

Determinación de un Material Tipo Tela Enfocado a la Fabricación de Calzado Usando Como
Materia Prima Principal el Fique (*Furcraea*)

Juan José Moreno Arciniegas y Julián Andrés Hernández Osorio

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Diseñador Industrial

Director

Claudia Johanna Díaz Lizarazo
Diseñadora Industrial

Codirector

John Faber Archila Díaz
Doctor en ciencias en ingeniería mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Bucaramanga

2020

Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Planteamiento del problema de diseño	19
1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.2 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio.....	19
2. Objetivos	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Metodología	21
3.1 Fase de investigación	21
3.2 Fase de análisis y selección.....	21
3.3 Fase de fabricación	22
3.4 Fase de evaluación	22
4. Marco teórico	23
4.1 Contextos que originan la situación de estudio.....	23
4.2 Bases Conceptuales.....	23

4.2.1 Fibra de fique.	23
4.2.1.1 Tipos de fique.	27
4.2.1.2 Composición del fique.	28
4.2.1.3 Características físico-mecánicas del fique.	29
4.2.1.4 Aplicaciones del fique.	30
4.2.1.5 Fique deslignificado.	31
4.2.2 Tipos de fibras textiles	32
4.2.2.1 Análisis de fibras naturales	34
4.2.3 Fibra de algodón	34
4.2.3.1 <i>Tipos de algodón</i>	35
4.2.3.2 Composición del algodón.	35
4.2.3.3 Características físico-mecánicas del algodón.	36
4.2.4 Tejidos textiles.	37
4.2.4.1 Propiedades de los textiles.	39
4.2.4.2 Tipos de tejidos	40
4.2.5 Análisis de los tipos de tejidos.	42
4.2.5.1 Tejidos planos o de calada	42
4.2.5.2 Tejidos de punto.	43

4.2.5.3 Elección de tejido.....	44
4.2.6 Tejido Sprang.....	45
4.2.6.1 Inicios del Sprang.	46
4.2.6.2 Técnica del tejido Sprang.....	46
4.2.6.3 Sprang en Santander.	47
4.2.6.4 Aplicaciones de las Telas tejidas con el método Sprang o Guane	48
4.2.7 Revisión de lo existente.	49
4.2.7.1 Usos de las telas de fique y fique-algodón.....	51
4.2.8 Enfoque de sostenibilidad	52
4.2.8.1 Enfoque social.....	53
4.2.8.2 Enfoque económico	53
4.2.8.3 Enfoque ambiental	54
5.Observación y análisis	54
5.1 Finalidad del proyecto.....	54
5.2 Elementos indispensables en los materiales para calzado.	55
5.3 Elección de pruebas de validación	55
5.4 Consideraciones	57
6. Requerimientos	58

6.1 Materiales requeridos y disponibles en la región.....	58
6.2 Requerimientos de armado	60
6.3 Requerimientos de uso.....	61
6.4 Requerimientos del tejido para el armado del calzado	61
7. Desarrollo y evaluación de alternativas	62
7.1 Desarrollo y evaluación de alternativas en el tejido	62
7.1.1 Urdimbre del tejido Sprang.....	63
7.1.2 Tripa del tejido Sprang.....	64
7.1.2.1 Tripa convencional.....	64
7.1.2.2 Doble tripa	65
7.1.2.3 Tripa suela o Elástica	66
7.1.2.4 Análisis de los tejidos	66
7.1.3 Diseño de detalle del tejido.....	70
7.1.4 Elaboración del tejido	71
7.2 Desarrollo y evaluación de alternativas del calzado	72
7.2.1 Alternativas	73
7.2.2 Evaluación de alternativas	77
8. Diseño de detalle del calzado.....	80

9. Fase de evaluación	82
9.1 Método de tiras (resistencia a la tensión máxima).....	82
9.2 Método de costura (resistencia de la costura al desgarre).....	83
9.3 Prueba de doblez y flexión de la tela	84
9.4 Estiramiento del tejido	84
9.5 Pruebas de verificación del tejido	85
9.5.1 Prueba con hilos	85
9.5.1.1 Valor máximo de tensión	87
9.5.2 Pruebas con el tejido.	90
9.5.2.1 Prueba de resistencia de tensión	90
9.5.2.2 Prueba de costura	90
9.5.2.3 Prueba de elasticidad.....	93
9.6 Pruebas de verificación del calzado	95
9.6.1 Prueba de Estiramiento del tejido en el calzado.	95
9.6.2 Prueba de estiramiento del calzado mediante uso del usuario	97
9.6.3 Prueba de doblez y flexión del calzado.....	97
9.6.4 Prueba de resistencia a la flexión del calzado.....	99
9.6.4.1 Descripción de la prueba.....	100

9.6.4.2 Resultados de la prueba	101
9.7 Pruebas de validación	101
9.7.1 Escala de Likert.....	101
9.7.2 Prueba de validación con fabricantes de calzado.....	102
9.7.2.1 Análisis de resultados de la prueba.....	103
9.7.3 Prueba de validación del calzado en el uso.....	105
9.7.3.1 Análisis de resultados de la prueba.....	105
10. Modificaciones al tejido.....	110
11. Presentación del producto final.....	113
11.1 Descripción del modelo	115
12. Conclusiones	116
Referencias bibliográficas.....	119

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Estructura física de la hoja de fique.....	28
Tabla 2. Composición química de la hoja de fique.....	29
Tabla 3. Características físico-mecánicas de la fibra de fique.....	30
Tabla 4. Composición química de las fibras naturales	33
Tabla 5. Propiedades físico-mecánicas de las fibras naturales	33
Tabla 6. Composición química del Algodón	36
Tabla 7. Características físico-mecánicas de la fibra de algodón	36
Tabla 8. Propiedades de los tejidos textiles	39
Tabla 9. Tipos de tejidos.....	40
Tabla 10. Características de los tejidos de Ecofibras.....	51
Tabla 11. Tabla de evaluación de alternativas	77
Tabla 12. Elementos de peso usados para la prueba de hilos	86
Tabla 13. Resultados de la prueba de tensión a hilos de fique y algodón.....	87
Tabla 14. Valor máx. de tensión para hilo de fique y algodón	87
Tabla 15. Prueba de tensión a 2 hilos de fique y 2 de algodón.....	88

Tabla 16. Valores máximos de tensión con 2 hilos de cada fibra.....	88
Tabla 17. % de aumento de la resistencia a la tensión 2 hilos respecto a 1 hilo de cada fibra	89
Tabla 18. Resultados de la percepción de usuarios fabricantes de calzado	103
Tabla 19. Resultados de la percepción respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales...	106
Tabla 20. Percepción del modelo de calzado fabricado a lo largo de este proyecto.....	107

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Planta de fique.	24
Figura 2. Proceso de extracción y producción del fique.....	26
Figura 3. Variedades de tejidos de Ecofibras.....	31
Figura 4. Clasificación de fibras textiles.....	32
Figura 5. Urdimbre y trama en un tejido.....	38
Figura 6. tejido plano y tejido de malla	38
Figura 7. Textil no tejido	39
Figura 8. Elasticidad del tejido Sprang.....	46
Figura 9. Técnica de tejido Sprang	47
Figura 10. Chaleco, bufanda y bolso tejidos con método Sprang.....	49
Figura 11. Mochila tejida con método Sprang.....	49
Figura 12. Catálogo de telas fique-algodón de Ecofibras	50
Figura 13. Variedades de productos de Ecofibras	52
Figura 14. Hilo de fique	58

Figura 15. Tela de fique	59
Figura 16. Hilo de algodón	59
Figura 17. Tela de algodón	60
Figura 18. a la izq. Hilo de algodón, a la dcha. Hilo de fique	62
Figura 19. Elementos del tejido Sprang	63
Figura 20. Tejido Sprang con tripa convencional	65
Figura 21. Tejido Sprang con doble tripa	65
Figura 22. Tejido Sprang con tripa suelta o elástica	66
Figura 23. Análisis del tejido Sprang convencional	67
Figura 24. Análisis del tejido Sprang de tripa suelta	68
Figura 25. Análisis del tejido Sprang con doble tripa.....	69
Figura 26. A. Fique-algodón, B. Fique, C. Vista detalle fique-algodón.....	70
Figura 27. Artesanos expertos en la técnica de tejido Sprang	71
Figura 28. Proceso de elaboración del tejido Sprang.....	72
Figura 29. Proceso de fabricación y validación del prototipo de calzado	73
Figura 30. Alternativa 1	74
Figura 31. Alternativa 2	75
Figura 32. Alternativa 3	76

Figura 33. Artesanos y fundadores de la marca de calzado Steve Roi	78
Figura 34. Proceso de fabricación del prototipo de calzado.	81
Figura 35. Ensayo de probeta por método de tiras.....	82
Figura 36. Ensayo de probeta por método de costura.....	83
Figura 37. Prueba de doblez y flexión al material del calzado	84
Figura 38. Probetas de hilo de algodón y fique	85
Figura 39. Prueba de tensión al hilo de fique y algodón.....	86
Figura 40. Prueba de tensión al tejido Sprang	90
Figura 41. Preparación del material para prueba de costura.....	91
Figura 42. Probeta para prueba de costura.....	91
Figura 43. probeta posicionada para la prueba	92
Figura 44. Probeta de costura después de la prueba de tensión	92
Figura 45. Tejido Sprang en reposo.....	93
Figura 46. Elasticidad del tejido Sprang en sentido horizontal	94
Figura 47. Análisis de la capacidad de estiramiento de la tela Sprang	94
Figura 48. capellada del prototipo de calzado	96
Figura 49. Falencias de la tela de fique convencional	96
Figura 50. Propiedad elástica del tejido Sprang en el calzado.....	97

Figura 51. Daño en la capellada por uso en el calzado de fique convencional.....	98
Figura 52. Comportamiento del tejido Sprang a los dobleces del calzado	98
Figura 53. Flexómetro para zapato completo	99
Figura 54. Prototipo de calzado usado en la prueba de resistencia a la flexión.....	100
Figura 55. Flexión aplicada en la prueba al prototipo de calzado	100
Figura 56. Resultados de la prueba de resistencia a la flexión del calzado	101
Figura 57. Propuesta final de tejido Sprang.....	111
Figura 58. Comparación de prototipos de calzado.....	112
Figura 59. Porosidad presentada en el primer prototipo	112
Figura 60. Porosidad corregida en el prototipo final	113
Figura 61. Modelo CAD de la propuesta de calzado desarrollada	114
Figura 62. Prototipo final desarrollado	115

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Resultado de pruebas de flexión para calzado completo	122
Apéndice B. Encuesta de percepción de uso de material en manufactura: tela de fique y tela de fique Sprang	127
Apéndice C. Resultados de la encuesta de percepción de uso de material en manufactura: tela de fique y tela de fique Sprang	129
Apéndice D. Encuesta de percepción calzado de fibra de fique y su uso:tela de fique Sprang ..	139
Apéndice E. Informe de la encuesta de percepción de calzado de fibra de fique y su uso: tela de fique Sprang	144

Resumen

Título: Determinación de un Material Tipo Tela Enfocado a la Fabricación de Calzado Usando Como Materia Prima Principal el Fique (*Furcraea*)*

Autor: Juan José Moreno Arciniegas, Julián Andrés Hernández Osorio**

Palabras Clave: Fique, tejido, Sprang, calzado, algodón

Descripción: El uso de materiales en la industria del calzado ha estado predominado por el cuero y los sintéticos, debido al vasto número de propiedades que estos presentan, ideales para los requerimientos del calzado, por esto, muchos materiales autóctonos de las regiones del país, como el fique en Curití, Santander, no han tenido una oportunidad para resaltar, ya que estos materiales no presentan propiedades aptas para la fabricación de calzado, haciendo que este pierda posibilidades como material para productos modernos y que las comunidades que dependen de la explotación de este material pierdan la oportunidad de desarrollar esta materia prima.

Actualmente las empresas que manejan toda la carta de productos con base en fique, proponen un catálogo donde se puede evidenciar todas las alternativas de tejido que este material tiene, en donde se muestran combinaciones con otras fibras naturales y se varía en su porcentaje de composición.

Mediante la investigación sobre el tejido, sus componentes y aplicaciones, se determinó que, implementando el tejido Sprang junto a la mezcla de fique y algodón, se puede generar una opción de tela cuyas propiedades sean aptas para la fabricación de calzado. Esta tela presenta cualidades de estiramiento, y resistencia al doblado que normalmente las telas de fique convencionales no presentan; por medio de pruebas en donde se evaluaron dichas propiedades, se determinó que este tejido se adaptaba de manera adecuada a la fabricación de calzado.

Producir un material, con base en fique, que brinde un desempeño favorable para sectores de la industria, en donde el fique no tenga un lugar relevante, como la fabricación de calzado, posibilita que en dichos sectores se generen nuevas propuestas de valor y alternativas en sus productos, puesto que este material, abre las puertas para el uso de los materiales tradicionales del país, rescatando y ayudando a conservar el legado de nuestros artesanos y las comunidades figueras.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial Director: Claudia Johanna Díaz Lizarazo. Diseñadora industrial. Codirector: John Faber Archila Díaz. Doctor en ciencias en ingeniería mecánica

Abstract

Title: Determination of a Cloth-like Material Focused on the Manufacture of Footwear Using Fique as Main Raw Material (*Furcraea*) *

Author: Juan José Moreno Arciniegas, Julián Andrés Hernández Osorio

Key Words: Fique, fabric, sprang, footwear, cotton

Description: The use of materials in the footwear industry has been dominated by leather and synthetics, due to the vast number of properties that they present, ideal for footwear requirements, for this reason, many indigenous materials from the country's regions, such as fique in Curití, Santander, haven't had a chance to highlight, since these materials do not have properties suitable for the manufacture of footwear, making it lose relevance as a material for modern products and that the communities that depend on the exploitation of this material miss the opportunity to develop this raw material.

Currently the companies that manage the entire menu of products based on fique, propose a catalog where you can see all the fabric alternatives that this material has, where combinations with other natural fibers are shown and its composition percentage varies.

Through research on the fabric, its components and applications, it was determined that, by implementing the Sprang fabric together with the blend of cotton and fique, a fabric option can be generated whose properties are suitable for the manufacture of footwear. This fabric has stretch and fold resistance qualities that conventional fabric fabrics normally do not have; Through tests where we evaluated these properties, it was determined that this fabric was adequately adapted to the manufacture of footwear.

Producing a material, based on fique, that provides a favorable performance for industry sectors, where the fique does not have a relevant place, such as the manufacture of footwear, enables new value propositions and alternatives to be generated in these sectors. This material allows the use of the traditional materials of the country, rescuing and helping to preserve the legacy of our artisans and the communities of the fique.

* Degree Work

**Faculty of Physical - Mechanical Engineering. Industrial design school. Director: Claudia Johanna Díaz Lizarazo. Industrial designer. Co-director: John Faber Archila Díaz. Doctor of Science in Mechanical Engineering

Introducción

El fique es una materia prima con mucha relevancia en Colombia, no solo por su importancia como material, si no por su importancia como componente cultural de muchas comunidades, este proviene de una planta nativa de los Andes sudamericanos, cuyas hojas grandes y anchas, proveen a los artesanos de uno de los materiales más nobles y versátiles (Sanz, 2004).

El fique comienza como una hoja gruesa, larga y pesada, de la cual, después de un proceso de desfibrado, se le extraen 3 componentes principales, la fibra larga, la estopa y el líquido que contiene la planta, con la fibra larga se realiza la gran mayoría de todos los productos que se conocen del fique, mientras que con la estopa y el jugo, se realizan solo un pequeño porcentaje, entre tapetes, fertilizantes y pesticidas; los productos generados con la fibra larga vienen después de un proceso por el cual pasa esta fibra, en donde se peina, se hila y se empaca en carretes, variando según su calibre para sus diferentes usos.

Desarrollar un material tipo tela basado principalmente en fique, cuya participación en el tejido sea no menor al 50% en donde se note el acabado natural del fique, contribuye a la sostenibilidad, teniendo en cuenta los tres pilares fundamentales que la conforman, la parte social, económica y medioambiental, usar el fique como materia prima principal, conlleva a la producción una mayor demanda del mismo, pudiendo llegar a generar mayores ingresos para los fiqueros y artesanos del fique.

El uso de fibras naturales siempre podrá ser una alternativa que genere cambios en la producción de desechos en la industria del calzado elaborado en cuero, puesto que el proceso de curtimbre del cuero genera gran cantidad de contaminantes, es por esto que proponer alternativas con fibras

naturales, como lo es el fique, continuará siendo una salida viable para disminuir el impacto ambiental negativo de la industria.

Con este proyecto se busca generar una propuesta diferente para una tela con base en fique, una tela que, por medio de sus propiedades, pueda adecuarse más a las nuevas necesidades que tiene la industria, y en este caso, la industria del calzado, que es en la que el fique ha tenido una menor relevancia, pues está relegado a ser un material netamente decorativo y no a ser parte integral como material empelado en la fabricación de calzado.

1. Planteamiento del problema de diseño

1.1 Planteamiento del problema

El fique es un material que, durante muchos años, ha servido como materia prima de productos artesanales, desde bolsos y tapetes, hasta calzado y mobiliario, siendo así, la fuente de ingresos de muchas comunidades del país, como Curití, Santander, generando empleo y manteniendo viva una cultura; pero a pesar de ser un material económico y versátil, continúa siendo relegado como material para productos netamente artesanales, y cuando lo vemos siendo usado en calzado moderno, como el calzado de plataforma de mujeres o las sandalias, tiende a usarse como aditamento decorativo y no como materia prima, debido a que no existe una propuesta de material adecuada, los productos resultantes del proceso por el cual pasa el fique no se adaptan de la mejor manera a las necesidades de la industria, impidiendo que se generen buenos resultados y que tenga una mayor relevancia.

Si se compara los diferentes estilos de telas y tejidos de fique con las características que son más importantes en el calzado, se puede notar que estos, a pesar de tener muchas otras cualidades, como alta resistencia a la tensión, durabilidad y su biodegradabilidad, no tiene cómo competir con los materiales tradicionales de esta industria, pues las características como la suavidad al tacto y elasticidad, las cuales el fique carece, siguen siendo y serán muy importantes en la industria del calzado; encontrar una alternativa a la tela de fique existentes, con el objetivo de adecuarla para la industria del calzado, es indispensable.

1.2 Formulación de la pregunta que permite abordar la situación de estudio

¿En qué medida mejora la percepción del usuario frente a un calzado hecho con tela a base de fique cuando esta ha sido adecuada para la fabricación de calzado y qué factores se deben tener en cuenta para su adecuación?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Producir un material tipo tela con propiedades aptas para la fabricación de calzado, usando como materia prima principal el fique.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar mediante el análisis del fique y sus aplicaciones si la mezcla de este material con otra fibra natural mejora sus propiedades y adaptación a la fabricación de calzado.
- Determinar los factores y propiedades de los tipos de tejido que se puedan aplicar con base en fique para la fabricación de calzado.
- Evaluar diferentes opciones de tejido según sus componentes y como estos se adaptan a la fabricación de calzado.
- Determinar los componentes del tejido previamente seleccionado que puedan ser intervenidos para mejorar su adaptación a la fabricación de calzado.
- Evaluar diferentes opciones capellada mediante la elaboración de alternativas según la dirección de los hilos del tejido seleccionado para determinar cuál se adapta mejor a la fabricación de calzado.
- Evaluar y verificar mediante pruebas mecánicas la calidad del tejido producido.
- Evaluar con el fabricante el comportamiento del tejido según el proceso de confección mediante la fabricación de un calzado.

- Evaluar mediante pruebas de uso y encuestas de percepción la interacción del producto acabado con el usuario.

3. Metodología

3.1 Fase de investigación

- Se consulta sobre el fique, sus propiedades, características, tipos y aplicaciones.
- Se estudian los tipos de fibras naturales existentes, con el fin de determinar características y propiedades que pueden aportar al desarrollo del proyecto.
- Consulta y comprensión de los conceptos relacionados al proceso de tejido.
- Se realiza una consulta de los productos que son necesarios para el desarrollo del proyecto y que se encuentran disponibles en el mercado. se realiza un breve análisis de los productos y materiales regionales.
- Se plantea el enfoque de sostenibilidad del proyecto.

3.2 Fase de análisis y selección

- Se hace una selección de una técnica de tejido, con el fin de escoger aquella que proporcione características adecuadas para llevar a cabo el proyecto.
- Revisión tecnológica de lo existente, fique, tejido seleccionado, usos y aplicaciones.

- Elección de las pruebas necesarias para evaluar el tejido, como la flexión en calzado completo, resistencia de la costura y estiramiento del tejido.

3.3 Fase de fabricación

- Luego de conseguir los materiales y tecnología, necesarios para la fabricación y prueba del material, se procede a la elaboración de las alternativas de tejido.
- Se verifica la forma en que se debe disponer el tejido seleccionado, con el fin de que pueda acoplarse a la etapa de fabricación de las de las diferentes partes del calzado seleccionado.
- Se conduce al desarrollo de prototipos de calzado, con el fin de poner a prueba el tejido en productos terminados.

3.4 Fase de evaluación

- Se procede a realizar probetas de tejido, con una dimensión de 20 cm por 38cm, con el fin de evaluar cuál alternativa, hecha a partir del tejido seleccionado, es la adecuada para la construcción del modelo de calzado.
- Mediante el uso de pruebas como la flexión en el calzado completo, la resistencia de la costura mediante la adición de peso en esta, y el porcentaje de estiramiento del tejido desde su tamaño original, se procede a analizar el comportamiento de las fibras y las probetas de tejido seleccionadas, respecto a las características de resistencia a la ruptura de costura, elongación máxima y resistencia a la flexión.
- Fase de validación del material, en el proceso de fabricación, y puesto a prueba por usuarios en su uso, mediante encuestas de satisfacción.
- Presentación del prototipo final, renderizado y evidencia fotográfica.

4. Marco teórico

4.1 Contextos que originan la situación de estudio

El trabajo del fique es un arte de más de 300 años de tradición en Curití, Santander, cuyos orígenes recaen en las comunidades indígenas que habitaban en la región, dejando como base una riqueza de conocimiento, esta riqueza ahora hace parte de sus tradiciones y prácticas, que pasan de generación en generación, ayudando al crecimiento constante del municipio (Artesanías de Colombia S.A., 2008). Los productos que crean estos artesanos, al igual que las pequeñas y medianas empresas de la región, se ven limitados por el material resultante del proceso del fique, pues este no presenta propiedades y características que lo hagan destacar en la industria del calzado, ya que es empleado en la mayoría de productos de este tipo como complemento decorativo, dejándolo como un material de uso mayormente artesanal y como materia prima para la industria de empaques.

4.2 Bases Conceptuales

4.2.1 Fibra de fique. El fique es una planta del género *Furcraea*, con mucha relevancia en Colombia, no solo por su importancia como productora de materia prima, si no por su importancia como componente cultural de muchas comunidades, este proviene de una planta nativa de los Andes sudamericanos, cuyas hojas grandes y anchas, proveen a los artesanos de uno de los materiales más nobles y versátiles, más de 50.000 familias dependen económicamente de la explotación del fique (Sanz, 2004).

El fique comienza como una hoja gruesa, larga y pesada (Ver *figura 1*), de la cual, después de un proceso de desfibrado, se le extraen 3 componentes principales, la fibra larga, la estopa y el líquido que contiene la planta, con la fibra larga se realiza la gran mayoría de todos los productos que se conocen del fique, mientras que, con la estopa y el jugo, se realizan solo un pequeño porcentaje, entre tapetes, fertilizantes y pesticidas; los productos generados con la fibra larga vienen después de un proceso por el cual pasa esta fibra, en donde se peina, se hila y se empaca en carretes, variando según su calibre para sus diferentes usos.



Figura 1. Planta de fique. Adaptado de Instituto Caro y Cuervo (s.f). El trabajo de fique en Cundinamarca de <https://lenguasdecolombia.caroycuervo.gov.co/contenido/Espanol-de-Colombia/Articulo/contenido/164&>

El proceso de obtención de la fibra comienza con el corte de las largas hojas desde la base, las cuales serán sometidas a al proceso de desfibrado; anteriormente, este proceso se realizaba a mano usando dos varillas para aplanar la hoja y extraer las fibras, pero en la actualidad, se realiza por medio de una máquina desfibradora a motor. Luego de que se obtiene la fibra de las hojas, se debe someter a un periodo de entre 12 y 15 horas en remojo para lavarla y posteriormente secarla al sol.

Cuando las fibras se encuentran totalmente secas, se le deben retirar la mayor cantidad de impurezas, y este proceso recibe el nombre de escarmenado, los manojos de fibras se pasar por un cepillo de clavos que peinan, separan las fibras y eliminan las impurezas restantes adheridas al material.

El proceso de hilado se realiza según los requerimientos y el lote de rollos que se desee producir. Las fibras luego de ser peinadas, están listas para el proceso de hilado, que es realizado por artesanos que sujetan los manojos a una viga de madera y sacan un filamento que van estirando manualmente, hasta obtener el calibre deseado. Los rollos de hilo de fique, pueden ser usados en procesos de tejeduría, según el producto a fabricar, o pueden ser vendidos al público en general. En la *figura 2* se puede observar el proceso de extracción del fique.



Figura 2. Proceso de extracción y producción del fique. Adaptado de M. Toquica (2016). Fortalecimiento y mejoramiento de la cadena productiva y del sector artesanal en Santander: Informe final.

4.2.1.1 Tipos de fique. El fique es una planta tropical, lo que implica que solo se puede cultivar en regiones con clima de trópico durante la mayor parte del año; es una planta rústica, que se adapta a varias condiciones agroecológicas, lo que le ha valido ser considerada como una planta de tercera categoría. en Colombia, esta planta crece casi en todos los climas, desde las llanuras costeras hasta los 3.000 m de altura (Peinado et al., 2006).

El fique al ser una planta que se adapta muy bien a nuestro clima nacional, existen diversas variedades que se cultivan de manera exitosa a lo largo del territorio nacional, como:

- *Furcraea Gigantea*: Conocida como Tunosa común, piteira, aloe, etc. Su origen es considerado de Brasil, donde crece espontáneamente. Sus hojas son verdes brillantes por ambos lados, espinas café en los bordes, de larga vida y se adapta a suelos pobres de nutrientes.
- *Furcraea macrophylla*: Conocida como Uña de águila, fique macho, entre otros. Es originaria de Colombia y se cultiva en los departamentos de Cauca, Santander, Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Sus hojas varían su color, por encima son verde claro y por debajo color ceniza, posee espinas encorvadas en sus bordes con un aguijón pequeño en las puntas, sus hojas llegan a medir entre 150 a 200 cm de 8 a 14 cm de ancho, se adapta a los suelos secos y cafeteros. Es una de las variedades de fique que produce más cantidad y mejor calidad de fibra y su vida productiva oscila entre los 20 años.
- *Furcraea cabuya*: Conocida como cabuya hembra, sin espinas o lisa, entre otros. Se cultiva y crece espontáneamente en Colombia, Costa Rica y Panamá. Llegan a crecer entre los 2 y 7 m de altura y se cultiva en terrenos entre los 1.500 y 2.000 m.s.n.m. Sus hojas son verdes, lisas y sin espinas y grisáceas por el revés. pueden llegar a tener un largo que oscila entre

los 150 y los 300 cm. Llega a producir hasta un kilo de cabuya liviana y fuerte al año, es preferida para la elaboración de artesanías.

- *Furcraea castilla*: Conocida como Bordo de oro, Castilla, espada, entre otros. Originaria de Colombia, de los departamentos de Antioquia y Tolima. Sus hojas son verdes, brillantes y crecen casi en forma vertical, tienen una franja amarilla y tiene algunas espinas. su vida productiva oscila entre los 15 y 20 años y se adapta mejor a los climas de entre 20 a 23° C entre alturas que van desde los 1.200 y 1.600 m.s.n.m. Produce gran cantidad de fibra de alto rendimiento.
- *Furcraea andina*: Conocida como Rabo de chucha o penca, entre otros. Se origina en Ecuador y el Perú, en Colombia crece en suelo nariñense. Tiene un tronco corto, hojas abiertas casi aplanadas que miden entre 120 y 170 cm. Esta planta llega a producir hasta 1 kg de fibra natural en el año (Peinado et al., 2006).

4.2.1.2 Composición del fique. la composición de la hoja, tanto en su estructura como en su composición química puede variar según el tipo de variedad de fique que se analice, a continuación, en las tablas 1 y 2 se pueden observar las características de su estructura y composición química respectivamente.

Tabla 1.

Estructura física de la hoja de fique

Componente	Porcentaje de hoja (%)	Porcentaje útil (%)	Usos
Fibra	5	4	En la industria textil, empaques
Jugo	70	40	Extracción de esteroides
Estopa	8	3	Pulpa de papel

Bagazo	17	10	Material de construcción, abonos
--------	----	----	-------------------------------------

Nota. Porcentaje (%) de componentes de la hoja de fique y sus usos. Adaptado de “Aprovechamiento integral de *Furcraea macrophylla* Backer”. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia; 2001.

Tabla 2.

Composición química de la hoja de fique

Fibra		Jugo		Bagazo	
Ceniza	0.7%	Clorofila		Cenizas	12.2%
Celulosa	73.8%	Carotenoides		E.E.	3.64%
Resinas, ceras y grasas	1.9%	Saponinas		Proteína	9.84%
		Azúcares		Elementos Nitrogenados	71.29%
Lignina	11.3%	Resinas		Calcio	21.65%
Total	98.2%	Alquitranes		Fósforo	1.81%
		Agua		Sodio	0.04%
		Lignina		Cobre	14 ppm
		Calcio		Hierro	647 ppm
		Lipoides		Manganeso	33 ppm
		Fósforo		Zinc	17 ppm

Nota. Porcentaje (%) de componentes químicos de la hoja de fique. Adaptado de “Aprovechamiento integral de *Furcraea macrophylla* Backer”. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia; 2001.

4.2.1.3 Características físico-mecánicas del fique. Se hace necesario el estudio de las características físico-mecánicas del fique, con el fin de poder entender el comportamiento de esta fibra textil. En la tabla 3 se pueden evidenciar estas propiedades del fique.

Tabla 3.

Características físico-mecánicas de la fibra de fique

Característica	Fique
Diámetro equivalente (mm)	0,160-0,420
Densidad aparente (gr/cm ³)	0,720
Densidad específica (gr/cm ³)	1,740
Absorción de agua (%)	60
Resistencia máxima a la tensión (Mpa)	43-490
Elongación ultima (%)	9,800
Módulo de elasticidad	8,200-9,100

Nota. Valores y unidades de las características físico-mecánicas de la hoja de fique. Adaptado de “An appropriate vacuum technology for manufacture of corrugated fique fiber reinforced cementitious sheets. Construction and Building Materials”. Cali, Colombia; 2010.

4.2.1.4 Aplicaciones del fique. En la región de Santander existe una empresa llamada Ecofibras, encargada del proceso productivo del fique. En 1995, en el pequeño poblado Curití, departamento Santander, nace ECOFIBRAS, empresa dedicada a mantener viva la tradición textil heredada de la cultura indígena Guane, a través del hilado y del tejido de fique, afirma (FUSADER, s.f). Dicha empresa ofrece un amplio catálogo de hilos de fique, variando calibre y color del rollo, además de diferentes opciones de textiles tejidos como se observa en la *figura 3*. Estas telas ofrecidas por Ecofibras, son destinadas para la fabricación de productos artesanales, por ello manejan un catálogo amplio, con el fin de que los artesanos fiqueros de la región tengan diferentes estilos de tejidos, acabados, colores, calibres y formas, con el fin de poder crear riqueza y variedad en los productos artesanales.



Figura 3. Variedades de tejidos de Ecofibras. Adaptado de Ecofibras (s.f). Catálogo de Tejidos y combinaciones Ecofibras Curití de <http://ecofibrascuriti.com/bolsas/combinaciones-3-2>

4.2.1.5 Fique deslignificado. El resultado del trabajo de los investigadores Marianny Yajaira Combariza Montañez, Cristian Blanco Tirado, y Martha Liliana Chacón Patiño de la Escuela de Química de la UIS dio como resultado un nuevo material llamado “Nanofique” que busca reducir significativamente los desechos en aguas residuales generados por la industria textil por el uso de tintes mediante la degradación de estos. *“La investigación mostró que las fibras tratadas eliminan más del 99% del colorante de la solución en cuestión de minutos”.*

Dentro de las investigaciones realizadas por estos investigadores, se encuentra un proceso llamado “Deslignificación del fique” en donde mediante el uso de hidróxido de sodio, peróxido de hidrogeno y una máquina de ultrasonido, variando el tiempo y la temperatura, se logra separar 2 de los 3 componentes principales del fique, la hemicelulosa y lignina de la celulosa, dando

como resultado una fibra de fique con propiedades físicas similares al algodón, por su similitud en su composición (Chacón. 2013).

4.2.2 Tipos de fibras textiles. Las fibras textiles se pueden clasificar según su origen y la naturaleza de su proceso de producción, como se observa en la *figura 4*.

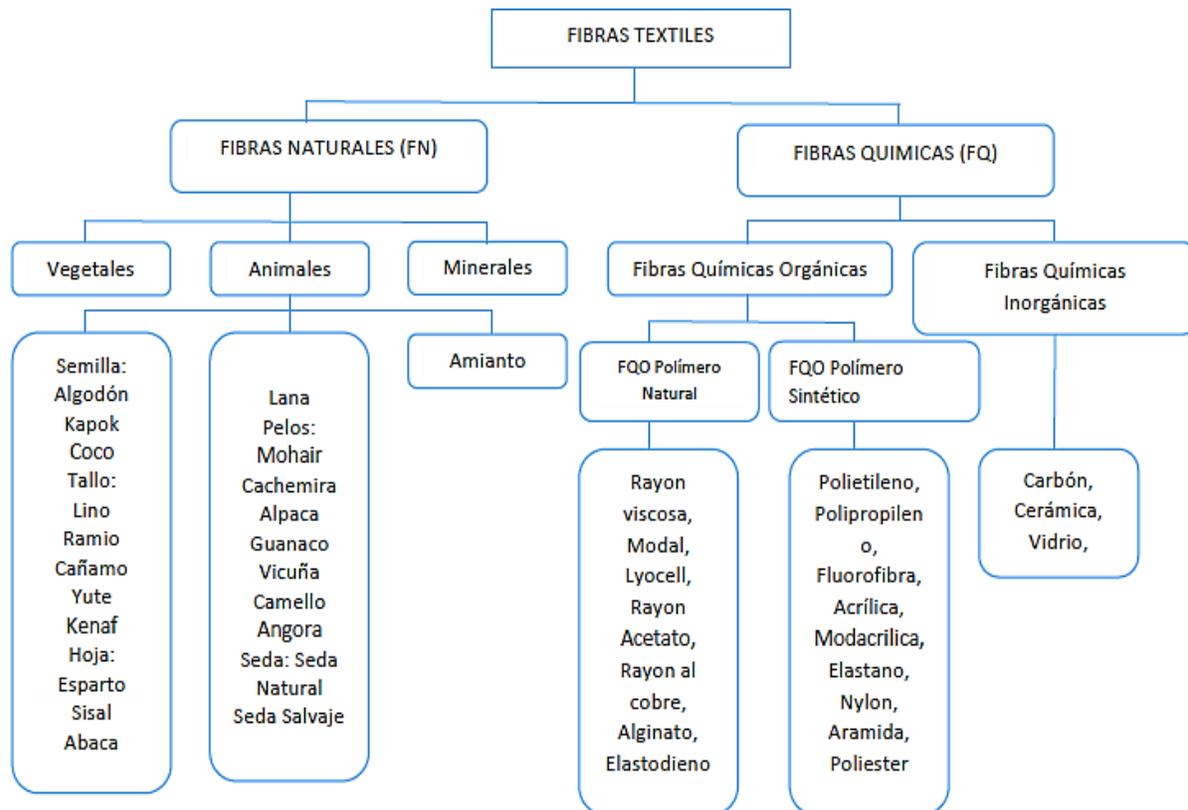


Figura 4. Clasificación de fibras textiles. Adaptado de P. Limpe (2018). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de textiles ecológicos de algodón, funcionalizado con nanopartículas de plata carboximetilquitosano.

Dentro de las fibras vegetales se encuentra el fique, también conocido como “Sisal” en otras regiones. Las fibras naturales presentan diversas características y cualidades debido a su composición física y química, lo que le brinda ciertas propiedades a cada una de estas. Estas cualidades son las que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar si alguna fibra natural

puede o no aportar al desarrollo de este material tejido. La tabla 4 muestra las características químicas, y la tabla 5 muestra sus respectivas características físico-mecánicas de algunas fibras naturales presentes en la región, tomadas en cuenta para la investigación de este proyecto.

Tabla 4.

Composición química de las fibras naturales

Fibra	Densidad (g/cm³)	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Húmedad (%)
Algodón	1,54	88-96	≤0	≤0	6-8
Cáñamo	1,48	88-90	7-10	1,5-2,0	3,5-8,0
Sisal	1,45	65	12	9,9	10
Plátano	1,35	43-64	19	5	10-11
Piña	1,53	81	-	12,7	13,5

Nota. Composición química de algunas fibras naturales presentes en la región. Adaptado de “Caracterización de fibras vegetales utilizadas como refuerzo en matrices termoplásticas”. 2008.

Tabla 5.

Propiedades físico-mecánicas de las fibras naturales

Fibra	Densidad (g/cm³)	Módulo Elasticidad (GPa)	Resistencia Tracción (Mpa)	Alargamiento a rotura (%)
Algodón	1,54	4,98-10,92	264-654	3,0-7,0
Cáñamo	1,48	---	285	1,3
Sisal	1,45	10,40	444-552	2,0-2,5
Plátano	1,35	20	550	5,0-6,0
Piña	1,53	4,20	413	3,0-4,0

Nota. Composición química de algunas fibras naturales presentes en la región. Adaptado de “Caracterización de fibras vegetales utilizadas como refuerzo en matrices termoplásticas”. 2008.

4.2.2.1 Análisis de fibras naturales. La mayoría de fibras naturales presentes en las tablas 4 y 5, se producen en el territorio nacional, pero al tener en cuenta la disponibilidad en el mercado, además de las características físico-mecánicas, propiedades y métodos de producción de cada una de ellas, se puede encontrar que el algodón es una alternativa de fibra natural apta para realizar una mezcla con fibra de fique debido a que:

- El algodón está compuesto principalmente de celulosa, la contiene en proporción mayor que cualquier otra planta. La hemicelulosa y la lignina, generalmente están asociadas con la celulosa, pero no están presentes en el algodón o existen en pequeñas cantidades; por eso un sencillo tratamiento con hidróxido de sodio permite obtener algodón de 99% de pureza con mínima degradación de la fibra (Goyanes, 1949).
- Dentro de las aplicaciones del fique, como mencionamos anteriormente, existe un proceso de deslignificación, el cual logra darle unas características similares a las del algodón, por consiguiente, proponer la mezcla del fique con el algodón puede ser una opción viable para un tejido natural biodegradable, no solo entrelazando sus hilos si no también generando un hilo mezclando ambas fibras, para lograr un acabado más homogéneo.
- Tanto el fique como el algodón son materiales biodegradables y pueden ser reciclados de igual manera, a su vez, los procesos de obtención, tanto del fique como del algodón, tienen como ventaja la no implementación de químicos en su proceso.

4.2.3 Fibra de algodón. La fibra de algodón es una de las más antiguas e importantes fibras. Su longitud varía entre 20 y 35mm de longitud. La palabra algodón hace referencia a un tejido fino de gran demanda por la sociedad dado sus versátiles usos. Este tejido es de origen natural proveniente de la India. Sus características más notorias son la Transpirabilidad, es decir su

capacidad de permitir la respiración de la piel que se encuentre en contacto, la absorbancia, es decir la capacidad que tiene el algodón de absorber aproximadamente 27 veces su peso en agua. Una de sus características más débil es la elasticidad ya que posee muy poca capacidad para ello y por el contrario esta fibra tiende a encogerse.

Esta fibra está compuesta por un pelo unicelular que se produce a modo de defensa de la planta para proteger la semilla no madura y ayudar en su distribución al alcanzar su madurez (Goyanes,1949).

4.2.3.1 Tipos de algodón.

- *Gossypium Arbóreum*: produce dos clases de fibras, unas largas y sedosas y otras fibras cortas, Su tiempo de vida es de cinco a más años, logra alcanzar los seis metros de altura. Suele ser de color amarillento y resulta al tacto más áspero que las otras variedades. Es originario de la India y Pakistán.
- *Gossypium Hirsutum*: Planta de crecimiento anual, posee fibras blancas, finas y largas, su longitud de fibra se encuentra entre dos y tres centímetros. Esta especie es la más extendida mundialmente. Es originario de América Central, México, el Caribe y Florida, abastece entre 80 – 90% del comercio mundial.
- *Gossypium Barbádense*: Vive de uno a dos años, alcanza alturas de dos a tres metros. Su fibra es la más larga (unos cinco centímetros) y se le denomina “algodón de fibra larga”. Es originario de América del Sur. Su producción mundial está entre el 10 – 20% (Limpe, 2018).

4.2.3.2 Composición del algodón. Esta fibra se encuentra principalmente compuesta por la celulosa, ya que la planta de donde se obtiene presenta una gran proporción de este componente

que otras plantas, esta fibra también se compone en menor proporción de otros componentes presentados a detalle en la tabla 6.

Tabla 6.

Composición química del Algodón

Componente	Total de Fibra %
Celulosa	88 – 96
Agua	6 – 8
Sales minerales	0,7 – 1,6
Proteínas	1,1 – 1,9
Pectinas	0,7 – 1,2
Ceras	0,4 – 1,0
Azúcar	0,1 – 0,3
Pigmentos - motas	0,5 – 1,0

Nota. Porcentaje (%) de los componentes químicos del algodón. Adaptado de “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de textiles ecológicos de algodón, funcionalizado con nanopartículas de plata carboximetilquitosano (NPsAg-CMQ)”. Arequipa, Perú. 2016.

4.2.3.3 Características físico-mecánicas del algodón. Se hace necesario el estudio de las características físico-mecánicas del algodón, con el fin de poder entender el comportamiento de esta fibra textil. En la tabla 7 se pueden evidenciar estas propiedades del algodón.

Tabla 7.

Características físico-mecánicas de la fibra de algodón

Fibra de Algodón	Propiedades Físicas
Color	Blanco/Crema
Resistencia	3.5 a 4 g/d
Finura	16 a 20 μ

Higroscopicidad	21 grados centígrados a 65% de Humedad absorbe una humedad de 7 a 8.5% de humedad
Elongación	3 a 7%
Elasticidad	20 a 50%
Alargamiento a la rotura	5 a 10%

Nota. Porcentajes y unidades de las propiedades físico-mecánicas de la fibra de algodón. Adaptado de “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de textiles ecológicos de algodón, funcionalizado con nanopartículas de plata carboximetilquitosano (NPsAg-CMQ)”. Arequipa, Perú. 2016.

4.2.4 Tejidos textiles. Los tejidos son estructuras interesantes, que hacen parte de muchos de los objetos de uso cotidiano, ya que debido a las características estructurales y propiedades que desarrollan, son adecuados para la fabricación de ciertos componentes de objetos o, en el caso de las prendas de vestir y objetos netamente textiles, son el elemento estructural principal. Un tejido es una superficie plana y elástica que resulta del entrecruzamiento de hilos, como en el caso de los tejidos de plana o calada, compuestos por urdimbre y trama, como se observa en la *figura 5*, o del enlazamiento de hilos en sentido de urdimbre o trama conocidos como tejidos de malla; otros son los “no tejidos” que forman un textil plano, pero son el resultado del enmarañamiento de fibras (Carrera, 2015). Estos tres grupos de tejidos pueden observarse en la *figura 6* para los tejidos planos y los tejidos de malla y en la *figura 7* para los “no tejidos”.

Se deben analizar y estudiar a fondo cada tipo de tejido y sus respectivas características, ya que todos sean materiales tipo tela, sus estructuras de tejido pueden brindar diversas características al material resultante, sin importar el tipo de fibra que se use en el proceso de tejeduría.

Las estructuras y métodos existentes de tejidos pueden ser modificados y analizados, con el fin de descubrir nuevas propiedades que pueden resultar como grandes variantes al tejido de fique habitual y dar valor agregado a este.

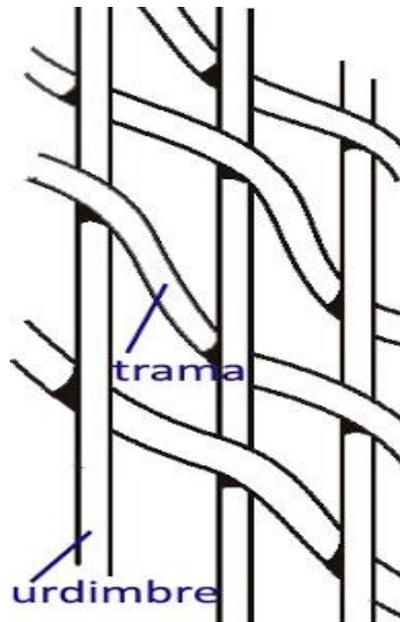


Figura 5. Urdimbre y trama en un tejido. Adaptado de Arantxa (2010). Soluciones textiles DRT de <http://solucionestextilesdrt.blogspot.com/2010/06/trama-y-urdimbre.html>

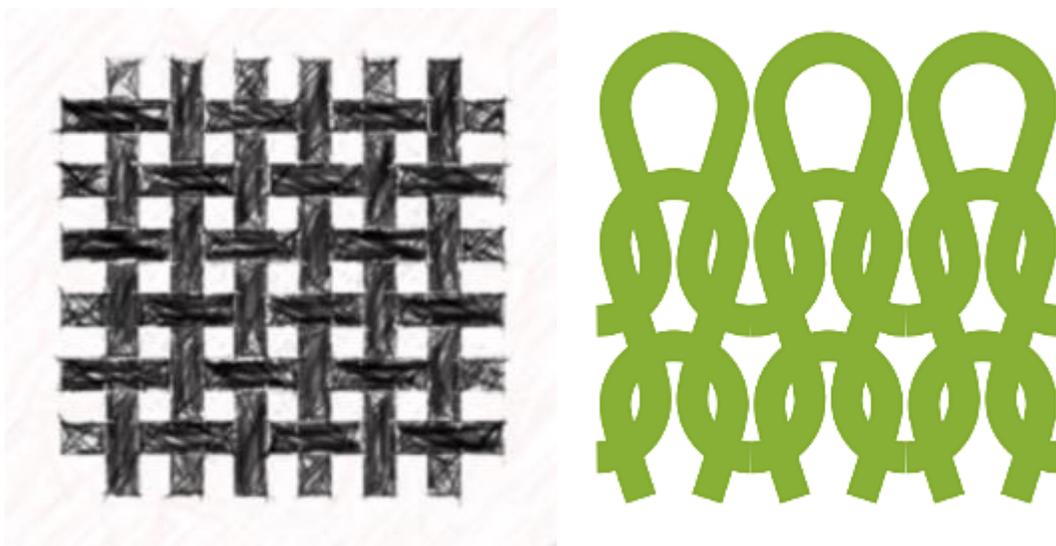


Figura 6. tejido plano y tejido de malla. Adaptado de Lafayette (2019). ¿Conoces los tipos de tejidos existentes? de <https://www.lafayette.com/conoces-los-tipos-de-tejido-existentes/>

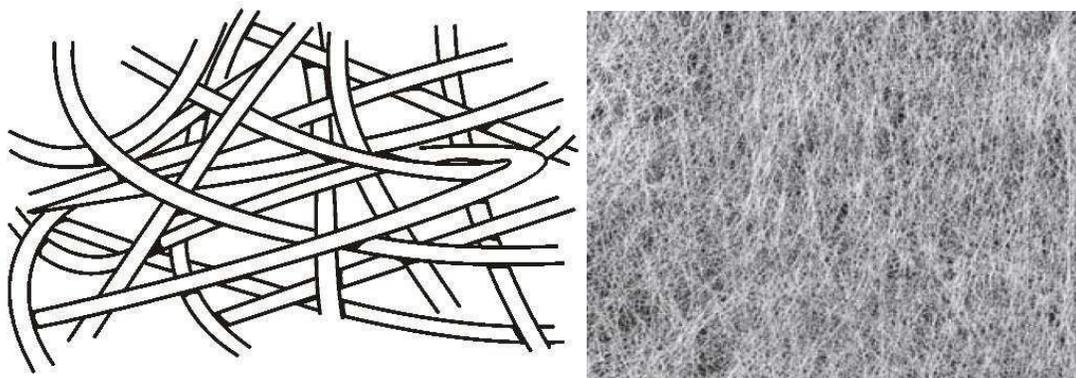


Figura 7. Textil no tejido. Adaptado de E. Carrera (2015). Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles.

4.2.4.1 Propiedades de los textiles. Los tejidos textiles tienen ciertas propiedades que pueden ser agrupadas por características de las fibras, propiedades geométricas, propiedades físicas, propiedades de absorción, propiedades químicas y algunas propiedades modernas, requeridas para ciertos tipos de industrias, en la tabla 8 se puede observar estas características de forma detallada.

Tabla 8.

Propiedades de los tejidos textiles

Propiedades de las fibras	Propiedades geométricas	Propiedades físicas	Propiedades de sorción	Propiedades químicas	Nuevas propiedades
Percepción al tacto, aspecto visual, caída	Longitud, fibras cortas o largas	Brillo y color	Absorción de agua, permeabilidad	Resistencia a ácidos, álcalis	Antimicrobianos
Protección frente al calor, frío, agua, viento	Finura, fibras gruesas o finas	Acción al calor, comportamiento al fuego, tratamientos térmicos	Hinchamiento y disolución	Acción a la luz solar, agua, temperatura	Antialérgicos
Fácil cuidado y conservación	Rizado, frecuencia, forma y amplitud	Conductividad calorífica	Propiedades tintóreas, facilidad de teñido	Acción contra insectos y microorganismos	Anti-UV

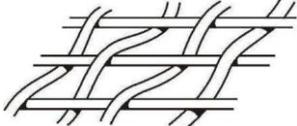
Confort	Forma de la sección transversal	Grado de aislamiento eléctrico y a la estática	Luminiscencia, reflectancia
Durabilidad y mantenimiento		fricción	Autolimpiante
		Tracción, torsión y flexión	Microencapsulado
			Impermeables que respiran

Nota. Propiedades de los tejidos textiles según sus categorías. Adaptado de “Manual Control de calidad en productos textiles y afines. Ediciones Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales”. España; 2015.

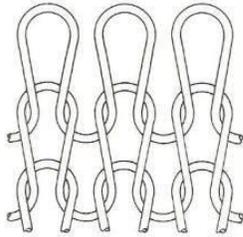
4.2.4.2 Tipos de tejidos. Desde el punto de vista de la manera en que se hacen los tejidos textiles, los tejidos pueden clasificarse en 5 grupos principales, como se observa en la tabla 9. Todos estos 6 tipos de tejidos pueden realizarse de forma manual, aunque las máquinas para elaborarlos son diferentes, o ligeramente diferentes (Lavado, 2012).

Tabla 9.

Tipos de tejidos

Tipo de tejido	Imagen	Características	Manufactura
Tejidos planos o de calada		Son tejidos formados por urdimbre (a lo largo) y trama, en el ancho (pasadas). La trama crea ondulaciones al cruzar por arriba o debajo de los hilos de urdimbre. Usos: prendas de vestir, tapicería, calzado productos textiles en general.	Manual, telar manual o mecánico.

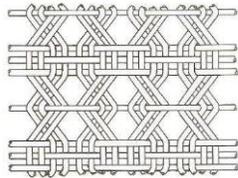
Géneros de punto



Están formados por una sola serie de elemento, que se entrelaza consigo mismo. El entrelazamiento de un género de punto se llama malla y se hace siempre de una manera curva, dándole al tejido una gran elasticidad, usos: para productos tejidos que pueden llevarse ceñidos al cuerpo y necesiten elasticidad.

Manual, Telar mecánico para géneros de trama y para géneros de urdimbre.

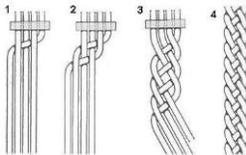
Gasas de vuelta



Generalmente están formados por dos series de urdimbre, que además del cruzamiento que tienen con la trama (cruzamiento rectilíneo), se cruzan entre sí, alternativamente, a la izquierda y a la derecha (cruzamiento curvilíneo), impidiendo de esta manera que las pasadas se junten, usos: Fabricación de sacos y cortinas de construcción.

Manual, telar plano o maquinilla.

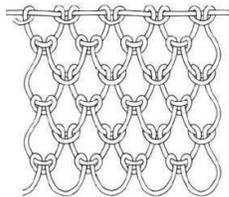
Trenzas



Están constituidas por una sola serie de elementos, que se cruzan ondulando, de izquierda a derecha, o viceversa, usos: Cuerdas y sogas, costura o acabados.

Manual, agujas.

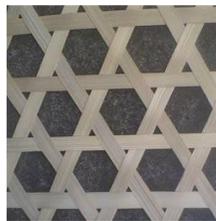
Red



Se realizan cuando los hilos al cruzarse forman nudos, los que impiden su deslizamiento. Puede fabricarse incluso con solo hilo. Uso: redes de pesca, redes de seguridad.

Manual por artesanos, telar.

Triaxiales



Donde se requieren tres series de hilos que se cruzan en ángulos de 60°. Presentan una mayor estabilidad al sesgo que los tejidos de calada, dado que siempre hay una serie de hilos que soportan el esfuerzo. Usos: Construcción, fabricación de paneles con resinas.

Manual, telar.

Nota. Descripción, usos y manufactura de los tipos de tejidos textiles. Adaptado de “La industria textil y su control de calidad”. Segunda edición; 2012.

4.2.5 Análisis de los tipos de tejidos. Dentro de los tipos de tejidos, mencionados en la tabla 8, se puede ver como los tejidos de calada y el género de punto presentan características aptas para fabricación de calzado, ya que por cuanto a su proceso de construcción y usos que se les da en la actualidad, fueron aptos para ser estudiados en el desarrollo de este proyecto. Los tejidos de gazas de vuelta y los de red, suelen ser muy porosos y poco compactos, por lo cual no se hacen adecuados para el calzado. Los tejidos tipo trenzas se hacen totalmente inadecuados, ya que usan muy pocas fibras y no son destinados a la fabricación de telas planas. Los tejidos Triaxiales producen textiles fuertes y rígidos, destinados a la fabricación de productos de construcción y láminas compuestas con resinas, muy parecido a la tela de fique común, muy resistente y poco elástica.

4.2.5.1 Tejidos planos o de calada. Son aquellos constituidos por urdimbre y trama, y se dividen en tres grupos, dependiendo de la forma en que se entrelaza la trama y la urdimbre:

- Tafetán: Son tejidos en los cuales la trama pasa por encima y por debajo de cada hilo que compone la urdimbre, dando la forma de un enrejado sencillo. Algunos textiles de esta variedad pueden ser el cañamazo, voile, muselina, chintz, organdí, etc. Suelen ser tejidos lisos y compactos.

- Sarga: En estos tipos de tejidos los hilos que componen la urdimbre se dividen por grupos en serie de entre tres, cuatro o cinco filamentos. El proceso de tejido, los hilos de trama se tejen de forma que pasan por encima de al menos dos hilos de urdimbre antes de pasar de nuevo por debajo de otro grupo de hilos de urdimbre, lo que crea un efecto de líneas en diagonal en el tejido, como por ejemplo los tejidos de denim, chino,

tweed, gabardina, pata de gallo, etc. Suelen ser tejidos fuertes y resistentes, pero poco elásticos.

- Raso o Satén: En esta variedad, Los hilos de urdimbre se agrupan en series mayores, de entre 5 y 8 filamentos. Estas agrupaciones de hilos solo cubren cada hilo de trama en la primera pasada. Estos tejidos al tener pocos enlaces entre urdimbre y trama, produce un efecto de superficie brillante y con poca fricción como por ejemplo el rasete, el raso doble faz, crespón o crepé. Etc. (Udale, 2014)

4.2.5.2 Tejidos de punto. Este tipo de tejido puede estar compuesto únicamente por trama o urdimbre, o en algunos casos por ambas, y se crean por el entrelazamiento de las fibras, formando unos bucles especiales que se llaman puntos o mallas, como en caso del tejido Sprang (Guane), estos se pueden agrupar según su dirección de las fibras como:

- Tejidos de punto por trama: Cuando un tejido de punto es fabricado por su trama, quiere decir que todos sus hilos forman sus mallas en dirección horizontal, generando vértices en forma de “V” en bajada.
- Tejidos de punto por urdimbre: Los tejidos de punto tejidos en dirección de la urdimbre, generalmente se forman mallas, y la dirección de sus hilos va en forma vertical (Udale, 2008).

Una de las características más importantes de los tejidos de punto es que a pesar de que sus fibras no sean elásticas, la estructura del textil permite cierta elasticidad, como ejemplo, los tejidos de Jersey, Ribb o punto liso, interlok, Sprang, punto inglés, punto perlé, punto piqué y ligamento links-links (Barretto, 2012).

4.2.5.3 Elección de tejido. Para seleccionar el tejido, se tuvo en cuenta las características del hilo de fique, el cual suele ser tosco y muy poco flexible, destinado en su mayoría a la elaboración de sacos, cuerdas y artesanías, lo cual genera limitaciones a la hora de fabricar calzado. Se puso a comparación los tejidos planos y los tejidos de punto, con el fin de escoger cuál de estos le puede brindar cualidades diferentes a la tela de fique, con el fin de ser aplicada en el calzado.

La característica más destacable del género de tejidos de punto es la elasticidad, lo cual los hace más confortables, debido a su capacidad de amoldarse a las partes del cuerpo, gracias a su estructura de tejido. Los tejidos planos suelen ser más resistentes e indeformables, pero, debido a esto, no pueden estirarse más allá de lo que permiten sus fibras (se hace necesario añadir fibras de elastómeros) (Barretto, 2012), como en el caso de la tela de fique clásica con tejido plano, muy resistente, pero su porcentaje de elasticidad es casi nulo, haciendo que este sea poco apto para el calzado, impidiendo que se pueda montar la capellada de manera adecuada, generando fallos y rupturas en el tejido y costura. Los tejidos de punto no presentan arrugas, lo que genera una apariencia más pulcra. Las telas de punto suelen tener un porcentaje de encogimiento un poco más alto (5%) que los tejidos planos (2%). En la fabricación de estos tejidos, las máquinas de tejidos de punto suelen ser más rápidas que los telares de lanzadera, casi cuatro veces más. Respecto a la elasticidad, las mallas generadas pueden agrandarse en sentido vertical u horizontal dependiendo de la dirección de la fuerza aplicada (Barretto, 2012).

Por ello se hizo adecuado la aplicación de un tejido de género de punto, que puede brindar elasticidad y un acabado más pulcro a esta alternativa textil. Entre los tejidos de género de punto se encuentra el sprang, que es un tejido de malla, lo que indicó, que, debido a su estructura de tejido, puede brindar a la tela de fique cierta elasticidad, importante en la aplicación del fique al calzado. Además de esto, es conocido como parte de la cultura de nuestros antepasados Guanés de

la región, y puede contribuir a rescatar un tipo de tejido que se encuentra en desuso y hace parte del legado patrimonial de los antiguos tejedores Guanes.

Para poder entender porque esta forma de tejer, genera cierto aporte cultural, se debe remitir a expertos que han estudiado el aporte del pueblo Guane al patrimonio cultural. (Gonzales, 2012), En su informe escrito respecto a los Guanes, evidencia como la tejeduría como un oficio adoptado por este pueblo indígena de la región, mediante el hallazgo de un cementerio indígena en la mesa de los santos, en donde se encontraron variedad de objetos, entre ellos había textiles, objetos de madera, cestería, cerámica, entre otros. Respecto a los textiles hallados, se encontraban cubriendo los restos óseos en forma de manta, además de un gorro, complemento del atuendo. Otro aporte a la investigación sobre la importancia del tejido Sprang en la comunidad Guane, lo hace (Schrimppff & Pilonie, 1988), En la cueva del conde se encontraron objetos como volantes de huso y un objeto de madera, posiblemente destinados al oficio de la tejeduría. Según (Schrimppff & Pilonie-, 1988), Los fragmentos textiles hallados suponen un avance en la forma de tejer y las herramientas que disponía el pueblo Guane, ya que corresponden a telas fabricadas en telar, en técnicas como el anudado y el sprang.

4.2.6 Tejido Sprang. El tejido conocido como Sprang o de Guane, como se le conoce en la región de Santander, Colombia, es la alternativa seleccionada para llevar a cabo este proyecto, debido a las propiedades que este presenta.

Mediante observación del comportamiento del tejido Sprang, se pudo observar que tiene una característica especial, que, sin importar el tipo de fibra que se haya usado para su tejido, tiene buena resistencia y poca flexibilidad si se le aplica fuerzas opuestas en sentido axial en dirección de la urdimbre, como se observa en la imagen A de la *figura 8*, pero, es un tejido tipo malla o de

punto, resultante del entrecruzamiento de hilos de urdimbre y no consta de hilos en sentido de trama, esto, permite cierta elasticidad del tejido.

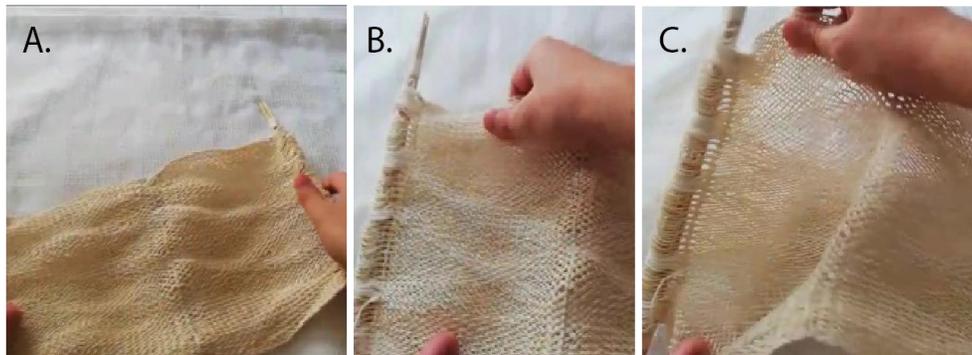


Figura 8. Elasticidad del tejido Sprang. A. aplicación de fuerzas opuestas en sentido urdimbre, B. tela en reposo, C. elasticidad en sentido perpendicular a la urdimbre.

4.2.6.1 Inicios del Sprang. El Sprang es una técnica antigua principalmente basada en la elaboración de textiles con una apariencia que asemeja una red. Es una de las primeras técnicas que emplearon una estructura de marco rectangular conocida como un telar, para sostener los hilos con los que se teje. Una de las piezas más antiguas hallada en Dinamarca, data del año 1400 a. C. elaborada con la técnica Sprang a base de pelo humano (Gilllow y Sentance, 2000).

4.2.6.2 Técnica del tejido Sprang. Se inicia con un grupo de hilos verticales que deben disponerse tensados en un marco rectangular. Estos hilos pueden ser enlazados, entrelazados o trenzados, dado que la estructura se sostiene en los extremos superior e inferior, el tejido se va formando en la parte interna. Lo que se realiza en la parte superior, se refleja como espejo en la parte inferior. Se hace necesario el uso de una espada de madera para golpear cada hilera agrupándolas hacia los extremos de la estructura creando un tejido compacto.

Este tejido se va creando del extremo superior hacia el medio y del extremo inferior hacia el medio (*ver figura 9*) haciendo que en un punto estas mitades se encuentren y puedan unirse en el centro formando un gran tejido extenso, compacto, completo y simétrico. Si se quiere, estas mitades pueden nunca unirse en el centro, y por el contrario formar 2 tejidos independientes, para ser usados (Gilllow y Sentance, 2000).

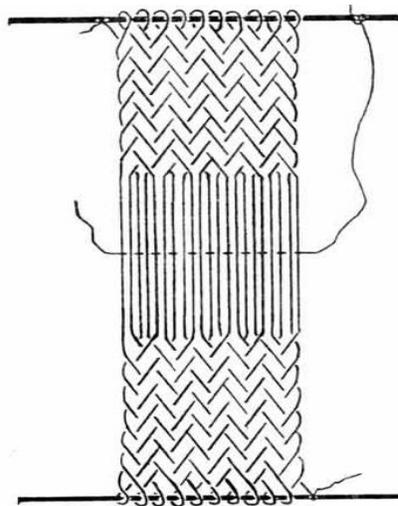


Figura 9. Técnica de tejido Sprang. Adaptado de Tavera y Urbina (1991). Textiles de las culturas Muisca y

Guane de <https://documents.co/document/textiles-de-las-culturas-muisca-y-guane.html>

4.2.6.3 Sprang en Santander. Se sabe que ésta técnica ancestral de tejido fue parte muchas culturas a nivel mundial, y en las antiguas culturas indígenas latinoamericanas, esta forma de tejer formó gran parte de la economía, ya que los productos que fabricaban, los intercambiaban por otros bienes en sus comunidades, en la entrevista realizada por Confidencial el Magazín con Nirko Ernesto Andrade García, reconocido profesor de la Universidad Nacional, nos introduce a nuestra cultura indígena Santandereana, “ El tejido Sprang, que aquí se llama de Guane, es la técnica de tejido en telar más antigua. Es la primera técnica que utilizó un telar para sostener los hilos con los que se teje. Como se sabe, esta técnica tiene sólo una trama que está ubicada en el centro y que

sella el tejido. Aquí se llama la "tripa ". Es la única trama, el inicio de la trama, el inicio del tejido plano” (Confidencial el Magazín, 2016, 03:15–05:21).

Los Guane, el grupo indígena de nuestra región Santandereana, se distinguieron como buenos productores de algodón y tejedores de la misma, lo que los pasó a ser reconocidos como famosos textiles (Gómez, 2005). Así mismo los Guane se dedicaron a los tejidos. No se sabe con precisión si se trataba de una labor de especialistas aparte de la manufactura estrictamente doméstica. Lo que sí se conoce sin duda es que las mantas tejidas eran objeto de intercambio (Rueda, 1987) y que las recibían a cambio de coca. Esta forma de tejer, con el pasar de los años fue reemplazada con el tejido de punto, y es una tradición de nuestros antepasados, que con el pasar del tiempo, ha ido desapareciendo. La forma de los entrelazados de cada fibra en el telar, tienen una estructura particular que le da cierta elasticidad a las fibras, la cual se hace conveniente en este estudio, ya que el fique viene a ser una fibra, muy dura y poco elástica, que dificulta su aplicación a ciertos tipos de calzado.

4.2.6.4 Aplicaciones de las Telas tejidas con el método Sprang o Guane. Antiguamente esta técnica era empleada alrededor del mundo. en la fabricación de sombreros, guantes y vestidos. Hoy en día esta técnica sigue presente en países como Colombia y Guatemala para la fabricación de bolsas y hamacas. En países como Pakistán este tipo de técnica se utiliza para la confección de cinturones. En la actualidad esta técnica ha sido reemplazada por el punto de media (Gillow y Sentance, 2000). Algunos de los productos fabricados a partir de textiles tejidos con el método Sprang, se pueden observar en las *figuras 10 y 11*.



Figura 10. Chaleco, bufanda y bolso tejidos con método Sprang. Adaptado de H. Ceretti (2017). Un espacio para compartir aventuras textiles de <http://contexto-helena.blogspot.com/2017/07/>



Figura 11. Mochila tejida con método Sprang. Adaptado de Dicc. Textil latinoamericano (s.f). Sprang – Técnica textil de <https://sites.google.com/site/sdicctextillatinoamericano/home/sprang---tecnica-textil>

4.2.7 Revisión de lo existente. ECOFIBRAS ofrece un amplio catálogo de hilos de fique y algodón, variando calibre y color del rollo, además de diferentes opciones de textiles tejidos con

100% fique, 70% fique y 30% algodón, 50% fique y 50% algodón, entre otros, como se observa en la *figura 12*. En la tabla 10 se observan las características de los tejidos ofrecidos por Ecofibras, como composición y gramaje.



Figura 12. Catálogo de telas fique-algodón de Ecofibras. Adaptado de Ecofibras (s.f). Catálogo de Tejidos y combinaciones Ecofibras Curití de <http://ecofibrascuriti.com/bolsas/combinaciones-3-2/>

Tabla 10.

Características de los tejidos de Ecofibras

Tipo tela	Composición %		Ancho	Peso	Tejido
	Fique	Algodón			
Tafetán	70%	30%	1.40 m	600 gr	Burda: tela elaborada en telar horizontal de 4 marcos, de composición 70% fique empleado en la trama y 30% algodón empleado en la Urdimbre.
B – 01- 5	70%	30%	1.50 m	670 gr	
B – 42-D hasta B – 53-D	50%	50%	1.50 m	850 gr	Multiusos: tela elaborada en telar horizontal de 4 marcos, de composición 50% fique empleado en la trama y 50% algodón empleado en la Urdimbre.
C – 01-D hasta C – 02-D	50%	50%	1.50 m	850 gr	
C – 11-D hasta C – 12-D	0%	100%	1.50 m	950 gr	
Malla 2x2	100%	0%	0.50 m	300 gr	
Tela costa	100%	0%	0.60 m	320 gr	
Tejido 1x1	100%	0%	1.00 m	360 gr	

Nota. Catálogo de telas fique-algodón de Ecofibras con sus composiciones de fibra y características. “Adaptado de Catálogo de Tejidos y combinaciones Ecofibras Curití”. Santander; (s.f).

4.2.7.1 Usos de las telas de fique y fique-algodón. En la *figura 13*, se puede observar algunos de los productos ofrecidos por Ecofibras, manufacturados por artesanos fiqueros, quienes mantienen viva la tradición del fique en el pueblo de Curití, Santander.



Figura 13. Variedades de productos de Ecofibras. A. Sillas, B. Bolsas, C. Sombreros, D. Tapetes, E. Billeteras, F. Calzado. Adaptado de Ecofibras (s.f). Catálogo de Tejidos y combinaciones Ecofibras Curití de <http://ecofibrascuriti.com>

4.2.8 Enfoque de sostenibilidad. El desarrollo sostenible es un concepto que aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, que alertaba de las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización y trataba de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población. La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social (Desarrollo Sostenible, 2016).

Optar por el desarrollo de proyectos a partir de alternativas de materiales amigables puede implicar un impacto positivo en los tres factores fundamentales de la sostenibilidad, para eso, se deben plantear muy bien el proceso a seguir durante el desarrollo del mismo, con el fin de establecer el por qué es un proyecto sostenible. Para esto, se debe generar un impacto positivo y se proponen estos aportes en los 3 pilares de la sostenibilidad:

4.2.8.1 Enfoque social. El fique es un material que proviene del arduo trabajo de los agricultores, devolviendo sus frutos en estabilidad y generación de ingresos, de acuerdo con Ecofibras, el cultivo de fique hace parte de los cultivos en zonas de postconflicto, los cuales demandan gran entidad de mano de obra, innovar en el uso de este tipo de materiales trae consigo la posibilidad de generar valor agregado, lo que se puede traducir en mejores oportunidades laborales para las comunidades que trabajan este material, y a su vez, promueve el interés de los mismos trabajadores en proponer y producir mejores alternativas para su uso, finalizando en una mejora en la calidad de trabajo que actualmente tienen y dando un precedente de continuo mejoramiento.

4.2.8.2 Enfoque económico. Cualquier sector que se base en la explotación de un recurso o una materia prima, constantemente va a depender de la demanda del mismo, es por esto que industrias y comunidades que se dedican a la explotación de algún material, pueden llegar a perder todas sus posibilidades de prosperar si el material pierde su importancia en el sector comercial, generar alternativas para el uso de los materiales culturalmente importantes es primordial para su futura prosperidad, este proyecto busca dar la posibilidad al sector fiquero y sus comunidades de agregar una propuesta de valor a sus productos, aplicando nuevas formas de usar el fique, y a su vez, generando mayores ingresos para su sector.

4.2.8.3 Enfoque ambiental. El sector textil y de las curtimbres de cuero, es una industria altamente contaminante, generadora de aguas residuales y emisiones de carbono globales, debido a los métodos químicos que acompañan todo el proceso de obtención de sus materias primas, es por esto que proponer alternativas a base de materiales de origen natural es un camino viable para seguir con la producción y reducir el impacto ambiental que este sector tiene, debido a que este tipo de materiales tiene un proceso de obtención en donde no se ven implementadas sustancias químicas que puedan generar residuos tóxicos, sumado a esto, el factor de reciclaje y biodegradabilidad que estas materias presentan un aspecto importante para la disposición final del material.

5.Observación y análisis

5.1 Finalidad del proyecto

Este proyecto busca generar una alternativa funcional e innovadora para el uso del fique como materia prima en la fabricación de calzado, generando un valor agregado al material.

- *Misión:* Determinar un material con base en fique para la fabricación de calzado
- *Descripción del producto:* Material a base de fique enfocado para la fabricación de calzado
- *Mercado primario:* Empresas fiqueras de la región que puedan impulsar la fabricación del material y su misma producción e implementación en calzado.

- *Mercado secundario:* Pequeñas empresas que se enfoquen en el diseño de calzado sostenible y busquen otras alternativas para su materia prima.

5.2 Elementos indispensables en los materiales para calzado.

Cuando se piensa en materiales aptos para calzado, lo primero que se viene a la mente es la comodidad para el usuario, pues, el hecho de tener el calzado todo el tiempo en nuestros pies y ser ese producto indispensable, lo hacen algo que requiere un alto confort, es por esto que materiales muy rígidos, por más duraderos y protectores que sean, pasan a un segundo plano cuando de calzado se trata.

Los elementos principales a los que se le va a apuntar en el proyecto serán:

- El estiramiento del tejido para permitir una mayor movilidad en el calzado.
- La resistencia a desgarre y dobléz del tejido para poder ofrecer un producto duradero
- La resistencia a la costura y viabilidad de armado del tejido.
- La comodidad del tejido respecto a su adaptación a la horma y por consiguiente el pie.

5.3 Elección de pruebas de validación

Para poder comprobar las propiedades necesarias para la adecuada adaptación del tejido en la fabricación de calzado, primero se debe seleccionar aquellas pruebas que son pertinentes para el proyecto.

- La resistencia a la tensión del material importantes para la fabricación de calzado, por cuanto es necesario que esté presente una buena adaptación a la montura de la horma, es por esto que se deben llevar a cabo pruebas en donde se compruebe la resistencia

máxima a la tensión del material que se usó en el tejido, aunque debido a las condiciones en la que nos encontramos por las restricciones de pandemia, se debe realizar la prueba mediante el uso de una bandeja para bascula y pesas, para determinar el peso máximo que el hilo y el tejido soporta.

- En el momento en que se arma una capellada para calzado, un factor importante es cómo el material logra acoger la costura que lo mantiene unido a esta, pues el calzado se va a someter a fuerzas y movimiento constante que pueden hacer que el tejido se deslice por la costura y poniendo en riesgo la integridad del calzado, es por eso que se crea una probeta donde se evalúa la fuerza máxima que resiste la costura que se va a usar en la capellada del calzado, mediante el uso de la normativa BS 3320 para el comportamiento en la costura de los tejidos.
- El estiramiento o elasticidad del material es un factor importante que tiene que existir a la hora de diseñar la capellada del tejido, pues al montar el calzado en la horma, es necesario que el material logre alcanzar y amoldar la horma de manera exitosa, los materiales que presentan un estiramiento nulo o casi nulo, tienen a imposibilitar la montada en la horma, pues las curvas del pie requieren que el material se estire en los puntos necesarios, es por esto que mediante la medición de su longitud inicial y su longitud máxima, mediremos el porcentaje de elasticidad, la resiliencia y el tipo de elasticidad que este material presenta.
- Cuando se usan tejidos de fibras naturales en el calzado, se tienden a presentar problemas a largo plazo, debido a la baja resistencia al dobléz que suelen tener este tipo de materiales, esto por la rigidez que la mayoría de los tejidos presentan y por la forma tan apretada de su tejido, las pruebas de dobléz y flexión son esenciales para conocer

el comportamiento del material al dobléz constante al cual será sometido, es por esto que se someterá el calzado armado a una prueba realizada en la máquina de flexión para calzado completo, bajo el método de ensayo SATRA TM92.

- El calzado es un producto que debe tener como una de sus prioridades la comodidad al usuario, brindando un soporte agradable y sin generar molestias al caminar, es por esto que se busca que los materiales que hacen parte de la capellada del calzado no se interpongan en esto, buscando siempre que en los puntos críticos del calzado presenten un estiramiento adecuado, para poder amoldarse al pie y lograr esa comodidad deseada, mediante pruebas de montura del calzado en un pie, se puede evaluar el estiramiento que brinda la pieza de tejido en el calzado ya montado, es por esto que se realizarán encuestas en donde se evalúe la percepción del usuario frente al uso del calzado y como este logra dar la elasticidad necesaria y no genere incomodidad al caminar.

5.4 Consideraciones

El fique es un material que tiene bajo porcentaje de deformación, por cuando sus fibras son rígidas y no permiten una deformación natural en el hilo, debido a que la hemicelulosa y la lignina, que son componentes de esta fibra, actúan como pegamento entre las fibras, dando esa dureza que caracteriza al fique, por eso, es importante generar alguna variable en la conformación de su tejido para permitir una mejor deformación en su adaptación al calzado.

6. Requerimientos

6.1 Materiales requeridos y disponibles en la región

El proyecto se enfoca al uso de materias primas de origen vegetal, las cuales son empleadas en su mayoría por artesanos, quienes, en muchos casos, pertenecen a pequeñas comunidades encargadas de la extracción y fabricación de las fibras, hilos y tejidos, destinados normalmente a la confección de artesanías y productos tradicionales.

Las fibras de fique están compuestas por microfibras que se componen de tejidos helicoidales haciendo de este hilo más resistente y uniforme. Este producto puede adquirirse mediante compra directa con la empresa Ecofibras, como se muestra en la *figura 14*.



Figura 14. Hilo de fique. Adaptado de Superdeco (2015). Catálogo de fibras de

<http://www.superdeco.com/catalogo/>

El tejido de fique está compuesto por hilos que se cruzan entre sí, secando y prensando la fibra para dar textura, consistencia y buen acabado. Dependiendo de la consistencia y prensado de la

fibra, se obtienen diferentes tejidos y resistencia. Este producto puede adquirirse mediante compra directa con la empresa Ecofibras, como se muestra en la *figura 15*.



Figura 15. Tela de fique. Adaptado de Artesanías de Colombia (2014). Catálogo de productos de http://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/General/template_index.jsf

El hilo de algodón es un conjunto de filamentos agrupados y retorcidos para formar hilos de varias hebras, ver *figura 16*. Para dar resistencia al grupo de fibras es necesaria la torsión a la hebra de fibra. dependiendo del método usado para la torcedura de la fibra, serán las diferentes estructuras del hilo resultante. Este producto puede adquirirse en las tiendas de la empresa Ecofibras.



Figura 16. Hilo de algodón. Adaptado de Hilos Norma (s.f). Catálogo de Hilos Norma de <http://hilosnorma.com/hilo-de-algodon.html#>

El tejido de algodón es ideal para climas cálidos y húmedos, que son livianos, fáciles de lavar y confortables. Este tejido tiene muy poca elasticidad y no cede al estiramiento, por el contrario,

tiene tendencia al encogimiento tras el lavado. Este producto puede adquirirse mediante compra directa con la empresa Ecofibras, ver *figura 17*.



Figura 17. Tela de algodón. Adaptado de Telas.com (2013). Los tejidos de algodón de <https://telas.com/los-tejidos-de-algodon/>

6.2 Requerimientos de armado

Para el armado del tejido es necesario generar un tejido que presente una estructura en su armado que permita la deformación natural de este, pues uno de las razones por las cuales el tejido de fique usual no presenta propiedades aptas para el calzado es su poca maleabilidad.

- Uso del tejido Sprang como alternativa al tejido convencional de fique.
- Uso de hilos de fique e hilos de algodón para generación de tejido con mezcla de materiales.

6.3 Requerimientos de uso

El tejido Sprang presenta una particularidad respecto a los tejidos convencionales, pues es un tejido que no presenta trama en su composición, solo tiene urdimbre, lo que lo hace un tejido flexible, pero a su vez, lo hace un tejido bastante endeble, pues depende de costuras finales para mantener toda su integridad.

- Reforzado en las terminaciones del tejido para asegurar su integridad.

6.4 Requerimientos del tejido para el armado del calzado

El tejido seleccionado para la conformación de la capellada del calzado debe tener propiedades aptas para su uso en calzado, pues se busca permitir la mejor adaptación de este material, evitando así los impedimentos actuales que tienen otras opciones de tejido.

Es necesario y relevante tener en cuenta el nivel de tupidez del tejido fabricado, pues un calzado con alta porosidad en su capellada puede connotar que el material seleccionado no es más que para uso decorativo y no funcional.

- Costura sobre otro material para mejorar el corte y evitar el desarme del tejido
- Uso de más de una capa del tejido para suplir la deficiencia de tupidez que este presenta.
- Posición del material respecto al sentido de las fibras sobre la horma para permitir el estiramiento en los puntos clave del calzado
- Posicionamiento de la tripa del tejido para un mejor acople a la capellada

7. Desarrollo y evaluación de alternativas

7.1 Desarrollo y evaluación de alternativas en el tejido

Para el tejido es necesario tener los componentes del mismo, los cuales son el hilo de fique y el hilo de algodón (*ver figura 18*). Con estos materiales se realiza la construcción del tejido con el cual se van a realizar tanto las pruebas evaluativas como los modelos funcionales.



Figura 18. a la izq. Hilo de algodón, a la dcha. Hilo de fique

Para poder variar en la composición del tejido, se debe conocer sus componentes principales, para el uso del Sprang, es necesario considerar dos elementos importantes, la urdimbre y la tripa. Como se observa en la *figura 19*.

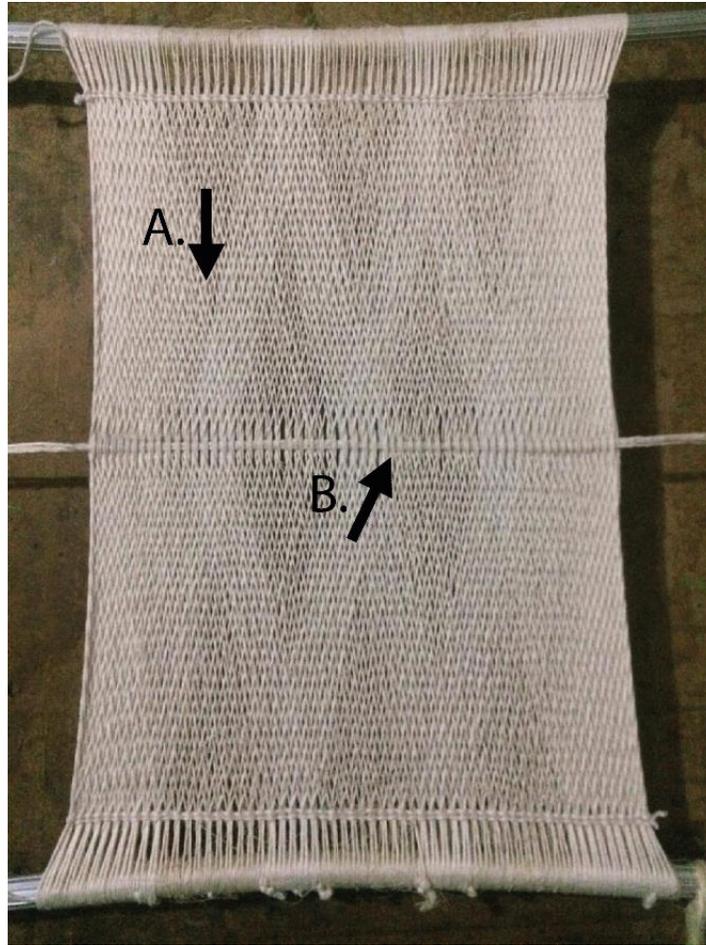


Figura 19. Elementos del tejido Sprang. A. Dirección de urdimbre, B. Tripa

7.1.1 Urdimbre del tejido Sprang. La urdimbre comienza con un hilo enrollado de forma vertical sobre los dos soportes que le dan las dimensiones al tejido, en donde normalmente se implementa solo un material para la conformación de todo el tejido.

- Se busca generar una mezcla entre fique y algodón
- Se decide que su composición será de 50% hilo de fique y 50% hilo de algodón, primero porque el tejido demarca unos patrones a la hora de desarrollarlo, como se puede ver en la figura 19, generando una división notoria entre los materiales, entonces se busca un equilibrio entre ambos hilos para generar una composición más armoniosa; y

segundo debido a que las características física del hilo de fique hacían que se generase una porosidad mayor a la que causaba el hilo de algodón, entonces se buscaba que esta porosidad no fuese tan notoria pero sin quitarle espacio al fique como componente del tejido.

- En cuanto al orden de los hilos en el tejido, se buscaba que fuese un intercalado entre los dos hilos, pero debido a que durante normal conformación del tejido un solo hilo enrolle todo el armazón, esto podría generar que los amarres necesarios para individualizar cada hilo, generaran que el entrelazado se enredara. Por este motivo se optó por dejar que los patrones del armado dictaran la medida de la composición, según lo decidiera el tejedor y dependiendo del resultado final se podrá modificar este orden en el tejido para mejorar su acabado.

7.1.2 Tripa del tejido Sprang. La tripa es el último paso antes de la terminación del tejido Sprang, es la que le marca el límite de ancho del tejido y evita que este se desarme, pero a su vez limita el estiramiento del mismo. Teniendo en cuenta la función de la tripa, se decide probar con 3 opciones de tejido para evaluar su comportamiento.

7.1.2.1 Tripa convencional. La tripa convencional termina rematando el tejido a los costados, impidiendo que este se desarme, pero también impide que el estiramiento del tejido se presente en esos puntos de remate de la tripa, como se observa en la *figura 20*.



Figura 20. Tejido Sprang con tripa convencional

7.1.2.2 Doble tripa. Esta opción se considera para su uso porque permite separar en 2 el tejido y usar cualquiera de los dos lados de forma individual, ya que, en el tejido convencional, cortar uno de los lados implica el desarme de este, pues la tripa es la que mantiene unido el tejido, con esta opción, se permite el corte del tejido para su mejor aprovechamiento, en cuanto a el corte del material, pues así permite generar dos secciones en el tejido sin desarmar el mismo. (ver figura 21).



Figura 21. Tejido Sprang con doble tripa

7.1.2.3 Tripa suela o Elástica. Con esta alternativa (ver *figura 22*) se busca impedir la limitación del estiramiento del tejido, por cuando a que la tripa tiene una mayor longitud y no tiene remates en los costados, entonces la expansión natural del tejido se evidencia en todo lo largo de su composición, aumentando significativamente su propiedad.

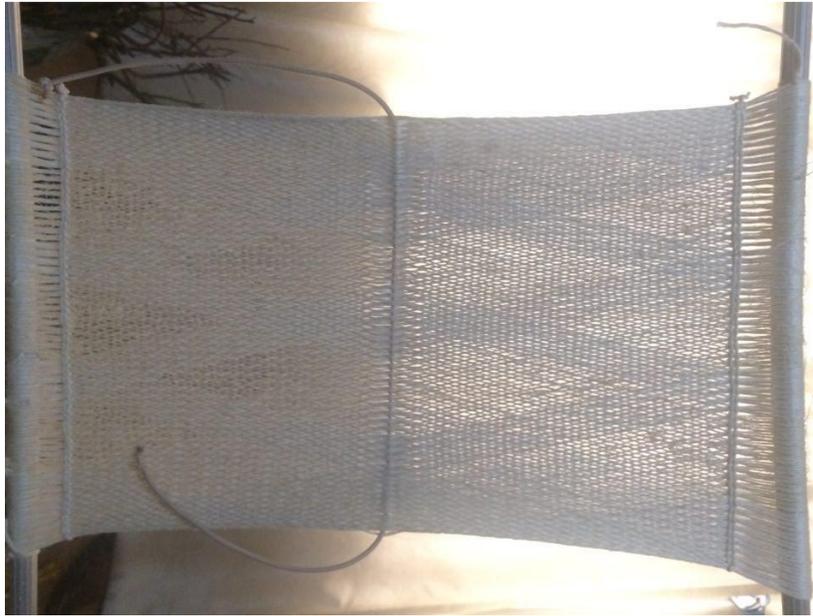


Figura 22. Tejido Sprang con tripa suelta o elástica

7.1.2.4 Análisis de los tejidos. El posterior análisis a las alternativas de tejidos tipo Sprang desarrolladas, se puede observar en las *figuras 23, 24, 25*. Este análisis se llevó a cabo teniendo en cuenta la opinión experta del artesano tejedor de la técnica Sprang y el estudio de las características formales y estructurales del tejido resultante.

Imagen del tejido



Muestra del armador



Características

El entrelazado de los hilos permite que se genere un estiramiento del tejido en sentido perpendicular a la dirección de los hilos, la tripa fija y rematada con un nudo permite que el tejido mantenga su forma inicial después de estirarse.

Comentario del armador

Al usar el tejido e intentar estirar el mismo, se producen esas zonas de alta porosidad, como si el tejido perdiera la forma que presentaba originalmente y le costara mucho volver a su forma original.

A la hora de implementar el tejido para generar alguna pieza de la capellada, la tripa con nudo genera que, después de que el tejido se expanda, este le cueste volver a su posición inicial, pues los hilos que se entrelazan por la tripa se corren y dan la ilusión de desorden en el tejido, generando porosidad en algunas zonas de la tela.

Figura 23. Análisis del tejido Sprang convencional

<i>Imagen del tejido</i>	Característica
	<p>El estiramiento característico del material se ve mejor representado con este estilo de tripa sin terminado final, pues permite que no solo se genere un estiramiento en las secciones medias del tejido, si no que este continúe de manera natural por todo lo largo del tejido, pues la tripa permite esa movilidad.</p>
<p><i>Muestra del armador</i></p>	<p>Comentario del armador</p>
	<p>Con este tejido, se presenta una ventaja sobre la forma antes de generar los cortes para la capellada, pues el tejido puede adoptar una forma de arco, sin generar zonas con alta porosidad, a diferencia de la tripa fija con nudo, generando así una facilidad para el corte de los moldes de la capellada.</p>
<p><i>Muestra</i></p>	<p>Conclusión</p>
	<p>La tripa sin nudo o suelta, permite que el tejido se expanda de manera concéntrica, en donde los finales del tejido marcan el centro y la tripa dicta el carril por donde se expande el material, permitiendo que pueda tomar formas que el tejido convencional no permite, aunque genera el riesgo de que se desarme el tejido.</p>

Figura 24. Análisis del tejido Sprang de tripa suelta

<i>Imagen de tejido</i>	Característica
	<p>El uso de una doble tripla permite realizar un corte horizontal en el tejido que permite dar uso a 2 piezas pequeñas del material para poder aprovechar más el tejido sin necesidad de modificar el marco en donde se realiza la construcción de este, sumado a esto, permite al tejido tener una estructura más sólida y así evitar la deformación de los entrelazados.</p>
<p><i>Muestra del armador</i></p>	<p>Comentario del armador</p>
	<p>Se genera una mejor estabilidad en cuando a la posición de las fibras con este estilo de tejido, pues permite generas cortes más precisos, aunque pierde un poco la elasticidad original del tejido, por cuando está restringido su movimiento en ambos extremos.</p>
<p><i>Muestra</i></p>	<p>Conclusión</p>
	<p>La implementación de na tripla doble permite que el tejido completo pueda ser cortado en 2 partes, generando más posibilidad de aprovechar el material, aunque el uso de una sola capa de este material puede generar un acabado poroso dependiendo de cuánto se necesite que se estire este material o la forma que deba acoger.</p>

Figura 25. Análisis del tejido Sprang con doble tripa

De las tres alternativas de la tripa, dos destacan por permitir un uso más amplio del tejido, tanto la tripa doble como la tripa movable tienen ventajas respecto a la convencional, pero al considerar los requerimientos que debe tener un calzado, se puede determinar que la propiedad de estiramiento de la tripa elástica genera un mejor uso para el tejido en el calzado, debido a que puede permitir una mejor adaptación a la hora de generar las piezas de la capellada, pues no limita la expansión natural del tejido mediante los remates en su armado.

7.1.3 Diseño de detalle del tejido. Para la conformación del tejido, se optó por mantener el porcentaje de fique y algodón en igual proporción, debido a que se genera una mejor conformación del tejido y evita que durante la fabricación de este, se enreden los hilos, dividiendo en un porcentaje e intercalando el fique con el algodón, para optimizar la función del tejido enfocado al calzado, se optó por fabricar 2 alternativas de este tejido con el fin tener un punto de comparación entre el tejido de solo fique y tejido de fique con algodón (*ver figura 26*).



Figura 26. A. Fique-algodón, B. Fique, C. Vista detalle fique-algodón

Para la selección de la tripa, se decidió dejar una de mayor largo del normal, para permitir que el tejido se pueda expandir mucho más de lo normal, y generar mejores opciones para la capellada del calzado.

7.1.4 Elaboración del tejido. Este tejido fue elaborado en colaboración con el artesano David García, un joven interesado en mantener viva la tradición de la tejeduría Guane, además, se tuvo en cuenta la opinión respecto a la importancia de esta técnica del profesor de la Universidad Nacional, Nirko Ernesto Andrade (ver *figura 27*). La elaboración de la alternativa de tejido se puede evidenciar en la *figura 28*, donde se pueden ver las fases de su proceso de tejido manual por un artesano, desde la montura del escaparate necesario para tensar el tejido, hasta el telar terminado.



Figura 27. Artesanos expertos en la técnica de tejido Sprang



Figura 28. Proceso de elaboración del tejido Sprang

7.2 Desarrollo y evaluación de alternativas del calzado

Para la fabricación del tejido y su posterior implementación en la fabricación de calzado se llevarán a cabo 3 diferentes momentos en la producción. Para el calzado primero hay que tener bocetos previos sobre la forma y estilo del calzado, para poder generar alternativas y poder sacar

moldes prueba, sumando a eso, un análisis del tejido es importante para conocer el potencial del material y poder proponer conceptos que se adapten tanto al material como a la finalidad del calzado. Cuando ya se tienen los bocetos y el análisis de conceptos claros, se puede proceder al armado del calzado, cuyo proceso es el básico que requiere cualquier pieza (ver *figura 29*).



Figura 29. Proceso de fabricación y validación del prototipo de calzado

Teniendo en cuenta el previo análisis del tejido Sprang, su estructura, componentes y cualidades, se pueden desarrollar alternativas que puedan cumplir con los requerimientos de diseño para la capellada del calzado y sus diferentes procesos en las etapas de elaboración.

7.2.1 Alternativas. Las alternativas fueron propuestas mediante la forma en la que el tejido se adaptaba a la forma de la horma, sin forzar las fibras. Se dejó que el tejido fuera dictando cómo de diferentes maneras podía envolver la horma y generar una capellada funcional. En las *figuras 30, 31 y 32* se pueden observar tres alternativas al diseño de la capellada, teniendo en cuenta la dirección de las fibras y la tripa del tejido.

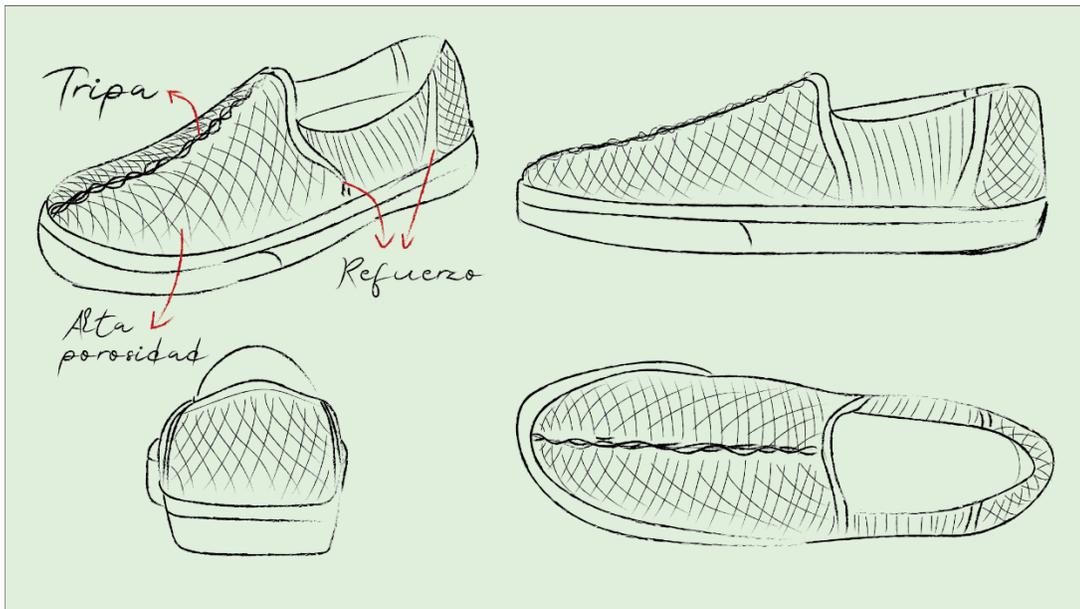


Figura 30. Alternativa 1. Ubicación de la tripa superior

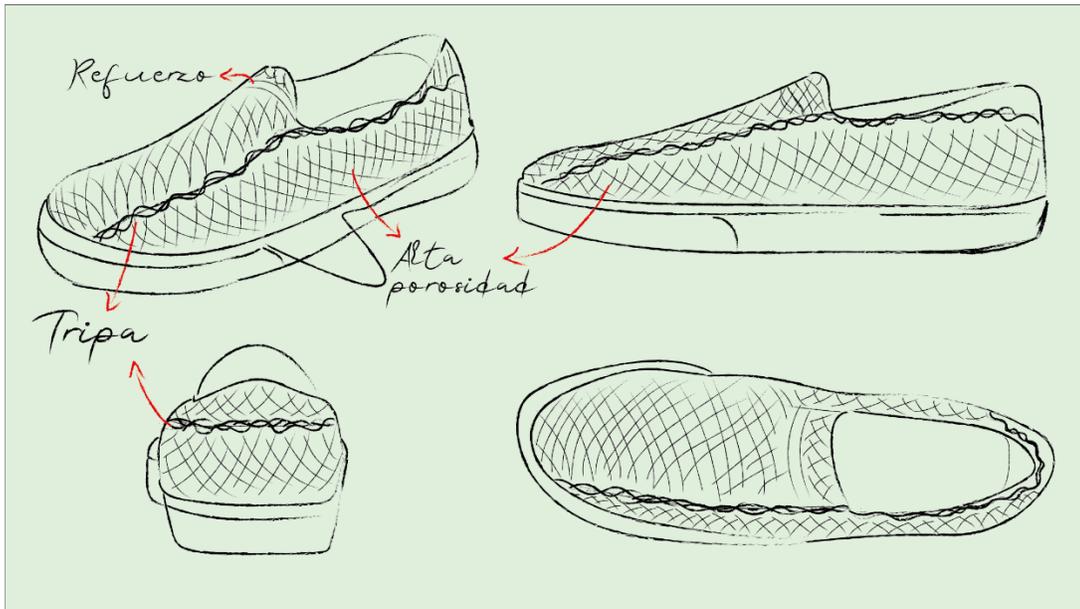


Figura 31. Alternativa 2. Ubicación de la tripa lateral

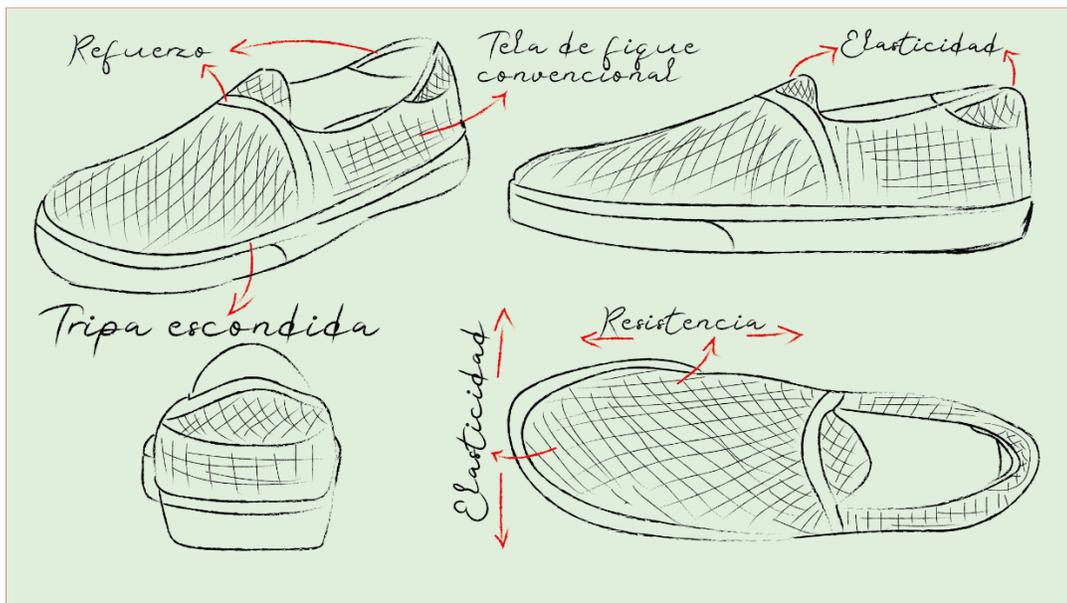


Figura 32. Alternativa 3. Ubicación de la tripa inferior

7.2.2 Evaluación de alternativas. Para el proceso de selección de alternativa en el diseño de la capellada se tuvo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados y los objetivos por cumplir en el proyecto, como se observa en la tabla 11.

Tabla 11.

Tabla de evaluación de alternativas

Requerimientos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costura sobre otro material para mejor manejo después del corte y evitar el desarme del tejido.	Cumple	Cumple	Cumple
Uso de más de una capa del tejido para suplir la deficiencia de tupidez que este presenta.	Cumple	No cumple	Cumple
Posicionamiento de la tripa del tejido para un mejor acople a la horma.	No cumple	Cumple	Cumple
Posición del material respecto al sentido de las fibras sobre la horma para permitir el estiramiento en los puntos clave del calzado.	No cumple	Cumple	Cumple
Aprovechamiento y rendimiento óptimo de la tela sprang.	No cumple	No cumple	Cumple

Nota. Tabla de evaluación y cumplimiento de requerimientos a las alternativas.

La evaluación de las alternativas presentadas, con las cuales se buscó elegir la mejor forma de usar este tejido en la fabricación de la capellada de un calzado, se hizo teniendo en cuenta la opinión de los artesanos y expertos en la fabricación de calzado, como Sthewart Carvajal, quien

es el fundador de la marca de calzado Steve Roi y las personas que trabajan en su empresa (Ver *figura 33*), quienes fueron los encargados de la fabricación de los prototipos de calzado.



Figura 33. Artesanos y fundadores de la marca de calzado Steve Roi

Estos artesanos fabrican calzado en cuero y en lona, y con base en su experiencia se tomaron decisiones en conjunto, con el fin de optimizar el uso del material teniendo en cuenta la costura, la porosidad y tupidez del material, la tripa del tejido, la elasticidad del Sprang y el rendimiento óptimo de la tela en cuanto al corte de piezas de la capellada.

La alternativa 3 es aquella que presenta un cumplimiento completo de los requerimientos y es la que permite explotar el potencial del material de una mejor manera, pues al revisar la alternativa 1 y la alternativa 2, estas tienen ciertas deficiencias que afectarían el calzado en el proceso de fabricación y posterior uso. La primera alternativa deja expuesta la tripa del tejido, lo cual pone en riesgo la integridad del mismo, ya que la tripa es un elemento de refuerzo del Sprang, y a su vez, la forma en que se dispone las fibras afecta la propiedad elástica del tejido y

no permite que sea aprovechada en el armado de la capellada. La segunda alternativa no es viable, ya que la disposición del tejido con la tripa a un costado genera una distorsión en las fibras que disminuye la tupidez al punto de necesitar 3 capas de tejido para evitar la porosidad.

La alternativa 3 es aquella que permite el corte de las piezas para un par de zapatos, ya que el Sprang puede ser cortado por la tripa para generar dos partes iguales y ser aprovechado en mayor porcentaje. Las dos primeras alternativas presentaron problemas respecto al aprovechamiento del material, ya que solo permiten el corte de piezas para un solo zapato.

La alternativa 3 es la más viable para el desarrollo de los prototipos de calzado, pues en revisión de sus componentes, se puede notar que:

- La tripa del tejido se acopla a la curvatura de la parte delantera de la horma, permitiendo que el tejido se expanda y abrace naturalmente al pie.
- La dirección de las fibras va acorde a la dirección de estiramiento del calzado en la capellada.
- La dirección del estiramiento del tejido satisface el estiramiento requerido para la montura del calzado y su posterior uso con el usuario.
- Permite el uso de una doble capa del tejido sin necesidad de cortar la pieza original, por cuando se usa mediante un dobléz en el tejido original, en donde la tripa dicta el vértice del dobléz.

8. Diseño de detalle del calzado

Este proceso de selección, se realizó junto con artesanos y fabricantes de calzado, con años de experiencia, quienes, mediante su conocimiento, nos apoyaron en el transcurso del estudio de cada alternativa y la posterior selección de la más adecuada para la construcción del modelo de calzado.

Posterior a la selección de la alternativa a emplear, se procede a la fabricación del calzado, teniendo en cuenta las características de la alternativa seleccionada, como la disposición y dirección de las fibras y la ubicación de la tripa del tejido.

La construcción del modelo de calzado se llevó a cabo junto con una empresa de calzado, con el fin de estudiar el comportamiento del material durante cada proceso de transformación de la tela, hasta el prototipo final, como se puede observar en la *figura 34*.

PREPARACIÓN



Estiramiento

Se somete el tejido de Sprang a un proceso de estiramiento, similar a un planchado, con el fin de facilitar su manipulación.



Prensado

Consiste en fusionar una capa del tejido con el forro interior, usando pegamento y una prensa de calor.



Reposo

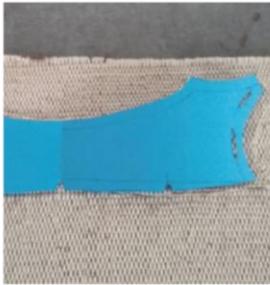
La tela se debe someter a un reposo durante 24 horas, con el fin de que recobre su tamaño original y disminuir la contracción en otros procesos.



Diseño de capellada

Según el diseño del calzado a fabricar, se procede a diseñar todas las piezas conformarán la capellada del prototipo de calzado.

PATRONAJE Y CORTE



Dibujo y corte a mano

Se procede a realizar el patronaje, dibujado y corte de las piezas, teniendo en cuenta la dirección de la urdimbre en el tejido Sprang, en este paso, los artesanos procedieron a realizar el corte de algunas piezas con tijeras para zapatería, con el fin de experimentar el comportamiento del material en el proceso de corte manual.



Corte con máquina y extracción

En este paso, los artesanos zapateros procedieron a realizar el corte de las piezas de la capellada restantes usando una sierra para corte de cuero, esto con el fin de saber si el material era viable en procesos de corte a gran escala.



ACABADOS



Rematado

Las piezas se reforzaron por medio de una costura paralela a los bordes de estas, ya que este proceso asegura resistencia al material y al calzado, además de dar un acabado sobrepisado.



Armado

En este paso se procedió a unir todas las piezas de la capellada del calzado por medio de costura, en los bordes más sobresalientes se le añadió un ribete (según el diseño del zapato), este brinda resistencia y un mejor acabado.



Figura 34. Proceso de fabricación del prototipo de calzado.

9. Fase de evaluación

9.1 Método de tiras (resistencia a la tensión máxima)

Se usan probetas de veinticinco centímetros de largo, a las cuales se les sujetó en un extremo varios pesos, hasta determinar el punto de ruptura del hilo, como se observa en la *figura 35*.



Figura 35. Ensayo de probeta por método de tiras. Adaptado de E. Carrera (2015). Caracterización de tejidos.

Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles.

9.2 Método de costura (resistencia de la costura al desgarre)

Para el método de costura se tuvo que cocer el tejido a una tela para poder producir la probeta, pues el tejido tiene unas propiedades especiales que no le permiten cortarse tan libremente, seguido a esto, la probeta del tejido se coció a una probeta de un tejido de fique estándar comprado en Curití, Santander. Para el proceso de la prueba, se sujetó la probeta con unas prensas y se aplicó un peso en la dirección perpendicular a la costura. En la *figura 36* se observa el parámetro a evaluar mediante este método.

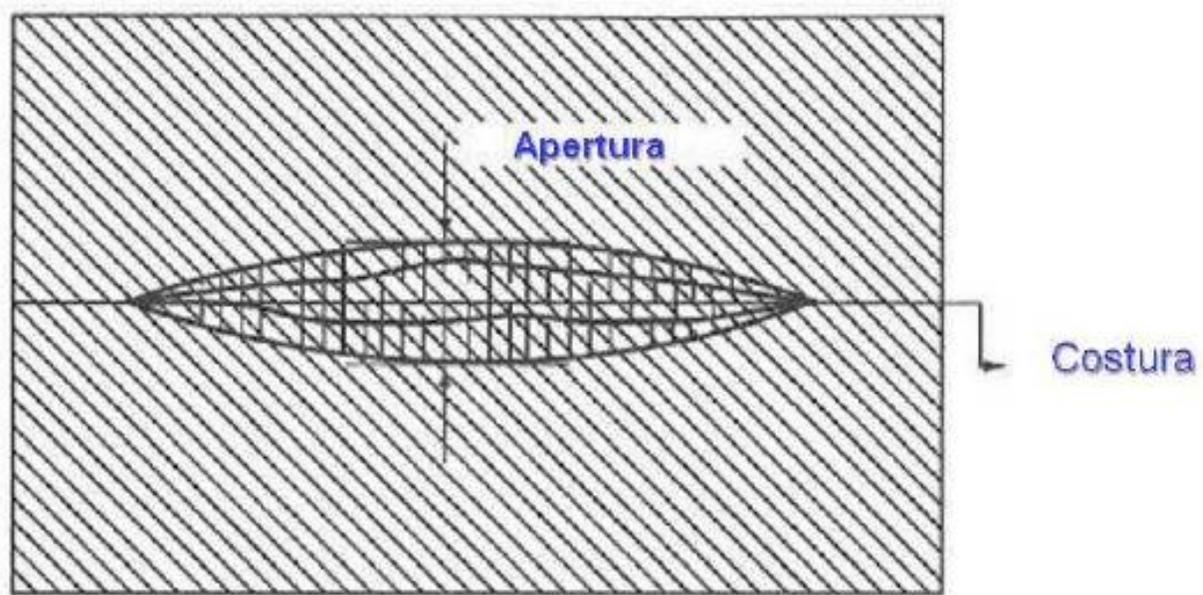


Figura 36. Ensayo de probeta por método de costura. Adaptado de E. Carrera (2015). Caracterización de tejidos.

Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles.

El peso fue aplicado hasta ver algún fallo en la costura y así determinar el peso máximo que esta soporta. Llegado el punto de rotura de la costura, se determinó el peso y se encuentran los datos necesarios para los parámetros buscados.

9.3 Prueba de doblez y flexión de la tela

Con esta prueba se busca encontrar esas fallas en la durabilidad del material mediante el uso constante, conocer los fuertes y los débiles del tejido, como se observa en la *figura 37*.



Figura 37. Prueba de doblez y flexión al material del calzado. Adaptado de Reinventando el calzado (s.f). Satra, laboratorio experto en calzado. Parte ii de <https://reinventandoelcalzado.es/satra-laboratorio-experto-en-calzado-parte-ii/>

9.4 Estiramiento del tejido

Los materiales implementados en la fabricación de calzado deben permitir el estiramiento, pues el calzado es un producto que requiere un doblez y malformación constante para poder funcionar de manera cómoda y sin presentar complicaciones para el usuario. Con esta prueba se obtienen los datos del porcentaje de expansión perpendicular a la fibra que puede presentar el tejido.

9.5 Pruebas de verificación del tejido

Para poder comprobar la resistencia máxima a la tensión del tejido, se debe primero probar la resistencia máxima de los hilos que lo componen.

9.5.1 Prueba con hilos. Se generan unas probetas con el hilo de algodón y el hilo de fique de veinticinco centímetros cada una, como se observa en la *figura 38*.

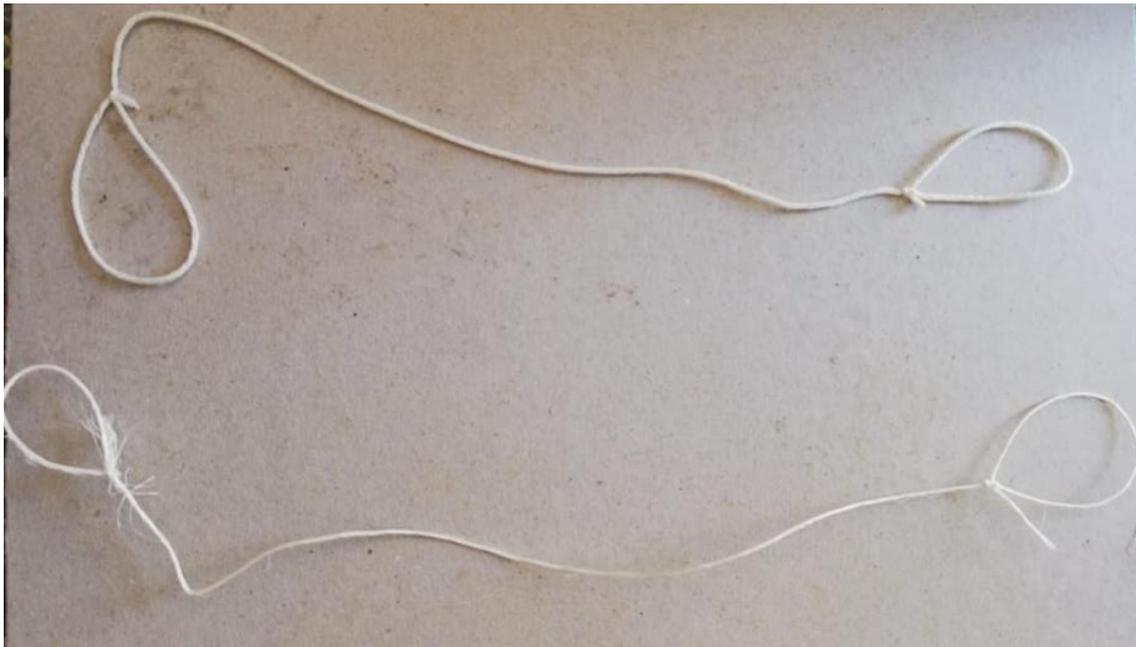


Figura 38. Probetas de hilo de algodón y fique

- Se sujeta una de las puntas de la probeta a una barra de acero incrustada en la pared y en el otro extremo, se adiciona una bandeja con gancho para poder ir adicionando peso progresivamente (ver *figura 39*).

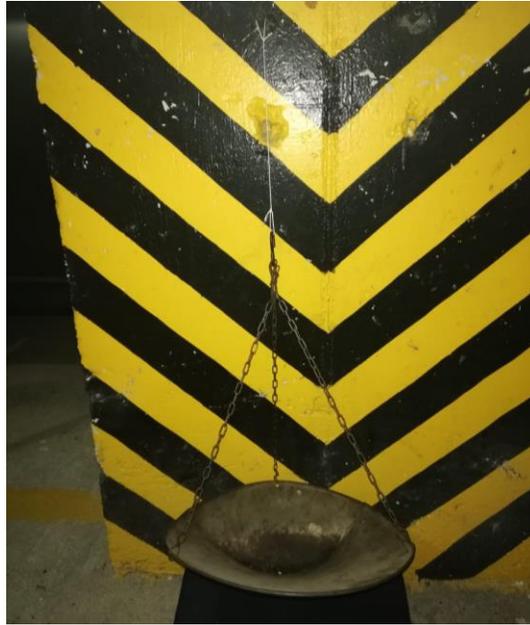


Figura 39. Prueba de tensión al hilo de fique y algodón

- Posteriormente se fue adicionando pesos, en orden del más ligero al más pesado, hasta provocar la ruptura del material y así determinar así su punto máximo de tensión. En la tabla 12 se puede observar los elementos usados para la prueba y sus características.

Tabla 12.

Elementos de peso usados para la prueba de hilos

Objeto	Peso
Par pesas rosadas	1 kilogramo cada una
Par pesas negras pequeñas	3 kilogramos cada una
Par pesas azules	5.5 kilogramos cada una
Par pesas negras grandes	7 kilogramos cada una

Nota. Objetos utilizados para las distintas pruebas con el fin de añadir peso controlado.

- Se realizaron 3 pruebas con cada tipo de probeta, y se obtuvieron siempre los mismos resultados, como se observa en la tabla 13.

- Al realizar los cálculos se puede encontrar el valor de tensión máxima del material, mediante el conocimiento de su diámetro.

Tabla 13.

Resultados de la prueba de tensión a hilos de fique y algodón

PROBETA	PESO MÁXIMO SOPORTADO
Hilo de fique	1 pesa azul y 1 pesas rosadas (6.5 kilogramos)
Hilo de algodón	1 pesa azul (5.5 kilogramos)

Nota. Resultados en Kg. relacionados a la tensión soportada por hilo de fique e hilo de algodón

9.5.1.1 Valor máximo de tensión. Para calcular el valor, se debe multiplicar el peso máximo que soportó la tela por la gravedad y dividirlo por el área de la sección transversal del hilo en metros cuadrados, como se observa en la tabla 14.

$$\text{Valor máximo de tensión} = \frac{\text{Peso máximo soportado} \times \text{Gravedad}}{\text{Área de la sección trasversal en metros cuadrados}}$$

Tabla 14.

Valor máx. de tensión para hilo de fique y algodón

Elemento a estudiar	Desarrollo
Hilo de fique	$X = \frac{6.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{0.000013 \text{ m}^2}$ $X = 4900000 \text{ Kg}f/\text{m}^2$ <p><i>Valor máximo de tensión = 48.052 Mpa</i></p>
Hilo de algodón	$X = \frac{5.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{0.000028 \text{ m}^2}$ $X = 1925000 \text{ Kg}f/\text{m}^2$ <p><i>Valor máximo de tensión = 18.877 Mpa</i></p>

Nota. Aplicación de la fórmula para determinar el valor máx. de tensión del hilo de fique y algodón

- Con los resultados obtenidos de un hilo, se puede calcular el valor de tensión máximo que podría soportar la tela, teóricamente hablando.
- En un tejido existen alrededor de 135 hilos, por lo que se asume mediante formula el peso que podría soportar el tejido, creando una relación de proporción con la cantidad de hilos.
- Se realizó una prueba con 2 hilos de cada material para poder crear una proporción de aumento según la cantidad de hilos en el tejido, ya que la propuesta lleva dos capas de tejido, con el fin de reducir la porosidad, como se observa en la tabla 15.

Tabla 15.

Prueba de tensión a 2 hilos de fique y 2 de algodón

Probeta	Peso máximo soportado
2 hilos de fique	2 pesas negras grandes, 1 pesa azul, 1 pesa negra pequeña (22.5 kilogramos)
2 hilos de algodón	1 pesa negra grande, 1 pesa azul, 1 pesa negra pequeña (15.5 kilogramos)

Nota. Resultado en Kg. relacionados a la tensión soportada por 2 hilos de fique y 2 hilos de algodón

- De igual forma se realizaron las pruebas con las mismas pesas, encontrando el punto máximo de tensión (ver tabla 16).

Tabla 16.

Valores máximos de tensión con 2 hilos de cada fibra

Elemento a estudiar	Desarrollo
Hilos de fique	$X = \frac{22.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{(0.000013 \text{ m}^2) \times 2}$ $X = 8480769.230 \text{ Kg/m}^2$ <p><i>Valor máximo de tensión = 83.167 Mpa</i></p>

Hilos de algodón	$X = \frac{15.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{(0.000028 \text{ m}^2) \times 2}$ $X = 2712500 \text{ Kgf/m}^2$ $\text{Valor máximo de tensión} = 26.600 \text{ Mpa}$
------------------	--

Nota. Aplicación de la fórmula para determinar el valor máx. de tensión de dos hilos de fique y dos de algodón

- Se puede contemplar el aumento con los datos obtenidos y calcular la relación de cantidad de hilos por la resistencia de tensión máxima, como se observa en la tabla 17.

Tabla 17.

% de aumento de la resistencia a la tensión 2 hilos respecto a 1 hilo de cada fibra

Elemento a estudiar	Desarrollo
Hilos de fique	1 Hilo = 48.052 Mpa 2 Hilos = 83.167 Mpa $48.052 = 100\%$ $83.167 = X$ $X = \frac{83.167 \times 100}{48.052} - 100$ $= 73.07\% \text{ de aumento}$
Hilos de algodón	1 Hilo = 18.877 Mpa 2 Hilos = 26.600 Mpa $18.877 = 100\%$ $26.600 = X$ $X = \frac{26.600 \times 100}{18.877} - 100$ $= 40.91\% \text{ de aumento}$

Nota. Cálculo de la relación de cantidad de hilos por la resistencia de tensión máxima en porcentaje

- Con estos resultados se puede asumir que, según la cantidad de hilos en el tejido, debería tener una resistencia a la tensión de un buen valor.

9.5.2 Pruebas con el tejido.

9.5.2.1 Prueba de resistencia de tensión. Para la prueba del tejido se apuntó a que el tejido debía soportar la totalidad del peso que tenían las pesas, cuya totalidad era de 33 kilogramos, como se observa en la *figura 40*.



Figura 40. Prueba de tensión al tejido Sprang

- Después de realizadas las pruebas, se logró confirmar que el tejido soportó con éxito los 33 kilogramos de peso.
- No se quiso adicionar más peso debido al limitante de la prueba, pues la bandeja que se usó para sujetar el peso, no soportaba más de esa cantidad sin estallarse.

9.5.2.2 Prueba de costura. Para poder realizar una prueba de costura fue necesario unir mediante pegamento 2 capas del tejido, debido a la falta de trama, pues sin las costuras finales del tejido y la tripa, se desarmaría inmediatamente. Posterior a eso, se unió el tejido a una tela de punto de roma (ver *figura 41*), asegurando la integridad de la costura y permitiendo un mejor agarre.



Figura 41. Preparación del material para prueba de costura. A la izq. Unión 2 capas de Sprang, a la dcha. Unión de tejido con tela de punto

Después de preparar el material, se realizó una probeta de costura (ver *figura 42*) uniendo una pieza del tejido desarrollado con una pieza de la tela de fique existente, pues en el modelo final, se busca usar ambos materiales en la capellada.

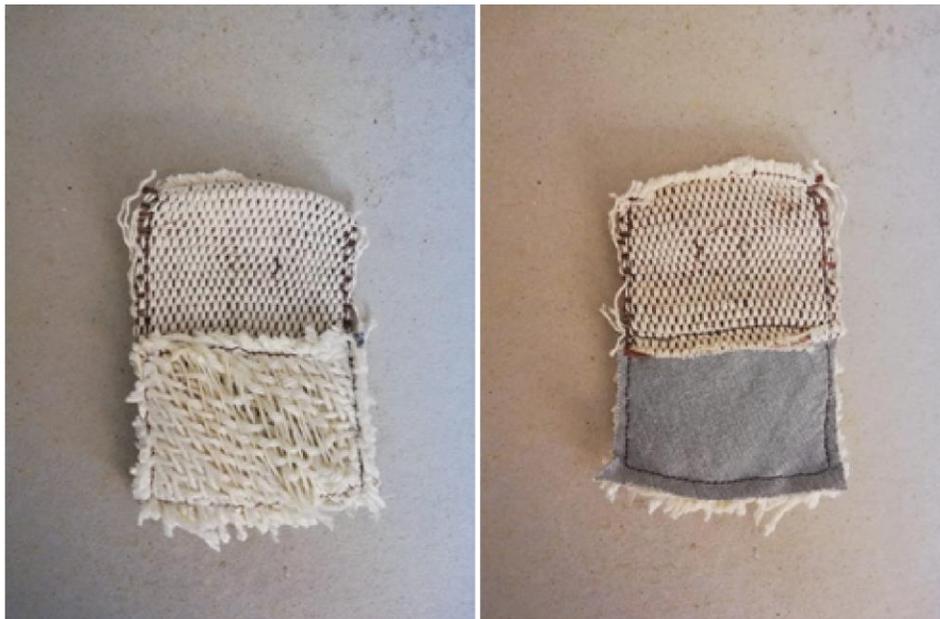


Figura 42. Probeta para prueba de costura

Siguiente a esto, se tomó la probeta y se sujetó mediante el uso de prensas (ver *figura 43*) para poder aplicar peso en ellas y analizar el momento en que la costura cediera.



Figura 43. probeta posicionada para la prueba

Después de ir agregando peso gradualmente a la probeta, esta comenzó a ceder una vez agregados 30 kilogramos, como se observa en la *figura 44*.



Figura 44. Probeta de costura después de la prueba de tensión

- Se puede notar que, debido a la conformación del tejido, la costura que se encuentra sobre el tejido de fique convencional, cedió primero, debido a que este no es un tejido homogéneo, sus componentes no se mezclan, permitiendo que los hilos se deslizaran entre la costura, pero el tejido Sprang, al estar unido previamente a un tejido de composición más homogénea, logro mantener la costura.

9.5.2.3 Prueba de elasticidad. Para esta prueba se evaluó, mediante la medición de las dimensiones del tejido en reposos (ver *figura 45*), el porcentaje de expansión que este presenta.



Figura 45. Tejido Sprang en reposo

Se sujetó el tejido mediante presas, como se ve en la *figura 45* para poder medir sus dimensiones originales y poder comparar con el tejido estirado de forma horizontal como se observa en la *figura 46*.



Figura 46. Elasticidad del tejido Sprang en sentido horizontal

- Se pudo observar una alta propiedad de estiramiento del tejido como se ve en la *figura 46*, que pasó de 20cm de ancho a poder estirarse a una longitud de 38cm, lo que indica que la tela tipo Sprang puede lograr estirarse hasta un 90% más de su longitud inicial (Ver *figura 47*).

FORMULA

$$\begin{aligned} & \textit{Porcentaje de elasticidad} \\ & = \frac{\textit{Longitud final} \times 100\%}{\textit{Longitud inicial}} - 100\% \end{aligned}$$

RESULTADO $\textit{Porcentaje de elasticidad} = \frac{38\text{cm} \times 100\%}{20\text{cm}} - 100\%$

$$\textit{Porcentaje de elasticidad} = 90\%$$

Figura 47. Análisis de la capacidad de estiramiento de la tela Sprang

Debido a que el estiramiento de la tela se presenta en manera de arco, se midió la distancia del perímetro de la tripa que abarca el tejido al estirarse.

- Resiliencia: En cuanto a la medición de esta propiedad en el tejido, vemos que el tejido después de ser soltado de sus prensas, no demuestra ningún movimiento que indique que volverá a su posición inicial, debido a que la propiedad elástica del material se consigue por el entrecruzamiento de los hilos, más no por propiedades del material usado para su fabricación, es por esto que la resiliencia o recuperación del material es nula.
- Tipo de elasticidad: Los tejidos de punto se pueden calificar según su porcentaje de elasticidad, es por esto que el tejido, que presenta un porcentaje de 90%, entraría en la categoría de Punto súper elástico.

9.6 Pruebas de verificación del calzado

Después de tener el calzado armado con sus respectivos acabados se pudo proseguir con las pruebas posteriores al armado y que son relevantes para conocer el comportamiento del tejido.

9.6.1 Prueba de Estiramiento del tejido en el calzado. Para esta prueba se realizaron 2 tipos de validación, primero el corte de las piezas y el armado del mismo calzado (ver *figura 48*), pero usando solamente el material de tejido de fique convencional y se analizaron las falencias que este presentaba a diferencia del calzado armado con el tejido tratado.



Figura 48. capellada del prototipo de calzado

Los inconvenientes se presentaron inmediatamente después del armado al retirar la horma, pues la falta de estiramiento del tejido de fique convencional, hizo que se estallaran ciertas costuras al intentar sacar la horma, como se evidencia en la figura 49.

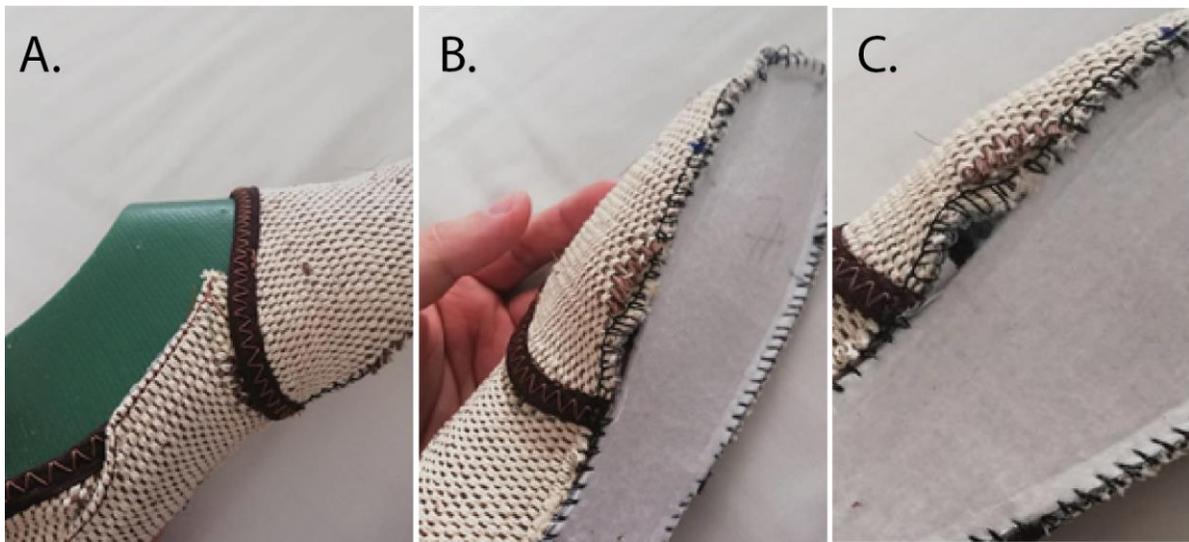


Figura 49. Falencias de la tela de fique convencional. A. Capellada en la horma B. Daño en la costura C. Tela convencional desprendida de la plantilla

- Se logra evidenciar que el estiramiento del tejido es crucial para poder generar propuestas diferentes en el calzado con base en fique.

9.6.2 Prueba de estiramiento del calzado mediante uso del usuario. Para esta prueba se evaluó mediante evidencia fotográfica la facilidad con la que el usuario logra calzar el zapato sin poner en riesgo la integridad del tejido por las propiedades de estiramiento del mismo, como se observa en la *figura 50*.



Figura 50. Propiedad elástica del tejido Sprang en el calzado. A. Elasticidad de la punta de la capellada, B. elasticidad de la parte trasera de la capellada

- En las imágenes anteriores se puede evidenciar el amplio estiramiento que permite el tejido de fique usando para la construcción de su capellada el estilo de tejido Sprang.

9.6.3 Prueba de doblez y flexión del calzado. Es natural que el fique al ser sometido al doblez constante, comience a perder resistencia hasta quebrarse. En la *figura 51* se evidencia como en un tejido de fibra como el fique, el doblez constante del calzado puede, en general, terminar con la misma ruptura de la capellada.



Figura 51. Daño en la capellada por uso en el calzado de fique convencional

Mediante el uso del tejido Sprang, se buscó darle esa libertad de movimiento al tejido para evitar un futuro quiebre en su tejido, ya que, ante el dobléz constante del calzado, el tejido se expande a los costados del mismo, evitando así, un posible quiebre de los hilos del tejido, como se evidencia en la *figura 52*.



Figura 52. Comportamiento del tejido Sprang a los dobleces del calzado

- El hecho de que el tejido usado no tenga una trama con su urdimbre, hace que no haya algo que lo fuerce a quedarse en la posición plana del tejido, por ende, cuando se realiza algún doblez, este puede doblarse de manera natural, permitiendo un movimiento más fluido para el tejido, y evitando un constante desgaste en el tejido y así previniendo futuras fallas en el mismo.
- Se evidencia que, por la composición de la materia, y el orden de la estructura del tejido, se crea un sobrante de material en el tejido, dando un acabado imperfecto y desordenado a la capellada.

9.6.4 Prueba de resistencia a la flexión del calzado. Esta prueba se realizó en el Centro de Diseño y Manufactura del Cuero, ubicado en las instalaciones del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA-Itagüí, Antioquia), con el fin de poner a prueba el prototipo de calzado fabricado a partir del tejido tipo tela desarrollado a lo largo de este proyecto, por medio del método de ensayo tipo SATRA-TM92 (*ver figura 53*), en el cuál se emplea un flexómetro para zapato completo y un termohigrómetro datalogger.



Figura 53. Flexómetro para zapato completo

9.6.4.1 Descripción de la prueba. Se somete al calzado a una flexión continua de 140 ciclos por minuto hasta completar 490.000 ciclos a un ángulo de 45° , de acuerdo con el calzado tipo calle correspondiente al modelo suministrado al laboratorio. El prototipo (*ver figura 54*) es montado sobre el flexómetro, de forma que dobla el calzado del talón hacia arriba, simulando el movimiento de una persona al caminar, como se muestra en la *figura 55*. Si este presentara fallas en su estructura, se realizará la respectiva medición de estas cuanto sea posible.



Figura 54. Prototipo de calzado usado en la prueba de resistencia a la flexión

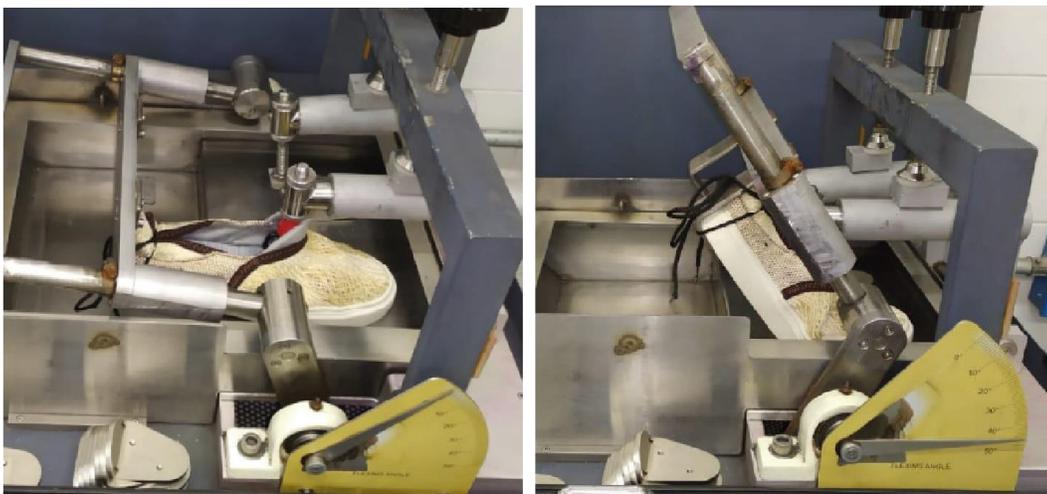


Figura 55. Flexión aplicada en la prueba al prototipo de calzado

9.6.4.2 Resultados de la prueba. La prueba de resistencia a la flexión del calzado, evidenció que el calzado soporto la prueba de 490.000 ciclos de flexión en un tiempo de 53 horas continuas (Ver apéndice A) sin presentar ningún tipo de daño sobre la capellada, como se evidencia en el informe presentado por el laboratorio (ver apéndice A). Los resultados de la prueba ejecutada se pueden observar en la *figura 56*.

Tipo de Calzado	Calle	Ref:	Calzado tejido fibra natural	Color	Beige	Suela	Otra	Capellada	Fibra natural	Entresuela
Resultados										
Fecha de ensayo		2020-10-05								
Código de la Muestra		114-A-2020				Derecho		Talla		No indica
Ciclos	35000	70000	210000	245000	280000	420000	455000	490000		
Horas	3,8	7,6	22,7	26,5	30,3	45,5	49,2	53,0		
Extensión de Falla (mm)	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm		
Localización	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica		
Zona Interna										
Tacón		Enfranje				Punta				
Tacón		Enfranje				Punta				
Zona Externa										
Tacón		Enfranje				Punta				
Tacón		Enfranje				Punta				

El calzado no presenta daños luego de ser sometido a la prueba de flexión.

Figura 56. Resultados de la prueba de resistencia a la flexión del calzado

Después de realizada la prueba, se puede notar que la tela, al ser sometida a flexión, tiene a expandirse hacia los dalos, debido a la forma de su tejido, a diferencia de las telas de fibras convencionales, que sufren un dobléz mucho más pronunciado por la composición de su tejido, causando así que el fique termine cediendo y partiéndose.

9.7 Pruebas de validación

9.7.1 Escala de Likert. En el estudio de Abarza (2020), La escala de satisfacción en usuarios de tipo Likert es solo una de las distintas escalas de Likert que existen. Esta, en particular, busca

medir el nivel de conformidad que los consumidores tienen respecto a una serie de afirmaciones o de preguntas formuladas, pudiendo el encuestado manifestar qué tan de acuerdo se encuentra con dichas afirmaciones. Por tanto, dentro del ámbito de satisfacción de clientes, las encuestas de Likert pueden hacer referencia a qué tan de acuerdo está el consumidor con una afirmación positiva, negativa o neutral respecto a una experiencia, proceso, marca, servicio, producto, entre otros.

La escala de satisfacción Likert permite evaluar las siguientes áreas:

- Qué tan de acuerdo está el cliente con una afirmación.
- La frecuencia con la que el cliente realiza una actividad.
- La dificultad que tiene el cliente para realizar una actividad.
- El grado de importancia que el cliente le atribuye a algo.
- La probabilidad de que el cliente realice una acción a futuro.
- La valoración por parte del cliente de un servicio, producto, etc.

La escala de satisfacción de Likert se obtiene mediante una encuesta con distintas afirmaciones o preguntas, el cliente debe valorar cada ítem eligiendo 1 de 5 respuestas posibles, las cuales pueden variar en su formulación. A cada posible respuesta se le debe asignar un valor numérico. Por ejemplo, “totalmente de acuerdo = 5” y “totalmente en desacuerdo = 1”. La sumatoria de los resultados es lo que se conoce puntualmente como “escala de Likert”

9.7.2 Prueba de validación con fabricantes de calzado. Esta prueba se realizó a las personas que intervinieron en el proceso de fabricación de los prototipos de calzado, hechos a lo largo de este proyecto, con el fin de evaluar el nivel de conformidad y satisfacción de los usuarios en las

diferentes etapas llevadas a cabo, desde el patronaje hasta en ensamblado, por medio de un cuestionario basado en la escala de satisfacción de Likert (Ver apéndice B).

9.7.2.1 Análisis de resultados de la prueba. Los resultados de la prueba de validación con usuarios fabricantes de calzado se pueden evidenciar en el apéndice C. Los resultados obtenidos se reflejan en porcentajes, según la tendencia de la respuesta y el promedio de estas, lo que arroja un resultado numérico que es interpretado mediante la escala de Likert usada en cada pregunta. Esta prueba está dividida en dos partes, la primera evalúa la percepción de los usuarios frente al manejo de la tela de fique común en el proceso de fabricación de calzado, y, la segunda parte evalúa la percepción del usuario respecto al uso de la tela desarrollada a lo largo de este proyecto en el proceso de fabricación de los prototipos de calzado, los resultados se pueden observar en la tabla 18.

Tabla 18.

Resultados de la percepción de usuarios fabricantes de calzado

Pregunta	Tendencia		Promedio	
	Tela fique común	Tela desarrollada	Tela fique común	Tela desarrollada
1 ¿Qué tan favorable o desfavorable considera que fue la confección del calzado?	75% de los usuarios percibió como nada favorable .	75% de los usuarios percibió como favorable .	El promedio general se ubica en poco favorable .	El promedio general se ubica en favorable .
2 ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de patronaje en el proceso de manufactura del calzado?	75% de los usuarios manifestó como sencillo .	50% de los usuarios fueron neutrales .	El promedio general se ubica en neutral .	El promedio general se ubica en neutral .

3	¿Qué tan efectivo considera que fue el proceso de reposo después del desenrollado?	75% de los usuarios selecciono muy efectivo .	75% de los usuarios percibieron como neutral .	El promedio general se ubica en efectivo .	El promedio general se ubica en neutral .
4	¿Qué tan viable o inviable considera que fue el proceso de trazo de piezas durante el proceso de manufactura?	75% de los usuarios percibió como viable .	50% de los usuarios percibió como poco viable .	El promedio general se ubica en neutral .	El promedio general se ubica en neutral .
5	¿Qué tan efectivo considera que fue el proceso de fusionado con el forro interno del calzado?	100% de los usuarios percibió como efectivo .	100% de los usuarios percibió como efectivo .	El promedio general se ubica en efectivo .	El promedio general se ubica en efectivo .
6	¿Qué tan factible considera que fue el proceso de corte de las piezas?	100% de los usuarios escogió neutral .	100% de los usuarios percibió como factible .	El promedio general se ubica en neutral .	El promedio general se ubica en neutral .
7	¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de costura del material entre las piezas que conforman el calzado?	50% de los usuarios escogió nada sencillo .	75% de los usuarios percibió como sencillo .	El promedio general se ubica en poco sencillo .	El promedio general se ubica en sencillo .
8	¿Qué nivel de dificultad considera que tuvo el armado de la capellada del calzado?	100% de los usuarios percibió como difícil .	50% de los usuarios percibió como neutral .	El promedio general se ubica en difícil .	El promedio general se ubica en fácil .

Nota. Análisis de los resultados de la percepción de los fabricantes de calzado respecto al uso de la tela de fique y la tela desarrollada en este proyecto

En general, los fabricantes percibieron más viable la manufactura de un calzado con la tela a base de fique desarrollada en este proyecto con respecto a la fabricación de un calzado usando tela de fique común. Aspectos como el fusionado con el forro, corte de las piezas a ensamblar, costura y ensamble de la capellada, se destacaron por presentar mejoría, comodidad y factibilidad en los procesos llevados a cabo por los artesanos y fabricantes en la confección de los prototipos de calzado.

9.7.3 Prueba de validación del calzado en el uso. Esta prueba se realizó con 33 personas, en un rango de edad entre los 20 y los 33 años, a las cuales se les presentó el modelo de calzado fabricado y se les pidió que lo analizarán detalladamente respecto a su estructura, material y en su uso, con el fin de evaluar la percepción de estos respecto a la conformidad y grado de satisfacción respecto al calzado de fique común, mediante una encuesta de percepción basada en la escala de Likert (ver apéndice D).

9.7.3.1 Análisis de resultados de la prueba. Los resultados de la prueba de validación con usuarios del calzado se pueden evidenciar en el apéndice E. Los resultados obtenidos se reflejan en porcentajes, según la tendencia de la respuesta y el promedio de estas, lo que arroja un resultado numérico que es interpretado mediante la escala de Likert usada en cada pregunta. El resultado de esta prueba se puede clasificar en dos partes, la primera evalúa los resultados de la percepción respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales en la tabla 19. La segunda parte de la prueba evalúa la percepción del modelo de calzado fabricado a lo largo de este proyecto (ver tabla 20).

Tabla 19.

Resultados de la percepción respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales

	Pregunta	Tendencia	Promedio
1	¿Qué opina respecto al calzado fabricado actualmente a partir de fibras naturales de fique?	El 66,67% de las personas no opinaron respecto a este tipo de calzado, ya que no lo usan usualmente.	No aplica.
2	Cuando piensa en calzado con base en fibra natural de fique ¿Qué tipo de calzado viene a su mente?	El 94,94% de las personas indicaron el calzado correcto mostrado en la encuesta, lo cual indica que las personas reconocen este mercado como productos artesanales y básicos.	No aplica.
3	En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que es un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?	El 39,39% de las personas consideran que el calzado de fibras naturales es cómodo.	En promedio, las personas tienen una percepción neutral respecto a la comodidad de este tipo de calzado, ya que depende de qué tipo de fibra se use.
4	¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que puede ser un calzado hecho a partir de fibras de fique?	El 33,33% de las personas perciben este tipo de calzado como eficiente.	Las personas evaluadas en promedio perciben la eficiencia del calzado de fibras naturales como neutral según la escala evaluada.
5	¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?	El 27,27% de las personas consideran la resistencia y durabilidad de este tipo de calzado como neutra, y a su vez, el 23,33% consideran el calzado de fique como poco resistente y duradero.	En promedio, la percepción de la durabilidad y resistencia del calzado de fique se mantuvo neutra entre los usuarios.
6	En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada agradable y 5 es Muy agradable ¿Qué tan agradable visualmente considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?	El 36,30% de las personas indicaron que se mantienen neutrales respecto a que tan agradable les parece el calzado hecho a partir de fique.	En promedio, las personas se mantuvieron en el grado neutral.

7	¿Usaría usted un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?	El 63,33% de las personas indicaron que usarían calzado hecho a partir de fibras naturales y de fique.	No aplica.
---	---	--	------------

Nota. Análisis de los resultados de la percepción de los usuarios respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales

En la pregunta siete, Las personas que dan como respuesta el sí, responden según el calzado puede ser una opción viable para mejorar el impacto ecológico que la industria textil tiene con el medio ambiente. Las personas que dieron respuesta negativa, afirman que un calzado de este estilo no es lo suficientemente resistente para poder suplir las necesidades que un calzado actual debe, siento un material poco apto para este propósito.

En general, se puede interpretar en esta parte del estudio que las personas no conocen mucho de este tipo de calzado, ya que habitualmente no lo usan o nunca han usado calzado de fique, ya que lo consideran como una opción poco resistente y poco llamativa, lo cual no incentiva al usuario a optar por una opción hecha a partir de tela de fique.

Tabla 20.

Percepción del modelo de calzado fabricado a lo largo de este proyecto

	Pregunta	Tendencia	Promedio
8	¿Qué tan atractivo formalmente considera que es el modelo de calzado presentado?	El 50% de los usuarios indicaron que no está mal, aunque se podría mejorar, y cerca del 40% de los usuarios indicaron que se les hace atractivo el modelo presentado.	En promedio, la percepción de los usuarios se mantuvo neutral ya que consideran que podría mejorar el modelo.
9	Del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿Qué tan agradable al tacto considera que es el modelo de calzado presentado?	Los usuarios se inclinaron por la opción de agradable, cerca del 53% de los usuarios percibieron como	En promedio, el público se mantuvo neutral, ya que la mitad considera que es agradable y la otra

		agradable y muy agradable el tejido fabricado al tacto.	mitad que podría mejorar un poco.
10	¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?	Cerca del 60% de los usuarios percibieron el material de la capellada como resistente y favorable para el calzado.	En promedio, las personas evaluadas se mantuvieron entre neutrales y favorables respecto a la resistencia del prototipo de calzado.
11	¿Qué tan sencillo considera que fue la postura del modelo de calzado en su pie?	Cerca del 80% de los usuarios percibieron la postura del calzado como fácil y cómoda, gracias a la propiedad elástica del tejido.	En promedio, se mantuvo como cómoda la percepción de la postura en el pie del modelo de zapato presentado.
12	Luego de usar el modelo de calzado presentado, del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿qué tan agradable considera que es la textura del material del modelo de calzado presentado?	El 67,86% de las personas indicaron como agradable y muy agradable la textura del material después de su postura en el pie.	En promedio, se mantuvo como agradable la percepción respecto a la textura del material en el pie de los usuarios.
13	Del 1 al 5, donde 1 es poco adaptable y 5 es muy adaptable ¿Qué tanto considera que se adaptó el modelo de calzado a la forma de su pie?	Cerca del 82% de los usuarios manifestaron que la adaptación del calzado presentado al pie era buena o muy buena.	En promedio, se percibió el calzado presentado con buena adaptabilidad al pie.
14	En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que fue el modelo de calzado presentado respecto al uso?	Cerca del 89% de los usuarios manifestaron que el prototipo era cómodo o muy cómodo cuando fue usado por estos.	En promedio, el modelo de calzado presentado fue percibido como un zapato cómodo para el uso.
15	¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que fue el modelo de calzado presentado?	Cerca del 60% de las personas percibieron el calzado presentado como eficiente y muy eficiente para el uso a diario.	En promedio, el modelo fue percibido entre neutral y eficiente respecto al uso por los usuarios.
16	¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?	Cerca del 54% de los usuarios percibieron el modelo de calzado	En promedio, los usuarios se inclinaron por una percepción

como resistente o muy resistente.	neutral respecto a la resistencia.
-----------------------------------	------------------------------------

Nota. Análisis de los resultados de la percepción de los usuarios respecto al prototipo de calzado hecho a lo largo de este proyecto

En la pregunta diecisiete, Entre las respuestas presentadas, se vio gran aprobación y comodidad por parte del usuario, resaltando su comodidad y facilidad de uso, a su vez del atractivo de la propuesta de material. Entre los comentarios negativos, se vio un porcentaje que hablaba del atractivo visual del calzado, pues consideran que el estilo debe mejorarse.

En la pregunta dieciocho, el 84% de las personas usarían el modelo de calzado presentado, Las respuestas positivas tienen como rasgo positivo la comodidad al usarlo y el hecho de que la propuesta de material fuera nunca antes vista, sumándole que es algo atractivo para el público joven. Las respuestas negativas se vieron más afectadas tanto por los gustos personales respecto al estilo y diseño del calzado que por la funcionalidad del mismo.

En general, si se compara la percepción de los usuarios que tienen respecto al calzado de fique habitual con la percepción de estos, frente al modelo de calzado fabricado a lo largo del proyecto, se puede evidenciar que la percepción mejoró claramente gracias a las características que el tejido desarrollado aporta al modelo de calzado, como son la elasticidad, adaptabilidad a la capellada, facilidad de postura, sensación al tacto, comodidad durante el uso y capacidad de amoldamiento al pie. Estas cualidades que posee este tejido mejora de manera significativa la percepción del público respecto al calzado hecho en fique, ya que la mayoría de estos optarían por usar un modelo de este calzado, haciendo este producto atractivo e interesante a los usuarios.

10. Modificaciones al tejido

Después de realizadas las pruebas propuestas al calzado terminado y mediante pruebas de uso con usuarios, se comenzaron a notar algunos problemas:

- La porosidad de la capellada se veía drásticamente aumentada al generar el dobléz mediante el uso del calzado.
- Al generarse un dobléz en el calzado, sobrante de la materia salía hacia los costados, dando un acabado desprolijo y poco atractivo.
- Los patrones de fique que se evidencian en la capellada comenzaban a torcerse debido al mismo dobléz generado por el uso del calzado, dando como resultado zonas con porosidad alta en el tejido.

Es por esto que, con la ayuda de David García el tejedor, realizamos la propuesta de otro tejido, pero esta vez, en vez de realizar el patrón común del tejido, tomamos hilo por hilo y mediante una costura que asegura la integridad del tejido, intercalamos los hilos, generando un tejido con un mejor acabado visual y con una mejor porosidad, demostrando que mejora en los fallos presentados anteriormente (ver *figura 57*).



Figura 57. Propuesta final de tejido Sprang

Con este tejido realizamos el mismo proceso de construcción de la capellada y armado del calzado, dando como resultado una mejoría en cuando al acabado del prototipo de calzado, como se puede ver en la *figura 58*.



Figura 58. Comparación de prototipos de calzado

Sumándole a esto, a parte del acabado superficial, se logró solucionar el sobrante de material y la porosidad presentada en la prueba de uso y doblez viste anteriormente, como se observa en la *figura 59*.



Figura 59. Porosidad presentada en el primer prototipo

Ahora con el tejido actual, eliminamos ese problema y obtenemos como resultado un calzado con un dobléz normal, como el de cualquier producto del mercado (ver *figura 60*).



Figura 60. Porosidad corregida en el prototipo final

11. Presentación del producto final

El resultado final de este proyecto se presenta como una propuesta de calzado moderno que, mediante el uso del fique en el modelo, cumple con los requerimientos que un calzado debe tener. En la *figura 61* se puede observar un modelo CAD de la propuesta de calzado desarrollada, y en

la *figura 62* se puede observar el prototipo final desarrollado a partir de la alternativa de textil tejido.



Figura 61. Modelo CAD de la propuesta de calzado desarrollada



Figura 62. Prototipo final desarrollado

11.1 Descripción del modelo

El modelo funcional presentado destaca por el protagonismo que se le da al tejido, resaltando sus texturas y acabados, terminaciones en las partes finales de la capellada con remates de costura para asegurar la integridad del tejido y que no presente ningún tipo de desarme, adicional a esto, recubrimiento interior por tela *punto de roma* para mejorar la comodidad del usuario frente al uso de calzado y a su vez, ayudar al mejor agarre de las costuras ante el tejido implementado. Se incorpora en el modelo final piezas en la capellada con el tejido convencional de fique-algodón producido en Curití, Santander, pues las zonas donde se usa no requieren propiedades de elasticidad ni son sometidas a las mismas fuerzas que la parte frontal y trasera de la capellada.

Por cuanto al uso de la suela, se optó por usar una suela sintética estándar, debido a que, en aras de poder evaluar el comportamiento de la tela ante su inmersión en la fabricación de calzado, se determinó usar suelas que sean de común uso, para poder someter el tejido a los mismos procesos a los que se someten los materiales de calzado convencionales.

12. Conclusiones

El desarrollo de materiales que permitan la innovación en cualquier área del mercado local debe ser un ámbito que se abarque constantemente, la persistente evolución e industrialización de los diferentes sectores del mercado, termina opacando y limitando el uso de materiales y a su vez dejado en el olvido algunos que tuvieron una gran relevancia para muchas comunidades en país. Este proyecto, que acaba con la presentación de un modelo funcional de calzado, es solo un eslabón en el necesario cambio que necesita la industria respecto a materiales de origen natural y a las practicas con las que se abarcan las propuestas de diseño.

Durante el proceso de determinación de un material con base en fique para la fabricación de calzado, se buscó resaltar el uso de prácticas antiguas que han pasado de generación en generación, cuyas propiedades pasan desapercibidas por la industria actual y aun así logran dar solución a problemas de diseño de manera eficiente y práctica, logrando también dar valor agregado al uso de materiales de origen natural y de gran importancia para muchas regiones como la de Curití en Santander.

Las variaciones aplicadas al tejido Sprang permitieron generar una propuesta para la fabricación de calzado satisfactoria, en cuanto permitió generar un modelo con propiedades no antes vistas a la hora de aplicar el fique como materia prima de un calzado, dando como resultado un calzado con propiedades elásticas y donde la fibra natural es protagonista.

El rescate de este tipo de tejidos que vienen de una larga tradición, como lo es el Sprang, es realmente importante por su legado patrimonial, actualmente se ignoran las raíces del conocimiento por la falta de documentación y divulgación de las técnicas y se deja a un lado las prácticas ancestrales, perdiendo así la riqueza que viene con estas. Los conocimientos que provienen de la tradición pueden ser la respuesta a muchos de los problemas de diseño de la actualidad, es necesario retomar estos procesos antiguos para poder seguir desarrollando la industria y seguir manteniendo vivo el legado.

De igual forma se hace énfasis en el uso adecuado de este tejido, ya que puede tener propiedades muy beneficiosas para la fabricación de calzado, pero también presenta falencias y retos a la hora de preparar el material para este uso, pues su falta de trama en la conformación del tejido lo hacen muy susceptible ante el desarme de sus hilos, es por esto que se aconseja el uso de refuerzos mediante costura en los acabados de las piezas que se quieran usar para el calzado y a su vez la costura de piezas de tela al respaldo del tejido para reforzar la integridad del mismo, de igual forma es necesario usar una doble capa de tejido para disminuir la falta de tupidez que este presenta, resultando en un mejor acabado de las piezas.

Respecto a la mezcla de fibras de algodón y fique, es una opción muy viable a la hora de proponer alternativas de tejido para el uso de fibras de fique, pues permite darle al material una terminación mucho más suave y manejable, como se ve en la tela propuesta, dándole el potencial para generar propuestas de valor.

Respecto a la resistencia del material en el calzado, las encuestas demostraron que, como manera previa, los usuarios consideran que un calzado de fibra natural no cumpliría con los estándares de resistencia para el calzado común, siguiente a esto, después de poder probar el calzado hecho con el tejido seleccionado, aun consideraban que no sería un material resistente debido a su aspecto, pero se puede comprobar mediante la prueba de flexión realizada, que el calzado sí es resistente ante pruebas físicas como esta, que aun después de ser sometido a cuatrocientos noventa mil dobleces, no presenta ninguna falla notoria en su capellada y puede ser una alternativa apta para este uso.

Finalmente se buscó resaltar el trabajo fiquero que tiene siglos de tradición, sumando al trabajo de los tejedores que tienen aún más años de conocimiento sobre tejido. Los procesos derivados de las tradiciones que aun brindan opción de desarrollo para comunidades a lo largo del país pueden tener aún más importancia si se logra dar valor al trabajo artesanal y llevarlo a la industria no solo como valor decorativo, sino como valor funcional.

Referencias bibliográficas

- Abarza, F. (2020, 19 mayo). *Escala de satisfacción de clientes: encuestas Likert y CSAT*. Beetrack. <https://www.beetrack.com/es/blog/escala-de-satisfaccion-de-clientes>
- Artesanías de Colombia, S.A. (2008). Proyecto de mejoramiento en la calidad y certificación de productos de artesanos en 13 comunidades ubicadas en los departamentos del Atlántico, Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Santander, Sucre y Valle del Cauca. Bogotá, Colombia.
- Barretto, S. (2012). Técnicas de indumentaria.
- Carrera-Gallissà, E. Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles. Universitat Politècnica de Catalunya. 1ª edición julio 2015.
- Chacón-Patiño, M. L., Blanco-Tirado, C., Hinestroza, J. P., & Combariza, M. Y. (2013). Biocomposite of nanostructured MnO₂ and fique fibers for efficient dye degradation. *Green chemistry*, 15(10), 2920-2928.
- Confidencial el Magazin. (2016, 25 abril). *Confidencial Guane - Segunda temporada* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=1LvBJX_tdPo&feature=emb_logo
- Desarrollo sostenible. (2016). Acciona. <https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/>
- Felipe, J. V. A., & Vicente, J. (2015). Manual Control de calidad en productos textiles y afines. Ediciones Escuela Técnicas Superior de Ingenieros Industriales, España.

- FUSADER. (s. f.). Ecofibras. Fusader.org. Recuperado 2 de agosto de 2020, de <https://fusader.org/ecofibras/>
- Gillow, J., & Sentance, B. (2000). *Tejidos del mundo: Guía visual de las técnicas tradicionales*. Editorial NEREA.
- Gómez, J. M. (2005). Tejedores indígenas de la montaña santandereana. *Boletín de Historia y Antigüedades*, 92(831), 745-768.
- Goyanes, Siro Julio. (1949). *Estudio de los ennoblecimientos textiles del algodón*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Lavado, F. E. L. (2012). II. La industria textil y su control de calidad. Fidel Lockuán.
- Limpe Ramos, P. (2018). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de textiles ecológicos de algodón, funcionalizado con nanopartículas de plata carboximetilquitosano (NPsAg-CMQ).
- Ovalle-Serrano, S. A., Blanco-Tirado, C., & Combariza, M. Y. (2018). Exploring the composition of raw and delignified Colombian fique fibers, tow and pulp. *Cellulose*, 25(1), 151-165.
- Peinado, J. E., Ospina, L. F., Rodríguez, L., Miller, J., Carvajal, C., & Negrete, R. (2006). *Guía ambiental del subsector fiquero*. Bogotá DC: Cadena Productiva Nacional del Fique-Cadefique. vol. 21.
- Rueda, C. H. L. (1987). Tres formas de acceso a recursos en territorio de la confederación del Cocuy, siglo XVI. *Boletín Museo del Oro*, (18), 29-45.
- Sanz, C. G. C. (2004). *Ministro de agricultura y desarrollo rural*.

Toquica Clavijo, M. C., Lamus, P., Becerra Montoya, F. E., Vargas, A., Galindo, M., Ríos, F., ... & Fuentes Romero, A. P. (2016). Fortalecimiento y mejoramiento de la cadena productiva y del sector artesanal en Santander: Informe final.

Udale, J. (2014). *Diseño textil: tejidos y técnicas*. Editorial Gustavo Gili.

Apéndice A

Apéndice A – Resultados de las pruebas de flexión para calzado completo

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO DEL DISEÑO Y MANUFACTURA DEL CUERO	
	INFORME DE ENSAYO N° 114 – 2020 OFERTA Y CONTRATO No. 126-2020	

Empresa: Juan José Moreno Arciniegas		Nit o C.C: 1098742063	
Solicitante: Juan José Moreno Arciniegas		Dirección:	
Teléfono: 3015546629	Ciudad: Bucaramanga - Santander	e-mail: jma00@hotmail.com	
Muestras ensayadas:		Código muestras:	
Calzado tejido fibra natural. Color beige		114-A- 2020	
MUESTREO: El muestreo es realizado por el cliente.			
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: El cliente indica tipo de material y color.			
FECHAS:	Recepción Muestras 2020-10-05	Ejecución Ensayo 2019-10-05 a 2020-10-09	Emisión del informe 2020-10-09

Método	Norma	Acreditado	
		Si	No
Máquina de flexión. Determinación de la resistencia a la flexión de calzado.	SATRA TM92:1992		X

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO DEL DISEÑO Y MANUFACTURA DEL CUERO								
	INFORME DE ENSAYO N° 114 – 2020 OFERTA Y CONTRATO No. 126-2020		<table border="1"> <tr> <td>Código:</td> <td>LACPA-F-103</td> </tr> <tr> <td>Versión:</td> <td>05</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>2020-02-05</td> </tr> <tr> <td>Página:</td> <td>2 de 5</td> </tr> </table>	Código:	LACPA-F-103	Versión:	05	Fecha:	2020-02-05
Código:	LACPA-F-103								
Versión:	05								
Fecha:	2020-02-05								
Página:	2 de 5								

INFORMACION DEL ENSAYO Resistencia del calzado a la flexión
<p>Principio del método: Se somete el calzado a una flexión continua de 140 ciclos por minuto hasta completar 490 000 ciclos a un ángulo predeterminado de acuerdo con el tipo de calzado evaluando si este presenta fallas en su estructura y realizando la medición de estas cuando sea posible.</p>
<p>Método de Ensayo: SATRA TM92</p>
<p>Equipos empleados:</p> <p>Flexómetro de calzado completo: Marca: SATRA. Modelo: STM184 Serial. 184-2-3-0512. Código interno: E-04.</p> <p>Termohigrómetro Datalogger: Digital. Marca: Exttech. Modelo: RHT20. Serial 130805558. Certificado de calibración DX-29708-19 del 2019-07-15 por la empresa Doxa Internacional. Código interno: E-73</p>

 SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO DEL DISEÑO Y MANUFACTURA DEL CUERO	 Laboratorio de Pruebas a Calzado y Polímeros Avanzados
INFORME DE ENSAYO N° 114 – 2020 OFERTA Y CONTRATO No. 126-2020	

RESULTADOS DEL ENSAYO:
Calzado tejido fibra natural. identificado con el código 114-A-2020

Tipo de Calzado	Calle	Ref:	Calzado tejido fibra natural	Color	Beige	Suela	Otra	Capellada	Fibra natural	Entresuela							
Resultados																	
Fecha de ensayo		2020-10-05															
Código de la Muestra			114-A-2020				Derecho		Talla		No indica						
Ciclos	35000	70000	210000	245000	280000	420000	455000	490000	Código de la Muestra	No evaluado			Derecho	Talla	NA		
Horas	3,8	7,6	22,7	26,5	30,3	45,5	49,2	53,0	Ciclos	35000	70000	210000	245000	280000	420000	455000	490000
Extensión de Falla (mm)	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	Horas	3,8	7,6	22,7	26,5	30,3	45,5	49,2	53,0
Localización	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Extensión de Falla (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona Interna									Zona Externa								
Tacón			Enfranje			Punta			Tacón			Enfranje			Punta		
																	
Tacón			Enfranje			Punta			Tacón			Enfranje			Punta		

El calzado no presenta daños luego de ser sometido a la prueba de flexión.

Nota. El ensayo es realizado por John Londoño Monsalve

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO DEL DISEÑO Y MANUFACTURA DEL CUERO	
	INFORME DE ENSAYO N° 114 – 2020 OFERTA Y CONTRATO No. 126-2020	Código: LACPA-F-103 Versión: 05 Fecha: 2020-02-05 Página: 4 de 5

FOTOGRAFÍAS DE LA MUESTRA



Imagen 1.



Imagen 2.

Imagen 1. Fotografía muestras sometida al ensayo de flexión calzado completo, identificada con el código 114-A-2020, recibidas en el laboratorio el día 2020-10-05

Imagen 2. Fotografía montaje de la muestra en el equipo de flexión calzado completo, identificada con el código 114-A-2020, recibidas en el laboratorio el día 2020-10-05

OBSERVACIONES

Variaciones en el método de ensayo:

Nota: El muestreo es realizado por el cliente, se ensaya solo un pie por requerimiento de este.

Centro del Diseño y Manufactura del Cuero. Calle 63 No. 58 B 03. Itagüí-Antioquia
 Conmutador (094) 514 92 90, ext. 43168. Fax (094) 281 40 82.
 e-mail: lacpaservicios@sena.edu.co

	SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA CENTRO DEL DISEÑO Y MANUFACTURA DEL CUERO			
	INFORME DE ENSAYO N° 114 – 2020 OFERTA Y CONTRATO No. 126-2020	Código: LACPA-F-103	Versión: 05	Fecha: 2020-02-05
		Página: 5 de 5		

DECLARACION	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los resultados presentados en este informe corresponden únicamente a las muestras proporcionadas por el cliente y ensayadas; y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las pruebas / ensayos. 2. El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el presente informe, exceptuando la información que indicada por el cliente la cual es descrita en el contenido del mismo y que pueda afectar la validez de los resultados. 3. Las muestras son libremente elegidas por el solicitante y/o cliente y enviadas bajo sus normas y criterios. 4. Las observaciones a este informe por parte del cliente (enmendaduras, reclamaciones, etc), son válidas hasta 10 días calendario a partir de la fecha de emisión del informe. De lo contrario, se entenderá que no hay ninguna observación por parte del cliente. 5. La muestra ensayada reposa en el laboratorio. En caso de requerir las muestras ensayadas, se debe informar al laboratorio anticipadamente para proceder a devolver el material ensayado al cliente. Pasados 15 días calendario después de la fecha de emisión del informe, el laboratorio retirará la muestra para donación al centro de formación o destrucción y el cliente no podrá disponer de ella. 6. La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro físico y electrónico que se encuentra en el Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA en la regional Antioquia (Colombia), Municipio de Itagüí. 7. Los informes de resultados son considerados como propiedad del solicitante y/o cliente, pero no podrá reproducirse parcial ni totalmente sin la autorización de laboratorio LACPA y el centro de diseño y manufactura del cuero 8. Laboratorio de pruebas a calzado y polímeros avanzados LACPA y el centro de diseño y manufactura del cuero en la regional Antioquia (Colombia). no se responsabilizan de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de este informe por parte del solicitante y/o cliente. 9. CONFIDENCIALIDAD Y SEGURIDAD: El Laboratorio de pruebas a calzado y polímeros avanzados LACPA y el centro del diseño y manufactura del cuero en la regional Antioquia (Colombia), se comprometen a mantener discreción profesional relacionada con la información obtenida con ocasión de las pruebas y actividades que se desarrollen, de acuerdo con los requerimientos del cliente y las condiciones indicadas en el documento LACPA-0-010 Cláusulas de prestación del servicio. 10. Si tiene alguna queja acerca del servicio prestado favor dirigir comunicación escrita citando el número de este informe al correo lacpaservicios@sena.edu.co. 	

Firma autorizada:

María Andrea Peña Agudo

Responsable Técnico del Laboratorio de Pruebas Fisicomecánicas.

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

Apéndice B**Apéndice B - Encuesta de percepción de uso de material en manufactura: tela de fique y tela de fique Sprang****Nombre:** _____**Cargo:** _____**Edad:** _____**Material a evaluar:** _____

Califique su experiencia respecto al manejo del tejido en el proceso de manufactura del calzado:

1. ¿Qué tan favorable o desfavorable considera que fue la confección del calzado a partir de (Material a evaluar)?

Nada favorable	Poco favorable	Neutral	Favorable	Muy favorable
----------------	----------------	---------	-----------	---------------

2. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de patronaje (elaboración de moldes de piezas) en el proceso de manufactura del calzado a partir de (Material a evaluar)?

Nada sencillo	Poco sencillo	Neutral	Sencillo	Muy sencillo
---------------	---------------	---------	----------	--------------

3. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 es muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de reposo de (**Material a evaluar**) después del desenrollado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. ¿Qué tan viable o inviable considera que fue el proceso de trazo (Optimización del material) de piezas sobre la (**Material a evaluar**) durante el proceso de manufactura?

Nada viable	Poco viable	Neutral	Viable	Muy viable
-------------	-------------	---------	--------	------------

5. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de fusionado de (**Material a evaluar**) con el forro interno del calzado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. ¿Qué tan factible considera que fue el proceso de corte de las piezas usando (**Material a evaluar**) en el proceso de manufactura del calzado?

Nada factible	Poco factible	Neutral	Factible	Muy factible
---------------	---------------	---------	----------	--------------

7. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de costura del material entre las piezas que conforman el calzado a partir de (**Material a evaluar**)?

Nada sencillo	Poco Sencillo	Neutral	Sencillo	Muy sencillo
------------------	------------------	---------	----------	--------------

8. ¿Qué nivel de dificultad considera que tuvo el armado de la capellada del calzado a partir de (**Material a evaluar**)?

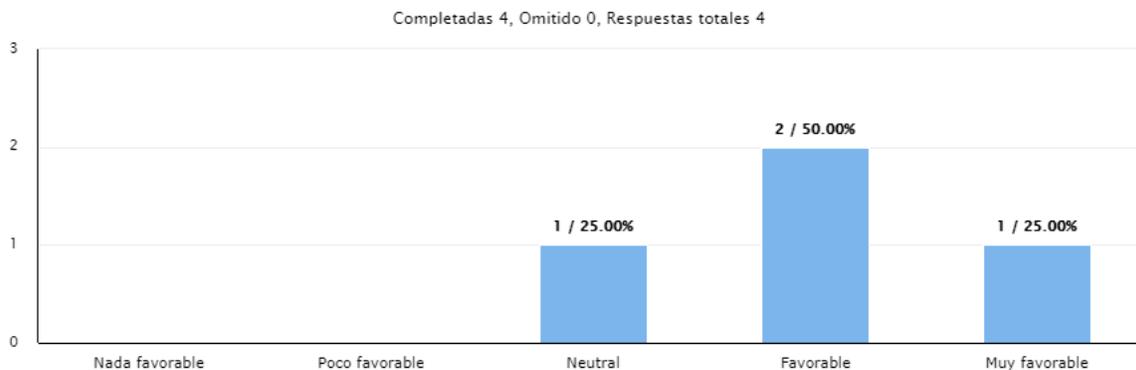
Muy difícil	Difícil	Neutral	Fácil	Muy fácil
-------------	---------	---------	-------	-----------

Apéndice C

Apéndice C – Resultados de la encuesta de percepción de uso de material en manufactura: tela de fique y tela de fique Sprang

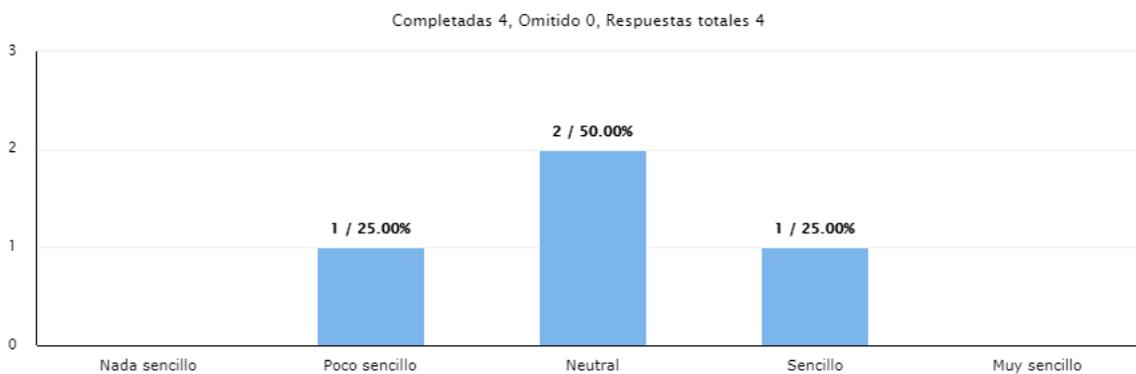
Califique su experiencia respecto al manejo del tejido en el proceso de manufactura del calzado:

1. ¿Qué tan favorable o desfavorable considera que fue la confección del calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	1	25,00%
4.	4	2	50,00%
5.	5	1	25,00%
PROMEDIO:		4	

2. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de patronaje (elaboración de moldes de piezas) en el proceso de manufactura del calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



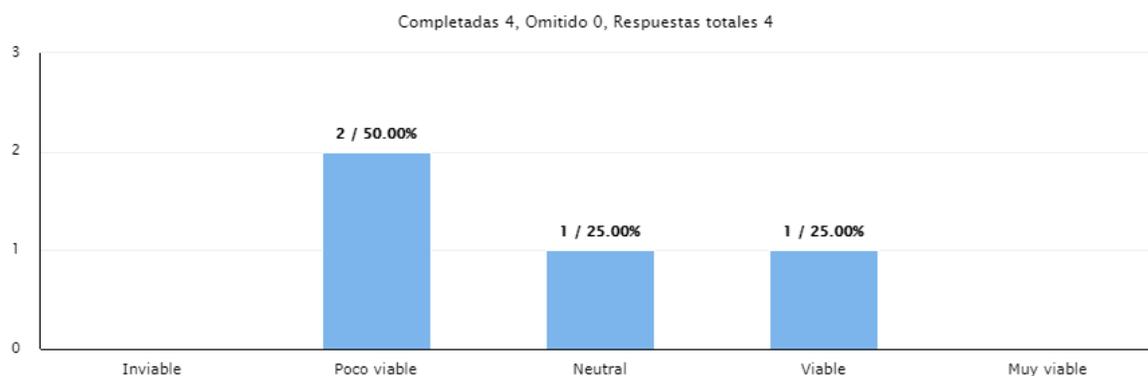
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	1	25,00%
3.	3	2	50,00%
4.	4	1	25,00%

5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		3	

3. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 es muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de reposo de (**Material a evaluar**) después del desenrollado?

	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	3	75,00%
4.	4	1	25,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		3,25	

4. ¿Qué tan viable o inviable considera que fue el proceso de trazo (Optimización del material) de piezas sobre la (**Material a evaluar**) durante el proceso de manufactura?



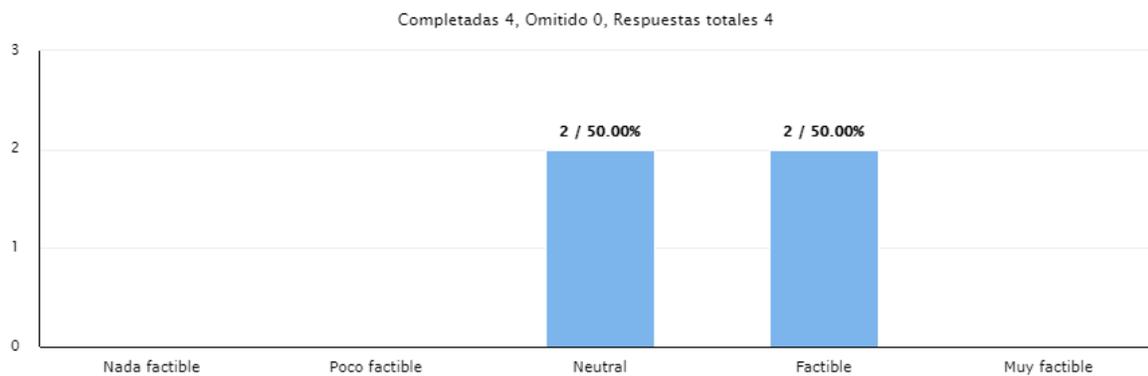
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	2	50,00%
3.	3	1	25,00%

4.	4	1	25,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		2,75	

5. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de fusionado de (**Material a evaluar**) con el forro interno del calzado?

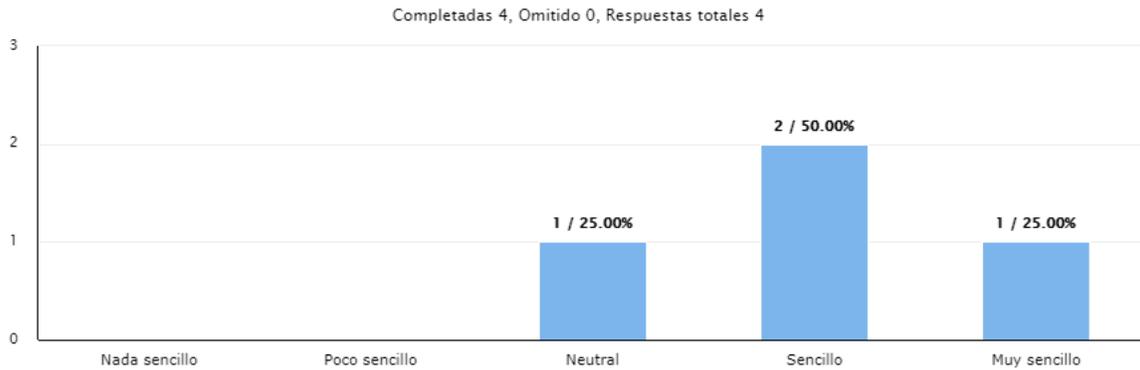
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	2	50,00%
5.	5	2	50,00%
PROMEDIO:		4,5	

6. ¿Qué tan factible considera que fue el proceso de corte de las piezas usando (**Material a evaluar**) en el proceso de manufactura del calzado?



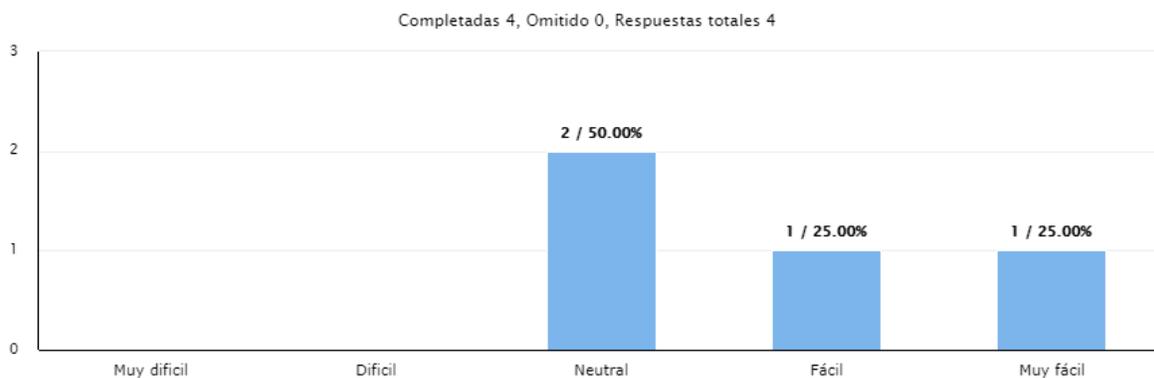
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	2	50,00%
4.	4	2	50,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		3,5	

7. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de costura del material entre las piezas que conforman el calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	1	25,00%
4.	4	2	50,00%
5.	5	1	25,00%
PROMEDIO:		4	

8. ¿Qué nivel de dificultad considera que tuvo el armado de la capellada del calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	2	50,00%
4.	4	1	25,00%
5.	5	1	25,00%
PROMEDIO:		3,75	

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DE USO DE MATERIAL EN MANUFACTURA:**TELA DE FIQUE Y TELA DE FIQUE SPRANG**

Nombre: _____

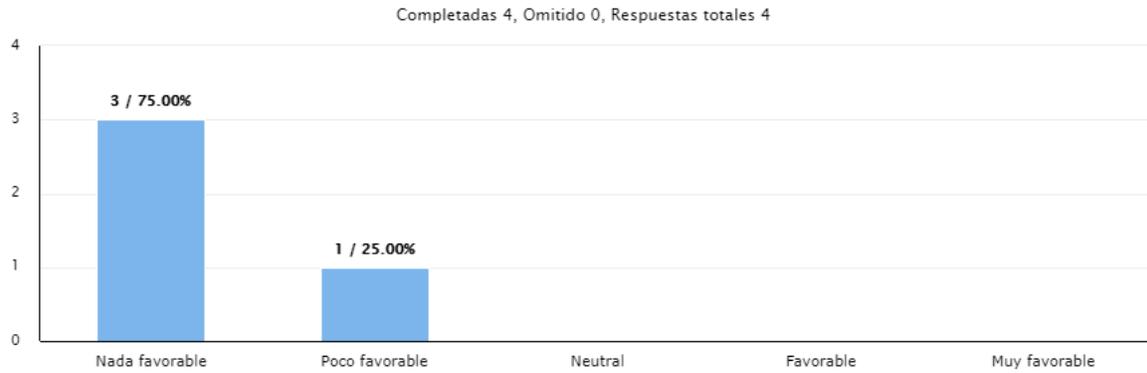
Cargo: _____

Edad: _____

Material a evaluar: _____ Tela Curití fique

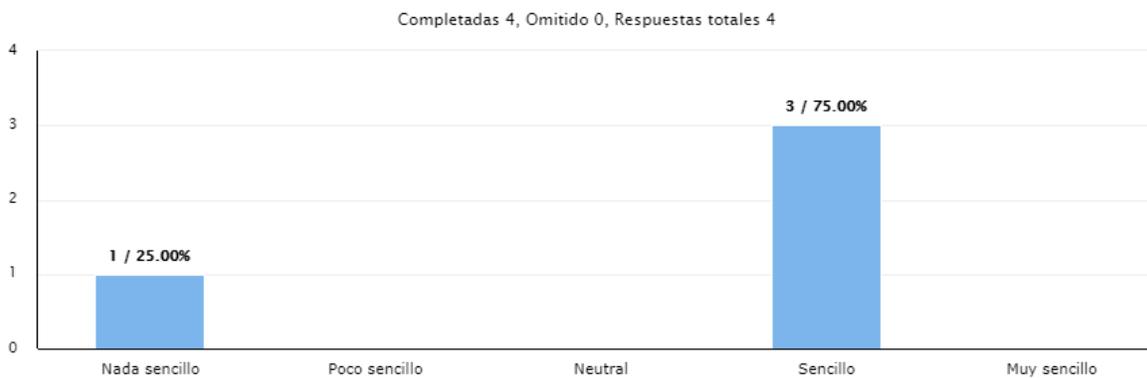
Califique su experiencia respecto al manejo del tejido en el proceso de manufactura del calzado:

1. ¿Qué tan favorable o desfavorable considera que fue la confección del calzado a partir de (Material a evaluar)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	3	75,00%
2.	2	1	25,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	0	0,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		1,25	

2. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de patronaje (elaboración de moldes de piezas) en el proceso de manufactura del calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



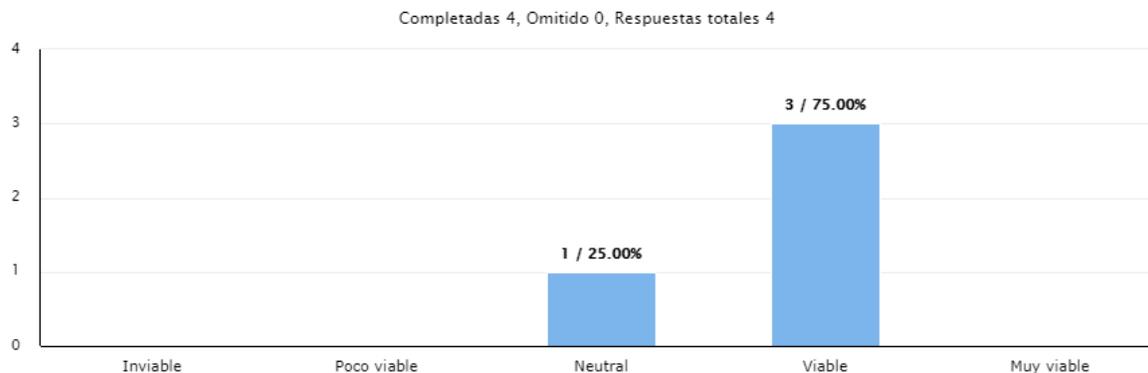
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	25,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	3	75,00%
5.	5	0	0,00%

PROMEDIO:	3,25
-----------	------

3. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 es muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de reposo de (**Material a evaluar**) después del desenrollado?

	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	1	25,00%
5.	5	3	75,00%
PROMEDIO:		4,75	

4. ¿Qué tan viable o inviable considera que fue el proceso de trazo (Optimización del material) de piezas sobre la (**Material a evaluar**) durante el proceso de manufactura?

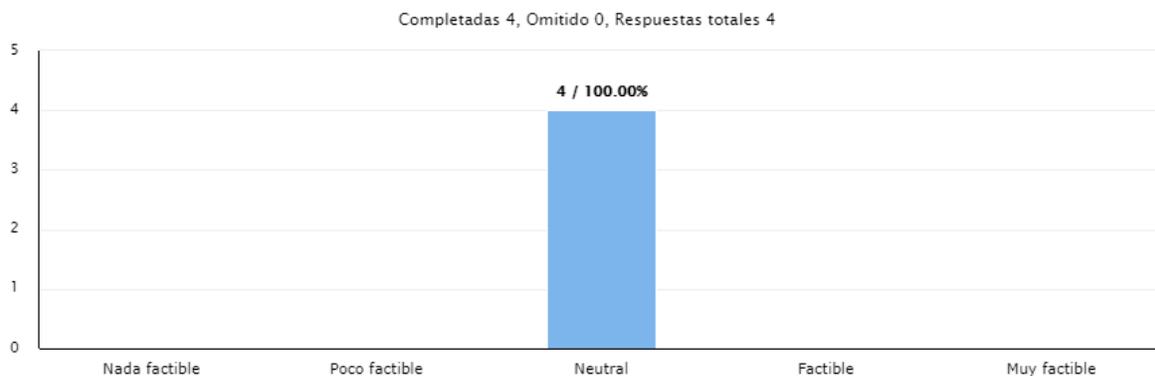


	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	1	25,00%
4.	4	3	75,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		3,75	

5. Del 1 al 5, donde 1 es poco efectivo y 5 muy efectivo, ¿qué tan efectivo considera que fue el proceso de fusionado de (**Material a evaluar**) con el forro interno del calzado?

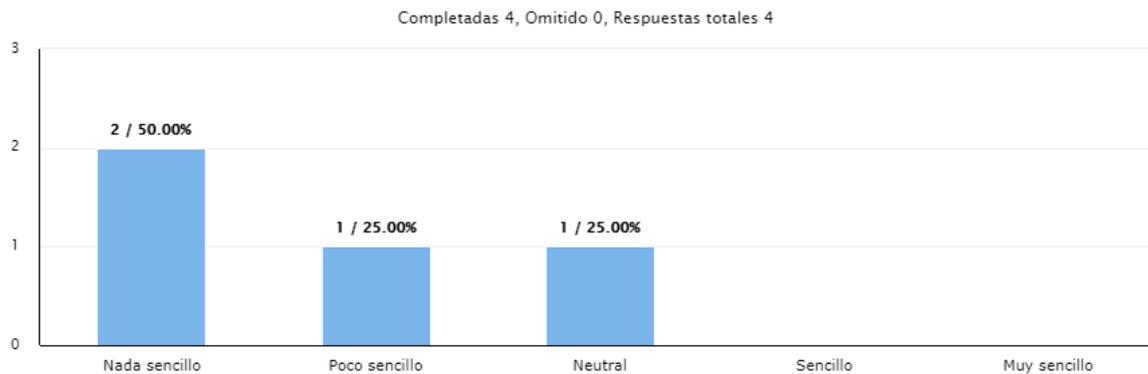
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	4	100,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		4	

6. ¿Qué tan factible considera que fue el proceso de corte de las piezas usando (**Material a evaluar**) en el proceso de manufactura del calzado?



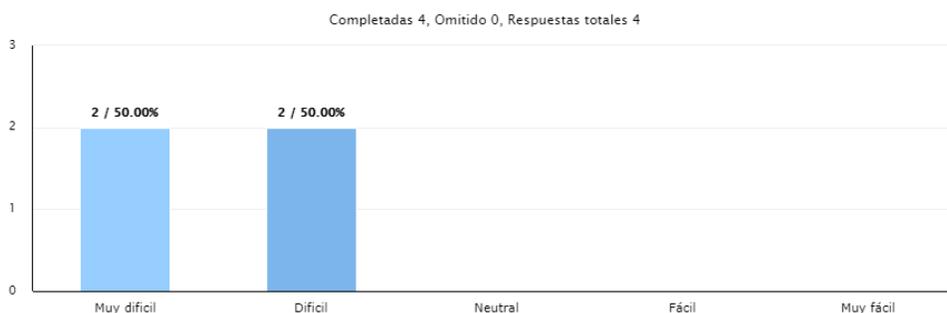
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	0	0,00%
3.	3	4	100,00%
4.	4	0	0,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		3	

7. ¿Qué tan sencillo considera que fue el proceso de costura del material entre las piezas que conforman el calzado a partir de (**Material a evaluar**)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	2	50,00%
2.	2	1	25,00%
3.	3	1	25,00%
4.	4	0	0,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		1,75	

8. ¿Qué nivel de dificultad considera que tuvo el armado de la capellada del calzado a partir de (Material a evaluar)?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	2	50,00%
2.	2	2	50,00%
3.	3	0	0,00%
4.	4	0	0,00%
5.	5	0	0,00%
PROMEDIO:		1,5	

Apéndice D**Apéndice D - Encuesta de percepción de calzado de fibra de fique y su uso: tela de fique****Sprang****Nombre:** _____**Edad:** _____**Ocupación:** _____**A. Percepción respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales.**

1. ¿Qué opina respecto al calzado fabricado actualmente a partir de fibras naturales de fique?

2. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que es un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. ¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que puede ser un calzado hecho a partir de fibras de fique?

Nada eficiente	Poco eficiente	Neutral	Eficiente	Muy eficiente
-------------------	-------------------	---------	-----------	------------------

4. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?

Nada resistente	Poco resistente	Neutral	Resistente	Muy resistente
--------------------	--------------------	---------	------------	-------------------

5. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada agradable y 5 es Muy agradable ¿Qué tan agradable visualmente considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. ¿Usaría usted un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?

SI____ NO____

¿Por qué?

B. PERCEPCIÓN DEL MODELO DE CALZADO

7. ¿Qué tan atractivo formalmente considera que es el modelo de calzado presentado?

Nada atractivo	Poco atractivo	Neutral	Atractivo	Muy atractivo
-------------------	-------------------	---------	-----------	------------------

8. Del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿Qué tan agradable al tacto considera que es el modelo de calzado presentado?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

9. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?

Nada resistente	Poco resistente	Neutral	Resistente	Muy resistente
--------------------	--------------------	---------	------------	-------------------

10. ¿Qué tan sencillo considera que fue la postura del modelo de calzado en su pie?

Nada sencillo	Poco sencillo	Neutral	Sencillo	Muy sencillo
------------------	------------------	---------	----------	--------------

11. Luego de usar el modelo de calzado presentado, del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿qué tan agradable considera que es la textura del material del modelo de calzado presentado?

Nada agradable	Poco agradable	Neutral	Agradable	Muy agradable
-------------------	-------------------	---------	-----------	------------------

12. Del 1 al 5, donde 1 es poco adaptable y 5 es muy adaptable ¿Qué tanto considera que se adaptó el modelo de calzado a la forma de su pie?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

13. Que molestias e incomodidades ha percibido durante el uso del modelo de calzado?

- Rozamiento
- Apretado
- Pesado
- Inseguro
- Frágil
- Irritaciones
- ¿Otra? ¿Cuál? _____

14. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que fue el modelo de calzado presentado respecto al uso?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

15. ¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que fue el modelo de calzado presentado?

Nada eficiente	Poco eficiente	Neutral	Eficiente	Muy eficiente
-------------------	-------------------	---------	-----------	------------------

16. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?

Nada resistente	Poco resistente	Neutral	Resistente	Muy resistente
--------------------	--------------------	---------	------------	-------------------

17. ¿Qué opina de manera general respecto al modelo de calzado presentado?

18. ¿Usaría usted el modelo de calzado presentado?

SI___ NO___

¿Por qué?

Apéndice E

Apéndice E - Informe de la encuesta de percepción de calzado de fibra de fique y su uso: tela de fique Sprang

Resultados

A. Percepción respecto al calzado hecho a partir de fibras naturales.

1. ¿Qué opina respecto al calzado fabricado actualmente a partir de fibras naturales de fique?

	Respuesta	Recuento	%
1	Nada	22	66,67%
2	Muy poco	6	18,18%
3	Creería que son alpargatas.	1	3.03%
4	Es popularmente conocido que ese tipo de tejido ayuda a las personas que retienen líquidos	1	3.03%
5	Muy poco, que son de fabricación artesanal	1	3.03%
6	Son elementos artesanales	1	3.03%
7	Son tradicionalistas	1	3.03%

2. Cuando piensa en calzado con base en fibra natural de fique ¿Qué tipo de calzado viene a su mente?



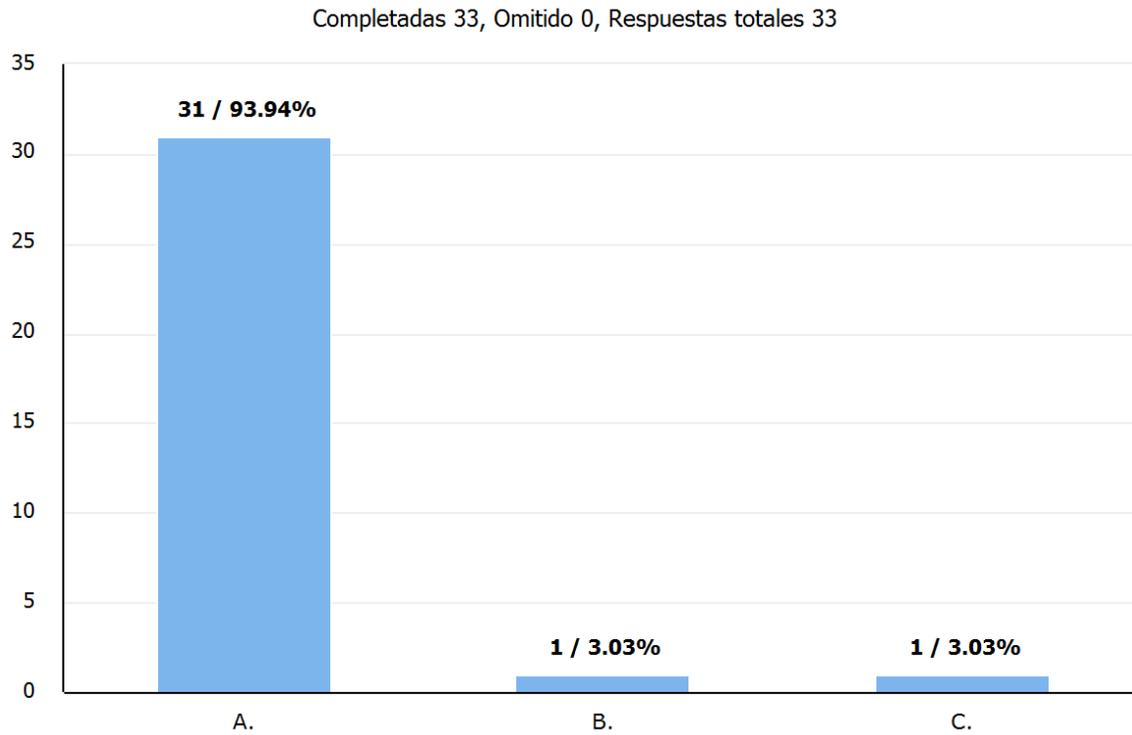
A.



B.



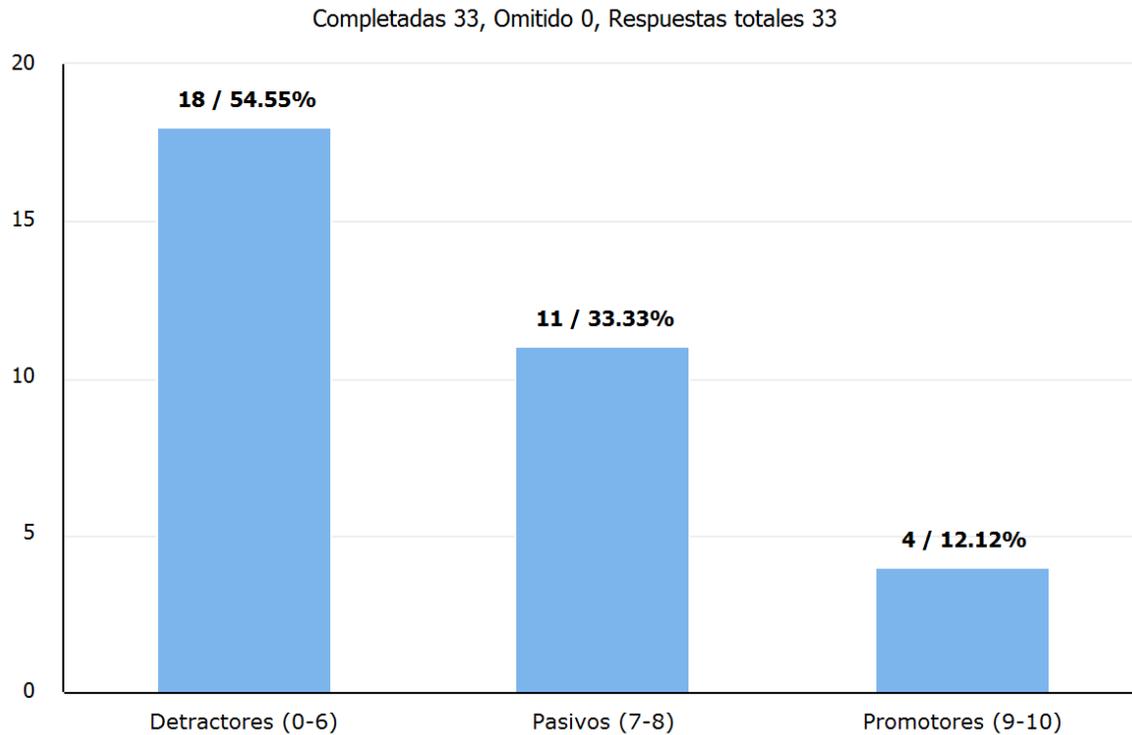
C.



3. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que es un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?

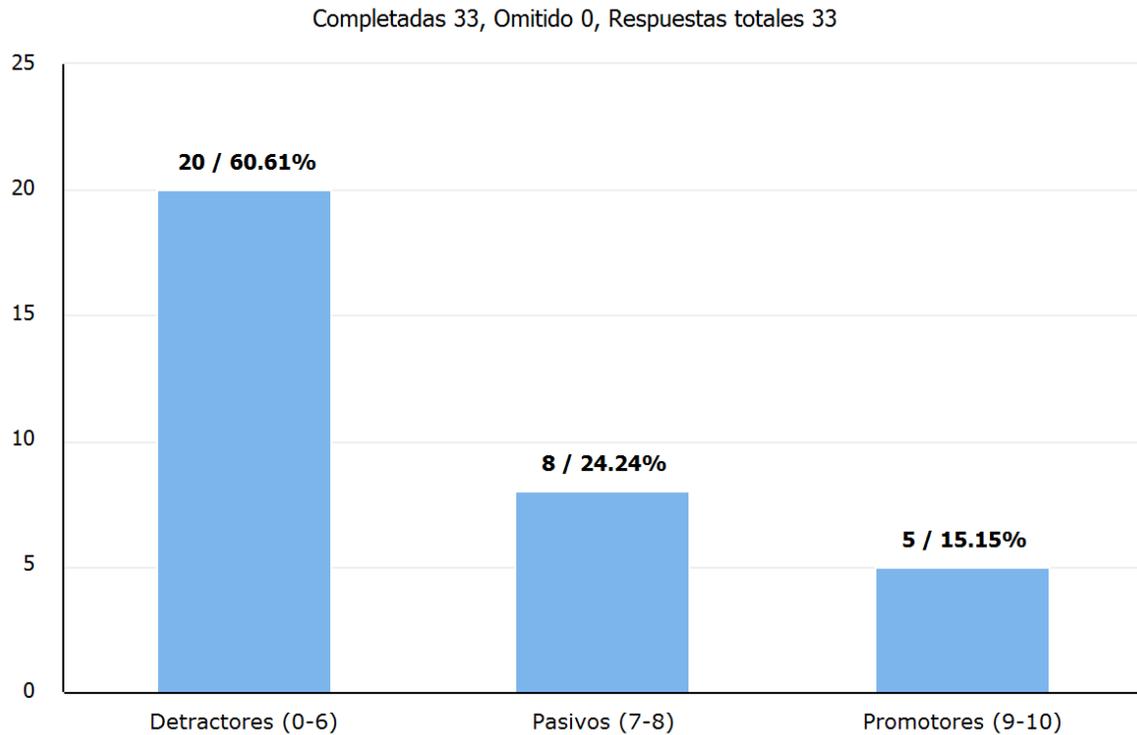
	Respuesta	Recuento	%
1.	3	11	33,33%
2.	4	13	39,39%
3.	2	4	12,12%
4.	1	2	6,06%
5.	5	3	9,09%
PROMEDIO:		3,333333333	

4. ¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que puede ser un calzado hecho a partir de fibras de fique?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	2	6,06%
2.	2	5	15,15%
3.	3	11	33,33%
4.	4	11	33,33%
5.	5	4	12,12%
PROMEDIO:		3,303030303	

5. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	5	15,15%
2.	2	6	18,18%
3.	3	9	27,27%
4.	4	8	24,24%
5.	5	5	15,15%
PROMEDIO:		3,060606061	

6. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada agradable y 5 es Muy agradable ¿Qué tan agradable visualmente considera que puede llegar a ser un calzado hecho a partir de fibra de fique?

	Respuesta	Recuento	%
1.	1	3	9,09%
2.	2	3	9,09%
3.	3	12	36,36%
4.	4	10	30,30%
5.	5	5	15,15%
PROMEDIO:		3,333333333	

7. ¿Usaría usted un calzado hecho a partir de fibras naturales de fique?

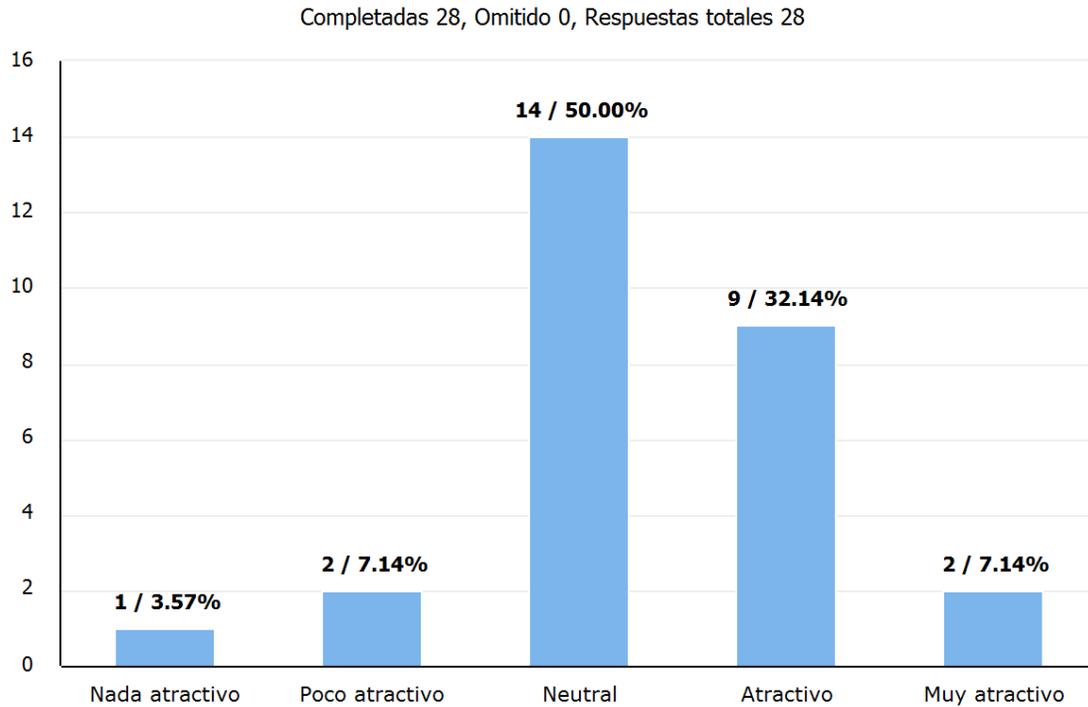
Respuesta	Recuento	%
Sí	19	63,33%
No	11	36,66%

Las personas que dan como respuesta el sí, responden según el calzado puede ser una opción viable para mejorar el impacto ecológico que la industria textil tiene con el medio ambiente.

Las personas que dieron respuesta negativa, afirman que un calzado de este estilo no es lo suficientemente resistente para poder suplir las necesidades que un calzado actual debe, siendo un material poco apto para este propósito.

B. PERCEPCIÓN DEL MODELO DE CALZADO

8. ¿Qué tan atractivo formalmente considera que es el modelo de calzado presentado?

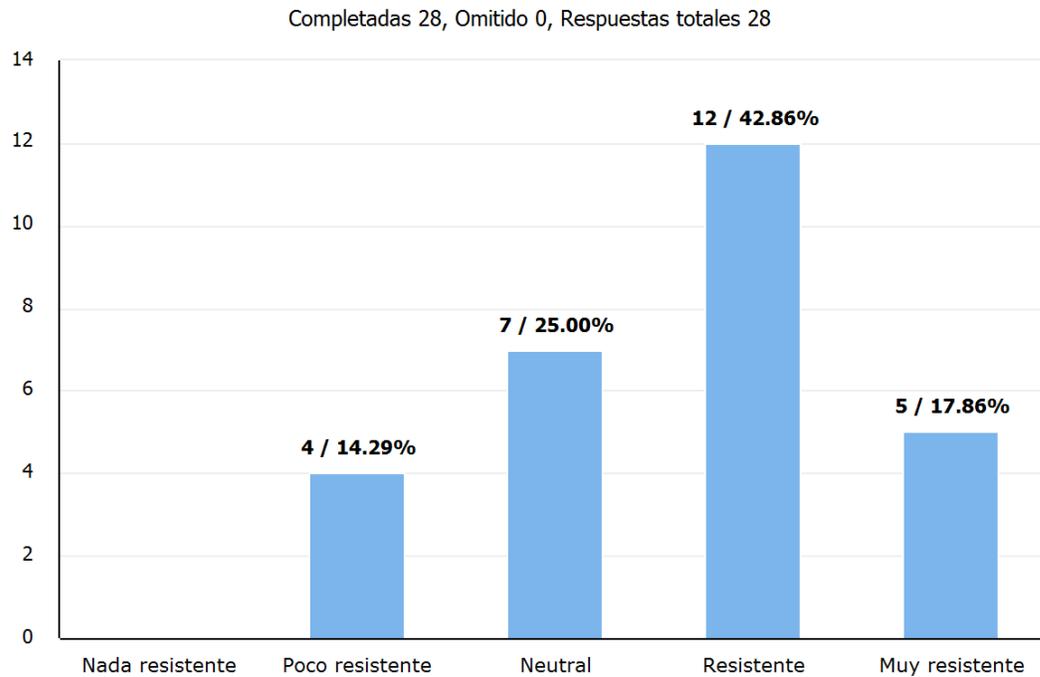


	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	3,57%
2.	2	2	7,14%
3.	3	14	50,00%
4.	4	9	32,14%
5.	5	2	7,14%
PROMEDIO:		3,321428571	

9. Del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿Qué tan agradable al tacto considera que es el modelo de calzado presentado?

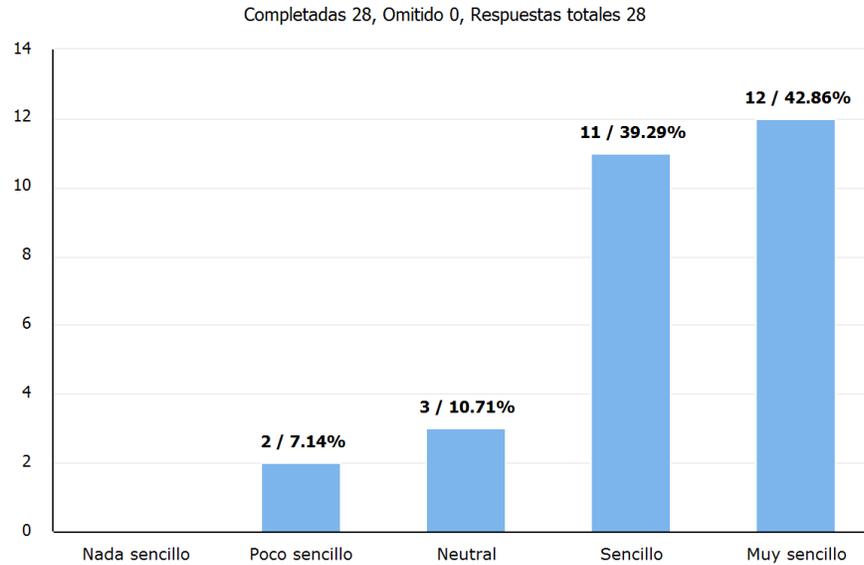
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	2	7,69%
2.	2	3	11,54%
3.	3	7	26,92%
4.	4	6	23,08%
5.	5	8	30,77%
PROMEDIO:		3,576923077	

10. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	4	14,29%
3.	3	7	25,00%
4.	4	12	42,86%
5.	5	5	17,86%
PROMEDIO:		3,642857143	

11. ¿Qué tan sencillo considera que fue la postura del modelo de calzado en su pie?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	2	7,14%
3.	3	3	10,71%
4.	4	11	39,29%
5.	5	12	42,86%
PROMEDIO:		4,178571429	

12. Luego de usar el modelo de calzado presentado, del 1 al 5, donde 1 es poco agradable y 5 es muy agradable ¿qué tan agradable considera que es la textura del material del modelo de calzado presentado?

	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	3,57%
2.	2	0	0,00%
3.	3	8	28,57%
4.	4	11	39,29%
5.	5	8	28,57%
PROMEDIO:		3,892857143	

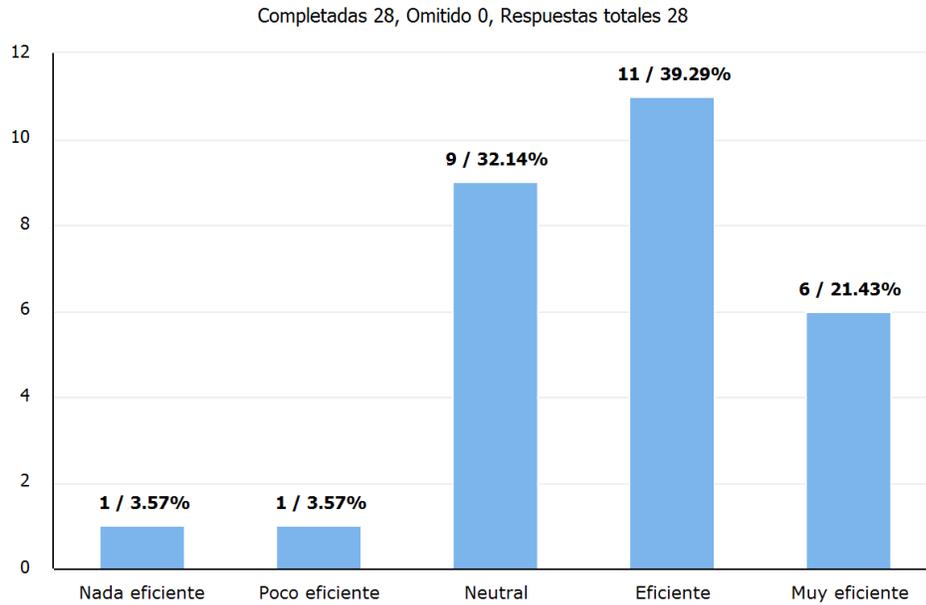
13. Del 1 al 5, donde 1 es poco adaptable y 5 es muy adaptable ¿Qué tanto considera que se adaptó el modelo de calzado a la forma de su pie?

	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	3,57%
2.	2	0	0,00%
3.	3	4	14,29%
4.	4	10	35,71%
5.	5	13	46,43%
PROMEDIO:		4,214285714	

14. En una escala de 1 a 5, donde 1 es nada cómodo y 5 es Muy cómodo, ¿qué tan cómodo considera que fue el modelo de calzado presentado respecto al uso?

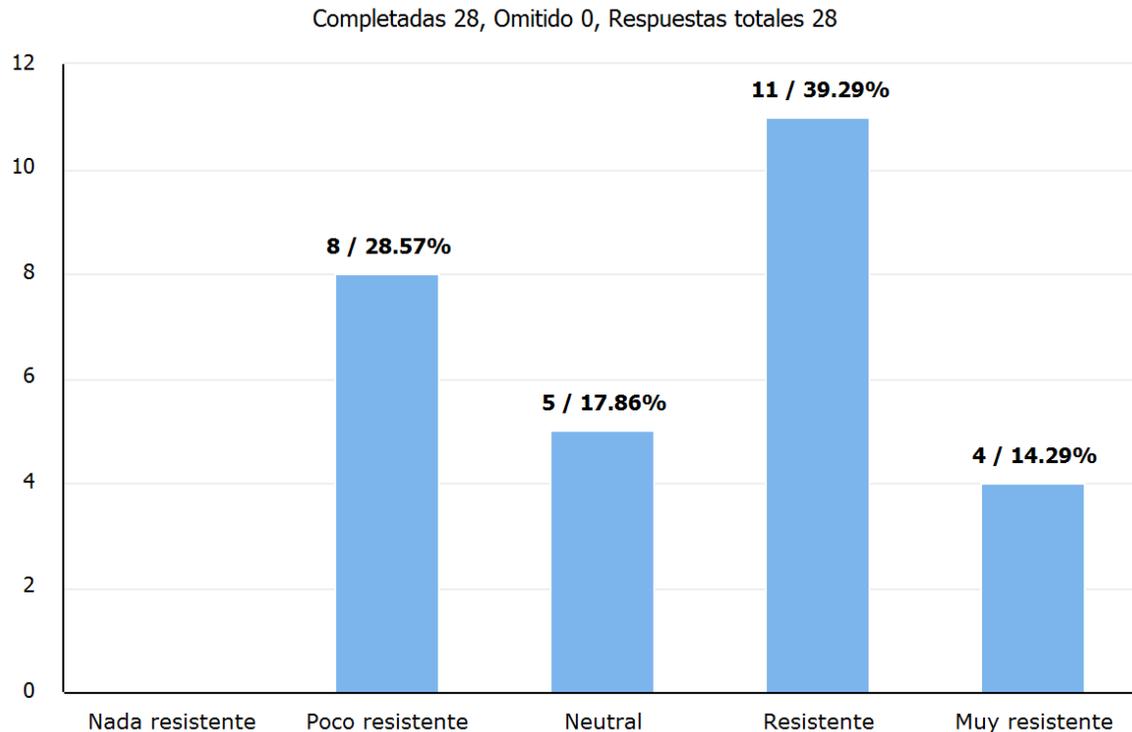
	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	3,57%
2.	2	0	0,00%
3.	3	2	7,14%
4.	4	17	60,71%
5.	5	8	28,57%
PROMEDIO:		4,107142857	

15. ¿Qué tan eficiente respecto al uso, considera que fue el modelo de calzado presentado?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	1	3,57%
2.	2	1	3,57%
3.	3	9	32,14%
4.	4	11	39,29%
5.	5	6	21,43%
PROMEDIO:		3,714285714	

16. ¿Qué tan resistente y duradero considera que puede llegar a ser el modelo de calzado presentado?



	Respuesta	Recuento	%
1.	1	0	0,00%
2.	2	8	28,57%
3.	3	5	17,86%
4.	4	11	39,29%
5.	5	4	14,29%
PROMEDIO:		3,392857143	

17. ¿Qué opina de manera general respecto al modelo de calzado presentado?

Entre las respuestas presentadas, se vio gran aprobación y comodidad por parte del usuario, resaltando su comodidad y facilidad de uso, a su vez del atractivo de la propuesta de material.

Entre los comentarios negativos, se vio un porcentaje que hablaba del atractivo visual del calzado, pues consideran que el estilo debe mejorarse.

18. ¿Usaría usted el modelo de calzado presentado?

Respuesta	Recuento	%
Sí	21	84%
No	4	16%

Las respuestas positivas tienen como rasgo positivo la comodidad al usarlo y el hecho de que la propuesta de material fuera nunca antes vista, sumándole que es algo atractivo para el público joven.

Las respuestas negativas se vieron más afectadas tanto por los gustos personales respecto al estilo y diseño del calzado que por la funcionalidad del mismo.