológico:
	✓ Ensayos de laboratorio	✓ Aplicación de encuesta de Características de ergonomía en técnicos probadores. ✓ Aplicación de encuesta de pruebas de uso en trabajadores y técnicos probadores.
Medición de las dimensiones del pie en la muestra	✓ Mediciones antropométricas digitales de los pies en los trabajadores de la empresa contratista con el escáner Volumental.	
Etapa 2: Determinación de los factores de riesgo asociados con el pie diabético en el calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción y características a considerar en la propuesta		
Información de especialistas	✓ Entrevistas al médico general, médico traumatólogo, ortopedista y especialista de seguridad industrial-paciente diabético.	
Búsqueda bibliográfica	✓ Revistas indexadas, artículos científicos, manuales para selección de calzados de diabéticos y normas técnicas internacionales.	

5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en las encuestas fueron ordenados, clasificados, tabulados y las técnicas para su procesamiento y análisis fueron las siguientes: tablas de frecuencia, tablas de porcentaje, tabulación de datos y gráficos estadísticos utilizando como herramienta principal el programa Microsoft Excel para Windows 10.

5.4 Población y muestra

La población está constituida por el personal masculino del régimen de construcción civil del Consorcio Acciona San Martín en el proyecto EPC “Sistema de Bombeo de relaves Línea Norte y Línea Sur – 4165”, se considera al personal del régimen de construcción que tienen puesto de ayudante, oficial, operario, capataz y supervisor que son las categorías de trabajo en el sector construcción. Solo se seleccionó trabajadores en el régimen de construcción civil, puesto que permanecen durante su guardia y horario de trabajo, el 99% en campo; a diferencia del personal empleado (staff) que puede permanecer en oficina más de la mitad de la jornada. Se deduce con ello, que el personal del régimen de construcción civil se encuentra más expuesto a los peligros y riesgos en los pies que se identifican en campo (objetos punzocortantes, caída de objetos, proyección de partículas, etc.).

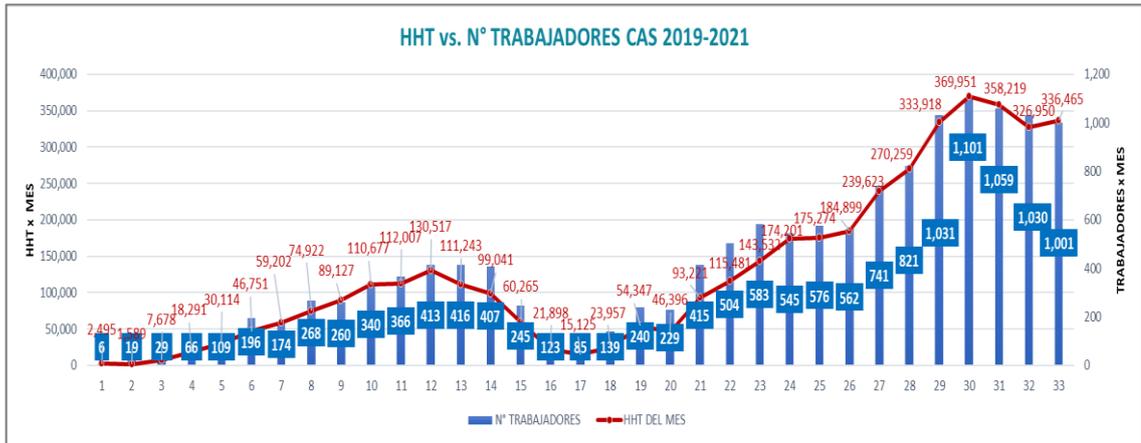
Se seleccionó al personal masculino ya que del total de personal en campo operativo (trabajadores del régimen de construcción) solo el 2% es personal femenino. Además, el diseño del calzado masculino y femenino según la teoría, deben considerar criterios diferentes.

Entonces, los criterios de selección para la muestra fueron los siguientes:

- a. Trabajador del sexo masculino.
- b. Puesto de trabajo del régimen de construcción civil: Ayudante, oficial, operario, capataz o supervisor.
- c. Trabajador del Consorcio Acciona San Martín durante el periodo de febrero 2019 a octubre 2021.

Teniendo en cuenta las consideraciones indicadas en el párrafo anterior, se calculó el promedio total de trabajadores que tuvo el Consorcio Acciona San Martín (CAS) en el periodo de febrero 2019 a octubre 2021, ya que de forma mensual tuvieron variación en el número de personal (ver Figura 15), se calculó un promedio total de 321 obreros.

Figura 15. Número de trabajadores vs. HH del CAS



Nota. Adaptado de las estadísticas del Consorcio Acciona San Martín durante el periodo de febrero 2019 a octubre 2021.

Con el valor de la población (N=321), se definió los siguientes valores:

- Nivel de confianza = 95%, Z= 1.96
- Desviación estándar = 0.5
- Error máximo tolerable = 5%

Y se realizó el cálculo del tamaño de la muestra mínima con un 95% de nivel de confianza, según la Fórmula 1:

$$n = \frac{1.96^2 * 321 * 0.5^2}{0.5^2 * 1.96^2 + (321 - 1) * 0.05^2} = 175.12$$

Este valor obtenido, indica que la cantidad mínima de trabajadores que se deberá encuestar son 176 para que los resultados del estudio sean significativos.

5.5 Aplicación y obtención de resultados

5.5.1 Determinación de la población con riesgo de diabetes – sector construcción

Para determinar el número de trabajadores con riesgo de diabetes en la empresa seleccionada y compararla con los antecedentes encontrados en otros países, a partir de la muestra calculada en el punto 5.4, se realizaron las encuestas de evaluación de riesgo estimado de diabetes FINDRISC, teniendo como referencia para la muestra, un mínimo de 176 personas.

La encuesta FINDRISC desarrollada por QxMD se realizó de forma virtual (ver Anexo 2), a través de formularios de Google Form que fue enviada mediante correo a los trabajadores, se les brindó soporte técnico para el acceso o con las terminologías, además del seguimiento para la realización de las encuestas a través de grupos de WhatsApp, durante el periodo del 05 de mayo al 04 de julio del 2021. Esta encuesta fue desarrollada por un total de 380 trabajadores del régimen de construcción civil del Consorcio Acciona San Martín.

Después de extraer los datos de la encuesta, se realizó una depuración de la información obtenida, verificando que los datos que hayan sido llenados en su totalidad, datos duplicados o inválidos fueron eliminados. Finalmente se uniformizó todos los datos, obteniendo un total de 226 encuestas válidas de los trabajadores.

Los resultados obtenidos por cada pregunta de la encuesta FINDRISC se encuentran detallados en el Anexo 3, después se realizó el cálculo del IMC y a través de la aplicación Calculate (Software de QxMD) en su versión móvil y web, se realizó el cálculo del riesgo estimado de desarrollar diabetes para cada encuesta validada, los resultados fueron los siguientes:

- El rango de edad es de 18-64 años y la edad media de los trabajadores es de 33.1 ± 6.2 años.
- El peso medio de los trabajadores es 69.8 ± 8.8 kg.
- La estatura media de los trabajadores es 1.66 ± 0.06 m.
- El 86.1 % (192 trabajadores) realizan actividad física.
- El 79.8% (178 trabajadores) come de forma diaria vegetales y frutas.
- El 86.1% (192 trabajadores) no toma o ha tomados medicamentos para la presión.
- El 92.8% (207 trabajadores) nunca ha presentado ni presenta un nivel alto de glucosa en la sangre.
- El 91.5% (204 trabajadores) no presenta parientes como abuelos, tíos o primos con diabetes.
- El 95.5% (213 trabajadores) no presenta familia, como padres, hermanos o hijos con diabetes.
- La cantidad de trabajadores según el IMC se presenta en la Tabla 8:

Tabla 8. Resultados del cálculo del IMC en la muestra de trabajadores

Tipo	IMC	Cantidad	%
Peso normal	18.5 - 24.9	109	48.9%
Sobrepeso	25.0 - 29.9	104	46.6%
Obesidad grado I	30.0 -34.9	10	4.5%
Obesidad grado II	35.0 - 39.9	0	0.0%
Total general		223	100%

Los resultados de la Tabla 8 también se representan de forma gráfica en la Figura 16.

Figura 16. Resultado del IMC de la muestra de los trabajadores



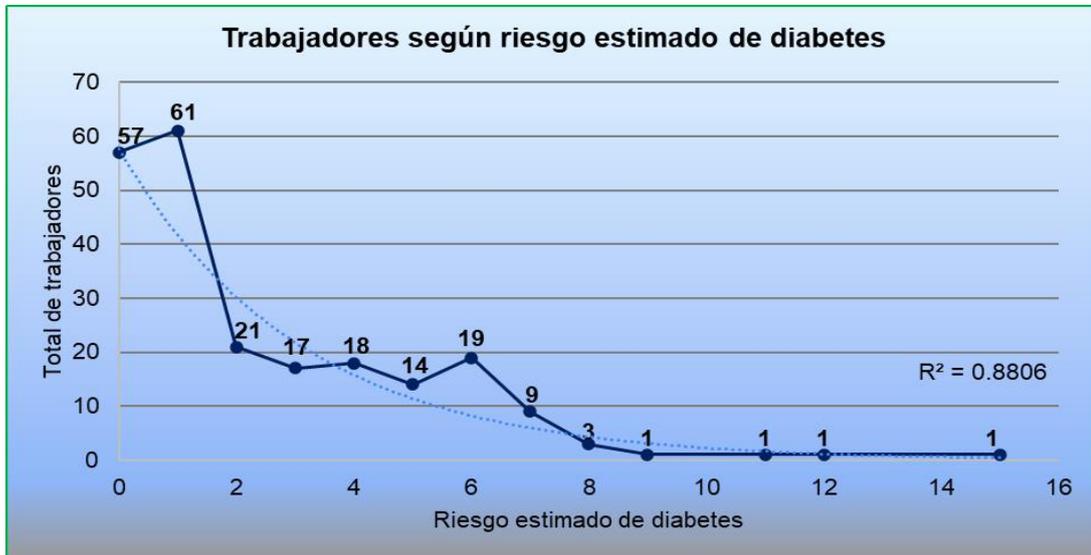
- El IMC medio de los trabajadores es 24.9 ± 3.3
- La cantidad de personal según el riesgo estimado de poseer diabetes resultó tal como se puede observar en la Tabla 9:

Tabla 9. Resultados de la puntuación de riesgo de diabetes

Categoría de riesgo	Probabilidad de desarrollar diabetes en 10 años	Puntuación del riesgo	Cantidad
Riesgo Bajo a Moderado	33%	0	57
		1	61
		2	21
		3	17
		4	18
		5	14
		6	19
		7	9
		8	3
		9	1
		11	1
		12	1
Riesgo Alto	1-17%	15	1
Total general			223

La cantidad de personas con riesgo alto de poseer diabetes resultó ser del 0.5% (1 trabajador), los demás (222 trabajadores) poseen una puntuación con riesgo bajo a moderado (99.5%), la tendencia puede observarse en la siguiente gráfica.

Figura 17. Tendencia del riesgo estimado de diabetes en trabajadores



5.5.2 Determinación de los atributos del calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción

Nombre del producto: Calzado de seguridad

Fecha de requerimiento de los calzados: 13 de abril del 2021

Características y materiales del calzado: Los materiales del calzado según la ficha técnica del calzado fueron los siguientes:

- Sistema de Inyección directa de poliuretano con tecnología DESMA.
- Cuero BOX CALF de 2.0 a 2.2 mm de espesor de color café.
- Forro SMARTEC AIR importado con aplicación de THINSULATE 3M para mantener la temperatura corporal de los pies.
- Palmilla MAXFLEX no metálica y antiperforante resistente a 1100 N según NTP 20345 6.2.1.1.

- Planta de poliuretano importado, cumple con la propiedad de resistencia al impacto según NTP ISO 20345 5.3.2.3 y compresión según NTP ISO 20345 5.8.3 color marrón.
- Plantilla Comfortho de poliuretano con tratamiento antimicrobiano de 3.0 mm de espesor.

Material de la puntera: Acero importado, cumple con la propiedad de resistencia al impacto según NTP ISO 20345 5.3.2.3 y compresión según NTP ISO 20345.2.4.

5.5.2.1 Resultados de laboratorio

Lugar y fecha de recepción de la muestra: Laboratorio de CITEccal-Lima Av. Caquetá N° 1300. Rímac, 17 de mayo del 2021.

Fecha de los ensayos: 21,24 y 25 de mayo del 2021

Identificación y descripción de la muestra: La muestra pertenece a dos pares de calzado de seguridad color marrón (ver Figura 18). En la zona del corte lleva una etiqueta que se lee “EINS”, en los pies derechos llevan tres etiquetas en las que se lee “IM”, entre otros. En la zona de la plantilla se lee “EINS”, en la zona del piso se lee “45” en un par y “42” en otro par, entre otros. Asimismo, en ambos pies derechos llevan una etiqueta en la que se lee “N11-11”, entre otros. La muestra es identificada como “Muestra única”. El uso de la muestra fue identificado como “Calzado de seguridad”.

Figura 18. Calzado de seguridad a evaluar en el laboratorio



Nota. Foto tomada por los técnicos del CITEccal – Lima.

Condiciones ambientales en los ensayos:

Las condiciones ambientales de los ensayos se describen en la Tabla 10.

Tabla 10. Condiciones ambientales del ensayo de laboratorio

Condiciones ambientales del acondicionamiento de la muestra:	Condiciones ambientales del ensayo:
Humedad relativa= $50 \pm 5\%$ Temperatura= $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ Tiempo de acondicionamiento= 48 horas (se reportan 48 horas de acondicionamiento antes del ensayo)	Humedad relativa ambiental= $50 \pm 5\%$ Temperatura ambiental= $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$

A continuación, se presentan los resultados de laboratorio aplicados en la muestra de los calzados de seguridad y la verificación del cumplimiento con las especificaciones técnicas de la NTP ISO 20345:2017. Para los criterios de confort se utilizó los indicados en el Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMXA-238-SCFI-2009 Curtiduría – Calzado para personas con diabetes – clasificación, especificaciones y métodos de prueba, por lo que se comparó los resultados obtenidos en el laboratorio con los valores indicados en el proyecto de norma mexicana, aunque en algunas pruebas realizadas por el laboratorio para la verificación de la NTP 20345:2017, no se

encontró valores de referencia con el proyecto de norma mexicana, por lo que no fue considerado para calcular el porcentaje de cumplimiento en el confort, solo en los que se encontró los valores de referencia.

Las tablas serán presentadas según las pruebas de ensayo realizadas y las dimensiones para la evaluación del confort especificadas en la metodología (biomecánico, fisiológico y psicológico).

Tener en cuenta que cuando se indique cumple con la NTP, se hace referencia a la NTP ISO 20345:2017, cuando se indique cumple con el PROY-NMXA hace referencia al PROY-NMXA-238-SCFI-2009.

5.5.2.2 Confort biomecánico:

El confort biomecánico necesita ser evaluado desde la respuesta anatómica con el calzado como la presión del pie, respuesta de los músculos, transmisión del calor, son métodos para determinar la respuesta anatómica del usuario: la baropodometría, la electromiografía, comportamiento de la temperatura en el pie, también es posible evaluar qué temperatura se tiene en los pies (termografía), siendo estas pruebas más desarrolladas en el ámbito deportivo. Para la presente tesis, esta dimensión ha sido evaluada según las pruebas de laboratorio disponibles tal como la resistencia a la abrasión, flexión de la suela, y longitud interna de la puntera que se comparó con la NTP 20345:2017 normativa peruana, para el peso se tomó como referencia la NTP 227 y para verificar el cumplimiento de criterios de confort se utilizó el PROY-NMXA-238-SCFI-2009, que se comparó en las Pruebas de resistencia a la flexión de la suela y el peso del calzado.

□ Resistencia a la abrasión (ciclos).

Mide la resistencia del calzado al desgaste exterior, el ensayo se realizó con los componentes del calzado que se frotaron en probetas circulares sobre un

abrasivo de referencia que mantiene un movimiento cíclico plano durante un número definidos de ciclos bajo presión de igual manera que la Figura 19.

Figura 19. *Ensayo de abrasímetro*



Nota. Adaptado de Paredes Seguridad (Paredes Lab).

Los resultados del ensayo se observan en la siguiente Tabla 11:

Tabla 11. *Resultados del ensayo de resistencia a la abrasión*

Ensayo	Resistencia a la abrasión (seco)	
Resultados	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP
<u>Forro (capellada y talón):</u>	<u>Forro (capellada y talón):</u>	
No se observa agujeros en el material= 25600 ciclos	No debe mostrar ningún agujero antes de los 25600 ciclos en seco.	Sí
<u>Plantilla (material textil):</u>	<u>Plantilla (material textil):</u>	
No se observa agujeros en el material= 25600 ciclos	Plantillas intercaladas que no sean de cuero se ensayan, la superficie no debe mostrar agujeros en el material antes de los 25600 ciclos en seco	Si

Respecto al parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009):

Para este ensayo no se tiene indicado un valor referencial dentro del proyecto norma mexicana, por lo que no se realizó la comparación del confort en resistencia a la abrasión.

Resistencia a la flexión de la suela (mm en ciclos).

Este ensayo permitió evaluar la resistencia a la flexión del calzado, el cual al ser ensayado no debe presentar grietas, exfoliaciones, arrugas o cualquier otro defecto producido por la flexión constante del material, el ensayo se realizó flexionando una probeta rectangular en el flexómetro durante un número determinado de ciclos, luego se examinó visualmente para comprobar si hay signos de daño en el material como se observa en la Figura 20.

Figura 20. Ensayo en el flexómetro



Nota. Adaptado de CITEccal <https://citeccal.itp.gob.pe/portfolio-page/determinacion-de-la-resistencia-a-la-flexion/>.

Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión de la suela se muestran en la Tabla 12 y Tabla 13:

Tipo de muestra

Firme: Poliuretano

Tabla 12. Resultados de la probeta en el ensayo de resistencia a la flexión de la suela

Probeta		L0	Flexiones (L1)							Dif(L1-L0)
		mm	500	1000	5000	10000	20000	25000	30000	mm
Pie derecho Talla 42	Incisión	1.62	1.62	1.62	1.82	1.82	1.90	1.90	1.92	0.30

Nota. L₀=medida de la incisión inicial y L₁=medida de la incisión después de un número determinado de flexiones

Tabla 13. Resultados de la prueba de resistencia a la flexión de la suela

Ensayo	Resistencia a la flexión de la suela	
Resultados	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP
Aumento máximo de la incisión después de 30000 flexiones = 0.30 mm	Cuando las suelas se ensayen, el aumento de la incisión antes de 30000 Ciclos de flexión \leq 4mm	Sí

De los resultados obtenidos respecto al parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009) se indica en la Tabla 14.

Tabla 14. Parámetro de confort para la resistencia a la flexión de la suela

Ensayo	Resistencia a la flexión de la suela	
Característica	Especificación PROY-NMXA-238-SCFI-2009	Cumple el PROY-NMXA
Resistencia a la flexión a 30000 ciclos	Crecimiento adicional de la incisión máximo 4mm	Sí

Por lo que, para el ensayo de Resistencia a la flexión de la suela, se realizó la comparación con el valor referencial del PROY-NMXA para la evaluación del confort y el resultado obtenido.

□ Peso del calzado.

Para esta variable, la NTP ISO 20345:2017 no hace referencia al peso del calzado por lo que se tomará como referencia la NTP 227: “Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos: Guías para la elección, uso y mantenimiento” del INSHT(España), para verificar el cumplimiento con la norma.

Se realizó el pesado del calzado de seguridad en el laboratorio del CITEccal – Lima con una balanza de precisión como en la Figura 21.

Figura 21. Balanza utilizada para identificar el peso del calzado de seguridad



Nota. Adaptado de <https://styleinsumos.com/maquinaria-y-equipos/>.

Los resultados de las pruebas para el peso en comparación con la NTP 227, se observan en la Tabla 15:

Tabla 15. Resultados del peso del calzado

Talla	Resultados	Especificaciones Técnicas NTP 227	Cumple la NTP227	
36	Pie Derecho = 530.0	“Los calzados de seguridad homologados para el cumplimiento de las consideraciones ergonómicas..., habrán de observar ... los siguientes requisitos de peso...: El peso del calzado deberá ser inferior a 800 gramos.” Peso <800 g ¹	Si	
	Pie Izquierdo = 575.0			
40	Pie Derecho = 594.4		Si	
	Pie Izquierdo = 595.1			
44	Pie Derecho = 707.1			Si
	Pie Izquierdo = 720.2			

Nota. La NTP 227: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos: Guías para la elección, uso y mantenimiento refiere lo siguiente: “Los calzados de seguridad homologados para el cumplimiento de las consideraciones ergonómicas..., habrán de observar ... los siguientes requisitos de peso...: El peso del calzado deberá ser inferior a 800 gramos.”

La comparación de los resultados, respecto al parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009) se observan en la siguiente Tabla 16:

Tabla 16. *Parámetro de confort para el peso*

Talla	Resultados	Especificaciones Técnicas PROY-NMXA-238-SCFI-2009	Cumple el PROY-NMXA
36	Pie Derecho = 530.0	1. Peso <math><500\text{ g}^2</math> 2. Diferencia de masa entre calzado derecho e izquierdo no mayor a <math>50\text{g}^2< math><="" td=""> <td rowspan="2">Peso = No Dif. Masa = Si</td> </math>50\text{g}^2<>	Peso = No Dif. Masa = Si
	Pie Izquierdo = 575.0		
40	Pie Derecho = 594.4		Peso = No Dif. Masa = Si
	Pie Izquierdo = 595.1		
44	Pie Derecho = 707.1		Peso = No Dif. Masa = Si
	Pie Izquierdo = 720.2		

Nota. El proyecto de norma refiere lo siguiente: “Masa 500 g máximo por pie del calzado completo (incluyendo las plantillas y las agujetas y para la diferencia de masa no debe ser mayor de 50 g entre los zapatos derecho e izquierdo.”

□ Longitud interna de la puntera.

Para este ensayo se utiliza un vernier que se introduce de forma interna en el calzado para medir su longitud interna como en la Figura 22, se realizó para verificar su cumplimiento con la NTP.

Figura 22. *Medición de la longitud interna del calzado*



Nota. Medición realizada en las instalaciones del Citeccal-Lima.

Los resultados del ensayo se observan en la Tabla 17:

Tabla 17. Resultados de la longitud interna de la puntera

Ensayo	Longitud interna de la puntera	
	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP
Longitud = 47.5 mm Talla = 45	Longitud interna tope: Talla 45 y superiores \geq 42 mm	Sí

Respecto al parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009): Para este ensayo no se tiene indicado un valor referencial en la norma mexicana, por lo que no será considerada la longitud interna de la puntera para cumplimiento del confort.

Después de presentar los resultados obtenidos en el laboratorio para la evaluación del confort en su dimensión biomecánica, se muestran en la Tabla 18 un resumen del cumplimiento con la NTP ISO 20345:2017 y con el PROY-NMXA-238-SCFI-2009 (norma de referencia para evaluar el confort), así verificar el cumplimiento del calzado de seguridad con la norma exigible a nivel nacional y el porcentaje de cumplimiento para el confort biomecánico, promediando el cumplimiento por cada característica para calcular el cumplimiento total en esta dimensión.

En la Tabla 18 se presenta el cuadro resumen de los resultados de cumplimiento del calzado en la dimensión biomecánica con la NTP 20345:2017 y la NTP 227 para el peso.

Tabla 18. Resultados del cumplimiento con la NTP 20345:2017 y NTP227(peso) – Dimensión Biomecánica

	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Resistencia a la abrasión (ciclos).		
Forro	100%	0%
Plantilla	100%	0%

	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Resistencia a la flexión de la suela (mm en ciclos).		
Después de 30 mil flexiones	100%	0%
Peso del calzado (en g).		
Talla 36, 40 y 44	100%	0%
Longitud interna de la puntera.		
Longitud interna tope	100%	0%
Promedio general		
	% Cumplimiento	% Incumplimiento
NTP ISO 20345:2017 y NTP227(peso)	100%	0%

En la Tabla 19 se presenta el cuadro resumen de los resultados del cumplimiento del calzado para el confort biomecánico con los valores definidos de confort según el PROY-NMXA-238-SCFI-2009.

Tabla 19. Resultados del cumplimiento para el Confort Biomecánico (tomando como referencia el PROY-NMXA-238-SCFI-2009)

	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Resistencia a la flexión de la suela (mm en ciclos)		
Después de 30 mil flexiones	100%	0%
Peso del calzado (en g)		
Talla 36, 40 y 44 (peso)	0%	100%
Talla 36, 40 y 44 (Diferencia de masa)	100%	0%
Promedio general		
Dimensión	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Confort Biomecánico	66.7%	33.3%

5.5.2.3 Confort fisiológico:

En esta dimensión del confort se evalúan los aspectos climáticos del calzado como el aislamiento térmico y transpirabilidad, se caracteriza principalmente por la humedad relativa, la temperatura ambiente y el intercambio de vapor de agua entre el calzado y el entorno.

Para la presente tesis, esta dimensión ha sido evaluada según las pruebas de laboratorio disponibles tal como las pruebas de permeabilidad a vapor del agua, coeficiente de vapor de agua del forro, absorción y desorción de agua. Se comparó con la NTP 20345:2017 normativa peruana y para verificar el cumplimiento de criterios de confort se utilizó el PROY-NMXA-238-SCFI-2009, que se comparó en las pruebas de permeabilidad a vapor del agua (corte y forro) y en la desorción del agua.

□ Permeabilidad a vapor del agua (mg/cm²h)

Este ensayo permitió evaluar la propiedad de permeabilidad al vapor del agua en el cuero (propiedad de respirabilidad del cuero); el ensayo se realizó en los siguientes componentes del calzado de seguridad: corte y forro.

Los resultados del ensayo de permeabilidad a vapor del agua y la comparación con la NTP 20345 se presentan en la Tabla 20:

Tabla 20. Resultados del ensayo de permeabilidad al vapor de agua

Ensayo	Permeabilidad al vapor de agua	
Resultados	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP
<u>Corte (zona de la capellada):</u>	<u>Corte (zona de la capellada):</u>	No
Permeabilidad al vapor del agua=0.45 mg/cm ² h	Permeabilidad al vapor del agua≥ 0.8 mg/(cm ² .h)	
Desviación estándar del resultado de ensayo= 0.13 mg/cm ² h	Coeficiente de vapor de agua≥ 15 mg/(cm ² .h)	

Ensayo		Permeabilidad al vapor de agua
Forro (zona de la capellada):	Forro (capellada y talón):	Si
Permeabilidad al vapor del agua= 64.37 mg/cm ² h Desviación estándar del resultado de ensayo= 6.09 mg/cm ² h	Permeabilidad al vapor del agua≥ 2.0 mg/(cm ² .h) Coeficiente de vapor de agua≥ 20 mg/(cm ² .h)	

Los resultados de la permeabilidad al vapor de agua respecto al parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009) se muestran en la Tabla 21:

Tabla 21. Parámetro de confort para la permeabilidad al vapor de agua

Ensayo		Permeabilidad al vapor de agua	
Resultados de laboratorio	Especificación PROY-NMXA-238-SCFI- 2009	Cumple el PROY-NMXA	
Corte (zona de la capellada):	Corte y forro:	Corte:	
Permeabilidad al vapor del agua=0.45 mg/cm ² h Desviación estándar del resultado de ensayo= 0.13 mg/cm ² h	Mínimo 0,8 (mg/h) /cm ²	No	
Forro (zona de la capellada):		Forro:	
Permeabilidad al vapor del agua= 64.37 mg/cm ² h Desviación estándar del resultado de ensayo= 6.09 mg/cm ² h		Si	

☐ Coeficiente de vapor de agua del forro (mg/cm²)

Este ensayo al igual que el de permeabilidad se realizó a los componentes del calzado para determinar la capacidad del material para evacuar la humedad y sudor del pie.

Los resultados del ensayo de coeficiente de vapor de agua del forro y la comparación con la NTP 20345 se presentan en la Tabla 22:

Tabla 22. Resultados del ensayo de vapor de agua del forro

Ensayo		Coeficiente de vapor de agua del forro	
Resultados	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP	
<u>Corte (zona de la capellada):</u>		<u>Corte (zona de la capellada):</u>	
Coeficiente de vapor de agua=9.17 mg/cm ²	Coeficiente de vapor de agua ≥ 15 mg/cm ²	No	
<u>Forro (zona de la capellada):</u>		<u>Forro (capellada y talón):</u>	
Coeficiente de vapor de agua= 515.19 mg/cm ²	Coeficiente de vapor de agua ≥ 20 mg/cm ²	Si	

De los resultados del ensayo sobre el parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009):

Para este ensayo no se tiene indicado un valor referencial dentro del proyecto de norma mexicana.

□ Absorción y desorción de agua (palmilla)

La prueba de absorción se llevó a cabo en el equipo de impermeabilidad dinámica de las suelas con una exposición continua al agua en movimiento de vaivén por 60 minutos. Posteriormente se deja la probeta a las condiciones ambientales del Laboratorio, con la finalidad de que se elimine el agua absorbida, este proceso se lleva por 24 horas.

Los resultados del ensayo de absorción y desorción de agua y la comparación con la NTP 20345 se muestran en la Tabla 23:

Tabla 23. Resultados del ensayo para la determinación de absorción y desorción de agua (palmilla)

Ensayo	Determinación de absorción y desorción de agua (palmilla)	
Resultados	Especificaciones Técnicas NTP ISO 20345:2017	Cumple la NTP
Absorción de agua (mg/cm ²) = 89.79	Absorción de agua (mg/cm ²) ≥ 70.79	Sí
Desorción de agua (%) = 101.01	Desorción de agua (%) ≥ 80.0	

De los resultados obtenidos en la Tabla 23 comparados con el parámetro referencial del confort (PROY-NMXA-238-SCFI-2009) se encuentran en la Tabla 24:

Tabla 24. Parámetro de confort para la absorción y desorción de agua (palmilla)

Ensayo	Determinación de absorción y desorción de agua (palmilla)	
Resultados	Especificaciones Técnicas	Cumple el PROY-NMXA
Absorción de agua (mg/cm ²) = 89.79	No se tiene parámetro para el comparativo con las mismas unidades.	Sí
Desorción de agua (%) = 101.01	Desorción de agua (%) ≥ 40% (después de 16 horas)	

Después de presentar los resultados obtenidos de laboratorio para la evaluación del confort en su dimensión fisiológica, se muestran en las Tablas 25 y 26, un resumen del cumplimiento con la NTP ISO 20345:2017 y con el PROY-NMXA-238-SCFI-2009 (norma de referencia para evaluar el confort), así verificar el cumplimiento del calzado de seguridad con la norma exigible a nivel nacional y el porcentaje de cumplimiento para el confort biomecánico, después se promedió el

cumplimiento por cada característica para calcular el cumplimiento total en la dimensión fisiológica.

Tabla 25. Resultados del cumplimiento con la NTP 20345:2017 – Dimensión fisiológica

Ensayo	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Permeabilidad a vapor del agua (mg/cm²h).		
Corte	0%	100%
Forro	100%	0%
Coefficiente de vapor de agua del forro (mg/cm²)		
Corte	0%	100%
Forro	100%	0%
Absorción y desorción de agua (palmilla)		
Absorción de agua	100%	0%
Desorción de agua	100%	0%
Promedio general		
Dimensión	% Cumplimiento	% Incumplimiento
NTP ISO 20345:2017	67%	33%

Tabla 26. Resultados del cumplimiento para el Confort Fisiológico (tomando como referencia el PROY-NMXXA-238-SCFI-2009)

Ensayo	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Permeabilidad a vapor del agua (mg/cm²h)		
Corte	0%	100%
Forro	100%	0%
Desorción de agua (palmilla)		
Desorción de agua	100%	0%
Promedio general		
Dimensión	% Cumplimiento	% Incumplimiento
Confort Fisiológico	67%	33%

5.5.2.4 Confort psicológico:

Esta dimensión del confort puede estar relacionado con el confort fisiológico y biomecánico ya que, si no se cumplen con las mínimas condiciones para sentir bienestar, estas pueden llevar a percibir disconfort por parte del usuario. Pero también puede verse influenciado por otros factores como el estado de ánimo, la moda o el ajuste percibido. Para este proyecto, esta dimensión del confort ha sido evaluado según la evaluación de las características de ergonomía de la NTP 20345:2017 para evaluar el cumplimiento en esta dimensión con la norma técnica peruana con los técnicos probadores y, por otro lado, mediante pruebas de uso del calzado según el Método INESCOP 800. Las pruebas fueron comunicadas a los trabajadores del Consorcio Acciona San Martín durante una charla de seguridad y mediante el correo personal de los colaboradores.

Figura 23. *Comunicación de las pruebas a los trabajadores*



Evaluación de las características de ergonomía.

Para el calzado de seguridad utilizado actualmente por los trabajadores, se realizó la evaluación según el formato de las características de ergonomía de la NTP 20345:2017 Punto 5.3.4 (ver Anexo 08) en 02 probadores (técnicos especialistas en

evaluación de calzados de seguridad) realizado el 03 y 06 de junio del 2021 y se obtuvieron los siguientes resultados en la Tabla 27:

Tabla 27. Resultados del cumplimiento de características de ergonomía

Evaluación de las características de ergonomía NTP 20345:2017		
Preguntas	Talla 40	Talla 43
¿Está la superficie interior del calzado libre de rugosidades, zonas cortantes o duras que puedan causar irritación o heridas (comprobando con la mano)?	Sí	Sí
¿Está el calzado libre de elementos que considere que puedan causar daño?	Sí	Sí
¿Pueden ajustarse adecuadamente (en caso sea necesario)?	Sí	Sí
¿Pueden realizarse sin problemas las siguientes tareas?		
Andar	Sí	Sí
Subir escaleras	Sí	Sí
Agacharse con una rodilla en el suelo	Sí	Sí
Cumplimiento NTP ISO 20345:2017	100%	100%

Encuestas de confort del calzado (pruebas de uso).

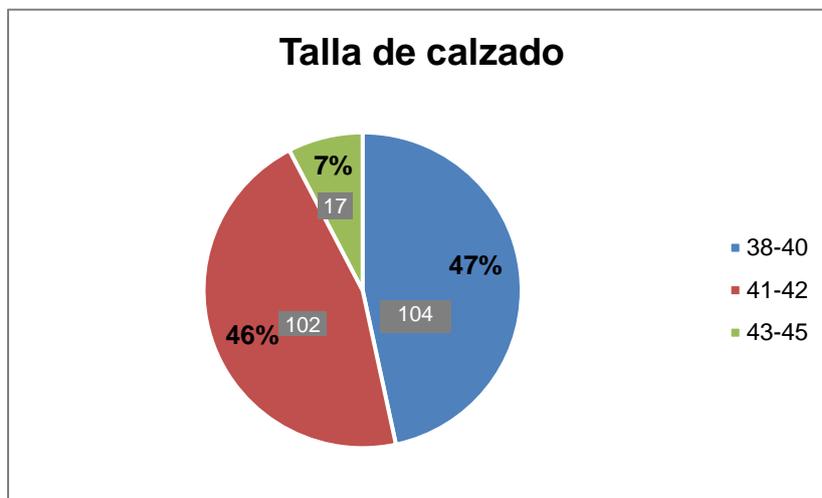
Las encuestas sobre el uso y calce del calzado de seguridad son pruebas desarrolladas para evaluar el confort del calzado según el Método INESCOP 800, y fueron aplicadas sobre los trabajadores considerados dentro de la muestra para la evaluación de las encuestas (durante el periodo del 29 de enero del 2021 hasta el 10 de junio del 2021) y en 03 técnicos probadores (realizado en las fechas del 03 y 06 de junio del 2021).

Para su desarrollo, estas encuestas del confort del calzado de seguridad fueron enviadas mediante correo electrónico adjuntando el link de la encuesta (ver Anexo 4) y una presentación que indica de forma detallada las partes del calzado explicados para los trabajadores (ver Anexo 5), de igual forma se realizó un soporte y seguimiento telefónico ante cualquier duda presentada relacionada con los términos del calzado.

A continuación, se presentan los siguientes resultados generales obtenidos, se recepcionó un total de 434 respuestas de los trabajadores que después de la depuración se redujo a un total de 223, además también se ha considerado las tres respuestas de los técnicos probadores (trabajadores especialistas del CITEccal-Lima que probaron el calzado) para la validación de las encuestas.

Primero se presenta el resultado de la muestra según talla del calzado en la Figura 24:

Figura 24. Talla de calzado de la muestra de trabajadores



- El 47% de la población muestral (104 trabajadores) tiene como talla de calzado entre 38 y 40.
- El 46% de la población muestral (102 trabajadores) tiene como talla de calzado 41 y 42.
- El 7% de la población muestral (17 trabajadores) tiene como talla de calzado entre 43 y 45.

En la Tabla 28 y Tabla 29, muestra la cantidad de trabajadores y técnicos probadores según las tallas del calzado.

Tabla 28. *Número de trabajadores según talla del calzado*

Talla	N° trabajadores	%
38	9	4.0%
39	28	12.6%
40	68	30.5%
41	52	23.3%
42	50	22.4%
43	14	6.3%
44	2	0.9%
Total	223	100%

Tabla 29. *Número de técnicos probadores según talla del calzado*

Talla	N° trabajadores	%
40	2	66.7%
43	1	33.3%
Total	3	100%

En las Tablas 30, 31, 32, 33 y 34 se observan los resultados por preguntas de las encuestas sobre el uso y calce del calzado de seguridad aplicado en los (223) trabajadores de la empresa y en los (03) técnicos probadores del CITEccal Lima.

Tabla 30. Resultados de encuestas para las preguntas generales de uso y calce del calzado de seguridad

Preguntas generales sobre el uso y calce del zapato de seguridad - Trabajadores y probadores					
N° total de trabajadores		223		N° total de probadores	
				3*	
Pregunta 1	¿Como siente el peso del zapato?				
	Adecuado	Ligero	Pesado		
N° trabajadores	192	18	13		
N° probadores	1	1	1		
Pregunta 2	Le cuesta colocarse el zapato derecho y/o izquierdo				
	Derecho	Izquierdo	Ambos		
N° trabajadores	4	7	13		
N° probadores	0	0	0		
Pregunta 3	Como encontró el calce o ajuste del zapato en la primera puesta				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
N° trabajadores	42	119	51	10	1
N° probadores	0	2	1	0	0
Pregunta 4	Sobre la longitud del zapato, este es:				
	Corto	Adecuada	Largo		
N° trabajadores	11	202	10		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 5	La altura y posición de la lengüeta es:				
	Corto	Adecuada	Largo		
N° trabajadores	15	201	7		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 6	El ancho de la puntera del zapato es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	12	204	7		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 7	La altura de la puntera del zapato para el dedo gordo y meñique es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	19	201	3		
N° probadores	1	1	1		
Pregunta 8	El perímetro del calzado en la zona del metatarso es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	24	196	3		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 9	El perímetro de medio empeine es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	22	199	2		
N° probadores	1	2	0		
Pregunta 10	La altura de la parte trasera del corte es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	12	208	3		
N° probadores	0	2	1		
Pregunta 11	El acolchado del hueco trasero del zapato es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	32	191	0		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 12	El ancho en la zona del talón es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	7	214	2		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 13	La altura en los cuartos traseros es:				
	Insuficiente	Adecuada	Excesiva		
N° trabajadores	12	210	1		
N° probadores	0	3	0		
Pregunta 14	¿ Tiene facilidad para quitarse el zapato? (Tendencia a descalzar)				
	SI	NO			
N° trabajadores	195	28			
N° probadores	0	3			
Pregunta 15	¿Qué ocurrió con el calce (o ajuste) del zapato después del uso?				
	Se mantiene	Mejora	Empeora		
N° trabajadores	131	58	34		
N° probadores	3	0	0		

Tabla 31. Resultados de encuestas para las preguntas sobre el empeine y forro interior del calzado de seguridad

Preguntas sobre el empeine y forro interior					
Pregunta 1	Cómo siente el empeine				
	Muy blando	Blando	Ligeramente rígido	Rígido	Demasiado rígido
N° trabajadores	11	114	73	22	3
N° probadores	0	2	1	0	0
Pregunta 2	Sobre el FORRO interior del calzado, este es:				
	Adecuado	Algo resbaladizo	Áspero	Ligeramente áspero	Resbaladizo
N° trabajadores	138	35	19	26	5
N° probadores	1	2	0	0	0
Pregunta 3	Sobre la PLANTILLA del calzado, esta es:				
	Adecuada	Algo resbaladiza	Áspera	Ligeramente áspera	Resbaladiza
N° trabajadores	134	29	19	26	15
N° probadores	1	2	0	0	0

Tabla 32. Resultados de encuestas para las preguntas la parte interna del calzado de seguridad

Parte interna del calzado de seguridad (suela y acolchado)					
Pregunta 1	¿Cómo es el apoyo de la planta (suela) ?				
	Demasiado quiebre	Poco quiebre	Quiebre adecuado		
N° trabajadores	2	43	178		
N° probadores	1	0	2		
Pregunta 2	Sobre la flexibilidad de la suela, esta es:				
	Adecuada	Demasiado flexible	Demasiado rígida	Ligeramente rígida	
N° trabajadores	172	2	7	42	
N° probadores	1	0	0	2	
Pregunta 3	Sobre la dureza de la suela, esta es:				
	Adecuada	Demasiado blanda	Demasiado dura	Dura	
N° trabajadores	184	8	4	27	
N° probadores	2	0	0	1	
Pregunta 4	Sobre el resbalamiento de la suela, esta es:				
	Agarre adecuado	Algo resbaladiza	Resbaladiza		
N° trabajadores	172	43	8		
N° probadores	3	0	0		
Pregunta 5	El acolchado en la zona del talón es:				
	Aceptable	Bueno	Malo	Muy bueno	Muy malo
N° trabajadores	135	50	19	8	11
N° probadores	2	1	0	0	0
Pregunta 6	El acolchado en la zona delantera es:				
	Aceptable	Bueno	Malo	Muy bueno	Muy malo
N° trabajadores	126	49	30	7	11
N° probadores	1	0	2	0	0
Pregunta 7	Al caminar por el exterior, el calzado al ir por irregularidades del terreno, es:				
	Aceptable	Bueno	Malo	Muy bueno	Muy malo
N° trabajadores	136	61	18	6	2
N° probadores	2	1	0	0	0
Pregunta 8	¿Cómo es el cierre del calzado?				
	Bueno	Malo	Muy malo		
N° trabajadores	195	25	3		
N° probadores	3	0	0		
Pregunta 9	¿Cómo es la sujeción del pie al cerrarlo?				
	Adecuado	Apretado	Suelto		
N° trabajadores	199	14	10		
N° probadores	3	0	0		

Tabla 33. Resultados de encuestas para las preguntas de valoración final del calzado de seguridad

Gestión del sudor y valoración final					
Pregunta 1	La temperatura interna del calzado de seguridad es:				
	Adecuado	Caliente	Demasiado caliente	Frío	Muy frío
Nº trabajadores	110	12	1	62	38
Nº probadores	3	0	0	0	0
Pregunta 2	La humedad en el interior del calzado es:				
	Húmedo	Mojado	Seco		
Nº trabajadores	117	17	89		
Nº probadores	0	0	3		
Pregunta 3	En relación al olor				
	Huele mucho	Huele poco	Más olor que con su calzado habitual	Menos olor que con su calzado habitual	No huele
Nº trabajadores	10	98	15	4	96
Nº probadores	0	0	0	0	3
Pregunta 4	Lo compraría o lo aceptaría como modelo de un zapato de seguridad				
	No	Sí			
Nº trabajadores	57	166			
Nº probadores	2	1			

Tabla 34. Valoración global del calzado de seguridad del 1 al 10

Pregunta 5	Valoración global del calzado de seguridad (del 1 al 10)				
	1 (Muy malo)	2**	3***	4****	5*****
Nº trabajadores	2	2	4	11	20
Nº probadores	0	0	0	0	1
Total	2	2	4	11	21

Pregunta 5	Valoración global del calzado de seguridad (del 1 al 10)				
	6*****	7*****	8*****	9*****	10 (Muy bueno)
Nº trabajadores	26	40	58	35	25
Nº probadores	1	1	0	0	0
Total	27	41	58	35	25

Además, se indican los comentarios positivos y negativos más relevantes de la encuesta de prueba de uso obtenidas por parte de los trabajadores, como parte de la evaluación del confort psicológico (ver Anexo 6).

Para el caso de los comentarios finales dentro de la encuesta, se indica lo siguiente:

- El 16.1% de la población muestral trabajadora brindó comentarios con aspectos positivos (conformidad) para el calzado (36 comentarios positivos).

- El 28.3% de la población muestral trabajadora brindó comentarios con aspectos negativos (oportunidades de mejora) para el calzado (63 comentarios negativos).
- El 55.6% restante de la población muestral trabajadora no brindó comentarios ni a favor ni en contra del calzado, sin comentarios relevantes para el estudio (223 sin comentarios).

Resultados generales de las encuestas para el confort psicológico:

Para cada pregunta de la encuesta se realizó una ponderación con el porcentaje (%) de usuarios satisfechos (el calzado cumple con sus expectativas) y el porcentaje (%) de usuarios insatisfechos (el calzado no cumple con las características indicadas), tanto para los trabajadores y para validación también se presenta los porcentajes obtenidos por los técnicos probadores, se considera satisfecho cuando elige una respuesta positiva para el calzado, por ejemplo en la pregunta 4 de gestión del sudor y valoración final, si responde que lo acepta como modelo de calzado de seguridad, está satisfecho y lo contrario se consideró como no satisfecho, estas consideraciones se especifican en los siguientes cuadros. En general, se obtuvo como resultados sobre el confort psicológico lo indicado en la Tabla 35 y la validación realizada con los técnicos probadores del CITEccal-Lima en la Tabla 36:

Tabla 35. Resultados del cumplimiento en el confort psicológico - trabajadores

Nº pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Sobre el uso y calce		
Pregunta 1	Adecuado	Ligero, pesado
	86%	14%
Pregunta 2	Ninguno	Derecho, izquierdo, ambos
	89%	11%
Pregunta 3	Muy bueno, bueno	Regular, malo, muy malo
	72%	28%
Pregunta 4	Adecuado	Corto, largo
	91%	9%

N° pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Pregunta 5	Adecuado	Corto, largo
	90%	10%
Pregunta 6	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	91%	9%
Pregunta 7	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	90%	10%
Pregunta 8	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	88%	12%
Pregunta 9	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	89%	11%
Pregunta 10	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	93%	7%
Pregunta 11	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	86%	14%
Pregunta 12	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	96%	4%
Pregunta 13	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	94%	6%
Pregunta 14	Sí	No
	87%	13%
Pregunta 15	Se mantiene, mejora	Empeora
	85%	15%
Sobre el empeine y forro interior		
Pregunta 1	Blando, ligeramente rígido	Muy blando, rígido, demasiado rígido
	84%	16%
Pregunta 2	Adecuado	Áspero, ligeramente áspero, resbaladizo, algo resbaladizo
	62%	38%
Pregunta 3	Adecuado	Áspero, ligeramente áspero, resbaladizo, algo resbaladizo
	60%	40%
Parte interna del calzado de seguridad		
Pregunta 1	Quiebre adecuado	Poco quiebre, demasiado quiebre
	80%	20%
Pregunta 2	Quiebre adecuado	Poco quiebre, demasiado quiebre
	96%	4%
Pregunta 3	Adecuada	Demasiado blanda, demasiado dura, dura
	83%	17%

N° pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Pregunta 4	Agarre adecuado	Algo resbaladiza, resbaladiza
	77%	23%
Pregunta 5	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	87%	13%
Pregunta 6	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	82%	18%
Pregunta 7	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	91%	9%
Pregunta 8	Bueno	Malo, muy malo
	87%	13%
Pregunta 9	Adecuado	Apretado, suelto
	89%	11%
Gestión del sudor y valoración final		
Pregunta 1	Adecuado	Caliente, demasiado caliente, frío, muy frío
	49%	51%
Pregunta 2	Seco	Húmedo, mojado
	40%	60%
Pregunta 3	No huele, huele poco, menos olor	Más olor, huele mucho
	45%	55%
Pregunta 4	Sí	No
	74%	26%
Pregunta 5	Puntuación del 6 al 10	Puntuación del 1 al 5
	83%	17%
Promedio general - Trabajadores		
Dimensión	% Cumplimiento	% Incumplimiento
CONFORT PSICOLÓGICO	81%	19%

Tabla 36. Resultados del cumplimiento en el confort psicológico – probadores (validación)

N° pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Sobre el uso y calce		
Pregunta 1	Adecuado	Ligero, pesado
	33%	67%

N° pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Pregunta 2	Ninguno	Derecho, izquierdo, ambos
	100%	0%
Pregunta 3	Muy bueno, bueno	Regular, malo, muy malo
	67%	33%
Pregunta 4	Adecuado	Corto, largo
	100%	0%
Pregunta 5	Adecuado	Corto, largo
	100%	0%
Pregunta 6	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	100%	0%
Pregunta 7	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	33%	67%
Pregunta 8	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	100%	0%
Pregunta 9	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	67%	33%
Pregunta 10	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	67%	33%
Pregunta 11	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	100%	0%
Pregunta 12	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	100%	0%
Pregunta 13	Adecuada	Insuficiente, excesiva
	100%	0%
Pregunta 14	Sí	No
	0%	100%
Pregunta 15	Se mantiene, mejora	Empeora
	100%	0%
Sobre el empeine y forro interior		
Pregunta 1	Blando, ligeramente rígido	Muy blando, rígido, demasiado rígido
	100%	0%
Pregunta 2	Adecuado	Áspero, ligeramente áspero, resbaladizo, algo resbaladizo
	33%	67%
Pregunta 3	Adecuado	Áspero, ligeramente áspero, resbaladizo, algo resbaladizo
	33%	67%

Nº pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Parte interna del calzado de seguridad		
Pregunta 1	Quiebre adecuado	Poco quiebre, demasiado quiebre
	67%	33%
Pregunta 2	Quiebre adecuado	Poco quiebre, demasiado quiebre
	100%	0%
Pregunta 3	Adecuada	Demasiado blanda, demasiado dura, dura
	67%	33%
Pregunta 4	Agarre adecuado	Algo resbaladiza, resbaladiza
	100%	0%
Pregunta 5	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	100%	0%
Pregunta 6	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	33%	67%
Pregunta 7	Aceptable, bueno, muy bueno	Malo, muy malo
	100%	0%
Pregunta 8	Bueno	Malo, muy malo
	100%	0%
Pregunta 9	Adecuado	Apretado, suelto
	100%	0%
Gestión del sudor y valoración final		
Pregunta 1	Adecuado	Caliente, demasiado caliente, frío, muy frío
	100%	0%
Pregunta 2	Seco	Húmedo, mojado
	100%	0%
Pregunta 3	No huele, huele poco, menos olor	Más olor, huele mucho
	100%	0%
Pregunta 4	Sí	No
	33%	67%
Pregunta 5	Puntuación del 6 al 10	Del 1 al 5
	33%	67%

Nº pregunta	% Satisfechos	% Insatisfechos
Promedio general - Trabajadores		
Dimensión	% Cumplimiento	% Incumplimiento
CONFORT PSICOLÓGICO (validación)	77%	23%

5.5.2.5 Confort Global:

Como resultados de las tres (03) dimensiones del confort evaluadas descritas anteriormente, en resumen:

- Respecto a la verificación del cumplimiento del calzado de seguridad con la NTP 20345:2017 tenemos para cada dimensión lo indicado en la Tabla 37:

Tabla 37. Resultados del cumplimiento del calzado de seguridad con la NTP 20345:2017 y NTP 227

	Dimensiones	% Cumplimiento	% Incumplimiento
NTP 20345:2017	Dimensión biomecánica.	100%	0%
	Dimensión fisiológica.	67%	33%
	Dimensión psicológica.	100%	0%

Comparando con la NTP, el calzado de seguridad cumple en las variables evaluadas para el confort biomecánico y psicológico en un 100% y en las del confort fisiológico en un 67%.

- Respecto a la verificación del cumplimiento del calzado de seguridad con los parámetros definidos para el confort biomecánico y fisiológico según el PROY-NMXA-238-SCFI-2009 y para el confort psicológico según el Método INESCOP 800 se obtuvo lo siguiente en la Tabla 38:

Tabla 38. Resultados del cumplimiento del confort global para el calzado de seguridad

CONFORT GLOBAL	Dimensiones	% Cumplimiento	% Incumplimiento
	Confort biomecánico	67%	33%
	Confort fisiológico	67%	33%
	Confort psicológico	81%	19%
	Confort psicológico	77%	23%

El calzado de seguridad actual ofrece un cumplimiento de más del 50% en cada una de las dimensiones del confort evaluadas. Sin embargo, es importante tomar en consideración las oportunidades de mejora identificadas en este calzado que podrían significar un factor de riesgo para el pie de un trabajador diabético, lo cual no ofrecería el confort requerido para ellos.

5.5.3 Medición antropométrica del pie en la muestra seleccionada:

Para la medición antropométrica o antropodométrica, se seleccionaron 13 trabajadores voluntarios de la empresa seleccionada, residentes en Lima, comprometiéndose a cumplir los protocolos de bioseguridad del CITEccal-Lima. Todos firmaron una carta de consentimiento informado sobre la aplicación del procedimiento que se encuentran detallados en el Anexo 09. Un técnico especialista del CITEccal-Lima realizó la medición del pie en los trabajadores (durante el periodo del 14 al 18 de mayo del 2021 se midieron once personas y el 08 de febrero del 2022 se midieron dos adicionales), el instrumento utilizado fue el escáner Volumental Retail Scanner que captura de datos del pie en 3D impulsado por IA (Inteligencia Artificial) y la base de datos de Volumental como se observa en la Figura 25.

Figura 25. Imagen mostrada por el escáner



Nota. Adaptado de la página de my.volumental.com.

El escáner mediante un dispositivo externo (tableta) muestra la imagen de los pies referenciales junto a la talla y las medidas. Se realizó aproximadamente tres (03) mediciones para cada trabajador como se observa en la Figura 26.

Figura 26. Escáner para la medición del pie



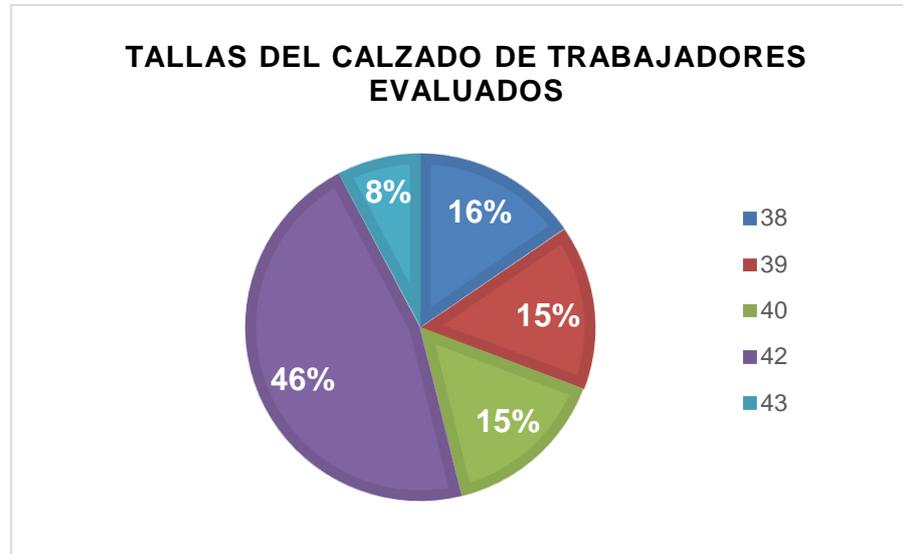
Nota. Adaptado de la página de my.volumental.com.

Se obtuvieron un total de 41 mediciones en 13 trabajadores, realizadas en horario de la tarde ya que el pie tiende a dilatarse durante el día, todas las medidas del pie fueron exportados en el Excel y los datos más relevantes en la muestra fueron:

- Edad de los trabajadores entre 24 y 56 años.
- Peso referencial entre 54 kg y 85 kg, talla referencial entre 1.52 m y 1.76 m.

- Talla del calzado (EU) entre 38 y 43 (ver Figura 27).

Figura 27. Tallas según trabajadores evaluados en la medición



- De los 13 trabajadores, 6 evaluados tenían como talla del calzado el número 42 como se observa en la Tabla 39.

Tabla 39. Distribución de tallas y N° de trabajadores

Talla del calzado	N° Trabajadores	%
38	2	15%
39	2	15%
40	2	15%
42	6	46%
43	1	8%

Se calcula los percentiles 5, 50 y 95 en las mediciones de los trabajadores y los resultados fueron los indicados en la Tabla 40:

Tabla 40. Resultados de las medidas antropométricas del pie en los trabajadores

ID	Descripción	Media (mm)	Desv. Estánd. (mm)	Percentiles (mm)		
				P5	P50	P95
1	Talla izquierda	40,54	1,73	37,69	40,54	43,39
2	Talla derecha	40,59	1,76	37,69	40,59	43,48
3	Longitud pie izquierdo	256,06	12,18	236,02	256,06	276,10
4	Longitud pie derecho	256,47	11,87	236,94	256,47	276,01
5	Altura del antepie izquierdo	45,17	23,56	6,41	45,17	83,94
6	Altura del antepie derecho	44,01	24,48	3,74	44,01	84,28
7	Altura del arco izquierdo	12,62	2,26	8,91	12,62	16,33
8	Altura del arco derecho	13,04	2,62	8,72	13,04	17,36
9	Perímetro del empeine izquierdo	58,98	19,21	27,38	58,98	90,58
10	Perímetro del empeine derecho	58,71	19,58	26,50	58,71	90,91
11	Ancho del metatarso izquierdo	97,18	14,60	73,15	97,18	121,20
12	Ancho del metatarso derecho	96,62	15,21	71,59	96,62	121,65
13	Ancho del talón izquierdo	71,93	2,54	67,75	71,93	76,12
14	Ancho del talón derecho	71,84	2,64	67,50	71,84	76,19
15	Longitud del metatarso- talón izquierdo	192,87	28,08	146,69	184,46	239,06
16	Longitud del metatarso- talón derecho	194,39	28,41	147,65	187,56	241,12
17	Circunferencia del metatarso izquierdo	258,56	8,72	244,21	258,56	272,90
18	Circunferencia del metatarso derecho	257,99	10,19	241,23	257,99	274,75
19	Circunferencia del empeine izquierdo	259,26	16,82	231,60	259,26	286,93
20	Circunferencia del empeine derecho	260,40	15,23	235,34	260,40	285,46
21	Circunferencia del tobillo izquierdo	249,96	40,42	183,47	249,96	316,44
22	Circunferencia del tobillo derecho	254,61	39,62	189,44	254,61	319,78
23	Circunferencia del talón corto izquierdo	303,03	113,71	115,97	303,03	490,09
24	Circunferencia del talón corto derecho	302,76	114,02	115,19	302,76	490,32

De todos los datos obtenidos por el escáner, también se obtuvo una relación entre todas las medidas de la longitud del pie y sus tallas (ordenándolos de menor a mayor), de cada medición se deberá considera la mayor longitud para cada talla para la elaboración de las hormas respectivas para la fabricación del calzado de seguridad en forma masiva. De los 13 trabajadores que participaron en la medición antropométrica se realizaron de 3 a 4 mediciones de los pies con el escáner, obteniendo las siguientes medidas en la Tabla 41:

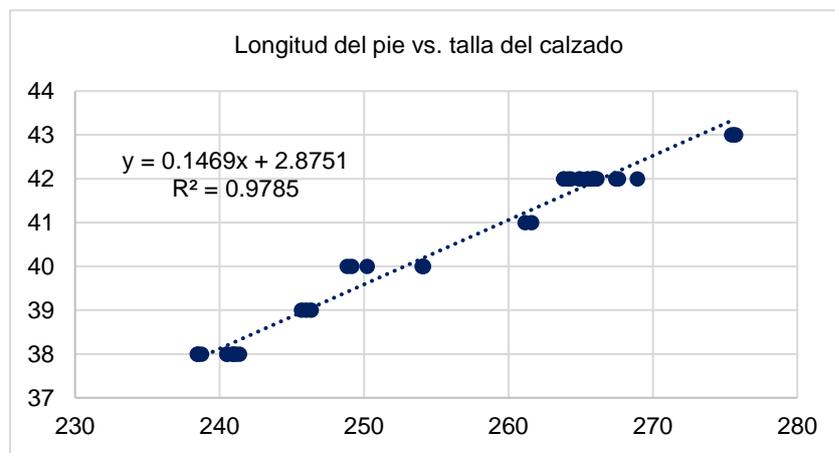
Tabla 41. Resultados de las medidas de la longitud del pie y la talla

N°	Longitud del pie (menor a mayor)	Talla (EU)
1	238.46874	38
2	238.518	38
3	238.7529	38
4	241.39121	38
5	241.11053	38
6	240.90312	38
7	240.51392	38
8	240.99576	38
9	240.52949	38
10	245.68036	39
11	246.01144	39
12	246.36407	39
13	254.04763	40
14	254.11263	40
15	254.13322	40
16	248.85422	40
17	249.17151	40
18	250.21967	40
19	261.61093	41
20	261.16064	41
21	268.94659	42
22	267.62667	42
23	267.445	42
24	266.05615	42
25	264.94846	42
26	264.92083	42
27	265.83177	42
28	266.14428	42

N°	Longitud del pie (menor a mayor)	Talla (EU)
29	265.88193	42
30	265.48672	42
31	265.47909	42
32	265.95765	42
33	264.32765	42
34	264.14904	42
35	263.83597	42
36	263.85003	42
37	265.94681	42
38	265.82608	42
39	275.732	43
40	275.4721	43
41	275.6277	43

La gráfica y la relación de la dispersión (R) obtenida con los datos de la Tabla 41 es la siguiente que se observa en la Figura 28:

Figura 28. Relación entre longitud del pie y la talla del calzado



Se puede observar aquí la relación entre la longitud del pie y la talla del calzado de la población muestral trabajadora tiene un $R^2=0.9785$.

En base a la información obtenida se comparó una horma talla 40 proporcionada por el fabricante del calzado para evaluar si es la más adecuada y se ajusta con las medidas obtenidas con las mediciones realizadas a dos trabajadores de talla 40 y lo obtenido en el percentil 50 que correspondería también a una talla 40 (ver Tabla 42).

Tabla 42. Resultados de las medidas antropométricas del pie en los trabajadores

ID	Descripción	Talla 40 (horma)	Talla 40 (trabajador 1)	Talla 40 (trabajador 2)	Talla 40 (P50)	Comparación
1	Talla izquierda	40.0	40.0	40.0	40.0	Corresponden a 2 evaluaciones realizadas por el escáner de la misma talla
2	Talla derecha	40.0	40.0	40.0	40.0	
3	Longitud pie izquierdo	266.0	254.1	249.0	256.06	La horma se ajusta a la longitud del pie izquierdo
4	Longitud pie derecho	266.0	251.7	250.2	256.47	La horma se ajusta a la longitud del pie derecho
5	Perímetro del empeine izquierdo	55.6	66.5	63.6	58.98	Debe ampliarse la medida del empeine de la horma en 10.9 mm
6	Perímetro del empeine derecho	56.8	68.4	63.6	58.71	Debe ampliarse la medida del empeine de la horma en 11.8 mm
7	Ancho del metatarso izquierdo	100.4	101.6	100.7	97.18	Debería ampliarse el ancho del metatarso de la horma 1.3mm
8	Ancho del talón izquierdo	59.8	74.5	67.4	71.93	Debería ampliarse el ancho del talón izquierdo de la horma 14.8mm
9	Ancho del talón derecho	61.1	74.2	68.8	71.84	Debería ampliarse el ancho del talón derecho de la horma 13.2mm
10	Longitud del metatarso-talón izquierdo	175.2	166.0	-	184.46	Debería ampliarse la longitud del metatarso-talón izquierdo de la horma en 9.26mm
11	Longitud del metatarso-talón derecho	174.7	178.5	-	187.56	Debería ampliarse la longitud del metatarso-talón izquierdo de la horma en 12.86mm
12	Circunferencia del metatarso izquierdo	269.7	255.4	251.7	258.56	La horma se ajusta a la circunferencia del metatarso izquierdo
13	Circunferencia del metatarso derecho	276.5	254.6	253.9	257.99	La horma se ajusta a la circunferencia del metatarso derecho

Después de obtener las medidas antropométricas del pie con el escáner digital, se procede a fabricar las hormas. En las siguientes imágenes se presentan las hormas

(derecha e izquierda) digitalizadas por el CITEccal-Lima basados en las hormas de un calzado de seguridad proporcionado por el fabricante del calzado (Industrias Manrique) que fueron escaneadas con el programa de 3D NextEngine (ver Figura 29 y 30), luego para la modificación de la horma del fabricante se obtuvieron las superficies con el programa Shoemaker de AutoDesk, modificando las medidas de la horma a las obtenidas previamente para la Talla 40 (ver Figura 31 y 32) y según la Tabla 42:

Figura 29. *Horma escaneada con el programa NextEngine*

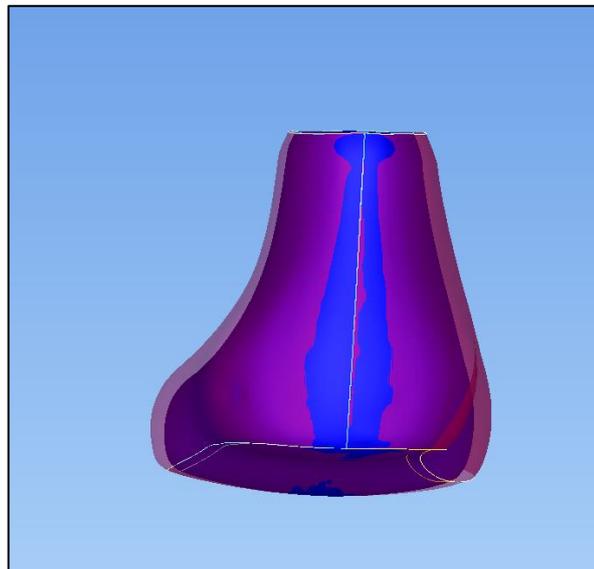
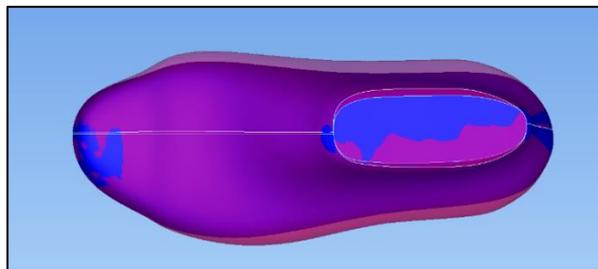


Figura 30. *Horma escaneada con el programa NextEngine – vista lateral*

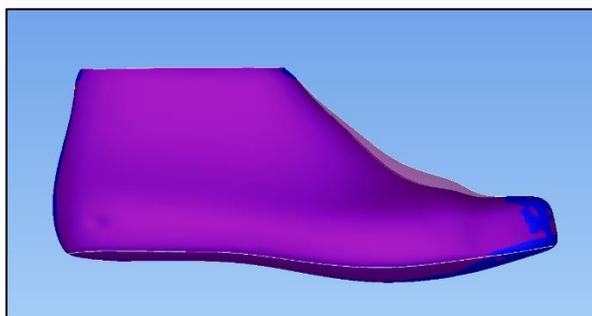


Figura 31. *Digitalización final de la horma derecha*

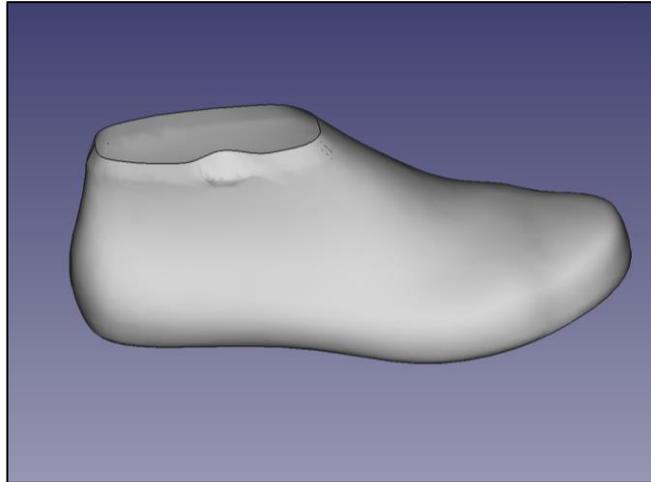
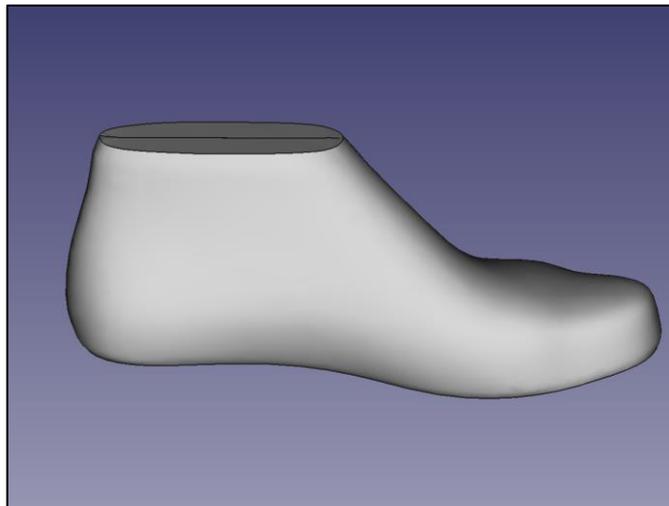


Figura 32. *Digitalización final de la horma izquierda*



Terminado los ajustes a la horma en la digitalización, las hormas fueron impresas en 3D con el programa Makerbot Print (ver Figura 33), estas hormas serán utilizadas para la fabricación final del prototipo del calzado de seguridad por el fabricante:

Figura 33. *Horma impresa en 3D del calzado de seguridad*



5.5.4 Determinación de los factores de riesgo asociados con el pie diabético en el calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción y características a considerar en la propuesta

5.5.4.1 Información proporcionada por especialistas a través de las entrevistas.

Se realizó las entrevistas a diferentes especialistas (01 médico general, 01 traumatólogo, 01 podóloga, 01 jefe HSE/ paciente diabético), durante el periodo del 22 de octubre del 2021 y el 20 de setiembre del 2022, según la disponibilidad de los especialistas de manera virtual. Las preguntas para las entrevistas (ver Anexo 12) se realizaron en base al trabajo de la Universidad de San Buenaventura de Cali (Gómez & Gonzales, 2012)³³, se adaptaron según el rol de cada persona entrevistada y a las necesidades de la investigación.

De las entrevistas realizadas se presentan en la Tabla 43, las respuestas más relevantes a tener en cuenta para la propuesta del calzado de seguridad (ver entrevistas completas en Anexo 13):

Tabla 43. Resultados generales de las entrevistas

Médico General	Médico Traumatólogo
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calzado ergonómico. ✓ No ajustado, no pesado ✓ Material transpirable ✓ Material ni muy blando porque podría sentir los golpes, ni muy rígido ✓ Suela entre 1 y 2cm de altura ✓ Altura por encima del tobillo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Además de las características de dureza para brindar protección, debe ser un zapato ancho con medida ergonómica, un cuero tipo elástico. ✓ Plantilla personalizada. ✓ Material externo debe ser duro y por dentro blando. Zapato con doble tapa. ✓ Zapato ventilado, no húmedo y que ceda ante las deformidades como juanete. ✓ Debe proteger la zona de apoyo de metatarsos, el 1er y 5to falange. ✓ Tipo zapatilla, con elevación de taco de 2.5 cm máx.
Podóloga	Especialista en seguridad/ Paciente diabético
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Material que permite la ventilación del pie, cuero con un buen curtido. ✓ Plantilla removible, de material EVA. ✓ Calzado tipo agujeta o con pegapega. ✓ Un calzado para diabéticos generalmente se recomienda que no pase la altura de los tobillos. ✓ La puntera metálica debe ser reemplazada por otro material. ✓ No debe ser muy pesado el calzado para que el usuario no realice mucho esfuerzo al caminar. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calzado acolchado tipo zapatilla que ofrezca protección en la punta, plantilla anti perforante, ligero y que cumpla con las propiedades de seguridad. ✓ Punta de composite o baquelita. ✓ Ligeramente ancho en la punta, empeine elevado. ✓ Zapato con agujetas permitirá ajustarlo en forma y medida de los pies. ✓ Zapato de caña alta o media.

5.5.4.2 Búsqueda bibliográfica

Los resultados sobre la búsqueda bibliográfica a tener en cuenta en el calzado de seguridad fueron las siguientes:

Según Viswanathan V. y otros (2004), se destaca el uso de un calzado terapéutico junto con la reducción de las presiones plantares, por lo siguiente:

- Uso de materiales de plantilla suave, amortiguadores y calzado correctamente diseñado en pacientes diabéticos. Los materiales y el estilo del calzado deben ser capaces de reducir la presión en las regiones de alta presión.
- El poliuretano, EVA y los MCR son materiales relativamente livianos, absorbe los impactos, son flexibles y muy duraderos.

Según Silva A. y otros (2016), las características propuestas del calzado para personas con DM son las siguientes:

- Interior del calzado o plantilla sin costuras, elementos de abultamientos o huecos.
- Suela: Con costuras pegadas a la planta.
- Permeabilidad al vapor del agua (corte y forro) mínimo 0.8 mg/cm²h, suavidad en el conjunto corte-forro 2.5mm, rigidez mecánica N/m 35,000 mínimo y 75,000 máximo, probadas con y sin las platillas de compensación. La absorción de la energía 0.9-1.8 J.
- Resistencia a la fricción 0.2 min en piso seco y 0.10 min en piso mojado.
- Sin partes metálicas y componentes rígidos punzocortantes en el interior del calzado.
- La masa no debe superar los 500 gramos por pie incluyendo plantillas y agujetas, con una diferencia entre ambos calzados derecho e izquierdo no mayor a 50gr.

- Resistencia a la flexión de zapato completo a 45° de máximo 15N, aislamiento al frío (descenso de temperatura) 10°C, aislamiento del calor (incremento de temperatura) máximo de 22°C.

Según Netten J. y otros (2018), las características que debe tener un calzado de para diabéticos son las siguientes (ver Figura 34):

- Longitud interior: De 1 a 2 cm más larga que la longitud del pie medida desde el talón hasta el dedo más largo de pie.
- Profundidad: Los dedos de los pies deben acomodarse para que se muevan libremente sin causar presión en la parte medial, lateral o dorsal.
- Ancho: Debe ser igual al ancho de todas las partes del pie, la parte superior podría ser ligeramente ancha, la relación entre el antepié y el retropié es importante, ya que acomodar un antepié ancho puede resultar en que el talón termine siendo demasiado ancho.
- Altura: Puede ser baja, hasta los tobillos o alta. Un calzado alto proporciona más firmeza, estabilidad y reduce el movimiento de la articulación. El calzado de caña alta contribuye a la reducción de la presión del antepié.
- Plantilla: La plantilla moldeada extraíble puede ser prefabricada, ajustada o hecha a medida. La función principal de la plantilla es la redistribución de la presión. Esto se logra a través del principio de aumentar el área de contacto entre el pie y la plantilla, además de la adición de elementos correctores en la plantilla. Debe ser amortiguadora, suave pero lo suficientemente resistente y se deben utilizar materiales no resbaladizos.

Del segundo antecedente en el presente trabajo de investigación (Viswanathan, y otros, 2004), los materiales utilizados en los tres modelos de calzado que redujeron la presión fue para el grupo 1 MCR (caucho micro celular) de 10 mm para la plantilla y una suela exterior de caucho de 8 mm ; para el grupo 2, espuma de

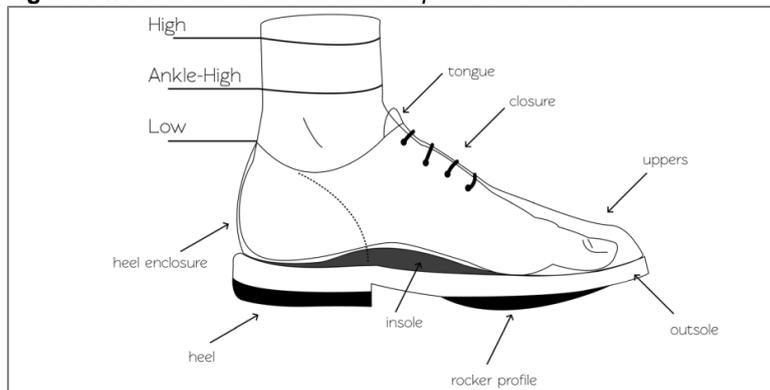
poliuretano de 5 mm para la plantilla, MCR de 5 mm para la entresuela y EVA de 10 mm para la suela exterior ; para el grupo 3, espuma de poliuretano de 6 mm como plantilla, EVA de 10 mm en la suela exterior y caucho de 6 mm como entresuela.

- Suela: Las suelas de goma son mejor, aunque el caucho, plástico y cuero se pueden usar en la construcción de suelas para calzado. Las suelas pueden ser flexibles, endurecidas o rígidas. El zapato no debe ser más flexible que el pie, o la fricción entre el pie y el zapato se presentarán durante el impulso.
- Protección del talón: Se recomienda un talón cerrado y ajustado adecuadamente, como el calzado con la parte posterior abierta o un refuerzo del talón que sea demasiado ancho puede provocar lesiones y, por lo general, requiere que una persona se rasque los dedos de los pies para mantenerlos puestos.
- Elevación del talón: La elevación del talón (o la diferencia entre el talón y el antepié o el paso) debe ser generalmente de 1,5 a 2 cm y no debe exceder los 3 cm.
- Cierre: Se necesita un cierre adecuado para evitar que el pie se deslice hacia adelante. El cierre debe permitir una fijación segura a largo plazo y ajuste individual. Durante mucho tiempo se ha considerado que los cordones son la opción óptima; sin embargo, las alternativas que son más fáciles de usar sin dejar de cumplir estos criterios también están disponibles, y se continúan desarrollando cierres innovadores.
- Parte superior: La parte superior consiste en el 'cuarto' (parte trasera y parte media del pie) y el 'empeine' (parte delantera del pie y dedos). Las partes superiores deben estar hechas de cuero o combinación de materiales (similar al calzado deportivo), con forro interior liso de un material que no se endurece con el tiempo, con costuras limitadas y preferiblemente sin costuras en el área del empeine ya que reducen la capacidad del cuero para dar. Las partes

superiores deben ser transpirables y duraderas y tener la capacidad de amoldarse a las deformidades del pie sin resultar en zonas de presión. La parte superior puede ser flexible, endurecida o rígida. El área del empeine generalmente debe permanecer flexible para acomodar los dedos de los pies.

- **Puntera:** La parte del zapato que cubre y protege los dedos. Esto debe ser flexible (a menos que se requieran requisitos específicos, por ejemplo, para profesionales de la construcción que requieren lo contrario), y debe adaptarse a la forma de los dedos de los pies, para evitar cualquier roce con los dedos de los pies.

Figura 34. Características del calzado para diabéticos



Nota. Adaptado de Netten J. y otros (2018).

Según Gómez Á. y González L. (2012), el calzado debe tener en consideración:

- **Talón:** No debe sobrepasar los 4 cm de altura, altura de 2 a 3 cm, buena superficie de apoyo para evitar inestabilidad y desplazamiento del control de gravedad del tacón.
- **Puntera del calzado:** Debe ser elevada al igual que su forma; no puede ser recta y que mantenga contacto con el suelo, para evitar caídas.
- **Contrafuerte** fabricado en termoplástico reforzado.
- **Horma:** Acorde con la forma del pie. La puntera debe ser ancha, sin apretar los dedos y debe permitir el normal movimiento de los mismos.
- **Superficies interiores** deben ser lisas y sin costuras para evitar lesiones.

- En su mitad posterior, material menos flexible que sujete bien el talón.
- El calzado no debe apretar el tobillo, ni apretar el pie, debe tener la anchura suficiente.
- Suela: Flexible, antideslizante y debe garantizar buena amortiguación, suela de caucho micro poroso, con material reabsorbente del choque contra el suelo. La suela debe ser resistente a la abrasión, no resbaladiza y ligera. (Globalnet, 2013)

5.5.5 Diseño del calzado de seguridad para el sector construcción considerando el control de atributos y factores de riesgo actuales que condicionan la manifestación clínica de la diabetes

Se realizó el diseño del calzado de seguridad considerando la revisión bibliográfica, información obtenida por los especialistas con los siguientes criterios en su uso:

- Calzado de seguridad masculino.
- Ambientes de bajas temperaturas (zonas frías).
- Ambientes húmedos (lluvias).
- Uso en el sector construcción.
- Debe proteger de los riesgos específicos: pinchazos, caídas de objetos, aplastamientos.
- Cumplir con la NTP ISO 20345:2017

Para las propiedades en la dimensión biomecánica y fisiológica son las indicadas en la Tabla 44, para ofrecer confort:

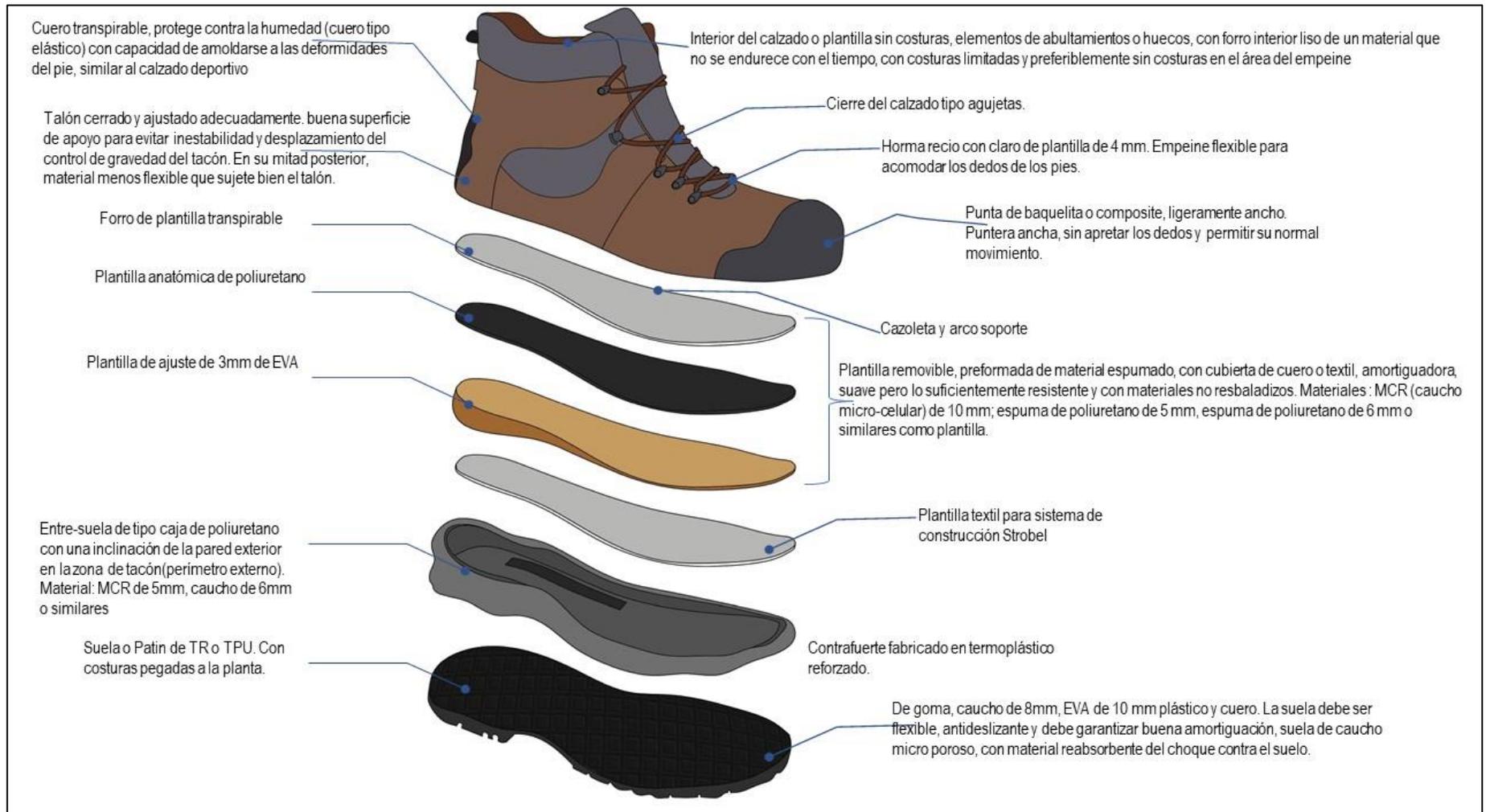
Tabla 44. Valores de confort definidos para el calzado de seguridad para diabéticos.

Dimensiones	Pruebas de Evaluación	Unidad de Medida	Valores de Confort
CONFORT BIOMECÁNICO	Resistencia a la abrasión	ciclos	Resistencia a la abrasión en suelas con densidad menor a 1,0 g/cm ³
	Resistencia a la flexión de la suela	mm en ciclos	0.2 min en piso seco y 0.10 min en piso mojado. Resistencia a la flexión de zapato completo a 45° de máximo 15N,
	Peso	kg	La masa no debe superar los 1000 gramos por pie incluyendo plantillas y agujetas, con una diferencia entre ambos calzados derecho e izquierdo no mayor a 50grs.
	Longitud interna de la puntera.	mm	De 1 a 2 cm más larga que la longitud del pie medida desde el talón hasta el dedo más largo de pie.
CONFORT FISIOLÓGICO	Permeabilidad a vapor del agua (corte y forro - capellada y talón)	mg/cm ² h	Corte y forro: mínimo 0.8(mg/h) /cm ²
CONFORT PSICOLÓGICO	Encuestas de pruebas de uso	%	Satisfacción > 82%

Los valores propuestos para el confort biomecánico y fisiológico de la Tabla 44, en base a la revisión bibliográfica para calzados en personas diabéticas y el PROY-NMXA-238-SCFI-2009, según al lograr un confort en las dimensiones biomecánicas y fisiológicas influenciará también para lograr el confort psicológico (Olaso, 2010) el cual deberá tener una mayor valoración que obtuvo el calzado actual que utilizan los trabajadores (81%).

En la Figura 35 se presenta la propuesta elaborada mediante un programa de dibujo digital con imágenes referenciales de calzados de seguridad, indicando las características y el material requerido para este tipo del calzado.

Figura 35. Diseño del calzado de seguridad para diabéticos



Nota. Diseño de los componentes del prototipo del calzado de seguridad realizado en 2D en el programa AutoCAD de AutoDesk.

5.5.6 Consideraciones para la construcción y validación del prototipo del calzado funcional para el sector construcción con énfasis en el control de factores de riesgo de diabetes

Para la construcción del prototipo del calzado de seguridad prototipo se debe considerar los siguientes materiales principalmente:

- Plantilla anatómica antiperforante, suela y entre-suela de poliuretano (material de baja densidad).
- Plantilla de ajuste de 3mm de EVA.
- Puntera de seguridad de baquelita o composite
- Forro de cuero transpirable y flexible.
- Forro con aplicación de THINSULATE 3M para mantener la temperatura corporal de los pies.
- En la palmilla, reemplazar la cornaza por un textil tejido.

Y en la fabricación del calzado debe tomarse en cuenta los materiales y las consideraciones de diseño del punto 5.5.5, para realizar la validación del prototipo del calzado de seguridad para diabéticos mediante las pruebas de laboratorio para las dimensiones del confort biomecánico, fisiológico y para el confort psicológico, a través de los probadores del CITEccal-Lima.

El resultado final es la elaboración de la ficha técnica del prototipo realizado en conjunto con los especialistas del CITEccal-Lima.

Capítulo VI. Análisis de resultados y contrastación de hipótesis

6.1 Análisis y discusión de los resultados

6.1.1 Riesgo estimado de diabetes en los trabajadores

De los datos generales obtenidos (ver Anexo 03) para calcular el riesgo estimado de diabetes en la población trabajadora, se observa que el mayor porcentaje, 53.8% de personal encuestado (120 trabajadores) son operarios. Son adultos jóvenes, puesto que la edad media es 33.1 ± 6.2 años y el 66.4% (148 trabajadores) tienen una estatura en el intervalo de 1.60m -1.69m, podemos observar que esto concuerda con la altura promedio del poblador peruano (1.65m) según el Dr. Guío chunga (Guío, 2020). También debemos considerar que más de la mitad de los encuestados tienen un estilo de vida saludable puesto que realizan actividad física con frecuencia (el 86.1%) y comen frutas y vegetales (el 79.8%), esto también tiene relación con lo mencionado por la IDF (IDF, 2021) donde indica que el trabajador de zonas rurales posee un estilo de vida más saludable, debido a que no consumen gran cantidad de alimentos procesados y tienen un sedentarismo menor en comparación con los pobladores de las zonas urbanas.

Sobre el IMC, se indica que, del total, un 48.9% (109) de los trabajadores se encuentran con un peso normal, el 46.6% (104) trabajadores se encuentran con sobrepeso, y solo un 4.5% (10) están con obesidad grado I, ninguno se encuentra con obesidad grado II, este resultado puede verse influenciado con el estilo de vida saludable que indican tener. Cabe indicar que, en la empresa constructora, las personas con sobrepeso son observadas en el examen médico (EMO) de ingreso por lo que llevaron un control de peso cada 3 meses, este seguimiento es realizado por el área de salud ocupacional de la empresa contratista y de la empresa minera según sus estándares. Se observa que es importante tanto para la empresa como para los trabajadores mantener un peso saludable en los obreros del régimen de construcción en minería para llevar a cabo sus actividades en campo.

Sobre los resultados obtenidos de la población con riesgo de diabetes en los trabajadores del sector construcción fue menor a la esperada en comparación con los antecedentes internacionales, que referencian una proporción del 2 al 3% de la población trabajadora. Para este caso la población con riesgo de diabetes fue del 0.05%. Este resultado puede estar influenciado con que gran porcentaje de la población, más del 80%, no tiene factores de riesgo para la diabetes, ni un nivel alto de glucosa en la sangre, además no cuentan con antecedentes familiares de diabetes, y llevan un estilo de vida saludable ya mencionado (realizan ejercicio, comen frutas y verduras y llevan un seguimiento por parte del empleador en caso de sobrepeso).

También podemos inferir que este porcentaje ha sido menor del esperado ya que debido a la pandemia del Covid-19, las personas con factores de riesgo con obesidad o diabetes eran observados para ingresar a trabajar a la obra de la empresa de construcción y por tanto limitantes para la contratación. Entonces según la figura 17 del capítulo V, podemos identificar que existe una relación inversamente proporcional entre el número de trabajadores y el riesgo estimado de diabetes.

6.1.2 Determinación de atributos y evaluación del confort del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción.

A partir de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio, se identificó las características, materiales del calzado y se analizó el cumplimiento con la normativa peruana (NTP ISO 20345:2017) y con los parámetros de confort definidos en las tres dimensiones para el calzado de seguridad que fue utilizado por los trabajadores del Consorcio Acciona San Martín (empresa seleccionada) durante la obra de construcción señalada. Para los criterios de confort en la dimensión biomecánica y fisiológica se utilizó los indicados en el Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMXA-238-SCFI-2009 Curtiduría – Calzado para personas con diabetes –

clasificación, especificaciones y métodos de prueba, para evaluar el porcentaje de cumplimiento en estas dos dimensiones. Y para evaluar el confort en la dimensión psicológica, se evaluó el porcentaje de satisfacción que indicaron tener los usuarios con el uso del calzado, tomando este valor como el porcentaje de cumplimiento, calculando de esta manera un porcentaje de cumplimiento en cada dimensión del confort del calzado de seguridad definido previamente.

Confort biomecánico:

En los ensayos realizados para evaluar la dimensión biomecánica, el calzado de seguridad actual cumplió con la NTP ISO 20345:2017 para los ensayos de resistencia a la abrasión en el forro (capellada y talón) y la plantilla, resistencia a la flexión de la suela y longitud interna de la puntera. También cumplió con el parámetro del peso según la norma española NTP 227. En la dimensión biomecánica el calzado de seguridad si cumplió con la normativa exigida con un cumplimiento al 100%.

Respecto al cumplimiento del confort tomando en cuenta las especificaciones del proyecto de norma mexicana PROY-NMXA-238-SCFI-2009, el calzado de seguridad cumplió en el ensayo de resistencia a la flexión de la suela, pero no cumplió en el ensayo de peso, el calzado de seguridad es más pesado que lo exigido hasta en 220g, por lo que, en la propuesta del prototipo, este deberá llevar materiales más livianos y la puntera ser de otro material. En la dimensión biomecánica el calzado no cumplió en la totalidad con los parámetros de confort establecidos y tuvo un cumplimiento al 66.7%.

Debemos considerar que estas pruebas realizadas a nivel biomecánico en el calzado son necesarias para ofrecer confort a un trabajador diabético del sector construcción ya que le otorgará condiciones de seguridad y protección en el pie.

Con los resultados obtenidos se indica que el calzado de seguridad cumple con la normativa exigida a nivel nacional pero no ofrece el confort biomecánico requerido para un trabajador diabético.

Confort fisiológico:

En los ensayos realizados para evaluar la dimensión fisiológica, el calzado de seguridad actual cumplió con la NTP ISO 20345:2017 en los ensayos de permeabilidad al vapor de agua(forro) y en el coeficiente de vapor de agua del forro (forro), no cumplió con estos ensayos en la zona del corte. Aunque sí cumplió en los ensayos de absorción y desorción de agua (palmilla) para la eliminación de agua absorbida. Podemos indicar que en la dimensión fisiológica el calzado de seguridad no cumplió en su totalidad con las especificaciones de la NTP 20345:2017, con un cumplimiento al 67%.

Respecto al cumplimiento del confort fisiológico tomando en cuenta las especificaciones del PROY-NMXA-238-SCFI-2009, el calzado de seguridad cumplió en los ensayos de permeabilidad al vapor de agua (forro) y desorción de agua (palmilla), pero no cumplió en el ensayo de permeabilidad de vapor de agua(corte), esto puede mejorarse con la selección de un cuero de mejor calidad en el forro y la palmilla que permita la transpiración del pie. En la dimensión fisiológica el calzado no cumplió en la totalidad con los parámetros de confort establecidos y tuvo un cumplimiento al 67%.

De los resultados obtenidos se indica que el calzado de seguridad actual no cumplió con totalidad la normativa exigida a nivel nacional y no ofrece el confort fisiológico requerido para un trabajador diabético.

Además de la teoría, podemos indicar que un calzado de seguridad confortable para personas diabéticas debe ofrecer ventilación en el calzado y

también protección frente a la humedad, el cual el calzado actual no ofrece ya que no superó los valores indicados por la NTP ISO 20645:2017 tampoco el del PROY-NMXA-238-SCFI-2009 en el corte para el ensayo de permeabilidad a vapor del agua. A pesar de que en la dimensión fisiológica supera con un cumplimiento mayor al 60% (cumple en un 67%), esto podría ofrecer confort para la población trabajadora en general, pero no para los trabajadores diabéticos debido a los factores de riesgos. Este resultado obtenido puede mejorar cambiando el material utilizado en el corte por otro que ofrezca mayor protección frente a la humedad. Con estos resultados obtenidos se indica que el calzado ofrece confort fisiológico para los trabajadores en general. Sin embargo, no ofrece confort en la dimensión fisiológica para un trabajador diabético del sector construcción.

Confort psicológico:

En esta dimensión, tenemos las pruebas de evaluación de características de ergonomía, esta prueba fue realizada por los probadores técnicos del CITEccal-Lima donde el calzado de seguridad actual cumple al 100% con la NTP ISO 20345:2017.

Como se puede visualizar en la Tabla 27 del capítulo V, el formato de evaluación de características de ergonomía no considera información relevante como el deslizamiento, humedad, calce o la ventilación el calzado por lo que debería incrementarse el número de preguntas en este formato y así poder tener más criterios para evaluar el cumplimiento del calzado de seguridad en base a la norma técnica peruana. También sería recomendable que en otro proyecto de la misma naturaleza se aplique esta encuesta para todos los trabajadores y no solo con los probadores.

Para evaluar el confort en la dimensión psicológica en los trabajadores, se utilizó las encuestas de pruebas de uso según el Método INESCOP 800 y fue validada con las 03 respuestas obtenidas por los técnicos probadores del CITEccal-Lima. Para la realización de esta encuesta también se superó el valor obtenido de la

muestra mínima (175.12) con 223 respuestas válidas de los trabajadores. Se puede indicar que el mayor porcentaje (30.5%) de la población muestral tiene como talla del calzado el número 40, esta talla fue la misma que la seleccionada para la evaluación de la horma.

Los resultados obtenidos en las pruebas de uso por los trabajadores fueron validados por los resultados obtenidos con los técnicos probadores al obtener porcentajes similares.

De los resultados obtenidos en las encuestas y desde la Tabla 29 al 32, podemos indicar que la mayoría de los trabajadores (más del 85%) refiere que el peso, ancho, longitud, calce, perímetro y acolchado fueron adecuados en el calzado de seguridad actual.

De la Tabla 30 sobre el empeine y forro interior existe un 84% que está conforme, y el 16% restante lo siente muy blando o demasiado rígido. Además, sobre el forro y la plantilla está es áspera o resbaladiza para al menos un 22% de los trabajadores encuestados y al menos un 73% lo considera adecuado.

Otros aspectos para destacar de la encuesta de las pruebas de uso del calzado de seguridad actual, es el resbalamiento de la suela, un 23% indicó que esta es resbaladiza. Sin embargo, debemos indicar que esto puede ser influenciado por las condiciones climáticas y zonas de trabajo en la obra, ya que la zona es lluviosa y no se cuenta con sistemas de filtración en la unidad minera.

De la Tabla 31 respecto al acolchado, el cierre y la dureza fue aceptable para al menos un 80% de los trabajadores encuestados.

De la Tabla 32 sobre la temperatura interna del calzado, al menos un 51% consideró que el calzado es húmedo y frío, el cual podrían considerarse como factores de riesgo en el calzado para un trabajador diabético. Ya que el pie diabético

debe permanecer seco en el interior del calzado y evitar la humedad que origina la ruptura de la epidermis. Por lo que deberá considerarse revisar la tecnología THINSULATE del calzado o la media utilizada por el trabajador debería evaluarse también.

En relación al olor, un 55% indicó no estar satisfecho con el calzado de seguridad (es decir, que huele poco o mucho, o incluso más que con su calzado habitual), por lo que indica que este calzado no ofrece la ventilación adecuada.

Sobre la valoración proporcionada al calzado de seguridad, el 70.8% de la población muestral trabajadora calificó del 7 al 10 (Muy bueno) y un 74.4% lo compraría o aceptaría como uniformidad o modelo de un zapato de seguridad.

De los comentarios realizados en la encuesta podemos resaltar que mencionan que el calzado es húmedo y frío, además que la punta de acero provoca dolor y produce callos, también señalan que la plantilla es muy sintética, delgada y produce sudoración en el pie. Todo ello podría ser un factor de riesgo para los trabajadores diabéticos que trabajan en el sector construcción y utilicen este tipo de calzado. Aunque debe destacarse también que indican que en comparación con los calzados que ofrecen otras empresas constructoras en el mismo rubro este es aceptable por los trabajadores, siempre que el calzado sea una talla más grande, pues esto les permite abrigar mucho mejor sus pies con medias de alpaca, por ejemplo, y evitar que pase el frío a sus pies.

En general, con los resultados obtenidos la dimensión psicológica (Satisfacción del usuario) se indica que el calzado ofrece confort para la población trabajadora en general (obtuvo más del 80% de satisfacción). Sin embargo, para los trabajadores diabéticos este modelo actual no ofrece el confort psicológico necesario para la población diabética debido a la sudoración, dureza y ventilación que indicaron tener en el calzado de seguridad según los comentarios.

Puntos de mejora para la encuesta Método INESCOP 800:

Los **puntos de mejora** que se proponen en la encuesta utilizada para las pruebas de uso según el Método INESCOP 800, para su aplicación en el confort del calzado de seguridad, sería la consideración del tiempo de uso del calzado ya que esto permitirá evaluar si el calzado con el tiempo y el desgaste se siente más o menos confortable para los trabajadores, otro aspecto que podría añadirse al formato de pruebas de uso sería a la comodidad que sienten con el material de la puntera y si la consideran muy pesada o no. Es importante identificar también el tipo de pie que tiene cada trabajador (griego, romano, egipcio) para que sea posible realizar una comparación en las encuestas según el tipo de pie. Otra pregunta para añadir sería cómo sienten la zona interna del calzado, si es que sienten demasiado las costuras, o si detecta alguna zona cortante o punzante.

Confort global:

Después de los resultados y análisis realizado en las tres dimensiones consideradas del confort (biomecánico, fisiológico y psicológico) mediante las pruebas de laboratorios y las encuestas de prueba de uso del calzado, se demuestra que el zapato no es confortable para la población trabajadora con diabetes del sector construcción y población diabética en general. Además de la discusión realizada por cada dimensión del confort, aunque el calzado actual usado ofrece confort para la población en general (cumple en más de un 60.0% en las tres dimensiones), sin embargo, no ofrece confort en los pies para los trabajadores diabéticos debido al material en la zona de corte que no protege de la humedad y no permite la ventilación, la dureza y el peso de la puntera que termina aportando un peso mayor al calzado en su conjunto.

Entonces a nivel global podemos indicar que para los trabajadores diabéticos el modelo actual del calzado no ofrece el confort que necesitan, puesto que posee

características consideradas como factores de riesgo que podría afectar la salud del pie del trabajador.

6.1.3 Medición antropométrica de los pies.

De los resultados obtenidos en el total de trabajadores que se midieron con el escáner (13 personas), podemos indicar que al realizar la fabricación masiva de este calzado por tallas deben considerarse, para abarcar a un 90% de la población, hormas con las medidas indicadas en el Percentil 5 (talla 37), otro con el Percentil 50 (talla 40), y otro con las medidas del percentil 95(talla 43). De preferencia debería realizarse un calzado con las medidas personalizadas para cada persona diabética, sin embargo, esto no siempre es posible por temas de manufactura, diseño de las máquinas, tiempo y costos.

De la tabla 41 en el capítulo V, podemos corroborar la relación directamente proporcional entre la longitud del pie y la talla del calzado, además se indica que tienen una relación lineal con un $R^2=0.9785$.

Para efectos del diseño del prototipo, se ha considerado una horma base talla 40 proporcionada por el fabricante del calzado, este será tomado como referencia por el CITEccal-Lima para la fabricación del prototipo. Se seleccionó esta talla para que coincida con la talla de uno de los técnicos probadores que evaluarán el producto final que se obtendrá y también corresponde a las tallas de evaluación del Percentil 50.

De la Tabla 42 del capítulo V, podemos identificar que la horma se ajusta al pie del trabajador en la longitud, circunferencia del metatarso izquierdo y derecho. En el resto de las medidas no se ajusta a la horma, por lo que se requerirá, ampliar el tamaño de la horma de talla 40 en las partes que se indican. También se presentan las imágenes de la horma digitalizada a partir de la horma proporcionada por el

fabricante, de igual manera de debe modificar las medidas de la horma para que se ajuste a las medidas obtenidas con la antropometría.

6.1.4 Determinación de los factores de riesgo en el calzado de seguridad para trabajadores diabéticos

Según los resultados presentados y el marco teórico, podemos identificar los factores de riesgos en el modelo del calzado de seguridad actual para un trabajador diabético en base a las dimensiones del confort presentados en la Tabla 45:

Tabla 45. Factores de riesgo en el calzado de seguridad actual que afectan al confort del trabajador diabético

Confort Biomecánico	Confort Fisiológico	Confort Psicológico
<ul style="list-style-type: none">▪ Dureza y peso de la punta de acero.▪ Plantilla sintética y delgada.▪ Resbalamiento de la suela.	<ul style="list-style-type: none">▪ Calzado húmedo con baja temperatura interna.▪ Material que produce demasiado sudor.	<ul style="list-style-type: none">▪ Plantilla delgada.▪ Poca ventilación del calzado por material de la zona de corte.▪ Calzado húmedo y frío.

6.1.5 Características a considerar en la propuesta de diseño

De la información proporcionada por los especialistas, el marco teórico y la revisión bibliográfica, debe tomarse en consideración las siguientes características en la propuesta.

- El calzado posee una punta de acero que es muy dura para un diabético, esta debe ser reemplazada por una de baquelita o composite, además de considerar un ligero espacio adicional en las puntas.
- La plantilla debe ser reemplazada por una ergonómica, de mayor grosor pero que no sea pesada, removible y de preferencia personalizada.
- El material del calzado debe ser reemplazado por otro que ofrezca un mayor confort térmico, un cuero que sea en lo posible elástico, pero no muy pesado.

- El calzado debe ofrecer agujetas como forma de cierre, ya que esto permitirá un ajuste adecuado según el tamaño del empeine de cada trabajador.
- La suela debe tener un taco de 2 a 2.5 cm como máxima elevación.
- La altura del calzado debe estar por encima del tobillo (la altura del calzado actual es adecuada).
- El calzado debe cumplir en términos de dureza con lo mínimo exigido por la normativa nacional, para que este no sea demasiado duro y que además posea cierto acolchado interior.

6.1.6 Diseño del calzado de seguridad para el sector construcción considerando el control de atributos y factores de riesgo actuales que condicionan la manifestación clínica de la diabetes.

La mejora en las especificaciones descritas para el calzado, permiten disminuir los riesgos en los pies a los que se somete un trabajador diabético con el uso de un calzado de seguridad habitual como lo son:

Fricción con el calzado en zonas acras o salientes de los huesos del pie. Zonas de hiperqueratosis o callosidades en la planta de los pies o dorso de los ortijos(dedos). Zonas de hiperpresión plantar o dorsal. Úlceras por contacto y fricción. Isquemia o contacto excesivo con el calzado que no permite la circulación adecuada del pie. Acumulación de cuerpos extraños en el calzado que puedan generar lesiones en la piel, el prototipo del calzado debe ofrecer una adecuación a los cambios de volumen que presenta el pie en los diferentes momentos del día.

El calzado también debe considerar un mayor soporte en la zona del arco longitudinal interno, zona crucial para las deformidades relacionadas a la diabetes como la enfermedad de Charcot. Se debe considerar como material a utilizar en el calzado de seguridad, un cuero transpirable para la zona del corte, puntera de baquelita y no de acero, plantilla de ajuste del material EVA. El diseño final del

calzado de seguridad para trabajadores diabéticos del sector construcción se detalla en el punto 5.5.5.

6.1.7 Consideraciones para la construcción y validación del prototipo del calzado funcional para el sector construcción con énfasis en el control de factores de riesgo de diabetes.

En el inciso anterior se propuso los materiales en base a la información obtenida y se proporcionó características que deben ser consideradas para la fabricación del prototipo del calzado de seguridad industrial. Posteriormente debe realizarse la construcción en base a la horma digitalizada e impresa en 3D, la validación del prototipo con la propuesta de la evaluación del confort del calzado de seguridad y la elaboración de la ficha técnica con las especificaciones validadas por los especialistas del CITEccal-Lima y el fabricante del calzado.

6.1.8 Análisis y discusión de los resultados según los objetivos planteados.

Del objetivo específico 1, se logró determinar los atributos del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción. Podemos destacar como atributos positivos del calzado de seguridad actual, que ofrece un alto porcentaje de cumplimiento respecto a la normativa nacional, sin embargo, no ofrece el confort requerido para los trabajadores diabéticos.

Del objetivo específico 2, se logró identificar factores de riesgo del calzado asociados a un pie diabético, tales como la humedad, ventilación, sudoración (confort térmico) y dureza de la puntera, que con un uso constante podría poner en riesgo el pie de un trabajador diabético y si no se lleva un control adecuado, puede incluso llevarlo a presentar los estadios de Wagner que identifican a un pie diabético.

Del objetivo específico 3, se realizó el diseño del calzado de seguridad para el trabajador diabético del sector construcción mediante un software de diseño

asistido, tomando en consideración las características propuestas que deben mejorar del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción.

De forma adicional se digitalizó e imprimió la horma en 3D, se describió las consideraciones para la construcción y validación del prototipo del calzado funcional para el sector construcción con énfasis en el control de factores de riesgo de diabetes que será realizado por el CITEccal-Lima y el fabricante del calzado de seguridad.

Respecto al objetivo general, se diseñó el calzado de seguridad tomando en cuenta los atributos identificado que no ofrecían confort según la evaluación, los factores de riesgos, la normativa nacional y criterios del proyecto de norma mexicana PROY-NMXA-238-SCFI-2009 para los parámetros de confort en la dimensión biomecánica y fisiológica, de tal forma que se propuso una mejora del calzado de seguridad actual para lograr un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción. Se tienen en cuenta que al lograr mejorar el confort biomecánico y fisiológico también mejorará el porcentaje de satisfacción en la dimensión psicológica del confort.

6.2 Contrastación de hipótesis

De la Hipótesis específica 1, se pudo corroborar que si bien el calzado de seguridad actual ofrece confort para la población en general (con más de un 60% de cumplimiento en cada dimensión), este no ofrece confort para un trabajador con diabetes o incluso para un trabajador con riesgo de poseer diabetes ya que podría producirle malformaciones, ampollas o condiciones que serían difícil de tratar con un uso prolongado del calzado de seguridad, poniendo en riesgo la salud del trabajador. La Hipótesis 1 es verdadera.

De la Hipótesis específica 2, se identificó los factores de riesgo, en base a las pruebas de laboratorio y las pruebas de uso de calce del zapato de seguridad en

base a las tres dimensiones que se definieron para la evaluación del confort (biomecánico, fisiológico y psicológico), que considerando un uso prolongado del calzado puede condicionar a la aparición de lesiones o deformaciones que podrían significar un riesgo de seguridad y salud para el trabajador con diabetes o con riesgo de poseer diabetes. La Hipótesis 2 es verdadera.

De la Hipótesis específica 3, se identificaron las oportunidades de mejora del calzado actual para que sea confortable y de calidad, al cumplir también con las normativas utilizadas para la certificación de un calzado de seguridad, se consideró también los factores de riesgo identificados en el calzado para evitar lesiones o deformaciones que podrían originarse por características inadecuadas del calzado. A partir ello, fue viable realizar el diseño de un calzado de seguridad considerando atributos de confort, calidad y factores de riesgo para el trabajador del sector construcción con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes. La Hipótesis 3 es verdadera.

Sobre la Hipótesis general, al desarrollar toda la metodología planteada en la presente investigación, tomando en consideración todos los atributos de confort, calidad y factores de riesgo, podemos indicar que el diseño propuesto del calzado de seguridad para los trabajadores diabéticos del sector construcción proporciona confort. La Hipótesis general es verdadera.

Capítulo VII. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Como resultado de la investigación descriptiva, estadística y correlacional presentada, se realizó el diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción, tomando en cuenta los criterios biomecánicos, fisiológicos y psicológicos evaluados en el modelo actual del calzado de seguridad.

Sobre el riesgo estimado de diabetes (utilizando la herramienta FINDRISC), la población muestral trabajadora de la obra de construcción presentó un porcentaje de riesgo de diabetes (0.05%) menor al esperado de 2% al 3%, obteniendo en la muestra un bajo porcentaje de riesgo de padecer diabetes.

Se evaluó el confort del calzado de seguridad actual en las tres dimensiones consideradas para el estudio (biomecánico, fisiológico y psicológico) verificando el cumplimiento en primer lugar de la NTP 20345:2017, NTP 227(para evaluar el peso), y para establecer los criterios de confort se utilizó el proyecto de norma PROY-NMXA-238-SCFI-2009 utilizado en los antecedentes para evaluar si el calzado ofrecía confort en la dimensión biomecánica y fisiológica, para la dimensión psicológica se utilizó la evaluación de características de ergonomía de la NTP 20345:2017 y el formulario de pruebas de uso según el Método INESCOP 800.

El calzado cumplió al 100% con la NTP 20345:2017 y NTP 227 en las pruebas realizadas para la dimensión biomecánica y psicológica. En la dimensión fisiológica se obtuvo un cumplimiento del 67% con la NTP 20345:2017 debido a la permeabilidad de vapor del agua en la zona del corte. El calzado no llegó a obtener un 100% en el cumplimiento del confort para las tres dimensiones evaluadas.

De la horma talla 40 proporcionada por el fabricante del calzado para su evaluación, se obtuvo que la horma para el prototipo debe tener una mayor medida

en el empeine, ancho del metatarso, ancho del talón y longitud del metatarso para que proporcione un mejor ajuste en los trabajadores de dicha talla.

Los factores de riesgos identificados en el calzado de seguridad evaluado fue la puntera de acero, el material de la zona del corte y la plantilla debe ser removible de un material de mayor grosor como el material EVA, pero no que sea pesado.

Se realizó el diseño del calzado de seguridad mediante un software de diseño asistido por computadora, considerando la evaluación inicial del calzado, la revisión bibliográfica y la información proporcionada por los especialistas entrevistados y especialistas del CITEccal-Lima.

Se propuso consideraciones para la fabricación y validación del prototipo que deberá realizar el CITEccal-Lima en conjunto con el fabricante del calzado de seguridad industrial, el cual deberá cumplir también con todos los elementos de seguridad y calidad especificados en la normativa peruana.

De los objetivos, las hipótesis planteadas y los resultados obtenidos se concluyen lo siguiente:

7.1.1 Conclusión específica 1:

El calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción (en la obra seleccionada) no es confortable o apropiado para una persona con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes.

7.1.2 Conclusión específica 2:

Existen factores de riesgos en el uso del calzado de seguridad normal que condicionan la aparición de complicaciones para el trabajador con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes, tales como la inadecuada ventilación, humedad, dureza del calzado y peso de la puntera, además que el material en

la zona de corte y la puntera no es el óptimo a utilizar para un paciente diabético.

7.1.3 Conclusión específica 3:

Se realizó el diseño del calzado de seguridad confortable considerando atributos de confort, calidad y factores de riesgo para el trabajador del sector construcción con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes. De forma adicional, este debe considerar un diseño personalizado para la plantilla.

7.1.4 Conclusión General:

El diseño propuesto del calzado de seguridad para los trabajadores diabéticos del sector construcción ofrecerá el confort requerido, dado que cumple con los criterios de seguridad, calidad y considerando los factores de riesgo, propone características que brindan protección al trabajador diabético o con riesgo de diabetes, tanto por su funcionalidad como por los atributos añadidos.

Recomendaciones

Una vez concluido el presente trabajo de investigación sobre el diseño de un calzado confortable dirigido a una población específica, como son los diabéticos, se considera relevante investigar otros aspectos relacionados, por lo que se recomienda:

7.2.1 Investigar sobre los diferentes tipos de calzados de seguridad existentes en el país y contrastar acerca del confort que puede ofrecer para un determinado grupo de usuarios o riesgos en específico. También es importante realizar más investigaciones de este tipo sobre el calzado para diabéticos a nivel nacional y evaluar si estos ofrecen el confort requerido para este grupo de personas.

7.2.2 Profundizar en investigar aquellos factores de riesgos en el uso de un calzado de seguridad industrial inadecuado en pacientes diabéticos, ya que no solo las pruebas de laboratorio garantizan que estos sean apropiados para el usuario, dependerá de otros factores como el lugar donde estos sean utilizados. Es importante también que a nivel nacional se elaboren manuales o normas con especificaciones del calzado para pacientes diabéticos, el cual pueda utilizarse para establecer criterios de confort o fabricación.

7.2.3 Para el diseño de un calzado en general, se tiene como principal componente la horma, por lo que es necesario realizar estudios antropométricos del pie en el Perú, el cual pueda ayudar tanto a investigadores como fabricantes a diseñar un calzado de seguridad confortable teniendo como base una horma de referencia acondicionada al pie peruano.

7.2.4 Considerar aplicar esta evaluación a la población trabajadora femenina, ya que las pruebas fueron tomadas en trabajadores del sexo masculino para uniformizar el diseño del calzado en varones. Adicional a ello,

también se recomienda que el diseño de la plantilla del calzado de seguridad, al ser una parte importante en el calzado sea estudiado bajo la misma modalidad. Las pruebas de laboratorio como la rigidez y dureza en el calzado (método ISO 20344) serán propiedades importantes que considerar para la evaluación. De igual manera, sería relevante que las pruebas de evaluación ergonómica sean aplicadas a todos los trabajadores de la muestra.

Se debe resaltar también las siguientes recomendaciones que se tuvieron para las encuestas:

Puntos de mejora para las pruebas de evaluación de características de ergonomía:

Como se puede visualizar en la Tabla 27 del capítulo V, el formato de evaluación de características de ergonomía no considera información relevante como el deslizamiento, humedad, calce o la ventilación del calzado por lo que debería incrementarse el número de preguntas en este formato y así poder tener más criterios para evaluar el cumplimiento del calzado de seguridad en base a la norma técnica peruana. También sería recomendable que en otro proyecto de la misma naturaleza se aplique esta encuesta para todos los trabajadores y no solo con los probadores.

Puntos de mejora para la encuesta Método INESCOP 800:

Los **puntos de mejora** que se proponen en la encuesta utilizada para las pruebas de uso según el Método INESCOP 800, para su aplicación en el confort del calzado de seguridad, sería adicionar un campo para el tiempo de uso del calzado ya que esto permitirá evaluar si el calzado con el tiempo y el desgaste se siente más o menos confortable para los trabajadores. Otro aspecto que podría añadirse al formato de pruebas de uso sería la comodidad que sienten con el material de la puntera y si la consideran muy pesada o no. Es importante identificar también el tipo de pie que tiene

cada trabajador (griego, romano, egipcio) para que sea posible realizar una comparación en las encuestas según el tipo de pie o si posee pie plano o no. Otra pregunta para añadir sería cómo sienten la zona interna del calzado, si siente demasiado las costuras, o si detecta alguna zona cortante o punzante al colocarse el calzado. Todo esto puede considerarse en la implementación una pequeña guía para realizar esta encuesta, que considere los conceptos o terminologías que no todos los trabajadores conocen, y ofrece una orientación en el llenado de la misma.

Limitaciones

Es importante describir las limitaciones surgidas en la presente tesis ya que fue desarrollado durante el contexto de la Emergencia Sanitaria debido al Covid-19, para que sea tomando en cuenta en un futuro proyecto de investigación de igual naturaleza.

La principal limitación que se tuvo en la presente tesis fue al realizar las pruebas de medición antropométrica en el pie de los trabajadores, donde, debido al contexto de la Pandemia por el Covid-19 la programación de las evaluaciones en el laboratorio se paralizaron en cierto periodo de tiempo, en cuanto se reactivaron las actividades no fue posible muestrear a todos los trabajadores según como se había planificado, por lo que se tuvo que evaluar trabajadores que no posean factores de riesgo (como la diabetes) teniendo en consideración estrictos protocolos de traslado e ingreso a las instalaciones del CITEccal-Lima.

Para las encuestas de evaluación del confort del calzado de seguridad en la dimensión psicológica estas fueron realizadas de manera virtual y no de forma presencial como se tenía planificado al inicio, debido al contexto de la pandemia por el COVID-19, además se debe tener en cuenta también que las respuestas de evaluación dependen del tiempo de uso que tiene el calzado, es decir, las respuestas no serán iguales en un calzado nuevo o pasado los seis meses; por ello, debe tomarse las fechas de entrega del calzado para realizar la encuesta y evaluar el tiempo de uso del calzado, ya que a medida que el trabajador use más tiempo su calzado será más o menos confortable, según su percepción.

Otra limitación en el presente trabajo de investigación fue no localizar antecedentes para la evaluación del confort del calzado de seguridad en trabajadores diabéticos por lo que tuvo que utilizarse diferentes referencias para la evaluación de

la misma. Es importante que se establezcan parámetros o características que debe tener un calzado de seguridad para personas diabéticas a nivel nacional para así proporcionar también un marco normativo y estandarizado para la producción de este tipo de calzado y se puedan realizar más estudios de investigación relacionados.

Es importante indicar que este estudio también es aplicable para una población femenina, donde el diseño de la horma tendrá diferentes medidas, pero en propiedades y características pueden tomarse en cuenta las indicadas en el presente trabajo de tesis.

De igual forma podría considerarse en futuras investigaciones incluir más de una empresa constructora en el proyecto, para así realizar una comparación entre los calzados de seguridad que puedan ofrecer. Sin embargo, esto requiere de un mayor periodo de estudio y enfocarse en otros tipos de estudios prospectivos.

Matriz de consistencia

Tabla 46. Matriz de consistencia de la tesis

Título: “Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”					
Problema de la investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis de la investigación	Variables de la investigación	Método de la investigación	Población y muestra
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. dependiente	TIPO: Investigación Aplicada NIVEL: El nivel de investigación es de carácter correlacional. METODO: La presente investigación científica utiliza el método cuantitativo (expone y encuentra el conocimiento ampliado mediante datos detallados) y comparativo (entre el modelo actual del calzado y el propuesto). Técnica de la investigación: Encuestas, entrevistas y formatos de evaluación del calzado. Diseño de la investigación: Estudio piloto.	POBLACIÓN: Trabajadores de una empresa constructora MUESTRA: Personal que presenta o no factores de riesgo de diabetes según evaluación con la herramienta FINDRISC.
En el país, los trabajadores del sector construcción usan zapatos de seguridad que no consideran el riesgo de la diabetes; por lo tanto, se requiere un diseño que sea apropiado para el trabajador que además de cumplir con todos los requisitos de las normativas, también sea seguro frente a las posibles lesiones causadas por la presión plantar y fricciones que ocasiona el modelo actual.	Diseñar un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción.	El diseño propuesto del calzado de seguridad para los trabajadores diabéticos del sector construcción proporciona confort.	•Confort del calzado de seguridad		
	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	V. independiente		
	•Determinar los atributos del calzado de seguridad actual utilizado por los trabajadores del sector construcción (en una obra de construcción). •Determinar los factores de riesgo asociados con el pie diabético en el calzado de seguridad utilizado por los trabajadores del sector construcción.	•El calzado de seguridad utilizado actualmente por los trabajadores del sector construcción (en una obra de construcción) no es confortable o apropiado para una persona con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes. •Existen factores de riesgos en el uso del calzado de seguridad normal que condicionan la aparición de complicaciones para la seguridad y salud del trabajador con riesgo de poseer diabetes o tener diabetes.	• Resistencia a la flexión de la suela • Peso • Permeabilidad al vapor de agua • Satisfacción del usuario		
•Diseñar el calzado de seguridad para el sector construcción considerando el control de atributos y factores de riesgo actuales que condicionan la manifestación clínica de la diabetes y complicaciones de un pie diabético.	•Es viable un diseño del calzado de seguridad confortable considerando atributos de confort, calidad y factores de riesgo para el trabajador del sector construcción con riesgo de poseer diabetes y que evite las complicaciones de un pie diabético.				

Cuadro de variables operacionales

Tabla 47. Cuadro de variables operacionales de la tesis

Variab les	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable dependiente			RECOLECCIÓN DE DATOS
Confort del calzado de seguridad	Confort biomecánico, fisiológico y psicológico.	% de cumplimiento de las dimensiones del confort	Se utiliza formatos para evaluar a la población seleccionada, el nivel de riesgo de diabetes y la satisfacción del usuario.
Variab les independientes			INSTRUMENTO:
Resistencia a la flexión de la suela.	Dureza/Flexibilidad del calzado.	Valores de la NTP ISO 20344 mm en ciclos. Especificaciones del PROY-NMXA-238-SCFI-2009	Se utiliza formatos para evaluar el nivel de riesgo de diabetes, equipos de laboratorio para las pruebas del laboratorio, uso de equipos de computo.
Peso.	Peso nominal del calzado.	Valores de la NTP ISO 20344 en Kg Especificaciones del PROY-NMXA-238-SCFI-2009	Microsoft Excel Software CAD.
Permeabilidad al vapor de agua/ Absorción y desorción de agua.	Respirabilidad del cuero.	Valores de la NTP ISO 20344 en mg /cm ² Especificaciones del PROY-NMXA-238-SCFI-2009	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
Satisfacción del usuario.	Satisfacción mediante encuestas pruebas de uso. Evaluación de las características de ergonomía.	% de la muestra satisfecho con el uso del calzado. % preguntas respondidas positivamente.	Obteniendo las tablas con los datos estadísticos, se realiza la tabulación de la información y se presenta mediante tablas, cuadros y gráficos. La técnica para el procesamiento es el análisis estadístico.

Referencias bibliográficas

- Alonso C., Chicharro E., Padrós N. & Marhuenda D. (2007). *Calzado de seguridad y el papel del podólogo en la Salud Laboral*. Universidad Miguel Hernandez. Congreso Nacional de Podología. Bilbo, Urriak p 6, 12-14.
- ASPEC. (2010). *Boletín CONSUMO RESPETO*. Edición N°20.
- Centro Tecnológico del calzado de la Rioja (2022) *Guía de recomendaciones para la selección del calzado laboral ergonómico*. Instituto de Biomecánica de Valencia. https://www.ibv.org/wp-content/uploads/2020/01/G_Calz_lab_erg.pdf
- Chaglla W. (2016). *Diseño y desarrollo de calzado masculino y su importancia en la seguridad industrial*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Beltex. (2019). *Calzado de Seguridad: Andar Seguro en obra*. Revista Perú Construye. p 100-101.
- Diabetes.org (2015). *Complicaciones en los pies*. <http://www.diabetes.org/es/vivir-con-diabetes/complicaciones/complicaciones-en-los-pies.html>.
- Ferguson L., Ntuk U., Celis-Morales C., Mackay D., Pell J., Gill J. y Sattar N. (2018) *Men across a range of ethnicities have a higher prevalence of diabetes: findings from a cross-sectional study of 500000 UK Biobank participants*. *Diabetic Medicine*, 35(2), p. 270-276. (doi:10.1111/dme.13551)
- Garrido AM., Cía P. y Pinós PJ. (2003). *El pie diabético (Vol. 41 Núm. 1)* Medicina de Familia y Comunitaria. Centro de Salud de San Adrián. Navarra, España. <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-el-pie-diabetico-13044043>
- Garrido J., Mora S. y Barrachina L. (2005) *EMO desarrolla un calzado para el pie diabético*. Instituto de Biomecánica de Valencia. Especialidades Médico Ortopédicas, SL(EMO). *Revista de biomecánica*, ISSN 1575-5622, N°. 44, 2005, págs. 19-22

- Globalnet (2013) *DIASHOE (Digital education for diabetic foot control)*. Losglobos. Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. <https://www.losglobos.eu/user/welcome?setIndex=0>
- Gómez Á. & Gonzales L. (2012). *Discomfort – Calzado Femenino para pie diabético*. Universidad de San Buenaventura de Cali, Colombia.
- Gómez L., Velásquez S., Castaño-Rivera P., Valderrama Mejía S. & Ruiz M. (2018). *Anthropometry and baropodometry as foot characterisation techniques and tools that provide criteria for ergonomics and comfort in footwear design and manufacture: a systematic review*. *Prospectiva*, Vol 16, N° 1, p 7-17.
- Guartatanga M. & Villalta M. (2018). *Calzado Petit, un primer estudio antropométrico*. Caso: mujeres de 18 a 25 años de edad de la ciudad de Cuenca. Universidad del Azuay. *Diseño textil y modas*. Cuenca, Ecuador. p 37-42
- Hernández A. (2007) *NTP 773: Equipos de protección individual de pies y piernas. Calzado. Generalidades*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). *Notas Técnicas de Prevención*.
- Hospital Universitario Ramón y Cajal (2005). *Protocolos de cuidado: Pie diabético. Dirección Enfermera*. Comunidad de Madrid. Madrid, España.
- International Diabetes Federation (2021) *IDF Diabetes Atlas 2021*. 10° edición.
- International Diabetes Federation (2021) *IDF Diabetes Atlas 2021*. 10th edition p 120-121.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2016). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2015*. Perú
- Instituto Nacional de Estadística e Informática -INEI. (2017). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2016*. Perú
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2020). *Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2019*. Perú
- Mastrocesare R. & Smith A. (2011) *Calzados Deportivos Tecnología*. <https://pt.slideshare.net/rimastro92/calzados-deportivos/4>

- Ministerio de Salud. (2012). *Diabetes mellitus*. Boletín Estadístico de Salud. Perú.
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) (2021). *Anuario Estadístico Sectorial N°27. Oficina de Estadística*. Perú.
[https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/2034876-](https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/2034876)
- Montes M. (2007). *El uso del calzado ¿cuándo, por qué? y sus consecuencias*. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación Vol. 19, N°4,2007: p 54-55
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases -NIDDK. (2017). *Type 1 Diabetes, Diabetes & Foot Problems*. USA. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/what-is-diabetes/type-1-diabetes>
- Netten J., Lazzarini P., Armstrong D., Bus S., Fitridge R., Harding K., Kinnear E., Malone M., Menz H., Perrin B., Posterna K., Prentice J., Schott K. & Wraight P. (2018). *Diabetic foot Australia guideline on footwear for people with Diabetes*. Journal of Foot and Ankle Research 11:2.
- Neyra L., Solís J., Castillo O. & García F. (2012). *Revisión de tema: Pie diabético*. Rev. Soc. Medicina Interna 2012; vol 25(2) p 76-88
- Olaso J. (2010). *Predicción del confort a partir de prototipos virtuales de calzado y modelos de ingeniería asistida por ordenador* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Valencia, España.
- OMS (2016) Diabetes: perfiles de los países sobre la diabetes 2016.
- Opcio Diamant (2013) *Anatomía de un zapato*. Taller de Calzado.
<https://www.opciodiamant.com/anatomia-de-un-zapato.html>
- Palomino J., Hennings J. & Echevarría V. (2017). *Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú*. Quipukamayoc, 25(47), 95-101.doi:
<http://dx.doi.org/10.15381/quipu.v25i47.13807>
- Parra M. & Santana G. (2001). *Propuesta de un nuevo estilo y tendencia en la moda de botas industriales*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ambato, Ecuador.

- Portero K., Barbalho S., Cattalini M. & Lerario A. (2019). *Diabetes Mellitus do tipo 2: Síndrome metabólica e modificação no estilo de vida*. Universidade de São Paulo, Brasil. <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/farmacia/diabetes-mellitus-do-tipo-2-sindrome-metabolica-e-modificacao-no-estilo-de-vida/5499>
- Redacción Runnea Team. (2021). *Pie de mujer: ¿cómo influye la forma en la pisada?* Runnea, sección Mujer Running por PUMA. <https://www.runnea.com/articulos/mujer-running/2021/05/mujer-como-influye-forma-pisada-7272/>
- Sáenz L. (2008) *Ergonomía y Diseño, Análisis y Aplicación para Calzado Laboral*. Proyecto de Transferencia Universidad – Industrial. Iconofacto. Vol 4. (5) p. 122-139.
- Salgado Y. (2005). *Cuidado del pie en personas con diabetes*. Comunidad de Madrid. Madrid, España.
- Schaper N., Apelqvist J. & Bakker K. (2003). *The international consensus and practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot* (Current Diabetes Reports 2003, Microvascular complications – Neuropathy), p 475 – 479. Current Science Inc. ISSN 1534-4827.
- Silva A., Córdova H., Fuentes C., Orozco S., Mayagoitia J. (2016). *Calzado para la prevención de complicaciones en el paciente con diabetes mellitus*. Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas. VII Congreso Nacional de Tecnología aplicada a ciencias de la salud. León Guanajuato, México.
- Thabith H., Nicole B., Shabahat S., Brema I., Crowley V., Finnegan F., Daly B. & Nolan J. (2013). *Prevalence and predictors of diabetes and cardiometabolic risk among construction workers in Ireland: The Construction Workers Health Trust screening study*. Diabetes and Vascular Research 10(4) p 337-345.
- Thomas, H. R., Riley, D. R., & Sanvido, V. E. (1999). *Loss of productivity due to delivery methods and weather*. Journal of Construction Engineering and Management. 1999; 125(1):39-46.

- Tortora J. & Derrickson B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología* Editorial Médica Panamericana. 13ª Edición. (Tomo I). p 273-281,707,720-721
- Vieira L. (2019). *Calzado: Detrás de la comodidad hay conocimiento científico*. Revista Style América Materiales. <https://www.styleinsumos.com/maquinaria-y-equipo/calzado-detras-de-la-comodidad-hay-conocimiento-cientifico/>
- Villena, J. (2015). *Review: Diabetes Mellitus in Peru*. Annals of Global Health, 81(Global Dimensions of Diabetes Care), p 765-775. doi: 10.1016/j.aogh.2015.12.018
- Viswanathan V., Madhavan S., Gnanasundaram S., Gopalakrishna G., Nath Das B., Rajasekar S. & Ramachandran A. (2004). *Effectiveness of Different Types of footwear insoles for the diabetic Neuropathic Foot*. Diabetes Care, Vol. 27, Number 2. p 474-477.

Anexos

Anexos

Anexo 1: Carta de consentimiento de aplicación de tesis en la empresa constructora....	1
Anexo 2: Formato de la encuesta FINDRISC.....	3
Anexo 3: Resultados de la encuesta FINDRISC.	5
Anexo 4: Formato de la encuesta de confort del calzado.....	12
Anexo 5: Presentación para la encuesta de confort del calzado.	17
Anexo 6: Gráficas de los resultados obtenidos de la encuesta de confort del calzado..	20
Anexo 7: Formato para evaluación del peso del calzado.	35
Anexo 8: Formato de evaluación de características de ergonomía.	36
Anexo 9: Formato de carta de consentimiento informado.	37
Anexo 10: Ficha sintomatológica para el ingreso al CITEccal-Lima.	39
Anexo 11: Procedimiento de la medición con el escáner.	40
Anexo 12: Preguntas de las entrevistas a los especialistas.	41
Anexo 13: Respuestas de las entrevistas a los especialistas.....	43
Anexo 14: Financiamiento y costos del proyecto.	52

Anexo 1: Carta de consentimiento de aplicación de tesis en la empresa constructora.

Carta de solicitud:

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Lima, 10 de mayo del 2021

Estimado Ing.:
Carlos Luna López
Residente de Obra – Consorcio Acciona San Martín
Proyecto EPC "Sistema de Bombeo de Relaves Línea
Norte y Línea Sur – Elevación 4165

Presente. -

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez indicarle que:

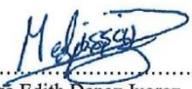
Yo, **Melissa Edith Depaz Juarez** identificada con DNI N° **76297268**, bachiller de la Especialidad de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, tesista CITECCAL, ante usted respetuosamente me presento y expongo:

Que, con la finalidad de poder titularme, he presentado el plan de tesis "*Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción*", proyecto que se está realizando junto a la institución CITECCAL, para ello solicito su autorización para realizar las pruebas de medición del pie y calzado en los trabajadores del **CONSORCIO ACCIONA SAN MARTÍN**, en el Proyecto EPC "Sistema de Bombeo de Relaves Línea Norte y Línea Sur – Elevación 4165.

Por lo tanto:

Ruego a usted, Residente de Obra del Consorcio Acciona San Martín, acceda a mi solicitud de autorización para gestionar las mediciones del pie y calzado en los trabajadores de su representada.

Sin otro en particular, quedo de Usted.
Atentamente,


.....
Melissa Edith Depaz Juarez
Tesisista CITECCAL
DNI: 76297268
Teléfono Contacto: 992330349


RECIBIDO
11/05/2021

Carta de respuesta emitida por el residente de obra:



San Marcos, 11 de Mayo del 2021

Srta.
Melissa Edith Depaz Juarez
Tesisista CITECCAL

De acuerdo con la solicitud enviada por usted y según lo indicado en el DS 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, “Artículo 80.- *Los titulares de actividad minera podrán proporcionar facilidades y apoyo a los alumnos egresados de las especialidades de minería, geología, metalurgia y otras para la elaboración de la tesis de grado*”, le informamos que:

El Consorcio Acciona San Martín está presto a colaborar en el proyecto de investigación “**Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción**”, autorizando realizar las mediciones del pie y calzado en nuestros trabajadores del proyecto EPC “**Sistema de Bombeo de Relaves Línea Norte y Línea Sur – Elevación 4165**” y se tenga en consideración la Ley 29733 (Ley de Protección de Datos Personales).

Por lo que se emite este documento para los fines que la interesada estime conveniente.

Cordialmente;

CONSORCIO ACCIONA - SAN MARTÍN
CARLOS ALBERTO LUNA LÓPEZ
RESIDENTE DE OBRA
CIP: 64243

Ing. Carlos Luna López

Residente de Obra - Consorcio Acciona San Martín

Proyecto EPC “Sistema de Bombeo de Relaves Línea
Norte y Línea Sur – Elevación 4165

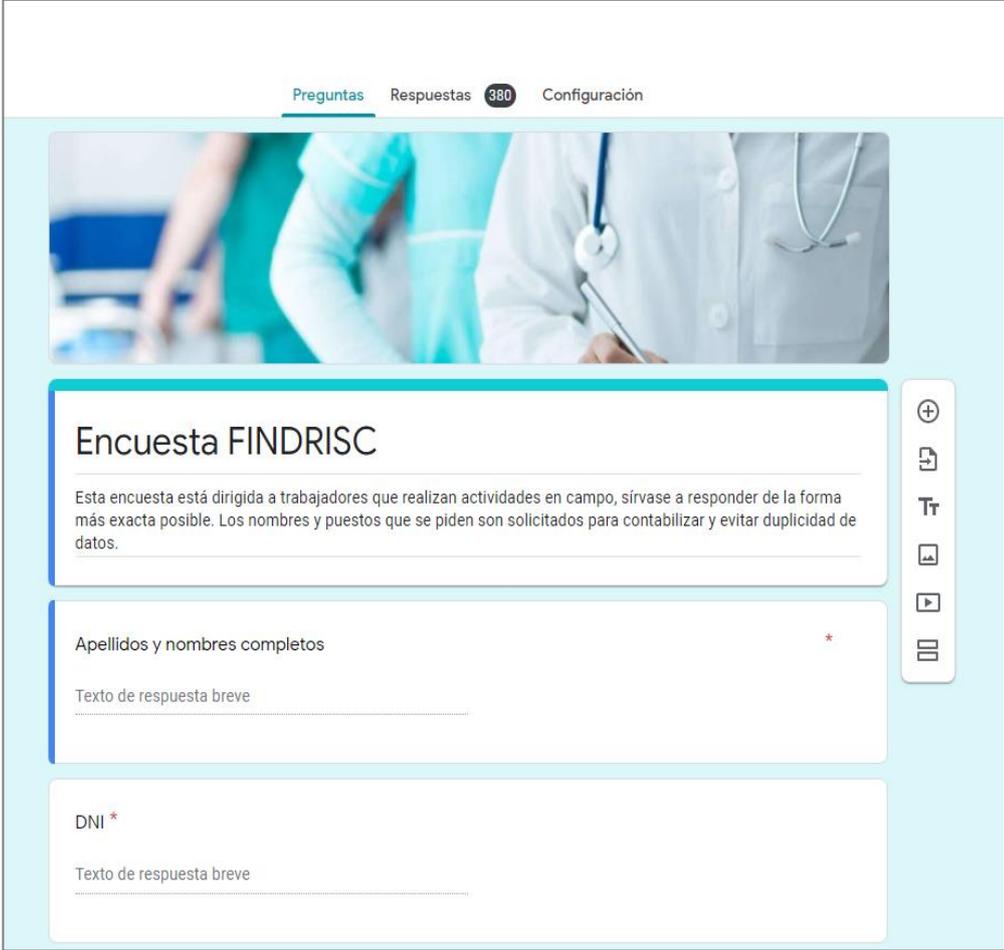
Anexo 2: Formato de la encuesta FINDRISC.

Formato de encuesta general:

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas		CITEccal	
Proyecto: "Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción"		Lima	
EVALUACIÓN DE DEL RIESGO DE DIABETES EN TRABAJADORES			
FINDRISC Calculator			
Nombres y apellidos: _____			
Puesto: _____			
1. Género:	Femenino <input type="checkbox"/>	Masculino	<input type="checkbox"/>
2. Peso :	<input type="text"/>	Kg	
3. Talla :	<input type="text"/>	m	
4. Edad :	18-44 años <input type="checkbox"/> 45-54 años <input type="checkbox"/>	55-64 años <input type="checkbox"/> ≥ 65 años <input type="checkbox"/>	
5. Cintura :	< 80 cm <input type="checkbox"/> 88-88 cm <input type="checkbox"/> 89-93 cm <input type="checkbox"/>	94-102 cm <input type="checkbox"/> >102 cm <input type="checkbox"/>	
6. ¿Realiza actividad física más de 30 minutos al día?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
7. ¿Con qué frecuencia come vegetales y frutas?	<input type="checkbox"/> Diario	<input type="checkbox"/> No diario	
8. ¿Alguna vez ha tomado medicamentos para la presión alta de forma regular?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
9. ¿Alguna vez le detectaron nivel alto de glucosa en la sangre (en un examen médico, chequeo de rutina, otros)?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
10. ¿Han diagnosticado diabetes Tipo 1 o 2 a sus abuelos, tíos o primos?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
11. ¿Han diagnosticado diabetes Tipo 1 o 2 a sus padres, hermanos o hijos?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
Tesisista: Melissa Edith Depaz Juarez			

Encuesta desarrollada virtualmente (Google Forms):

Link de la encuesta: <https://forms.gle/uiyWjjTUMDKAD56z7>



The image shows a screenshot of a Google Form titled "Encuesta FINDRISC". At the top, there are navigation tabs: "Preguntas" (selected), "Respuestas" (380), and "Configuración". Below the tabs is a header image showing medical professionals in a clinical setting. The form content includes a title "Encuesta FINDRISC" and a descriptive paragraph: "Esta encuesta está dirigida a trabajadores que realizan actividades en campo, sírvase a responder de la forma más exacta posible. Los nombres y puestos que se piden son solicitados para contabilizar y evitar duplicidad de datos." Below this are two text input fields. The first field is labeled "Apellidos y nombres completos" with a red asterisk indicating it is required, and has a placeholder "Texto de respuesta breve". The second field is labeled "DNI" with a red asterisk, also with a placeholder "Texto de respuesta breve". On the right side of the form, there is a vertical toolbar with icons for adding questions, duplicating, deleting, sharing, previewing, and printing.

Anexo 3: Resultados de la encuesta FINDRISC.

DATOS GENERALES:

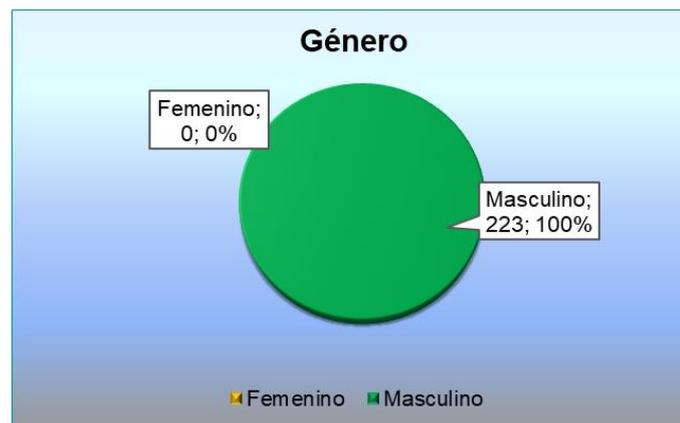
La cantidad de trabajadores según puesto de trabajo que realizaron las encuestas fueron los siguientes:

Puesto de Trabajo	Cantidad	%
Ayudante de campo	11	4.9%
Oficial	51	22.9%
Operario	120	53.8%
Operador	33	14.8%
Capataz	4	1.8%
Supervisor	4	1.8%
Total general	223	4.9%



1. Género

El 100% de los trabajadores encuestados pertenecen al género masculino:



2. Peso

La cantidad de trabajadores según el peso:

Peso de trabajadores	Cantidad	%
52-59 kg	25	11.2%
60-69 kg	90	40.4%
70-79 kg	77	34.5%

Peso de trabajadores	Cantidad	%
80-89 kg	28	12.6%
90-99 kg	3	1.3%
Total general	223	100%



Cálculo de la desviación estándar para el peso:

Peso de trabajadores	xi	fi	xi.fi	xi-u	(xi-u) ²	fi*(xi-u) ²	%
52-59 kg	55.5	25	1387.5	-14.3587444	206.173541	5154.33851	11.2%
60-69 kg	64.5	90	5805	-5.35874439	28.7161415	2584.45273	40.4%
70-79 kg	74.5	77	5736.5	4.64125561	21.5412536	1658.67653	34.5%
80-89 kg	84.5	28	2366	14.6412556	214.366366	6002.25824	12.6%
90-99 kg	94.5	3	283.5	24.6412556	607.191478	1821.57443	1.3%
Total general		223					100%

Los resultados obtenidos para el peso en la muestra son:

- Media poblacional: 69.85874439 kg
- Varianza de la población: 77.22556255 kg²
- Desviación E.: 8.787 kg

3. Estatura

La cantidad de trabajadores según estatura:

Estatura	Cantidad	%
1.52-1.59 m	26	11.7%
1.60-1.69 m	148	66.4%
1.70-1.79 m	45	20.2%
1.80-1.88 m	4	1.8%
Total general	223	100%



Cálculo de la desviación estándar para la estatura:

Estatura de trabajadores	xi	fi	xi.fi	xi-u	(xi-u) ²	fi*(xi-u) ²	%
1.52-1.59 m	1.555	26	40.43	-0.10318386	0.01064691	0.27681961	11.7%
1.60-1.69 m	1.645	148	243.46	-0.01318386	0.00017381	0.02572448	66.4%
1.70-1.79 m	1.745	45	78.525	0.08681614	0.00753704	0.33916692	20.2%
1.80-1.88 m	1.84	4	7.36	0.18181614	0.03305711	0.13222844	1.8%
Total general		223					100%

Los resultados obtenidos para la estatura en la muestra son:

- Media poblacional: 1.658183857 m
- Varianza de la población: 0.003470581 m²
- Desviación E.: 0.0589 m

4. Edad

La cantidad de trabajadores según edad:

Edad	Cantidad	%
18-44 años	200	89.7%
45-54 años	20	9.0%
55-64 años	2	0.9%
más de 65 años	1	0.4%
Total general	223	100%



Cálculo de la desviación estándar para la edad:

Edad de trabajadores	x_i	f_i	$x_i \cdot f_i$	$x_i - u$	$(x_i - u)^2$	$f_i \cdot (x_i - u)^2$	%
18-44 años	31	200	6200	-2.06950673	4.28285809	856.571618	89.7%
45-54 años	49.5	20	990	16.4304933	269.961109	5399.22218	9.0%
55-64 años	59.5	2	119	26.4304933	698.570975	1397.14195	0.9%
más de 65 años	65.5	1	65.5	32.4304933	1051.73689	1051.73689	0.4%
Total general		223					100%

Los resultados obtenidos para la edad en la muestra son:

- Media poblacional: 33.06950673 años
- Varianza de la población: 39.03440648 años²
- Desviación E.: 6.247752114 años

PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1. ¿Realiza actividad física por más de 30 minutos al día?

La cantidad de trabajadores que realiza actividad física más de 30 minutos al día:

Actividad Física	Cantidad	%
No	31	13.9%
Sí	192	86.1%
Total general	223	100%



Pregunta 2. ¿Con qué frecuencia come vegetales y frutas?

La cantidad de trabajadores que come vegetales y frutas:

Frecuencia de comer veg. y frutas	Cantidad	%
Diario	178	79.8%
No diario	45	20.2%
Total general	223	100%



Pregunta 3. ¿Ha tomado o toma medicamentos para la presión de forma regular?

La cantidad de trabajadores que ha tomado medicamentos para la presión de forma regular:

Toma o tomó medicamentos para la presión	Cantidad	%
No	31	13.9%
Sí	192	86.1%
Total general	223	100%



Pregunta 4. ¿Alguna vez le detectaron nivel alto de glucosa en la sangre (en un examen médico, chequeo de rutina, otros)?

La cantidad de trabajadores que fueron detectados con nivel alto de glucosa en la sangre:

Nivel alto de glucosa en la sangre	Cantidad	%
No	207	92.8%
Sí	16	7.2%
Total general	223	100%



Pregunta 5. ¿Sus abuelos, tíos o primos han sido diagnosticados con diabetes?

La cantidad de trabajadores con abuelos, tíos o primos que fueron diagnosticados con diabetes:

Abuelos, tíos o primos con diabetes	Cantidad	%
No	204	91.5%
Sí	19	8.5%
Total general	223	100%



Pregunta 6. ¿Sus padres, hermanos o hijos han sido diagnosticados con diabetes?

La cantidad de trabajadores con padres, hermanos o hijos que fueron detectados con diabetes:

Padres, hermanos o hijos con diabetes	Cantidad	%
No	213	95.5%
Sí	10	4.5%
Total general	223	100%



Anexo 4: Formato de la encuesta de confort del calzado.

Formato de encuesta general:

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas Proyecto: "Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción"		 Lima	
EVALUACIÓN DE CONFORT EN CALZADO-PRUEBAS DE USO			
Informe: C-18_____		Empresa: 1761	
Modelo: UNIFORMIDAD		Fecha:	
Talla pedida:		Talla ensayada:	
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
Nombre			
Sexo			
Peso aproximado (kg)			
Altura			
2. PESO DEL ZAPATO			
Pesado	<input type="checkbox"/>		
Adecuado	<input type="checkbox"/>		
Ligero	<input type="checkbox"/>		
3. CALCE		Derecho	Izquierdo
3.1 ¿Le cuesta calzarse el zapato?			
Si	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 ¿Cómo encuentra el calce en la primera puesta?			
Muy bueno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muy malo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 Longitud del zapato			
Corta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Larga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 Altura y posición de la lengüeta			
Alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escasa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 Anchura de la puntera			
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Altura de la puntera para el dedo gordo			
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tesisista: Melissa Edith Depaz Juarez		1	

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias

Conexas

Proyecto: “Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”

CITEccal

Lima

3.7 Altura de la puntera para el dedo meñique		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8 Perímetro en zona metatarsos		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9. Perímetro de medio empeine		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.10 Altura de la trasera del corte		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11 Acolchado del hueco trasero		
No presenta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.12 Ancho de talón		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.13 Altura de los cuartos traseros		
Insuficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excesiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.14. Tendencia a descalzar		
Si	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.15. ¿Qué ocurre con el calce después del uso?		
Se mantiene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mejora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empeora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. EMPEINE		
Muy blando	<input type="checkbox"/>	
Blando	<input type="checkbox"/>	
Ligeramente rígido	<input type="checkbox"/>	
Rígido	<input type="checkbox"/>	
Demasiado rígido	<input type="checkbox"/>	

Tesista: Melissa Edith Depaz Juarez

2

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias
Conexas

CITEccal

Proyecto: "Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción"

Lima

5. FORRO	
Resbaladizo	<input type="checkbox"/>
Algo resbaladizo	<input type="checkbox"/>
Áspero	<input type="checkbox"/>
Ligeramente áspero	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>
6. PLANTILLA	
Resbaladizo	<input type="checkbox"/>
Algo resbaladizo	<input type="checkbox"/>
Áspero	<input type="checkbox"/>
Ligeramente áspero	<input type="checkbox"/>
Adecuado	<input type="checkbox"/>
7. PARTE INFERIOR DEL ZAPATO	
7.1 SUELA	
7.1.1 Apoyo de la planta	
Poco quiebre	<input type="checkbox"/>
Quiebre adecuado	<input type="checkbox"/>
Demasiado quiebre	<input type="checkbox"/>
7.1.2 Flexibilidad	
Demasiado flexible	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>
Ligeramente rígida	<input type="checkbox"/>
Demasiado rígida	<input type="checkbox"/>
7.1.3 Dureza	
Demasiado blanda	<input type="checkbox"/>
Adecuada	<input type="checkbox"/>
Dura	<input type="checkbox"/>
Demasiado dura	<input type="checkbox"/>
7.1.4 Resbalamiento	
Resbaladiza	<input type="checkbox"/>
Algo resbaladiza	<input type="checkbox"/>
Agarre adecuado	<input type="checkbox"/>
Demasiado agarre	<input type="checkbox"/>
7.2 ACOLCHADO	
7.2.1 Acolchado en la zona de tacón	
Muy malo	<input type="checkbox"/>
Malo	<input type="checkbox"/>
Aceptable	<input type="checkbox"/>
Bueno	<input type="checkbox"/>
Muy bueno	<input type="checkbox"/>

Tesista: Melissa Edith Depaz Juarez

3

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias
Conexas

CITEccal

Proyecto: “Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”

Lima

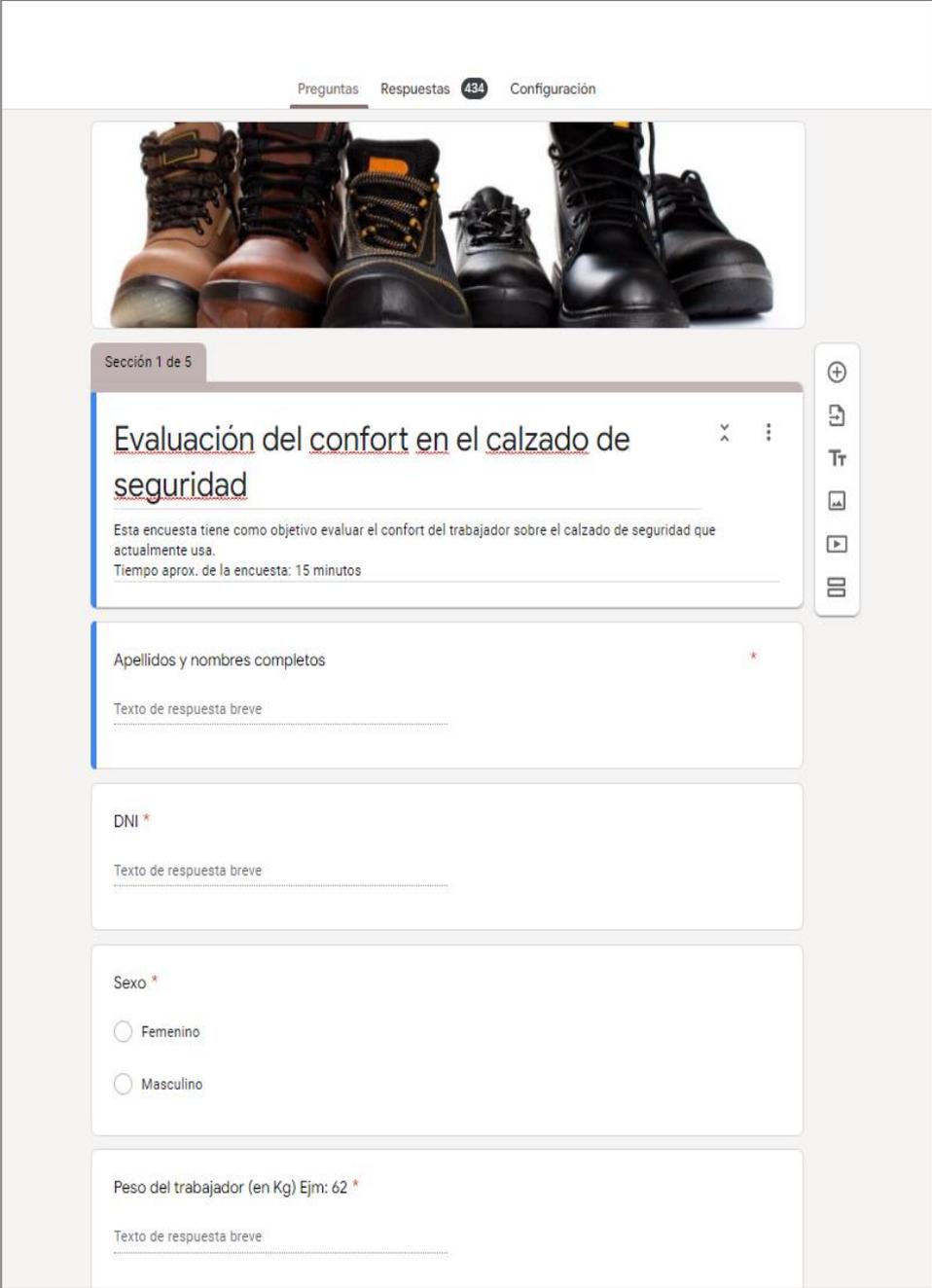
7.2.2 Acolchado en la zona delantera										
Muy malo	<input type="checkbox"/>									
Malo	<input type="checkbox"/>									
Aceptable	<input type="checkbox"/>									
Bueno	<input type="checkbox"/>									
Muy bueno	<input type="checkbox"/>									
7.2.3 Al caminar por el exterior, ¿como nota el aislamiento frente a las irregularidades del terreno?										
Muy malo	<input type="checkbox"/>									
Malo	<input type="checkbox"/>									
Aceptable	<input type="checkbox"/>									
Bueno	<input type="checkbox"/>									
Muy bueno	<input type="checkbox"/>									
8. CIERRES										
8.1 Situación										
Muy mala	<input type="checkbox"/>									
Mala	<input type="checkbox"/>									
Buena	<input type="checkbox"/>									
8.2 Sujeción del pie										
Suelta	<input type="checkbox"/>									
Adecuada	<input type="checkbox"/>									
Apretada	<input type="checkbox"/>									
9. GESTIÓN DEL SUDOR										
9.1 Temperatura										
Muy frío	<input type="checkbox"/>									
Frío	<input type="checkbox"/>									
Adecuado	<input type="checkbox"/>									
Caliente	<input type="checkbox"/>									
Demasiado caliente	<input type="checkbox"/>									
9.2 Humedad										
Mojado	<input type="checkbox"/>									
Húmedo	<input type="checkbox"/>									
Seco	<input type="checkbox"/>									
9.3 En relación al olor										
No huele	<input type="checkbox"/>									
Huele poco	<input type="checkbox"/>									
Huele mucho	<input type="checkbox"/>									
Más olor que con su calzado habitual	<input type="checkbox"/>									
Menos olor que con su calzado habitual	<input type="checkbox"/>									
10. COMENTARIOS										
¿Chispazos?										
¿Tiritas?										
Pruebas de uso con calcetín fino Ref. CAF										
Valoración global	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Los compraría/ aceptaría como uniformidad?	Sí		<input type="checkbox"/>							
	No		<input type="checkbox"/>							

Tesista: Melissa Edith Depaz Juarez

4

Encuesta elaborada de forma virtual (Google Form):

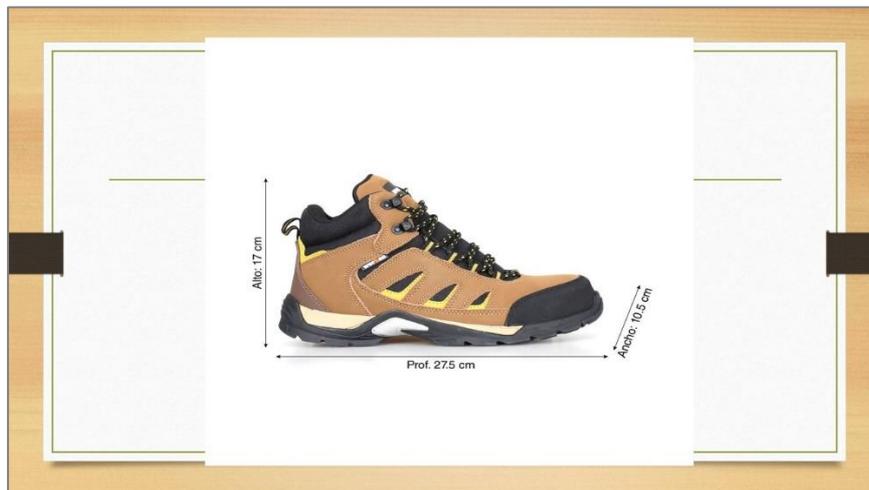
Link de la encuesta: <https://forms.gle/SxeGDZpDALfwvzqB6>



The image shows a screenshot of a Google Form interface. At the top, there are tabs for 'Preguntas', 'Respuestas' (with a count of 434), and 'Configuración'. Below the tabs is a header image showing several pairs of safety boots in different colors (brown, black, and orange). The form title is 'Evaluación del confort en el calzado de seguridad'. Below the title, there is a description: 'Esta encuesta tiene como objetivo evaluar el confort del trabajador sobre el calzado de seguridad que actualmente usa. Tiempo aprox. de la encuesta: 15 minutos'. The form contains several questions: 'Apellidos y nombres completos' (text input), 'DNI' (text input), 'Sexo' (radio buttons for 'Femenino' and 'Masculino'), and 'Peso del trabajador (en Kg) Ejm: 62' (text input). On the right side of the form, there is a vertical toolbar with icons for adding, deleting, and other actions.

Anexo 5: Presentación para la encuesta de confort del calzado.

La presentación que fue enviada a los trabajadores fue la siguiente:





h es la altura del cuarto trasero del zapato



Acolchado trasero y talón del zapato



DUDAS Y CONSULTAS

¿Presenta alguna pregunta o duda adicional durante la ejecución de la encuesta?

Persona de contacto:

- Melissa Depaz Juarez (tesista)
- Cel. 992330349
- Correo: melissadepazj@gmail.com

Anexo 6: Gráficas de los resultados obtenidos de la encuesta de confort del calzado.

DATOS GENERALES:

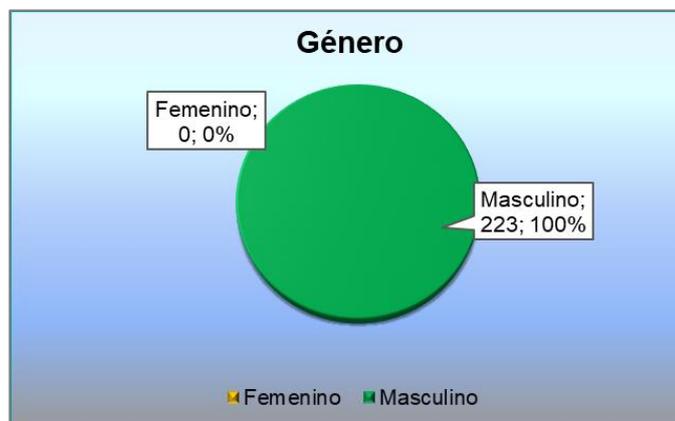
1. La cantidad de trabajadores según talla del calzado fueron los siguientes:

Talla del calzado	Cantidad	%
38	9	4.0%
39	28	12.6%
40	68	30.5%
41	52	23.3%
42	50	22.4%
43	14	6.3%
44	2	0.9%
Total general	223	100%



2. Género

El 100% de los trabajadores encuestados pertenecen al género masculino:



3. Valoración global del calzado de seguridad



4. Cuadro resumen de las preguntas del calzado

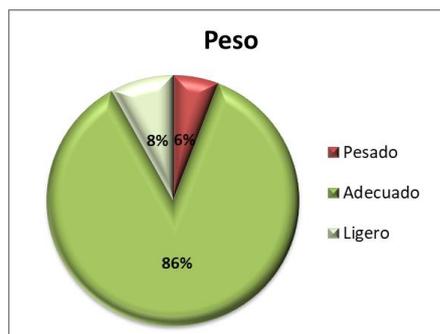
2. PESO	
3. CALCE	3.1. ¿Le cuesta calzarse el zapato?
	3.2. ¿Cómo encuentra el calce en la primera puesta?
	3.3. Longitud del zapato
	3.4. Altura y posición de la lengüeta
	3.5. Anchura de la puntera
	3.6. Altura de la puntera para el dedo gordo y meñique
	3.7. Perímetro en zona metatarsos
	3.8. Perímetro de medio empeine
	3.9. Altura trasera del corte
	3.10. Acolchado del hueco trasero
	3.11. Ancho de talón
	3.12. Altura de los cuartos traseros
	3.13. Tendencia a descalzar
	3.14. ¿Qué ocurre con el calce después del uso?
4. EMPEINE	
5. FORRO	
6. PLANTILLA	
7.1. SUELA	7.1.1. Apoyo de la planta
	7.1.2. Flexibilidad

	7.1.3. Dureza
	7.1.4. Resbalamiento
7.2. ACOLCHADO	7.2.1. Acolchado en la zona de tacón
	7.2.2. Acolchado en la zona delantera
	7.2.3. Aislamiento frente a las irregularidades del terreno
8. CIERRES	8.1. Situación
	8.2. Sujeción del pie
9. GESTIÓN SUDOR	9.1. Temperatura
	9.2. Humedad
	9.3. Olor
10. ¿LAS COMPRARÍA Y ACEPTARÍA COMO UNIFORMIDAD?	

5. Gráficas de respuestas de los trabajadores por preguntas:

Respecto al peso del calzado:

2. Peso	Cantidad	%
Pesado	13	8%
Adecuado	192	86%
Ligero	18	6%
Total general	223	100%

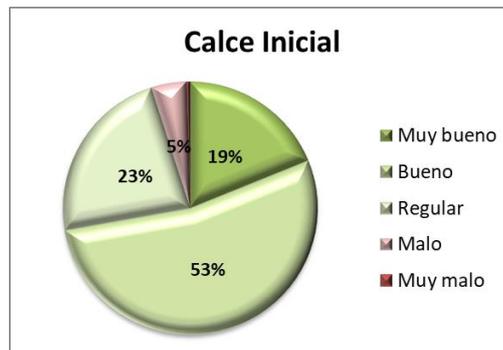


Respecto al calce del calzado:

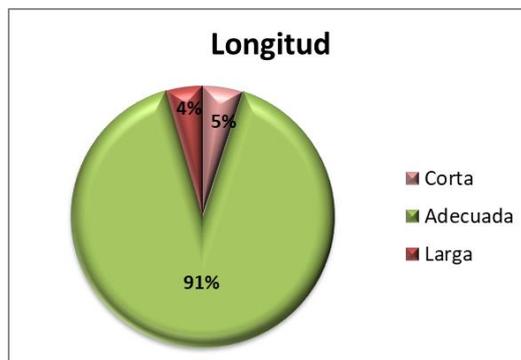
3.1. ¿Le cuesta calzarse el zapato?	Cantidad	%
Si	24	11%
No	199	89%
Total general	223	100%



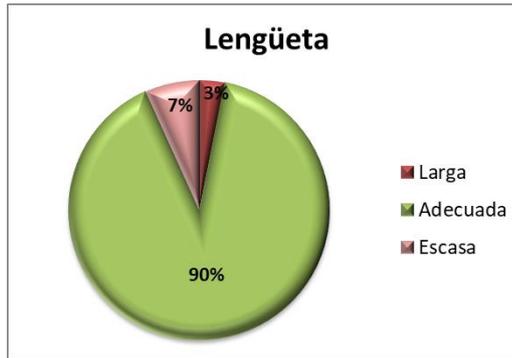
3.2. ¿Cómo encuentra el calce en la primera puesta?	Cantidad	%
Muy bueno	42	18.8%
Bueno	119	53.4%
Regular	51	22.9%
Malo	10	4.5%
Muy malo	1	0.4%
Total general	223	100%



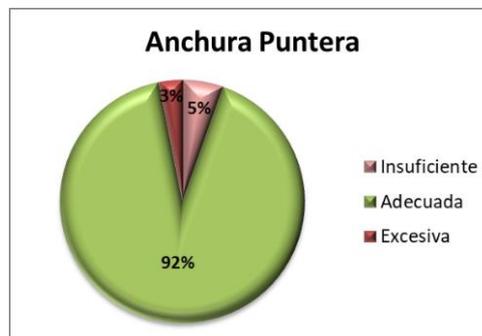
3.3. Longitud del zapato	Cantidad	%
Corta	11	5%
Adecuada	202	91%
Larga	10	4%
Total general	223	100%



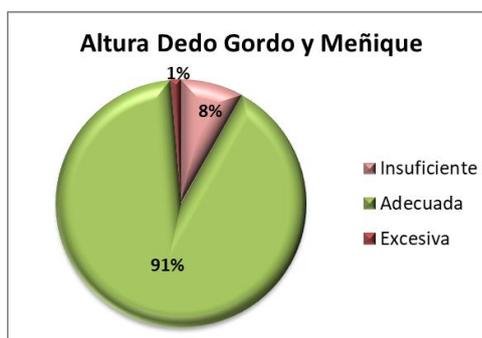
3.4. Altura y posición de la lengüeta	Cantidad	%
Larga	7	3%
Adecuada	201	90%
Escasa	15	7%
Total general	223	100%



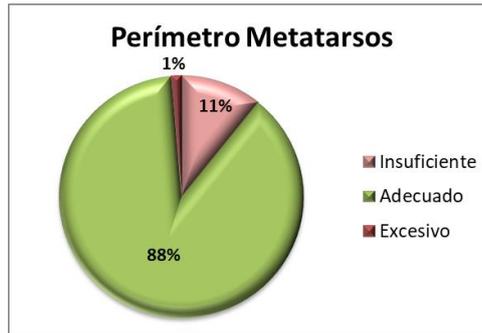
3.5. Anchura de la puntera	Cantidad	%
Insuficiente	12	5%
Adecuada	204	92%
Excesiva	7	3%
Total general	223	100%



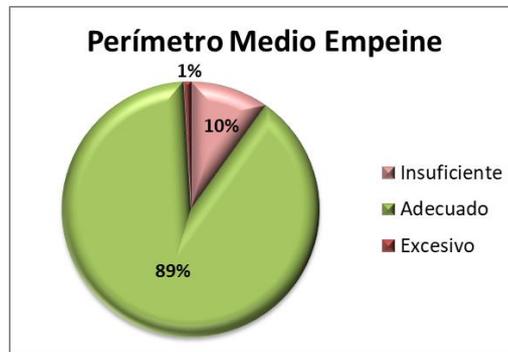
3.6. Altura de la puntera para el dedo gordo y meñique	Cantidad	%
Insuficiente	18	8%
Adecuada	202	91%
Excesiva	3	1%
Total general	223	100%



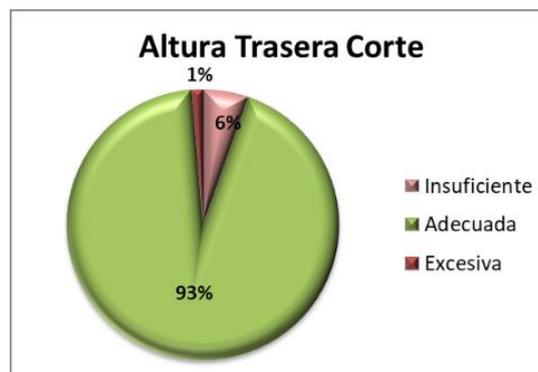
3.7. Perímetro en zona metatarsos	Cantidad	%
Insuficiente	24	11%
Adecuado	196	88%
Excesivo	3	1%
Total general	223	100%



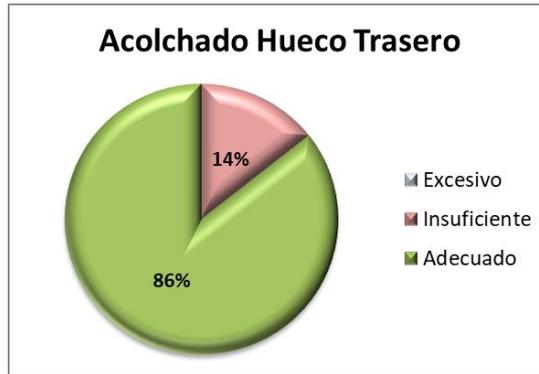
3.8. Perímetro de medio empeine	Cantidad	%
Insuficiente	22	10%
Adecuado	199	89%
Excesivo	2	1%
Total general	223	100%



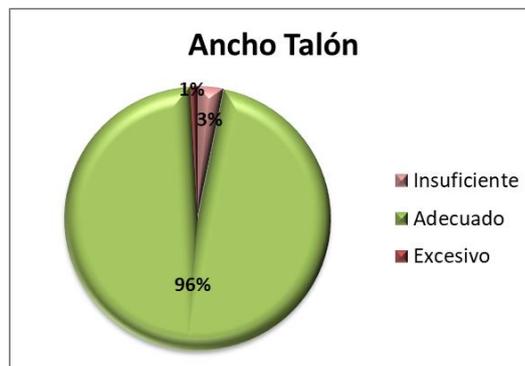
3.9. Altura trasera del corte	Cantidad	%
Insuficiente	12	6%
Adecuada	208	93%
Excesiva	3	1%
Total general	223	100%



3.10. Acolchado del hueco trasero	Cantidad	%
Insuficiente	32	14%
Adecuado	191	86%
Excesivo	0	0%
Total general	223	100%



3.11. Ancho de talón	Cantidad	%
Insuficiente	7	3%
Adecuado	214	96%
Excesivo	2	1%
Total general	223	100%



3.12. Altura de los cuartos traseros	Cantidad	%
Insuficiente	12	5%
Adecuada	210	94%
Excesiva	1	1%
Total general	223	100%



3.13. Tendencia a descalzar	Cantidad	%
Si	195	13%
No	28	87%
Total general	223	100%

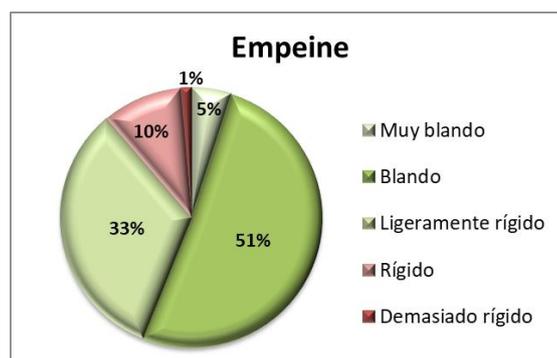


3.14. ¿Qué ocurre con el calce después del uso?	Cantidad	%
Se mantiene	131	59%
Mejora	58	26%
Empeora	34	15%
Total general	223	100%



Sobre el empeine:

4. Empeine	Cantidad	%
Muy blando	11	5%
Blando	114	51%
Ligeramente rígido	73	33%
Rígido	22	10%
Demasiado rígido	3	1%
Total general	223	100%



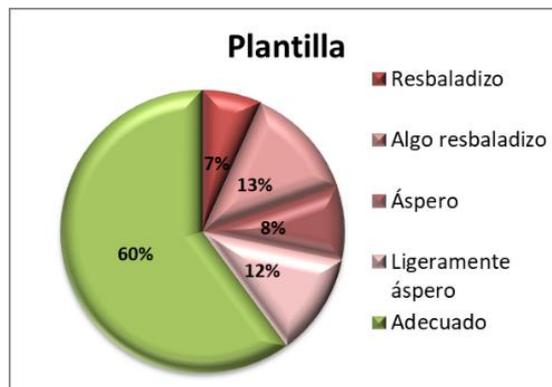
Sobre el forro:

5. Forro	Cantidad	%
Resbaladizo	5	2%
Algo resbaladizo	35	16%
Áspero	19	8%
Ligeramente áspero	26	12%
Adecuado	138	62%
Total general	223	100%



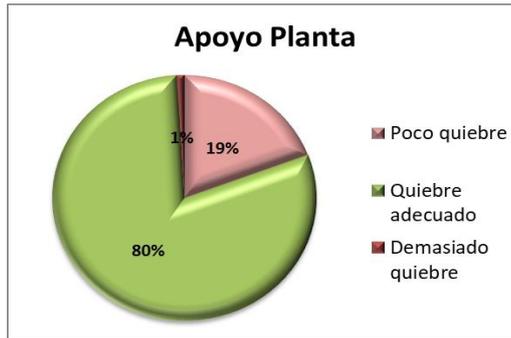
Sobre la plantilla:

4. Empeine	Cantidad	%
Resbaladizo	15	7%
Algo resbaladizo	29	13%
Áspero	19	8%
Ligeramente áspero	26	12%
Adecuado	134	60%
Total general	223	100%

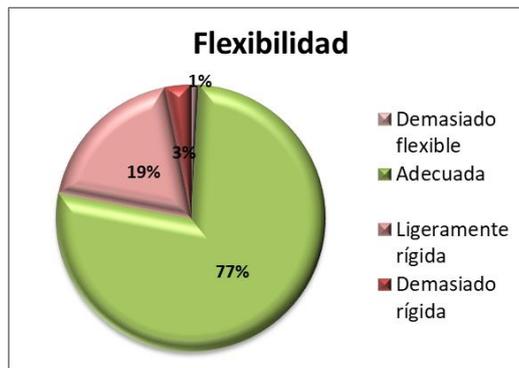


Sobre el apoyo de la planta:

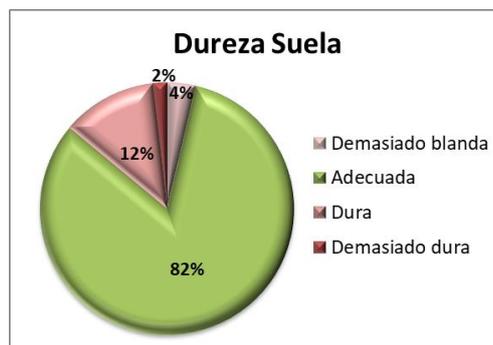
7.1.1. Apoyo de la planta	Cantidad	%
Poco quiebre	43	19%
Quiebre adecuado	178	80%
Demasiado quiebre	2	1%
Total general	223	100%



7.1.2. Flexibilidad	Cantidad	%
Demasiado flexible	2	1%
Adecuada	172	77%
Ligeramente rígida	42	19%
Demasiado rígida	7	3%
Total general	223	100%



7.1.3. Dureza	Cantidad	%
Demasiado blanda	8	4%
Adecuada	184	82%
Dura	27	12%
Demasiado dura	4	2%
Total general	223	100%

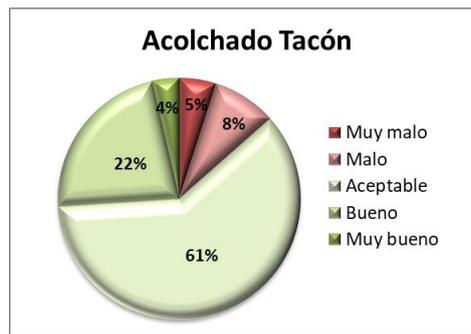


7.1.4. Resbalamiento	Cantidad	%
Resbaladiza	8	4%
Algo resbaladiza	43	19%
Agarre adecuado	172	77%
Demasiado agarre	0	0%
Total general	223	100%

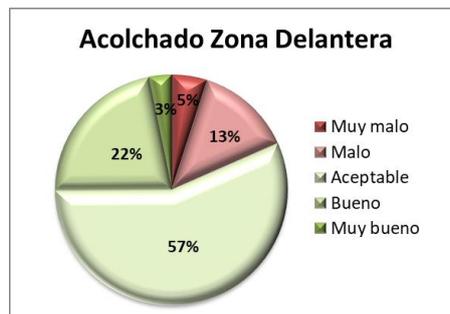


Sobre el acolchado en la zona del talón y l :

7.2.1. Acolchado en la zona de tacón	Cantidad	%
Muy malo	11	5%
Malo	19	8%
Aceptable	135	61%
Bueno	50	22%
Muy bueno	8	4%
Total general	223	100%



7.2.2. Acolchado en la zona delantera	Cantidad	%
Muy malo	11	5%
Malo	30	13%
Aceptable	126	57%
Bueno	49	22%
Muy bueno	7	3%
Total general	223	100%



7.2.3. Aislamiento frente a las irregularidades del terreno	Cantidad	%
Muy malo	2	5%
Malo	18	13%
Aceptable	136	57%
Bueno	61	22%
Muy bueno	6	3%
Total general	223	100%



Sobre el cierre:

8.1. Situación	Cantidad	%
Muy mala	3	1%
Mala	25	11%
Buena	195	88%
Total general	223	100%

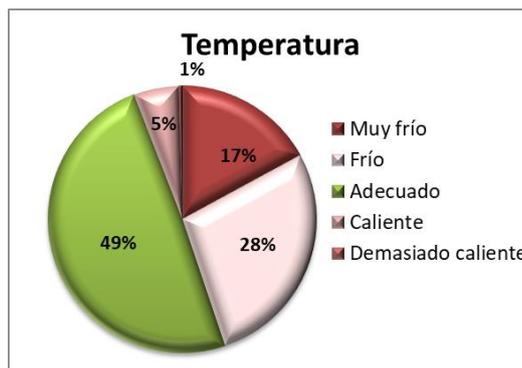


8.2. Sujeción del pie	Cantidad	%
Suelta	10	1%
Adecuada	199	11%
Apretada	14	88%
Total general	223	100%

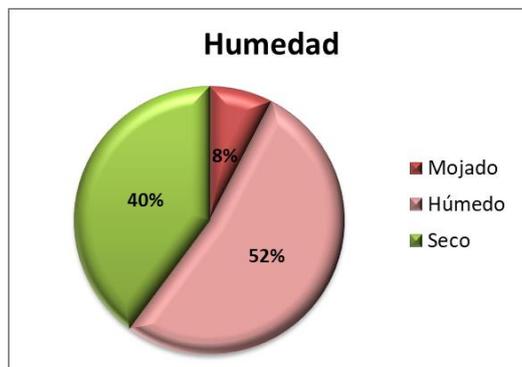


Sobre la gestión del sudor:

9.1. Temperatura	Cantidad	%
Muy frío	38	17%
Frío	62	28%
Adecuado	110	49%
Caliente	12	5%
Demasiado caliente	1	1%
Total general	223	100%

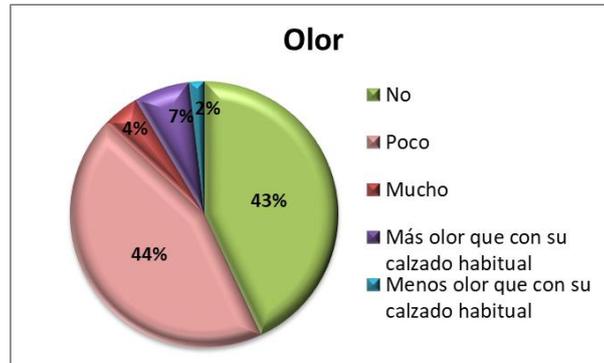


9.2. Humedad	Cantidad	%
Mojado	17	8%
Húmedo	117	40%
Seco	89	52%
Total general	223	100%



9.3. Olor	Cantidad	%
No	96	44%

Poco	98	43%
Mucho	10	4%
Más olor que con su calzado habitual	15	7%
Menos olor que con su calzado habitual	4	2%
Total general	223	100%

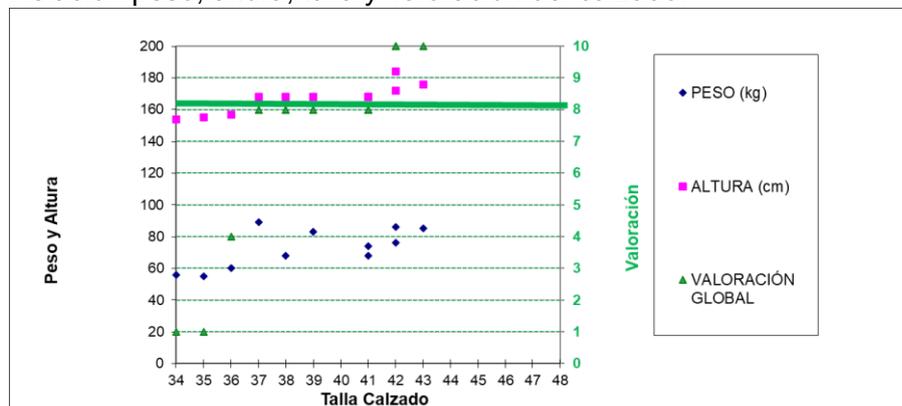


Sobre la evaluación de compra y aceptación de uniformidad:

10. ¿Las compraría y aceptaría como uniformidad?	Cantidad	%
Si	166	74%
No	57	26%
Total general	223	100%



Relación peso, altura, talla y valoración del calzado:



6. Comentarios positivos y negativos de la encuesta

N°	Comentarios relevantes negativos 
1	"Falta acolchonado en la parte trasera"
2	"Le entra mucho frío al zapato" "Aumentar el acolchonamiento para la humedad para no sentir el frío"
3	"Adecuar mejor la punta de acero, provoca dolor y saca callos"
4	"Al trabajar en la noche, aún con medidas para el frío para la humedad en el calzado, moja las medias"
5	"A veces no se tiene la talla requerida, no hay stock y es incómodo para los pies"
6	"Debe ser más acolchonado en la parte delantera porque se siente mucho frío en las mañanas"
7	"Deberían reforzar las plantas de los calzados ya que nos afectan los riñones"
8	"Es muy duro" "Un poco áspero al caminar", "Hace sudar"
9	"Hace doler el talón al estar tiempo parado"
10	"La lengua del zapato es mala porque hace doler el empeine"
11	"La plantilla es muy sintética y suda, debe ser de badana la plantilla"
12	"El material interior de la botas hace transpirar demasiado en combinación con la temperatura es demasiado frío y húmedo al interior, por lo que es inestable al caminar y genera mucha incomodidad."
13	"Una plantilla más gruesa Dentro del zapato para q no pase el frio"

N°	Comentarios relevantes positivos 
1	"Adecuado.Aceptable"
2	"En comparación con otras empresas, el calzado es aceptable"
3	"El calzado es aceptable"
4	"Es buen zapato"
5	"Hasta el momento es muy bueno el calzado"
6	"Muy buen material del calzado y bastante práctico al momento de usarlo."
7	"No siento chispazos, el calzado de seguridad es bueno"
8	"Son buenos"
9	"Sí, son buenos y cómodos"
10	"Si siento los pasos porque el calzado es adecuado"
11	"Todo está adecuado, lo recomiendo"
12	"Bueno y adecuado"

Anexo 8: Formato de evaluación de características de ergonomía.

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas Proyecto: "Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción"		CITEccal Lima	
PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ERGONOMÍA			
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ERGONOMÍA			
Informe:	Empresa:		
Usuario:	Modelo:		
Talla pedida:	Cinta andadora:		
¿Está la superficie interior del calzado libre de rugosidades, zonas cortantes o duras que puedan causar irritación o heridas (comprobando con la mano)?	SÍ	NO	
¿Está el calzado libre de elementos que considere que puedan causar daño?	SÍ	NO	
¿Pueden ajustarse adecuadamente (en caso sea necesario)?	SÍ	NO	
¿Pueden realizarse sin problemas las siguientes tareas?	SÍ	NO	
Andar	SÍ	NO	
Subir escaleras	SÍ	NO	
Agacharse con una rodilla en el suelo	SÍ	NO	
Condiciones ambientales T(°C)= Termohigrómetro/ Higrotermógrafo =		HR(%)=	
OBSERVACIONES: Las muestras ensayadas han cumplido el periodo de acondicionamiento prevista en la norma de ensayo.			
Probador Firma y fecha		Evaluación Firma y fecha	
Tesisista: Melissa Edith Depaz Juarez			

Anexo 9: Formato de carta de consentimiento informado.

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Dirigido a: Trabajadores del régimen de construcción del Consorcio Acciona - San Martín

Título de proyecto: “Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”

Responsable del proyecto: Melissa Depaz Juarez (Universidad Nacional de Ingeniería) – Liliana Marrufo Saldaña (CITEccal Lima)

Fecha de aprobación del proyecto: Noviembre 2019

Introducción/Objetivo:

Estimado Señor:

Usted ha sido invitado a participar en el presente proyecto de investigación, el cual es desarrollado por el **Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas – CITEccal Lima**, el estudio se realizará en su sede principal: Av. Caquetá 1300 – Rímac.

El objetivo principal de su participación es escanear el pie para la determinación de medidas morfológicas y talla del calzado que debería usar, a través de un equipo digital.

Pasos del procedimiento:

1. El trabajador se sacará los zapatos y se subirá la basta del pantalón realizando por lo menos dos dobleces.
2. El trabajador subirá al escáner, ubicado al ras del suelo, con una altura no mayor a 10 cm.
3. El trabajador permanecerá en forma estática por un tiempo aproximado de 60 segundos, tiempo en el cual el equipo escaneará la forma del pie.
4. Al terminar, el trabajador descenderá del escáner y el procedimiento habrá concluido

No existen riesgos inherentes en este procedimiento, además debido al contexto actual de la pandemia, por el Covid-19, se tomarán los protocolos de bioseguridad correspondientes: Uso de doble mascarilla, careta facial, alcohol gel y un día antes del traslado e ingreso a las instalaciones del CITEccal Lima, se entregará llenada una declaración de ficha sintomatológica. El trabajador se compromete a seguir las prácticas de bioseguridad establecidas al ingreso del CITECCAL Lima (toma de temperatura, desinfección de calzado y lavado de manos).

En el lugar establecido para la medición, que es un lugar ventilado, solo estarán presentes el técnico que maneja el equipo y el trabajador. Se tomarán fotos durante las mediciones, las cuales protegerán la identidad del trabajador.

Al finalizar el procedimiento el trabajador se retirará de CITEccal inmediatamente. Si requiere utilizar los servicios higiénicos, deberá seguir las instrucciones de los vigilantes de la institución. Los resultados serán remitidos por correo electrónico a la investigadora en coordinación con la unidad de I+D.

Números a contactar: Si tuvieran alguna pregunta o comentario respecto al proyecto, puede ponerse en contacto con la responsable del proyecto, Melissa Depaz Juarez, al siguiente número telefónico 992330349 o al correo mdepaz@cas.pe.

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Firmo este consentimiento informado ya que yo, _____,
he leído y comprendido la información que aquí se me presenta para participar en el
proyecto "Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del
sector construcción" y acepto mi participación en el procedimiento, respetando todos los
pasos indicados y protocolos de bioseguridad.

Firma del Participante
Nombre del trabajador:
DNI:

CITEccal Lima
Ricardo Bernal Hiyane

Testigo 1
Melissa Depaz Juarez
DNI: 76297268

Lima, ____ de _____ del 2021

Anexo 10: Ficha sintomatológica para el ingreso al CITEccal-Lima.

El formato de la ficha sintomatológica de la empresa constructora completada por los trabajadores antes del ingreso a las instalaciones del CITEccal-Lima para las mediciones con el escáner, fue el siguiente:

 Ficha de Sintomatología COVID-19										
Declaración Jurada (Anexo N° 1 - RM N° 128-2020-MINEM-DM)										
<i>He recibido la explicación del objetivo de esta evaluación y me comprometo a responder con la verdad. También he sido informado que de omitir o falsear información estaré perjudicando la salud de mis compañeros, lo cual es una falta grave.</i>										
Empresa: CONSORCIO ACCIONA SAN MARTÍN	RUC N°: 20604184186									
Apellidos y Nombres:	Celular:									
Puesto de Trabajo / Cargo:	Área:									
En los últimos 14 días, ¿ha presentado algunos de los siguientes síntomas?										
	SI	NO								
1. Sensación de alza térmica o fiebre										
2. Tos, estornudos o dificultad para respirar										
3. Dolor de garganta										
4. Congestión o secreción nasal										
5. Expectoración o flema amarilla o verdosa										
6. Pérdida del olfato o pérdida del gusto										
7. Dolor abdominal, náuseas o diarrea										
8. Dolor en el pecho										
9. Desorientación o confusión										
10. Coloración azul en los labios										
11. Está tomando alguna medicación (detalle:)										
En los últimos 14 días: (detallar, de ser afirmativa la respuesta)										
	SI	NO								
1. Ha tenido contacto con personas casos sospechosos o confirmados de COVID-19										
2. Ha viajado al exterior										
3. Ha visitado un establecimiento de salud										
Tiene los siguientes factores de riesgo:										
	SI	NO								
1. Edad mayor de 65 años										
2. Hipertensión Arterial no controlada										
3. Enfermedad Cardiovascular grave (detalle:)										
4. Cáncer										
5. Diabetes Mellitus										
6. Obesidad (IMC ≥ 35)										
7. Asma moderada o grave										
8. Enfermedad pulmonar crónica (detalle:)										
9. Insuficiencia renal crónica en tratamiento con hemodiálisis										
9. Enfermedad o tratamiento inmunosupresor (detalle:)										
10. Otro (detalle:)										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%;">Firma:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombres:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DNI:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td></td> </tr> </table>			Firma:		Nombres:		DNI:		Fecha:	
Firma:										
Nombres:										
DNI:										
Fecha:										

Anexo 11: Procedimiento de la medición con el escáner.

El procedimiento elaborado para la medición antropométrica de los pies con el escáner fue el siguiente:

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias
Conexas
Proyecto: “Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”


Lima

PROCEDIMIENTO DE LA MEDICIÓN DEL PIE CON ESCÁNER 3D PARA PERSONAL EXTERNO

Equipo: Escáner 3D Volumental.
Personal: Técnico del CITEccal – Lima y persona externa.
EPP requerido: Mascarilla KN95, vestimenta de laboratorio.
Tiempo aprox. de la medición: 10 minutos.
Horario de medición: 8:00 am - 2:30 pm



Los pasos del procedimiento para la medición son los siguientes:

- 1. E**l trabajador se sacará los zapatos y se subirá la basta del pantalón realizando por lo menos dos dobleces.
- 2. E**l trabajador subirá al escáner, ubicado al ras del suelo, con una altura no mayor a 10 cm.
- 3. E**l trabajador permanecerá en forma estática por un tiempo aproximado de 60 segundos, tiempo en el cual el equipo escaneará la forma del pie.
- 4. A**l terminar, el trabajador descenderá del escáner y el procedimiento habrá concluido.

Protocolo de bioseguridad que deberá seguir el personal externo en el instituto:
Uso de doble mascarilla, careta facial, alcohol gel y un día antes del traslado e ingreso a las instalaciones del CITEccal Lima, se envía llenada una declaración de ficha sintomatológica. El trabajador se compromete a seguir las prácticas de bioseguridad establecidas al ingreso del CITECCAL Lima (toma de temperatura, desinfección de calzado y lavado de manos).
En el lugar establecido para la medición, es un lugar ventilado y solo estarán presentes el técnico que maneja el equipo y el trabajador. Se tomarán fotos durante las mediciones, las cuales protegerán la identidad del trabajador.
El trabajador llevará doble mascarilla, presentará su DNI y portará su propio lapicero azul .

Tesista: Melissa Edith Depaz Juarez 1

Anexo 12: Preguntas de las entrevistas a los especialistas.

Las preguntas realizadas a los especialistas fueron las siguientes:

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas
Proyecto: “Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”

CITEccal

Lima

PREGUNTAS PARA LAS ENTREVISTAS

ENTREVISTA A MÉDICO GENERAL

1. Buenos días Dr. en primer lugar, ¿podría explicarnos brevemente que es la diabetes? ¿Cuántos tipos existen? ¿Qué es la diabetes tipo 2?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo de la diabetes?
3. ¿Cuál es la incidencia aproximada de la diabetes en la población trabajadora (+18-60) en nuestro país?
4. ¿Qué consecuencias puede tener la diabetes tipo 2 en una persona?
5. ¿Qué recomendaciones daría a una persona con diabetes respecto al cuidado del pie?
6. ¿Cómo prevenir el pie diabético?
7. ¿Cuándo se diagnostica que un paciente tiene un pie diabético?
8. ¿Cuáles son los factores de riesgo del pie diabético?
9. ¿Conoce alguna clasificación para el pie diabético, cuál es?
10. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?
11. ¿Qué tratamiento se le puede dar?
12. ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un paciente diabético, qué características debe tener?
13. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?
14. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?
15. ¿Conoce algún estándar o normativa en Perú sobre el calzado para diabéticos o cómo determinaron estas características que se recomiendan?

ENTREVISTA AL MÉDICO TRAUMATÓLOGO

1. ¿Qué significa tener un pie diabético?
2. ¿Conoce algún tipo de clasificación para el pie diabético?
3. ¿Un paciente diabético puede perder la sensibilidad? ¿Por qué?
4. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?
5. ¿Con qué frecuencia debería visitar un paciente diabético al traumatólogo?
6. ¿Qué tratamiento debe seguir un pie diabético? ¿Qué tan accesible es realizarlo en el Perú y qué costo aproximado tiene?
7. ¿Cuánto tiempo demora en recuperarse un pie diabético de algún tipo de lesión?
8. Sobre el calzado para pacientes diabéticos, ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un diabético que realiza esfuerzo físico, como son los trabajadores del sector construcción?
9. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?
10. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?
11. ¿Qué partes del pie serían las más importantes que un calzado debe proteger para un paciente diabético?
12. Por último, ¿Qué aspectos evaluaría en un calzado de seguridad para definir el confort?

ENTREVISTA A PODÓLOGO

1. ¿Qué recomendaciones se tiene para un paciente diabético respecto al cuidado del pie?
2. ¿Qué significa tener un pie diabético?
3. ¿Cuáles son los factores de riesgo del pie diabético?
4. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?
5. ¿Cómo prevenir el pie diabético?
6. ¿Qué tratamiento se le puede dar?
7. ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un paciente diabético que realiza esfuerzo físico, como son los trabajadores del sector construcción?
8. ¿Cuáles serían los factores de riesgo del calzado de seguridad para un diabético?
9. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?
10. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?
11. ¿Conoce algún estándar o normativa nacional sobre el calzado para diabéticos o cómo determinaron estas características que se recomiendan?
12. ¿Qué partes del pie serían las más importantes que un calzado debe proteger para un paciente diabético, sobre todo los que realizan esfuerzo físico como son los trabajadores del sector construcción?
13. Por último, ¿Qué aspectos evaluaría en un calzado de seguridad para definir el confort?

ENTREVISTA A ESPECIALISTA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL/ PACIENTE DIABÉTICO

1. ¿Qué recomendaciones sigue para el cuidado de sus pies?
2. ¿Alguna vez has tenido alguna complicación en el pie?
3. ¿Ha tenido alguna capacitación u orientación en el manejo de la diabetes? ¿Cómo la controla actualmente?
4. ¿Qué tan accesible es encontrar un calzado de seguridad para las personas diabéticas que trabajan en el sector construcción?
5. ¿Cuál es un costo promedio de este tipo de calzado? ¿Cuánto pagaría en promedio para un calzado así?
6. ¿Qué peligros y riesgos del sector construcción pueden originar un accidente en el pie de un trabajador?
7. ¿Qué características recomendaría que tenga un calzado de seguridad para personas diabéticas que trabajan en el sector construcción?
8. ¿Qué aspectos tomas en cuenta para evaluar/sentir confort en un calzado de seguridad?
9. ¿Qué recomendaciones le daría a una persona diabética a la hora de usar un calzado de seguridad?
10. ¿Qué tan importante le parece el diseño de un calzado de seguridad?

Anexo 13: Respuestas de las entrevistas a los especialistas.

Las respuestas obtenidas por los especialistas fueron las siguientes:

Centro de Innovación Tecnológica del Cuero, Calzado e Industrias Conexas
Proyecto: “Diseño de calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción”**CITEccal**
Lima

ENTREVISTA A MÉDICO GENERAL

1. Buenos días Dr. en primer lugar, ¿podría explicarnos brevemente que es la diabetes? ¿Cuántos tipos existen? ¿Qué es la diabetes tipo 2?

Se define la diabetes de forma sencilla como el aumento de azúcar en sangre, esto se debe generalmente al consumo de alimentos con elevados niveles de azúcar.

Sobre los niveles, se tiene los siguientes tipos:

Estado pre-diabético de glucosa en sangre, pero no llega a pasar los 110 mg/ dl, que es el límite normal de la glucosa en sangre para diagnosticar a una persona como diabética. Una persona prediabética puede tener más de 100 pero no menos de 110 mg/ dl.

Para diagnosticar la diabetes debes presentar otro tipo de síntomas, para ello se realiza la triada de la diabetes mellitus, que son 3 síntomas característicos de la diabetes: la polidipsia (siempre tiene sed), la poliurea (continua sensación de ir al baño) y la polifagia (aumento en las ganas de comer). Cuando un paciente llega a consulta con estos tres síntomas más pruebas adicionales de laboratorio con la glucosa elevada, con esto podría diagnosticarse a un paciente como diabético.

Diabetes tipo 1, menos común, la mayoría se presenta en niños y adolescentes que se presenta por un déficit en la producción de insulina en el páncreas, son insulino dependientes, se les inyecta insulina para que pueda transportar la glucosa correctamente.

Diabetes tipo 2, es la más común, se produce generalmente en edad adulta que es el déficit que tiene el páncreas para captar azúcar al momento de ingresar al organismo.

2. ¿Cuáles son los factores de riesgo de la diabetes?

Toda patología tiene factores de riesgo, para la diabetes es la obesidad, antecedentes familiares directo como el padre, madre, abuela materna si son diabéticas, podrían ser heredadas. El sedentarismo, le edad según grupos étnicos por ejemplo en los pacientes de piel oscura o raza indígena tienen a padecer más de diabetes. Las personas con colesterol y triglicéridos altos también pueden padecer de diabetes. Las personas fumadoras de igual manera. En la mujer también podría ocurrir un tipo de diabetes gestacional el cual podría pasar una vez terminada esta etapa de gestación. Adicional también las mujeres con ovarios poliquísticos.

3. ¿Cuál es la incidencia aproximada de la diabetes en la población trabajadora (+18-60) en nuestro país?

En un estudio de la Universidad Cayetano Heredia, en lo que va del 2021, en el mes de mayo se diagnosticaron 24 personas, en junio 8, agosto 10, setiembre 8 y octubre 32 personas con diabetes mellitus. Esto depende de los hábitos saludables de cada persona, no existe una tendencia definida, si llevas a cabo una alimentación saludable, rica en fibras, vegetales, realizas ejercicios, evitas el alcohol y tabaco, ayudará a que tu páncreas trabaje con normalidad y cumpla su función y así evitar el riesgo de padecer diabetes.

4. ¿Qué consecuencias puede tener la diabetes tipo 2 en una persona?

Sobre las complicaciones de padecer diabetes se tiene las oculares, la retinopatía diabética que incluso puede llegar a la ceguera. Se tiene también las complicaciones renales como la insuficiencia renal, las complicaciones cardíacas como la hipertensión arterial. Las neuropatías diabéticas que es también el pie diabético, el pie diabético es la disminución del flujo sanguíneo hacia los miembros inferiores.

5. ¿Qué recomendaciones daría a una persona con diabetes respecto al cuidado del pie?

Tener una buena higiene del pie, porque se podría presentar micosis que sería un agente patógeno que se instala en el pie y puede dañar la piel o el tejido. Mantener el pie humectado

Tesista: Melissa Edith Depaz Juarez 1

con cremas durante la noche, ya que en el día no podrá colocarse medias ni zapatos, porque debe evitar tener el pie húmedo.

Deben secarse al extremo los espacios interdigitales porque en estos espacios podría acumularse humedad y presentar alguna ruptura del tejido.

No se debe caminar descalzo para evitar algún corte con algunos elementos que puede haber en el piso.

Tratar en lo posible algún accidente como algún golpe o torcedura ya que puede ser un factor que desencadene un pie diabético.

Que revise su pie diariamente, que no se corte las uñas, para las personas diabéticas de preferencia que las realice con un podólogo quién los instruya en el correcto corte de uñas, ya que un corte inadecuado corte de uñas deja entrada para que un agente patógeno ingrese y pueda producir alguna infección a nivel del pie.

Las infecciones y lesiones en los dedos son factores de riesgo potenciales para padecer pie diabético.

6. ¿Cómo prevenir el pie diabético?

Teniendo cuidado en la salud del pie, revisiones periódicas con los especialistas indicados y siguiendo las recomendaciones que se brinda a los diabéticos respecto al cuidado del pie. Por lo que estos pacientes deben visitar a un endocrinólogo y cuando ve una lesión en el pie lo direcciona con un angiólogo (quien ve la circulación en sangre), también puede participar un podólogo.

7. ¿Cuándo se diagnostica que un paciente tiene un pie diabético?

Primero debe contar con un antecedente de diabetes, este paciente llega a consulta por pequeñas lesiones, lo cual tiene una clasificación del pie diabéticos, que es la escala de Wagner que va del 1 al 5, que puede incluir una lesión ulcerosa o también pueden llegar a tener deformidades en los dedos.

8. ¿Cuáles son los factores de riesgo del pie diabético?

Los factores de riesgo son la obesidad, la mala higiene en los pies, los traumatismos, deformidades y neuropatías, que son las personas que tienen problemas de circulación. Las personas con neuropatías deben ir a revisión con un angiólogo, ya que un pie diabético comienza por una falta de irrigación de sangre hacia los miembros inferiores.

9. ¿Conoce alguna clasificación para el pie diabético, cuál es?

Para realizar la clasificación del pie diabético se utiliza la escala de Wagner, que va del 1 al 5.

10. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?

Las complicaciones son finalmente la gangrenación del miembro inferior y posterior amputación del pie.

11. ¿Qué tratamiento se le puede dar?

El tratamiento para el pie diabético va a depender de la escala de Wagner en la que se encuentre puede ir desde la aplicación de cremas para el estadio 1, para el estadio 2 debe añadirse antibióticos. Cuando el paciente tiene un pie diabético Wagner 1, posee una lesión superficial que se puede presentar al caminar que puede verse en los dedos o en cualquier zona del pie, pero esta se ve generalmente en la parte del talón porque es donde se presenta mayor presión al caminar, si causa dolor se coloca analgésico para aliviar el dolor y se recomienda que el paciente descanse para evitar la fricción del pie y evitar la ruptura del pie. El Wagner 2 es una ulceración más profunda donde hay ruptura de la piel (de grasas y ligamentos) pero que no afecta el hueso y se trata con antibióticos para prevenir una infección.

El Wagner 3 es una ulceración más profunda, más extensa que se acompaña de un absceso y celulitis y salida de secreción purulenta y de mal olor, estas atenciones son las más comunes, y se tratan con terapia antibiótica con curas quirúrgicas, porque la piel que va muriendo se va retirando para que no afecten otras partes del pie. A partir de un Warner 3 se hospitaliza, además de que debe recibir curas quirúrgicas. Si se tiene un paciente más descuidado que no presta atención a las lesiones que presentó en un inicio y no se atendió, ya presenta los estadios de Wagner 4 y Wagner 5. El Wagner 4 se produce una cangrena limitada y una necrosis principalmente en los dedos y la parte posterior del pie como talón o tobillos, esto es más complicado porque cuando aparece la cangrena significa que la sangre ya no está circulando a estas partes del pie y el tratamiento que se tiene es la amputación de los dedos. Ya en el estadio de Warner 5 es una necrosis más amplia que abarca el pie completo y lo que se debe hacer es amputar el pie para evitar que la necrosis siga subiendo más arriba del tobillo.

12. ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un paciente diabético, qué características debe tener?

Debe ser un calzado anatómico, que no sea muy ajustado ya que si es ajustado se generaría calor en el pie y con ello se produce la sudoración que terminaría por provocar humedad en el pie, que es lo que se pretende evitar. Tiene que ser de un material flexible, ancho para evitar la sudoración en el pie, de un material transpirable, que permita la ventilación del pie para mantener fresco el pie. Que no sea tan blando porque lo debe proteger de los golpes, pero tampoco muy rígido. La suela y el taco debe estar entre 1 y 2 cm ya que se pretende evitar algún tipo de torcedura. Debe cubrir los dedos y estar por encima del tobillo, para evitar la exposición del pie, también debe cubrir los talones para evitar las lesiones a este nivel, porque podría ser causa del pie diabético. Todo esto para personas diabéticos porque los que poseen pie diabético ya no podrán usar un calzado cerrado hasta culminar su tratamiento.

13. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?

Debe ser de un material transpirable y que no sea muy pesado.

14. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?

No muy blando porque si la persona está distraída y se golpea, podría sentir más el golpe. Que sean un poco rígido, pero no tanto.

15. ¿Conoce algún estándar o normativa en Perú sobre el calzado para diabéticos o cómo determinaron estas características que se recomiendan?

Más que un estándar a nivel nacional, deben tomarse en cuenta también los estándares existentes a nivel internacional, ya que los criterios a aplicar son similares y las personas diabéticas van a manifestar los mismos síntomas independientemente del lugar donde vivan. Lo que se requiere es que sea lo más cómodo posible para la persona y que la persona sea cuidadosa para evitar golpes en sus pies.



ENTREVISTA AL MÉDICO TRAUMATÓLOGO

1. ¿Qué significa tener un pie diabético?

La diabetes es una enfermedad general que puede llegar a alterar los vasos a nivel periférico que puede llegar a afectar las manos y los pies, polineuropatía diabética. Lo que produce es que la persona pierde la sensibilidad, no llegan a sentir si su pie tiene un callo o algún tipo de herida, no tienen una sensibilidad adecuada.

2. ¿Conoce algún tipo de clasificación para el pie diabético?

La escala de Wagner es una de las más conocidas que indica los niveles del pie diabético. También se puede clasificar según la superficialidad de la herida, si es en la piel o llegó al hueso. También según el grado de infección, como las isquemias.

3. ¿Un paciente diabético puede perder la sensibilidad? ¿Por qué?

Sí, se conoce como neuropatía periférica o polineuropatía ocurre cuando los pequeños vasos sanguíneos ya no funcionan bien. Esto puede complicar la salud del paciente al cortarse las uñas por el podólogo, no pueden sentir si le están cortando bien o no.

4. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?

El pie diabético ocurre cuando ya se produce algún tipo de herida o lesión el cual podría complicarse y producir alguna alteración severa a nivel superficial o profunda. Una diabetes controlada y cuidada no llega a la amputación. Las personas se dan cuenta por la diabetes por los síntomas. Es un manejo multidisciplinario el tratamiento de esta enfermedad. Si el pie tiene una herida tiene que reposar, un trabajador con herida no debería trabajar sino en reposo. Se hace seguimiento para ver la evolución de la herida. El paciente diabético debe ir con el endocrinólogo y nutricionista.

5. ¿Con qué frecuencia debería visitar un paciente diabético al traumatólogo?

Lo primero es instruir al paciente para que de forma diaria se revise el pie, o alguien cercano, dos veces al mes, él mismo con alguien más, la zona entre los dedos también debe revisarse. Si ya presenta algún tipo de complicación, debe acudir a un médico le realizará un seguimiento en unos 7 días y lo derivará con los especialistas correspondientes.

6. ¿Qué tratamiento debe seguir un pie diabético? ¿Qué tan accesible es realizarlo en el Perú?

La evaluación se realiza con un podoscopio. El SIS, Essalud y los hospitales grandes tienen unidades de pie diabético, son aquellas unidades encargadas de evaluar al paciente. La diabetes es una enfermedad silenciosa por lo que generalmente los pacientes diabéticos acuden al hospital cuando se encuentran mal y termina en amputación, existe la atención, pero no la capacidad para atender a todos. La atención en una clínica no es accesible para todas las personas, es muy caro su tratamiento.

Actualmente se tienen pacientes entre 20 y 30 años resistencia a la insulina, hay un incremento de estos casos en los que se trabaja para que no se convierta en diabetes, la alimentación ha ido cambiando y llevando a esta tendencia.

7. ¿Cuánto tiempo demora en recuperarse un pie diabético de algún tipo de lesión?

Si un callo se detecta a tiempo, con zapatos adecuados su recuperación se puede dar de 2 a 3 meses. El caso avanzado de amputación el paciente queda limitado, si es una amputación en 15 o 20 días y la terapia que es progresiva. Con prótesis, terapia y apoyo familiar tienen un tiempo de recuperación de 4 a 6 meses para que pueda caminar.

8. Sobre el calzado para pacientes diabéticos, ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un diabético que realiza esfuerzo físico, como son los trabajadores del sector construcción?

El calzado de protección debe tener una superficie dura para evitar algún tipo de accidente en el pie, zapato ancho con medida ergonómica, un cuero tipo elástico. La plantilla debe ser

personalizada. El material debe proteger externo duro y blando por dentro, zapato con doble tapa. El zapato debe ser ventilado que sea flexible con las necesidades del pie, que ceda ante las deformidades como juanete.

9. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?

Material suave por dentro y al ser un calzado de protección por fuera debe ser duro para garantizar la seguridad del pie, debe proteger el exterior y el cuero debe amoldarse al pie.

10. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?

Debe ofrecer suavidad al pie y no debe estar húmedo.

11. ¿Qué partes del pie serían las más importantes que un calzado debe proteger para un paciente diabético?

La planta del pie, la zona de apoyo de los metatarsos (la cabeza) es la zona más propensa a los callos, el 1er y 5to falange que están expuestos, la zona del halux donde se produce el juanete del primer metatarso, el talón no necesariamente requiere tanta, pero sí sería conveniente por un tema de confort.

12. Por último, ¿Qué aspectos evaluaría en un calzado de seguridad para definir el confort?

El zapato ideal es el que menos se siente, debe ser muy cómodo que evite la formación de una ampolla, que tenga un material ventilado sin tanta resistencia, con elevación con tacos (2.5 cm) como zapatilla, la sandalia no es buena para andar.

Tener una plantilla molde que dependerá del tipo de pie que tenga, con arco. Con una plantilla personalizada, suave para andar, fina en la base y que suba un poco en la zona del taco (no es conveniente tener un pie plano). Este tipo de calzados para pacientes diabéticos que previene lesiones para no llegar a un pie diabético es un calzado preventivo, que también puede ayudar para las personas que tengan trastornos de sensibilidad, deformidades en el pie, personas que realizan guardia y permanecen mucho tiempo paradas por 12 horas como policías, seguridad, médicos, bomberos son actividades que demandan un esfuerzo físico en el pie.



ENTREVISTA PARA EL PODÓLOGO

- 1. ¿Qué recomendaciones se tiene para un paciente diabético respecto al cuidado del pie?**
Las recomendaciones para el cuidado del pie en un paciente diabético es la inspección diaria y uso del calzado adecuado, el lavado de los pies debe ser realizado con agua tibia y realizar el secado entre los dedos de los pies. El corte de las uñas de preferencia debe ser realizado por un podólogo especialista, debe evitar cortar las esquinas y debe usar una lima, en caso se tenga alguna uña encarnada se debe acudir con un especialista.
- 2. ¿Qué significa tener un pie diabético?**
Un pie diabético es cuando el pie ha sufrido algún tipo de daño, destrucción del tejido asociado a alteraciones neurológicas en las extremidades inferiores, podemos decir que es una complicación y es lo que se quiere prevenir en el paciente diabético.
- 3. ¿Cuáles son los factores de riesgo del pie diabético?**
El cuidado del pie por parte del paciente es un factor relevante, un paciente que usa un calzado inadecuado sería un factor de riesgo para desarrollar pie diabético porque puede tener elementos que son duros lo cual puede aumentar el riesgo de úlcera por presión.
- 4. ¿Qué complicaciones puede llegar a tener un pie diabético?**
La complicación sería desde una hospitalización para realizar un tratamiento con antibióticos hasta la pérdida del pie o los dedos de los pies por amputación. El paciente diabético puede llegar a tener una neuropatía donde no llega a sentir cuando el calzado puede presionar ciertas zonas del pie y ocasionarle ampollas o heridas ocasionadas incluso por tener la piel seca o agrietada que da lugar a que las bacterias ingresen y causen alguna infección. También se puede tener un paciente diabético vascular donde cualquier roce le produce dolor, por lo que es importante desarrollar un calzado cómodo para el usuario.
- 5. ¿Cómo prevenir el pie diabético?**
La revisión de los pies debe ser diaria, se debe tener en cuenta el uso de un calzado para diabéticos y cuidar la higiene de los pies.
- 6. ¿Qué tratamiento se le puede dar?**
El tratamiento más frecuente que realizo a mis pacientes es por los callos, a los cuales se les brinda un tratamiento en base a productos que se les indica según sea el caso y también según la actividad que realizan.
- 7. ¿Qué tipo de calzado debe utilizar un paciente diabético que realiza esfuerzo físico, como son los trabajadores del sector construcción?**
Debe ser un calzado flexible y que otorgue protección de seguridad al pie. La plantilla debe ser removible también, debe tener una puntera ancha para evitar roces y una presión innecesaria en cualquier parte del pie, porque ahí no comprime los dedos y no aparece callos, debe proteger la planta (debe tener una plantilla anti perforante) y debe ser antideslizante. El taco no debe ser muy alto ni muy plano ya que debe formar el arco del pie y sin costuras internas.
- 8. ¿Cuáles serían los factores de riesgo del calzado de seguridad para un diabético?**
La puntera metálica hace que al contacto con el pie este pueda llegar a lastimarse, la sudoración que puede llegar a producir el calzado por el material también sería un factor de riesgo para el día de un paciente diabético.
- 9. ¿Qué material debería tener el calzado para diabéticos?**
Se debe evitar que la plantilla sea de cuero ya que hará que aumente la sudoración y con ello la humedad que es lo que debe evitarse para el pie de un paciente diabético. La plantilla de

preferencia debe ser de material de EVA (etilvinilacetato) que es el recomendable para pacientes diabéticos.

10. ¿Cómo debería ser este calzado en términos de rigidez y humedad interna?

Debe seleccionarse materiales que sean transpirables.

11. ¿Conoce algún estándar o normativa nacional sobre el calzado para diabéticos o cómo determinaron estas características que se recomiendan?

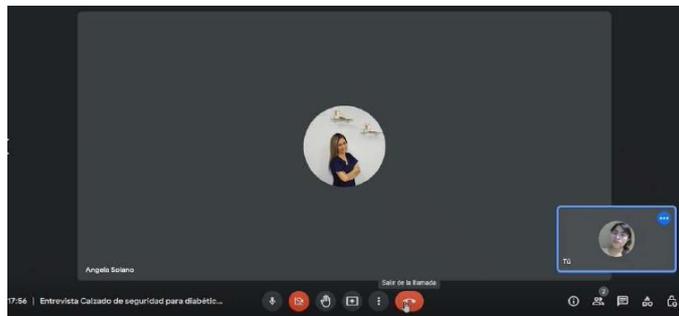
A nivel nacional no está estandarizado como tal, sin embargo, es posible tomar como referencia normativa y bibliografía internacional.

12. ¿Qué partes del pie serían las más importantes que un calzado debe proteger para un paciente diabético, sobre todo los que realizan esfuerzo físico como son los trabajadores del sector construcción?

Especial foco en el talón del pie, que esta zona no sea muy suave, que tenga firmeza que le pueda otorgar a esta zona, también debe proteger la punta del dedo gordo del pie, la base de los dedos pequeños, la base de los dedos medios, el borde exterior del pie, la protección del antepié también es importante.

13. Por último, ¿Qué aspectos evaluaría en un calzado de seguridad para definir el confort?

Que no sea demasiado pesado, que evite la sudoración excesiva de los pies (la humedad) y la puntera que no sea metálica, la plantilla debe ser removible también.



ENTREVISTA PARA EL ESPECIALISTA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL / PACIENTE DIABÉTICO

- 1. ¿Qué recomendaciones sigue para el cuidado de sus pies?**
Mensualmente mi endocrinólogo revisa mis pies, me recomienda que las uñas no estén crecidas y que para recórtalas recurra a un podólogo para no cortarlas de forma inadecuada ya que puede producir rozamiento hacia los costados.
El calzado que use debe ser ligero
- 2. ¿Alguna vez has tenido alguna complicación en el pie?**
No, hasta la fecha no he tenido ninguna complicación en el pie, espero tampoco tenerlas. Sin embargo, los calzados de seguridad suelen ser muy duros, fuertes.
- 3. ¿Ha tenido alguna capacitación u orientación en el manejo de la diabetes? ¿Cómo la controla actualmente?**
De forma diaria me realizo controles visuales, interdiarios o a la semana, siempre estoy en un monitoreo constante.
- 4. ¿Qué tan accesible es encontrar un calzado de seguridad para las personas diabéticas que trabajan en el sector construcción?**
En el país no hay calzados para diabéticos del sector construcción, en Europa sí puede ver alguno, era un calzado bastante ligero, acolchado tipo zapatilla, pero aquí en el país no he podido encontrar alguno.
- 5. ¿Cuál es un costo promedio de este tipo de calzado? ¿Cuánto pagaría en promedio para un calzado así?**
Yo generalmente me compro los CAT tipo zapatilla, que cuesta alrededor de S/. 500 soles. Si yo fuese trabajador el calzado que me compraría sería alrededor de 200 soles, sin embargo, este costo debe estar a cargo de la empresa. Se debe apuntar a que el calzado sea accesible para la empresa (el empleador), y para las demás personas de acuerdo a su condición.
- 6. ¿Qué peligros y riesgos del sector construcción pueden originar un accidente en el pie de un trabajador?**
El peligro para el pie es un calzado duro que, aunque cumpla con los temas de seguridad, pero no cumple con el tema de confort para diabético. El personal de piso usa el mismo calzado todo el día y todos los días, además ellos acceder a un cambio cuando el calzado está desgastado o roto. En el ambiente de trabajo, otros peligros se tienen como los objetos punzocortantes, la puntera metálica que sobresale y puede cortar el dedo, debería dejar de usarse el material y reemplazarlo por otro como el Composite o Baquelita. Además, el acero tiende a doblarse y tener fricción sobre el pie.
- 7. ¿Qué características recomendaría que tenga un calzado de seguridad para personas diabéticas que trabajan en el sector construcción?**
Debe ser ligero, por dentro tiene que ser acolchado hasta cierto punto, ya que muy acolchado puede generar sudoración y formación de hongos. Debe ser similar a una zapatilla pero que garantice la protección en la punta, la plantilla anti perforante, el talón y que cumpla con las propiedades de seguridad.
Ligeramente ancho en la punta, pero dependerá de cada persona, en mi caso tengo el empeine un poco bajo, este tiene que ser elevado, por lo que mi empeine es delgado.
- 8. ¿Qué aspectos tomas en cuenta para evaluar/sentir confort en un calzado de seguridad?**
El tema del olor, sudoración dependerá de cada trabajador, ofrecerle un par de calzado estaría correcto y de forma personal deben controlarse. No hay problema con las agujetas, es mejor que tenga pasadores ya que te permite ajustarlo según la medida y forma del pie. Se debe considerar que sea de caña alta o media.

9. ¿Qué recomendaciones le daría a una persona diabética a la hora de usar un calzado de seguridad?

Primero, tiene que ser cómodo (que ajuste correctamente y no genere fricción interna), ligero, que sea de composite o vaquelita.

Una vez compré un calzado RedWind, un zapato bastante caro y era muy pesado y duro.

10. ¿Qué tan importante le parece el diseño de un calzado de seguridad?

Es muy importante el diseño de un calzado de seguridad, más allá de la diabetes, para todos, debe considerarse en el diseño un zapato que brinde comodidad, que ofrezca ventilación al pie del trabajador. En el Perú no he visto algún proyecto específico sobre la seguridad para personas diabéticas.



Anexo 14: Financiamiento y costos del proyecto.

COSTOS DEL PROYECTO

COSTOS DEL PROYECTO AUTOFINANCIADO	COSTO (S/.)
Adquisición de calzado de seguridad talla 41	75.20
Adquisición de calzado de seguridad talla 42	75.20
Adquisición de calzado de seguridad talla 43	75.20
Adquisición de calzado de seguridad talla 45	75.20
Adquisición de Kits de bioseguridad para los trabajadores	389.00
Para las mediciones antropométricas:	
Pago de movilidad particular para trabajadores 1	140.00
Pago de movilidad particular para trabajadores 2	220.00
Pago de movilidad particular para trabajadores 3	38.50
Pago de movilidad particular para trabajadores	85.00
Pasajes -movilización	50.00
Laptop ASUS Ryzen 5 para el procesamiento de información	2,800.00
SUBTOTAL 1	4,023.30

COSTOS DEL PROYECTO FINANCIADOS POR EL CITEccal-Lima	COSTO (S/.)
Pruebas de laboratorio del calzado Citeccal Dos pares (42 y 45)	
Ensayo de Permeabilidad y coeficiente de vapor de agua - Corte	60.36
Ensayo de Resistencia a la abrasión - Forro	53.39
Permeabilidad y coeficiente de vapor de agua - Forro	60.36
Ensayo de Resistencia a la abrasión - Plantilla	53.39
Longitud interna de la puntera	22.73
Absorción y desorción de agua	51.19
Resistencia a la flexión (piso)	54.28
IGV	64.02
Servicio de medición digital de pies (13 trabajadores)	650.00
Servicio profesional de persona CITEccal-Lima (4 profesionales)	6,000.00
Diseño e Impresión de la horma en 3D	1,500.00
SUBTOTAL 2	8,569.71

COSTOS TOTALES	12,593.01
-----------------------	------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS
PARA TITULACIÓN PROFESIONAL

Siendo las 10:00 horas, en la Sala Virtual ZOOM 179 (<https://us02web.zoom.us/j/83278093475>) de la Facultad de Ingeniería Ambiental, los suscritos, profesores de la Facultad de Ingeniería Ambiental, convocados como Miembros del Jurado Calificador de la tesis titulada: **“DISEÑO DE UN CALZADO DE SEGURIDAD CONFORTABLE PARA EL TRABAJADOR DIABETICO DEL SECTOR CONSTRUCCION”** presentado y sustentado por la señorita bachiller:

DEPAZ JUAREZ MELISSA EDITH

COD: 20131506J PROM: 2018-2

Para optar el Título Profesional de **INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**. El asesoramiento de la tesis se ha desarrollado con el Ing. **Jorge Alberto Villena Chávez**. Luego de realizada la sustentación, absueltas las observaciones y habiendo el graduando cumplido con todos los requisitos establecidos, el Jurado acordó calificarle con la nota **18 (DIECIOCHO) APROBADO CON DISTINCION** y por lo tanto, acuerda recomendar al Consejo Universitario le otorgue el título de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial en mérito a lo cual se suscribe para su constancia la presente acta de sustentación.

Lima, 10 de julio de 2023.


ING. JORGE ALBERTO VILLENA CHAVEZ
PROFESOR ASESOR


MSC. ROSA AMPARO BECERRA PAUCAR
PROFESOR ESPECIALISTA


DR. PEDRO OSWALDO VALDIVIA MALDONADO
PRESIDENTE

Anexo 2

Autorización para la publicación en Acceso Abierto en el Repositorio institucional de la UNI

Datos del autor

Nombre y Apellidos: Melissa Edith Depaz Juarez

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte No: 76297268

Correo electrónico: mdepazi@uni.pe

Teléfono: 992330349.

Datos del documento:

Modalidad de sustentación:

- Tesis
- Trabajo de suficiencia profesional
- Tesina

Nombre del grado o título:

Para obtener el título profesional de Ingeniera de Higiene y Seguridad Industrial

Ejm: para obtener el grado de bachiller en ciencias con mención en física

Nombre del documento:

Diseño de un calzado de seguridad confortable para el trabajador diabético del sector construcción.

Asesor(es):

Ing. Jorge Alberto Villena Chávez

Facultad:

Facultad de Ingeniería Ambiental

Declaración:

Con la presentación de este documento, el (la) autor (a) confirman la originalidad de la obra y que el contenido redactado es producto de su trabajo. Asimismo, garantiza ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual. También, acepta que los contenidos entregados se pueden leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna para su posterior registro en el Repositorio Institucional -UNI.

Por lo tanto, Autorizo a la Universidad Nacional de Ingeniería a publicar la obra en el Repositorio Institucional de la UNI avalado por la Ley N° 30035 que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, su Reglamento (DS N° 006-2015-PCM), así como sus modificatorias, sustitutorias y conexas con el propósito de conservar, preservar y dar acceso abierto a estos recursos.

En consecuencia, la Universidad Nacional de Ingeniería tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna en los medios, canales y plataformas que la Universidad, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los contenidos, e incluirlos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover la investigación y el trabajo colaborativo.

Autorizo que el documento sea puesto a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Firma:  _____

Nombre: Melissa Edith Depaz Juarez

DNI / Carné de extranjería / Pasaporte N°: 76297268

Domicilio: Av. Huandoy Santa Elisa III Etapa – Los Olivos – Lima - Perú

14 / 08 / 2023

Fecha

Anexo 3

Hoja de Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y Apellidos	Melissa Edith Depaz Juarez
DNI o Pasaporte	76297268
ORCID	0009-0002-8238-0555
Datos de asesor	
Nombres y Apellidos	Jorge Alberto Villena Chávez
DNI o pasaporte	10064143
ORCID	0000-0003-2564-5158
Presidente del jurado 1	
Nombres y Apellidos	Pedro Oswaldo Valdivia Maldonado
DNI	09540518
Miembro del Jurado 2	
Nombres y Apellidos	Rosa Amparo Becerra Paucar
DNI	09333724
Miembro del Jurado 3	
Nombres y Apellidos	Jorge Alberto Villena Chávez
DNI	10064143

Datos de investigación	
Línea de investigación	Diseño de controles de seguridad
Grupo de investigación	—
Agencia financiadora	Con financiamiento del CITEccal Lima (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Cuero, Calzado, Textil Confecciones e Industrias Conexas)
Ubicación geográfica de la investigación	Rímac - Lima - Perú
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020 - 2022
URL de disciplinas OCDE	Diseño industrial y otros diseños https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#6.04.09 Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00



CONSTANCIA DE AUTENTICIDAD

LA COMISIÓN DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, aplica la Resolución Rectoral N° 1829 en su Artículo 1° y deja constancia:

Que la señorita **Melissa Edith Depaz Juárez** con código UNI N° 20120233G, bachiller de la especialidad de **Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial**, ha desarrollado la Tesis “**DISEÑO DE UN CALZADO DE SEGURIDAD CONFORTABLE PARA EL TRABAJADOR DIABETICO DEL SECTOR CONSTRUCCION**”, a la cual se ha revisado su autenticidad, habiéndose encontrado una autenticidad de 94, y por consiguiente se encuentra apta para tramitar la sustentación.

Lima, 21 de abril de 2023.

ING. JORGE LUIS OLIVAREZ VEGA
Presidente
Comisión de Grados y Títulos

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS Diseño de Calzado de seguridad tr
abajador diabético.pdf

AUTOR

MELISSA EDITH DEPAZ JUAREZ

RECuento DE PALABRAS

39981 Words

RECuento DE CARACTERES

214448 Characters

RECuento DE PÁGINAS

211 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.6MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 15, 2023 4:20 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 15, 2023 4:22 PM GMT-5

● 6% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Fuentes excluidas manualmente

Resumen



REVISADO
ASESOR
ING. JORGE ALBERTO VILLENA CHAVEZ
15/04/2023