FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y CONCEPTUALES DE LA CALCETERÍA



José Rafael Posso Pasquel
Elsa Sulay Mora Muñoz
Elvis Raúl Ramírez Encalada

FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y CONCEPTUALES DE LA CALCETERÍA

FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y CONCEPTUALES DE LA CALCETERÍA

José Rafael Posso Pasquel
Elsa Sulay Mora Muñoz
Elvis Raúl Ramírez Encalada

Edita

Editorial Universidad Técnica del Norte
Av. 17 de Julio, 5-21. Campus Los Olivos
Ibarra - Imbabura - República del Ecuador
www.utn.edu.ec
editorial@utn.edu.ec

Pares revisores académicos externos
Ph.D Enric Carrera Gallissà
Doctor en Ingeniería Textil
Universidad Politécnica de Catalunya
enric.carrera@upc.edu
https://orcid.org/0000-0002-6990-4070

MSc. Eva María Mercedes Torales de Méndez
Máster en Desarrollo Emprendedor e Innovación
Universidad Nacional de Asunción - Paraguay
etorales494@fada.una.py
https://orcid.org/0009-0000-8156-5414

Revisión de estilo
MSc. Silvia Arciniega Hidrobo

Fotografía
Autores de la obra
Banco de imágenes: Freepik
Inteligencia Artificial

Diseño de Arte y diagramación
MSc. Ana Lucía Mediavilla
almediavilla@utn.edu.ec

© de los textos y fotografías: sus respectivos autores, 2026.
© de esta edición: Editorial Universidad Técnica del Norte, 2026
1º edición, digital: junio 2026 / ISBN: 978-9942-572-65-3
DOI: 10.53358/libfica/EIQE7692
ROR: https://ror.org/03f0t8b71

Editado en Ecuador
Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial Universidad Técnica del Norte.

Autores

MSc. José Rafael Posso Pasquel
Docente Investigador - Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Grupo de Investigación Textil, INTEX 1
jrposso@utn.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-2153-192X

MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz
Docente Investigador - Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Grupo de Investigación Textil, INTEX 1
esmora@utn.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-1279-2928

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada
Docente Investigador - Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Grupo de Investigación Textil, INTEX 1
erramirez@utn.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-5636-3351

ÍNDICE

Prólogo 11

Introducción 13

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción 17
1.2 Generalidades del Tejido de Punto 18
1.3 Clasificación del Tejido de Punto 20
1.4 Mallas, columnas y pasadas 22
1.5 Formación de mallas 26
1.6 Conclusión 37

CAPÍTULO 2

2.1 Introducción 39
2.2 Definición de Calcetería 40
2.3 Clasificación de las máquinas calceteras 42
2.4 Clasificación por el tipo de maquinaria: máquinas doble cilindro, monocilindro, monocilindro rib. 45
2.5 Conclusión 49

CAPÍTULO 3

3.1 Introducción 51

3.2 Evolución del sector calcetero y oferta actual 52
3.3 Características técnicas de las máquinas calceteras 53
3.4 Características de producción de las máquinas calceteras 58
3.5 Conclusión 62

CAPÍTULO 4

4.1 Introducción 65
4.2 Partes constitutivas de las máquinas calceteras de monocilindro 66
4.3 Conclusión 87

CAPÍTULO 5

5.1 Introducción 89
5.2 Estructura, materiales y estética en la fabricación de calcetines 90
5.3 Formación del tejido 96
5.4 Tipos de diseños de medias y calcetines 99
5.5 Materias primas utilizadas en la calcetería 103
5.6 Estructuras y partes de los calcetines 106
5.7 Calcetines Ejecutivos 107
5.8 Calcetines Deportivos 111
5.9 Tecturas modernas 111
5.10 Tallaje y tamaño 118
5.11 Conclusión 121

Consideraciones Finales 123

Referencias Bibliográficas 125



Prólogo

La calcetería, como área especializada del ámbito textil, ha adquirido una importancia progresiva en la industria por su relación directa con la funcionalidad, el confort y la innovación aplicada a prendas de uso cotidiano. A lo largo del tiempo, el tejido de punto y, de manera particular, el diseño y la fabricación de calcetines han evolucionado significativamente como resultado del desarrollo tecnológico de la maquinaria, la diversificación de las materias primas y las exigencias de un mercado cada vez más enfocado en el bienestar, el rendimiento funcional y la sostenibilidad.

Este libro, titulado “Fundamentos Técnicos y Conceptuales de la Calcetería”, surge como una respuesta a la necesidad de contar con material bibliográfico actualizado y contextualizado para los estudiantes y profesionales de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Su elaboración responde al compromiso académico de fortalecer los conocimientos técnicos desde una base teórica clara, articulada con la experiencia práctica que exige el sector productivo.

En el Capítulo 1, se abordan las generalidades del tejido de punto, su clasificación, estructura básica y los elementos mecánicos involucrados en la formación de mallas. Este marco introductorio es clave para comprender los principios que fundamentan la fabricación de artículos calceteros.

El Capítulo 2 se centra en la calcetería como especialidad, incluyendo la clasificación de máquinas calceteras, las

principales casas comerciales y las características técnicas y de producción que distinguen a los equipos en el entorno industrial.

El Capítulo 3 ofrece una descripción detallada de las máquinas monocilíndricas, que son ampliamente utilizadas en la confección de calcetines. Se analiza su funcionamiento, las mezclas óptimas de fibras, las partes del calcetín, así como las nuevas texturas, tallajes y formas adaptadas a las necesidades actuales del mercado.

Finalmente, el Capítulo 4 profundiza en el tejido calcetero: su estructura, formación y los distintos diseños que pueden lograrse a través de la programación de las máquinas y el conocimiento técnico del operario.

Este texto está dirigido a estudiantes de la Carrera de Textiles, operarios técnicos, docentes y profesionales en esta área que deseen consolidar sus fundamentos o introducirse en el campo de la calcetería con un enfoque claro, ordenado y con aplicación práctica.

Se confía en que esta obra se convierta en una herramienta útil para el aprendizaje y la enseñanza, así como un aporte significativo al desarrollo del conocimiento textil desde nuestro ámbito de la enseñanza.

Autores
Docentes de la Carrera de Textiles
Universidad Técnica del Norte

Introducción

La calcetería constituye un campo especializado dentro de la ingeniería textil, cuya evolución tecnológica y diversificación productiva han impulsado el desarrollo de prendas cada vez más funcionales, estéticas y adaptadas a las exigencias del mercado global. En la actualidad, el diseño, la fabricación y la evaluación de calcetines representan un proceso multidisciplinario donde confluyen la mecánica de precisión, la electrónica aplicada, la ciencia de los materiales, el diseño textil y los sistemas avanzados de control de calidad. Esta complejidad demanda una preparación especializada y actualizada por parte de estudiantes, técnicos, docentes e investigadores que participan en esta área de la industria.

Bajo esta perspectiva, Fundamentos Técnicos y Conceptuales de la Calcetería nace con el propósito de ofrecer una visión integral y sistemática de los principios que sustentan la producción moderna de medias y calcetines. El texto reúne de manera estructurada los fundamentos del tejido de punto, la clasificación y características de las máquinas calceteras, el estudio de sus sistemas mecánicos y electrónicos, así como los conceptos esenciales para comprender la formación de mallas, columnas y pasadas, tanto en tejido por urdimbre como por trama.

Los primeros capítulos introducen al lector en los fundamentos del tejido de punto, describiendo su naturaleza, las estructuras básicas y los elementos mecánicos, agujas, platinas, jacks y selectores, que hacen posible la creación de una amplia gama de tejidos. Se abordan también las clasificaciones del tejido y sus variaciones estructurales,

destacando cómo estas determinan las propiedades elásticas, dimensionales y funcionales que caracterizan a los calcetines.

Posteriormente, la obra profundiza en la maquinaria destinada a la calcetería, analizando los principales tipos de máquinas, monocilíndricas, monocilíndricas rib y de doble cilindro, sus capacidades productivas y sus particularidades técnicas. Se detalla la función de cada uno de sus sistemas constitutivos, desde las filetas y bancadas hasta los mecanismos de selección electrónica, alimentadores, coronas de platinas, cilindros y sistemas de control avanzados que permiten la automatización del proceso y la obtención de estructuras y diseños complejos.

Un componente fundamental del libro es el análisis de la estructura, los materiales y la estética aplicados a la fabricación de calcetines. En esta sección se estudia la relevancia de la selección de fibras, hilados y mezclas frente a necesidades específicas como confort térmico, absorción, amortiguación, elasticidad, compresión, transpirabilidad o resistencia al desgaste. Asimismo, se describen las partes que conforman el calcetín y los distintos tipos de diseño y texturas modernas, liso, rizo, medio rizo, malla retenida, hilo flotante, acanalado, links-links, que predominan en los ámbitos de moda, deporte y aplicaciones especializadas.
El libro incorpora también el estudio del tallaje y ajuste, aspectos fundamentales para garantizar la ergonomía, la comodidad y el buen desempeño de la prenda durante su uso. Esta revisión integral permite al lector comprender la relación entre estructura, materiales y funcionalidad, elementos esenciales para el desarrollo de calcetines de calidad industrial.

Cada capítulo ha sido organizado para guiar al lector desde los conceptos más generales hasta los elementos técnicos de mayor complejidad. El contenido se apoya en documentación técnica de fabricantes de maquinaria, normativa textil, principios académicos del tejido de punto y conocimiento aplicado del sector productivo.

En conjunto, Fundamentos Técnicos y Conceptuales de la Calcetería constituye una obra de referencia esencial para quienes se inician en el estudio de la calcetería y para profesionales que buscan profundizar en la mecánica, la estructura y la innovación aplicada al diseño y producción de calcetines. Su enfoque integral facilita la conexión entre el

conocimiento teórico y las exigencias reales de la industria, fortaleciendo la formación, la investigación y la práctica profesional en el ámbito del tejido de punto y la calcetería contemporánea.



Capítulo 1.

1.1 Introducción

El tejido de punto constituye una de las bases fundamentales de la industria textil moderna, especialmente en el ámbito de la calcetería, la moda y los textiles técnicos. Su importancia reside en la versatilidad estructural y funcional que ofrecen sus tramas y urdimbres, permitiendo la elaboración de productos con propiedades únicas de elasticidad, confort, adaptabilidad y diseño.

Este capítulo tiene como propósito presentar una visión integral de las generalidades del tejido de punto. Se inicia con su definición y clasificación, diferenciando entre tejidos de punto por urdimbre y por trama, y se exploran otras formas de categorización según su aplicación o estructura. Posteriormente, se abordan los conceptos de mallas, columnas y pasadas, que permiten entender cómo se forma la estructura del tejido. Finalmente, se analiza la formación de mallas en función del sistema de producción (urdimbre o trama) y se detallan los componentes mecánicos esenciales de las máquinas de tejido, como las agujas, platinas, jacks y selectores, elementos esenciales para el diseño y funcionamiento del tejido.

Con este enfoque, se proporciona al lector una base conceptual y técnica sólida, esencial para comprender los procesos posteriores de fabricación textil y las aplicaciones avanzadas en diversas ramas del sector.

1.2 Generalidades del Tejido de Punto

1.2.1 Definición de Tejido de Punto

El tejido de punto, también llamado género de punto o tejido de malla, es una estructura textil que se forma mediante el entrelazamiento de bucles o mallas generados por uno o más hilos, los cuales se enlazan entre sí. (Solé, n.d.).

La textilería es una de las industrias más importantes a nivel mundial, ya que, bajo el concepto de cubrir el cuerpo humano como medida de elegancia, moda, comodidad, protección contra agentes climáticos, flexibilidad y diseño, permite crear un gran abanico de productos terminados como sweaters, calcetines, camisetas, camisas, pantalones, faldas, guantes, bufandas, entre otros.

En tanto que el tejido de punto tiene una naturaleza en su estructura que lo hace más flexible, amoldable al cuerpo físico del usuario de la prenda, fresco cuando se utilizan materias primas absorbentes como el bambú o el algodón para usarse en climas veraneros, cálido para temporadas o sitios fríos empleando en la fabricación hilos de lana, acrílico, nylon o poliéster y para climas mixtos podría ser una combinación de los dos tipos de materiales textiles en diferentes porcentajes de mezclas según las necesidades del mercado consumidor.

Los tejidos de punto también son arquitecturas tejidas con hilos naturales o sintéticos que brindan en el género textil, tolerancias al daño, tenacidad, estiraje y formabilidad en sentido vertical y horizontal por las bondades geométricas de elongación que poseen los bucles o mallas entrelazadas entre sí unas a continuación de otras (Akbari et al., 2023).

La malla o bucle es la unidad básica del tejido de punto, de ahí el concepto de que este es aquel que está formado por la unión de mallas, sea en sentido vertical u horizontal, lo cual es determinante para establecer si el género textil corresponde a tejido de punto por urdimbre o por trama, las cuales tienen características diferentes en estructura geométrica, funcionalidad, elasticidad, resistencia y usos.

La técnica del tejido de punto data del siglo XIII aproxima-

damente, donde eran realizadas mediante el proceso de tejer a mano, pasando el lazo de un hilo a través de otro lazo por medio de las puntas de dos varas de madera, lo que posteriormente tomaría el nombre de agujetas. La variación del entrelazamiento de los hilos determinaba la estructura del tejido, lo que se denominaría desde esa época como diseño.

Desde finales del siglo XVIII y durante las primeras décadas del siglo XIX, la Revolución Industrial transformó la industria textil mediante la incorporación progresiva de procesos mecanizados. En este contexto, la fabricación artesanal del tejido fue reemplazada por la introducción de las primeras máquinas tejedoras. Estas empleaban agujas metálicas, fabricadas a partir de alambre curvado, provistas de un gancho con cierre en uno de sus extremos, lo que permitía formar hileras de bucles entrelazados. Dichas agujas facilitaban el entrelazamiento de los hilos, ya fuera en sentido longitudinal (urdimbre) o transversal (trama), permitiendo construir estructuras textiles diversas según el diseño requerido. Esta innovación sentó las bases para el desarrollo del tejido de punto moderno y supuso un punto de inflexión en la evolución tecnológica del sector.

El tejido de punto desde entonces ha evolucionado a gran velocidad mecánica, eléctrica y tecnológica, pasando desde la elaboración por acción mecánica de agujas y platinas que son movidas por motores y bandas de transmisión muy grandes en tamaño, formando diseños básicos, a la confección de diseños amplios denominados Jacquard por el comando de movimientos de jacks y selectores, hasta la fabricación actual de dibujos llamados full Jacquard con el sistema electroneumático aguja por aguja con la intervención de actuadores y torretas electro magnéticas, donde los diseños son ilimitados y realizados en un computador y duplicados exactamente en la estructura física y geométrica de las telas.

Las exigencias actuales del mercado global buscan satisfacer las necesidades de los usuarios que ejecutan diferentes actividades físicas, por lo que las prendas deben tener una alta capacidad de extenderse de acuerdo con el movimiento del cuerpo humano y brindar propiedades de elasticidad y de recuperación dinámica al mismo tiempo, de tracción, de deformación, de resistencia a la fatiga y a la presión sobre el cuerpo (Panahi et al., 2023).

1.3 Clasificación del Tejido de Punto

En la industria textil existen diversos procesos de fabricación de tejidos de punto, se clasifican principalmente según el sistema de formación de la malla. En este sentido, se distinguen dos categorías estructurales: los tejidos de punto por urdimbre y los tejidos de punto por trama, cada uno con características técnicas, estructurales y aplicaciones específicas dentro de la producción textil.

1.3.1 Tejido de punto por urdimbre

El tejido de punto por urdimbre se caracteriza porque los hilos forman mallas en dirección vertical a lo largo del tejido. A diferencia del tejido de punto por trama, cada hilo se trabaja de forma independiente mediante una aguja por hilo, lo que permite obtener estructuras estables y con elasticidad principalmente transversal. La alimentación de los hilos se realiza mediante enjulios, que mantienen los hilos paralelos y una tensión uniforme durante el proceso. Además, este tipo de tejido no se desteje fácilmente cuando se rompe una malla, lo que le confiere mayor estabilidad estructural. En la maquinaria moderna, la sincronización de dos camas de agujas permite incluso la fabricación de prendas completas sin costuras, conocidas como Whole Garment.

1.3.2 Tejido de punto por trama

El tejido de punto por trama se forma mediante hilos que generan mallas en dirección horizontal. Se caracteriza por presentar elasticidad tanto longitudinal como transversal, cuyo grado depende de la estructura del tejido. Sin embargo, si una malla se rompe, el tejido puede destejerse verticalmente en la correspondiente columna. Estos tejidos se producen en máquinas de agujas planas o cilíndricas, un hilo recorre sucesivamente todas las agujas para formar la estructura. La alimentación del hilo se realiza mediante conos o bobinas individuales, y el movimiento de las agujas es controlado por levas mecánicas, neumáticas o electrónicas. El producto obtenido puede presentarse como tela continua o como prendas completas, según el tipo de máquina utilizada.

Existen tejidos de punto por trama tridimensionales, los cuales se elaboran separando las dos capas funcionales, de las cuales, la exterior denominada de protección contiene variables de polietileno de alto peso molecular y basalto, la misma que está conectada mediante poliamida con la capa interna elaborada con poliéster y que tiene contacto con la piel (Panahi et al., 2023).

Las investigaciones sobre géneros de punto por trama elaborados con hilos de elastano evidencian mayor elasticidad y presentan mejor recuperación elástica en comparación con aquellos que no incorporan esta fibra. Asimismo, estos tejidos generan menores niveles de presión estática y dinámica durante el movimiento, como al caminar o correr, lo que favorece la comodidad y la libertad de movimiento. En cambio, cuando el cuerpo se encuentra en reposo, la presión ejercida sobre la piel tiende a ser ligeramente mayor, contribuyendo a un ajuste adecuado del tejido sobre el cuerpo (Panahi et al., 2023).

1.3.3 Otras clasificaciones

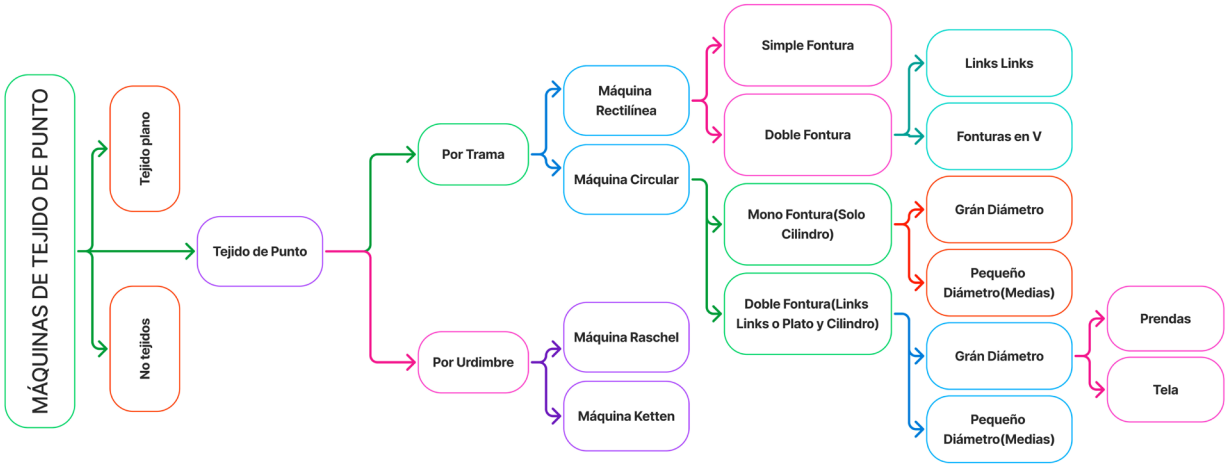
Existe una variedad de subclasificaciones del tejido de punto (ver Figura 1), que hacen referencia a la palabra máquina, entre las que se pueden nombrar las siguientes:

- Por el tipo de agujas: máquinas de agujas de ganchillo; de lengüeta de 1 o 2 cabezas; de cerrojos.
- Por la forma de la máquina: rectilíneas; circulares de gran diámetro; circulares de pequeño diámetro.
- Por el número de fonturas: monofontura; doble fontura.
- Por la tecnología: máquinas manuales; mecánicas; semi-electrónicas; electrónicas; y full electrónicas.
- Por el producto fabricado: máquinas de tela; suéteres; calcetines; guantes; gorras; camisetas, tops (prenda de vestir femenina, masculina o unisex sin mangas) y crop top (prenda de vestir unisex, femenina o masculina sin mangas ni tirantes en los hombros).

Una clasificación del tejido de punto muy útil por el concepto de máquinas es el siguiente:

Figura 1

Clasificación del tejido de punto según el tipo de proceso, la maquinaria y la estructura de fontura.



Nota. Adaptado de (Online Clothing Study, 2020).
https://www.onlineclothingstudy.com/2020/08/classificpaation-of-knitting-machines.html

1.4 Mallas, columnas y pasadas

En el tejido de punto sea por urdimbre o por trama, se encuentra la presencia física de estas estructuras denominadas mallas, columnas y pasadas, las cuales tienen su importancia dentro de las formas geométricas del género textil y que sirven para determinar la densidad de la tela, el gramaje y el rendimiento, conceptos que a lo largo la lectura y aplicación de este libro se mencionarán a su debido tiempo.

La elaboración del género textil de punto sea manual o en máquinas es una técnica donde el hilo se dobla en un lazo y este a la vez se interconecta con otros para formar la tela, considerando que la estructura del tejido y la materia prima utilizada determinan qué tipo de enmallado se fabrica y su aplicación, a la vez que la flexión del hilo es determinante para proporcionar un mejor estiramiento, comodidad y extensibilidad (Ashraf et al., 2023).

Se ha dicho anteriormente que el tejido de punto tiene como unidad básica de sus estructuras a la malla, también llamada cursa y mencionada también como bucle; esta unidad básica del tejido se debe señalar que es diferente en los dos tipos de géneros textiles de punto: por urdimbre y por trama.

1.4.1 Mallas, columnas y pasadas del tejido de punto por urdimbre

Las mallas del tejido de punto por urdimbre se forman de manera vertical por entrecruzamiento de varios hilos que se encuentran paralelos unos con otros, esto se debe a que para formar cada malla se necesita un hilo por cada aguja que está sujeta mecánicamente en la cama plana. Esto quiere decir que, si una cama plana tiene mil agujas, se necesitarán mil hilos para que se confeccione mil mallas de tejido de punto por urdimbre.

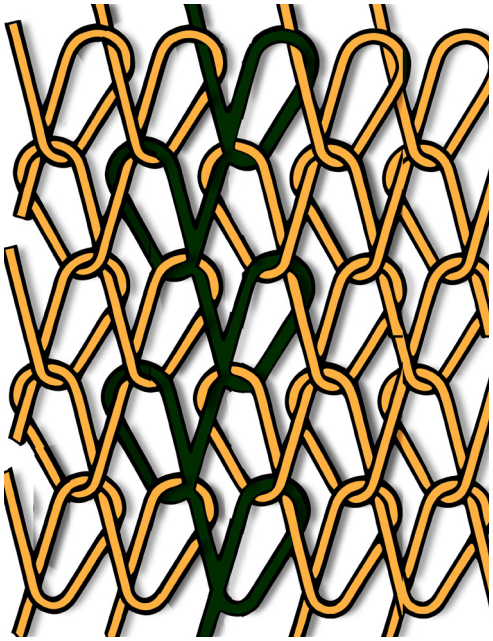
El entrelazamiento de los diferentes hilos en la formación de las mallas, presentan una estructura de zigzag, cuyo cruce puede ser de pequeñas distancias de una aguja, hasta cruces extendidos de cuatro o más, dependiendo del diseño de la tela y del avance a izquierda y derecha de cada hilo que forma parte de la geometría del género textil y del uso posterior que se dará a la tela y/o al artículo terminado, como se observa en la Figura 2.

Las partes de la malla en el tejido de punto por urdimbre se conocen como: cabeza, lado y pies. En la literatura técnica y en los catálogos de fabricantes de maquinaria, especialmente en idioma inglés, el término legs se utiliza para referirse a los lados de la malla. No obstante, en español se prefiere emplear el término lados, con el fin de evitar confusiones con el término pies, facilitando así una interpretación más clara para el personal involucrado en la producción de tejidos de punto. Véase Figura 3.

La secuencia y entrelazamiento de unas mallas a continuación de otras,

Figura 2

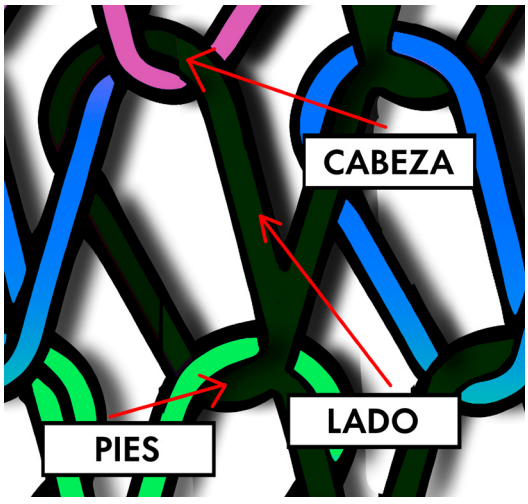
Mallas de tejido de punto por urdimbre



Nota. Adaptado de *Welkang Textile* (2021). https://es.welkangtextile.com/info/how-to-distinguish-warp-knitted-and-weft-knitt-65951357.html

Figura 3

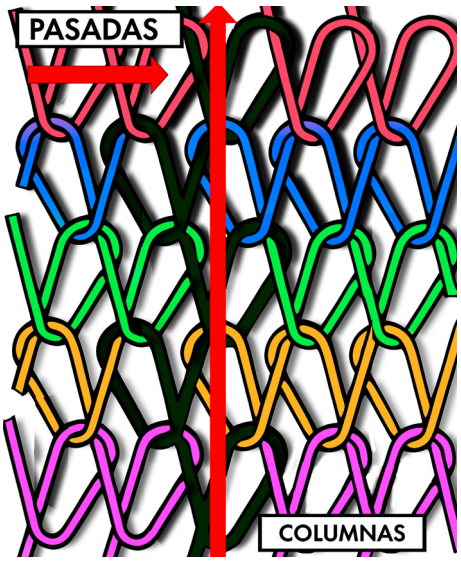
Partes de las mallas de tejido de punto por urdimbre.



Nota. Adaptado de *Knitting Technology* (3.ª ed., p. 53), por D. J. (Spencer, 2001).

Figura 4

Columnas y pasadas del tejido de punto por urdimbre.



Nota. Tomado de *Hilados de Alta Calidad* (s. f.). https://www.hiladosdealtacalidad.com/telas-y-tejidos

que permiten en el tejido formar las columnas y las pasadas (ver Figura 4), las cuales tienen diferentes conceptos y utilidades técnicas que dan características de densidad a la tela y que son la base para determinar gramajes y rendimientos de tejido.

Las columnas de mallas son las cadenetas que se encuentran en sentido vertical, paralelas unas a otras, lo que es directamente proporcional al número de agujas en el tejido; en tanto que las pasadas son las cadenetas de mallas que se encuentran en sentido horizontal, las cuales pueden llegar a ser indefinidas, ya que dependen de la producción de la tela de punto, por lo que se transforman en definidas cuando se da una medida de longitud como base de cálculo.

1.4.2 Mallas, columnas y pasadas del tejido de punto por trama

Las cadenetas de mallas del tejido de punto por trama se forman de manera horizontal unas a continuación de otras, con un solo hilo que alimenta a todas las agujas que se encuentran localizadas en la fontura plana o circular de la maquinaria. Esto implica que, si una cama plana o circular tiene mil agujas, necesitará un solo hilo para que confeccione mil mallas de tejido de punto por trama.

En este tipo de máquinas, el entrelazamiento de las mallas en sentido vertical se va suministrando por la alimentación de un hilo sobre la cadeneta ya formada, tejiendo aguja por aguja, tomando en cuenta que el hilo que forma la pasada nueva sobre la formada anteriormente puede ocupar el mismo hilo o uno diferente.

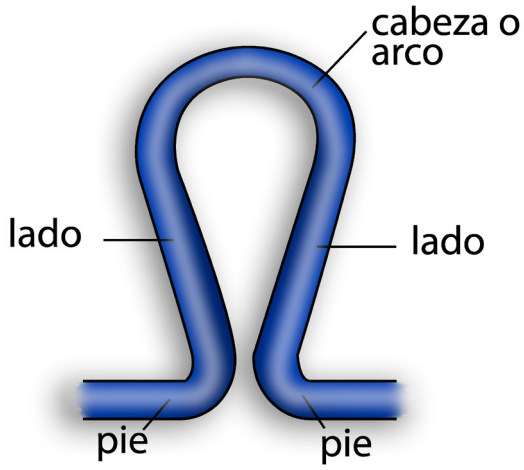
La estructura que presenta este tipo de tejido de punto por trama es fácilmente identificable tanto en las columnas como en las mallas, ya que se encuentran unas a continuación de otras en los dos sentidos: vertical y horizontal. Véase la Figura 5.

En la Figura 6 se presentan las partes de la malla de tejido de punto por trama (cabeza, lados y pies). Son las mismas que las de urdimbre, considerando que la estructura geométrica es totalmente diferente. De igual manera, el término inglés legs ha sido sustituido por la palabra lados, para evitar confusiones.

En similitud con los tejidos de punto por urdimbre, las columnas de mallas son las cadenetas que se observan en sentido vertical, siendo directamente proporcionales al número de agujas que se alojan en las camas, sean rectilíneas o circulares; cada columna está separada de otra por las entremallas.

Figura 6

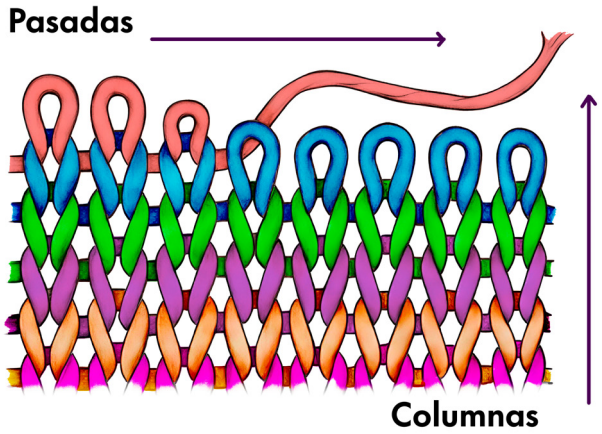
Partes de la malla del tejido de punto por trama.



Nota. Imagen adaptada de Spencer, D. J. (2001), *Knitting technology* (3.ª ed., p. 53), Woodhead Publishing

Figura 5

Pasadas y columnas del tejido de punto por trama.



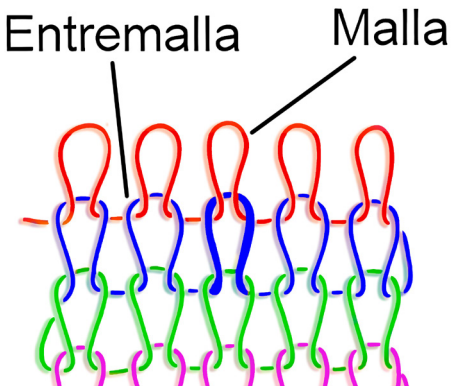
Nota. Tomado de *Hilados de Alta Calidad* (s. f.). https://www.hiladosdealtacalidad.com/telas-y-tejidos

En la Figura 7 se representan las pasadas, definidas como cadenetas de cursos dispuestas en sentido horizontal. Estas pueden considerarse indefinidas cuando dependen únicamente del funcionamiento continuo de la maquinaria, o definidas cuando se establece una longitud deter-

minada como base para el cálculo y el control del proceso productivo.

Figura 7

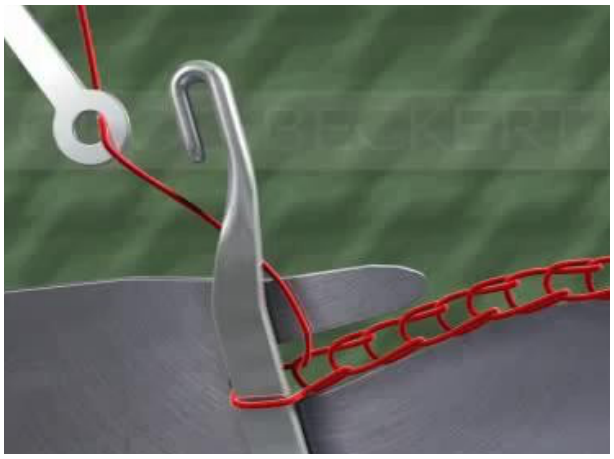
Mallas y entremallas del tejido de punto por trama.



Nota. Imagen adaptada de Spencer, D. J. (2001), *Knitting technology* (3.ª ed., p. 57), Woodhead Publishing.

Figura 8

Aguja de cerrojo compuesta durante la formación de la malla en el tejido de punto.



Nota. Imagen capturada del video de *Textile Bulletin* (s.f.). https://www.youtube.com/watch?v=ui4nLhRZKQs

1.5 Formación de mallas

1.5.1 En Tejido de Punto por Urdimbre

En la Figura 8 se presenta la formación de mallas en el tejido de punto por urdimbre, se realiza por envolvimiento de un hilo que es guiado por un pasador o también llamado guía hilo alrededor de la aguja. Este envolvimiento es realizado simultáneamente por todos los guías de hilos alrededor de todas las agujas que se encuentran sujetas a la cama o fontura plana respectiva.

Las agujas en este tipo de máquinas pueden ser de cerrojo, ganchillo o de lengüeta y los pasadores pueden tener el mismo color de hilo o diferente. En este proceso de envolvimiento, la cama de agujas asciende para presentar las agujas y luego desciende para la inserción de mallas nuevas dentro de las ya formadas.

En el género de punto, los tejidos se producen con un ancho constante y una longitud continua, por lo que se enrollan en piezas para el transporte a los siguientes procesos de acabado. Paralelamente, la tecnología moderna, como las máquinas de tejido (Whole Garment), es capaz de tejer prendas completas, y en los dos casos, sean tejidos continuos y géneros completos, los hilos más utilizados son los de poliéster y/o poliamida 6 o 6.6.

Las aplicaciones son: lencería, corsete-

ría, mantelería, cortinería, tapicería, ropa y vestidos, prendas deportivas exteriores y accesorios.

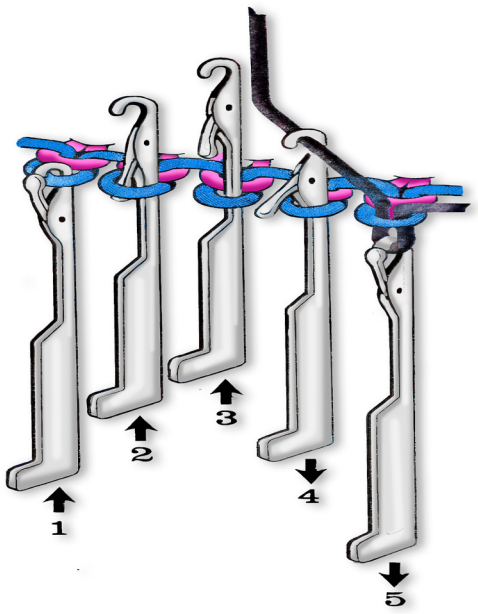
1.5.2 En tejido de punto por trama

Los textiles de punto por trama son los más preferidos para la elaboración de ropa deportiva, informal, semiformal y funcional en la sociedad consumidora de esta década, ya sea por su comodidad, transpirabilidad, elasticidad, estiramiento, el control de calor y humedad, que son características propias de la estructura de mallas de estos géneros (Mishra, 2021).

La formación de mallas en este tipo de tejido puede realizarse de tres maneras: por acción de una aguja con una platina, por intervención de dos agujas y por movimiento de una aguja de dos cabezas, ver Figura 9.

Figura 9

Secuencia de formación de la malla en el tejido de punto mediante la acción de la aguja de lengüeta.



Nota. Adaptado de *Lee, J. S.* (2015). http://contents.kocw.or.kr/KOCW/document/2015/chungnam/leejungsoon/9.pdf

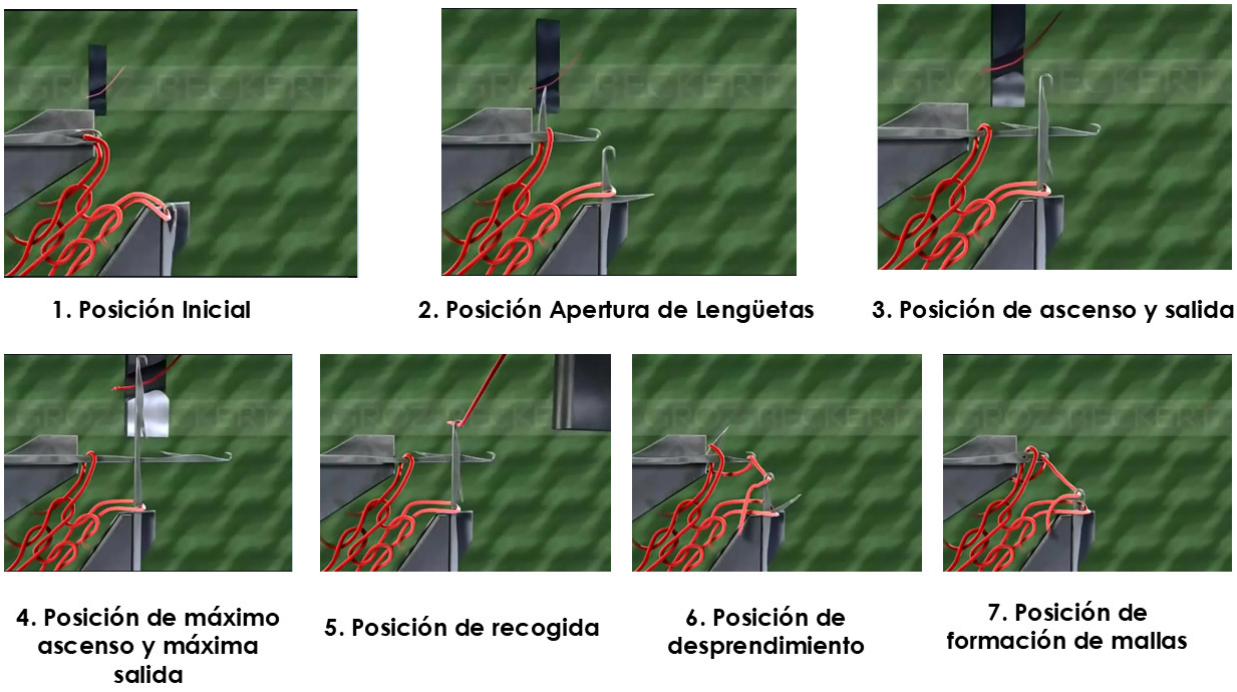
- Por acción de una aguja con una platina: La formación de mallas con estos dos elementos denominados agujas y platinas que forman un ángulo de 90° entre ellas, es característica de las máquinas circulares mono fontura, en la cual los movimientos de ascenso de las agujas permiten tomar el hilo del guía hilo y a la vez insertarlo dentro de una malla vieja en la fase de descenso, ayudados por la acción mecánica de la platina que sostiene la tela para que no se suba a la zona de tisaje.

Por intervención de dos agujas: Es característica de las máquinas que poseen dos fonturas sean circulares o planas a 90° una de otra en la zona de

tisaje, donde las dos agujas forman sincronizadamente las mallas nuevas por inserción de un hilo en el interior de las cursas viejas; recalcando que la aguja que se encuentra en sentido vertical es la que asciende a recoger el hilo del guía hilo, en tanto que la aguja que se halla en sentido horizontal, solamente recibe al hilo el momento que la aguja vertical desciende, ver Figura 10.

Figura 10

Formación de mallas por acción de las agujas en dos fonturas.

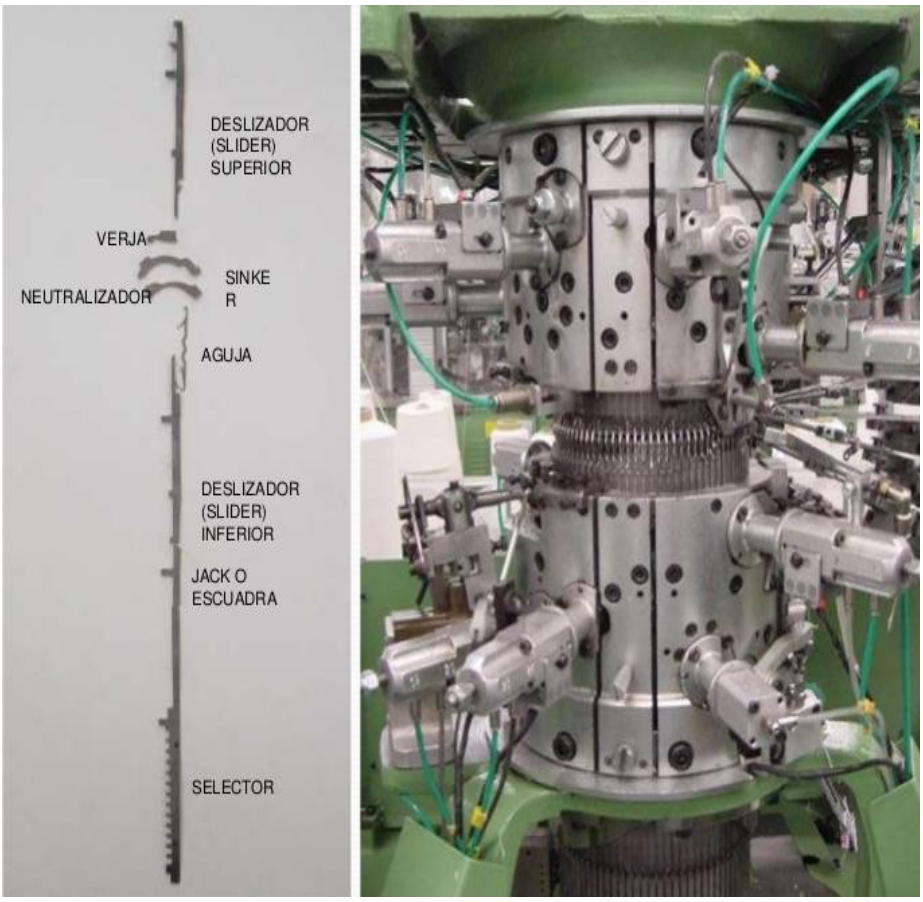


Nota. Capturas de pantalla del video *Movimientos de las agujas Groz-Beckert en dos fonturas para la formación de mallas, por Textile Bulletin* (2020), YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ui4nLhRZKQs

Por movimiento de una aguja de dos cabezas: En este caso una aguja de dos cabezas forma mallas en dos fonturas sean planas o circulares que tienen 180° entre ellas; la aguja forma primeramente una malla en la fontura superior con la una cabeza y luego se traslada a la Frontera inferior a formar una cursa con la otra cabeza, véase la Figura 11.

Figura 11

Formación de mallas por acción de las agujas en dos cabezas.



Nota. Imagen capturada del video corto *(YouTube Shorts)* publicado por *Textile Bulletin* (s. f.). https://www.youtube.com/shorts/-OPqv-D7TD18

1.5.3 Agujas, platinas, jacks y selectores

Los tejidos de punto por trama se producen en maquinaria para suéteres, calcetines, guantes, bufandas, gorras y tejidos destinadas a la confección; el proceso de formación del tejido depende del funcionamiento coordinado de agujas, platinas, jacks y selectores. Estos elementos mecánicos permiten generar distintas estructuras, generalmente configuradas en forma de V (estructura triangular) o U (estructura rectangular), las cuales influyen en las propiedades físicas y funcionales del género textil, como elasticidad, estabilidad y apariencia superficial (Huang & Song, 2023).

Asimismo es fundamental considerar, en la textura de los

géneros de punto por trama, parámetros como la longitud del bucle, el número de columnas (wales) y hileras de mallas (courses) por centímetro o por pulgada. Estos factores determinan la densidad del tejido, la estructura del área tejida y el factor de tirantez, influyendo directamente en las propiedades mecánicas y en la estabilidad dimensional del tejido. (Chauhan & Ghosh, 2023).

Para la formación de mallas del tejido de punto es necesaria la presencia de ciertos elementos o accesorios denominados: agujas y platinas cuando la formación del tisaje es de manera directa en las camas planas o cilindros de las máquinas; y de forma indirecta cuando los movimientos de agujas son originados por transmisión de los jacks y selectores para la formación del tejido.

1.5.3.1 Agujas

Son elementos de estructura metálica y de forma especial que se encargan de la formación de mallas, por movimientos de subida y bajada o de izquierda a derecha en una base de cama plana o de forma cilíndrica, ver Figura 12.

Las agujas más empleadas en máquinas de tejido de punto son: agujas de ganchillo, pico o prensa; agujas de lengüeta, selfactina o automática; aguja de cerrojo compuesta; aguja Otto. De estas agujas, la de lengüeta es la que se ha posicionado como exclusiva en el tejido de punto por trama, en tanto que las tres restantes se usan en máquinas de tejido de punto por urdimbre.

Agujas de lengüeta

Al ser la aguja más usada en tejido de punto por trama, ya sea en máquinas de fontura plana o circular, será la que analiza más a detalle sus características:

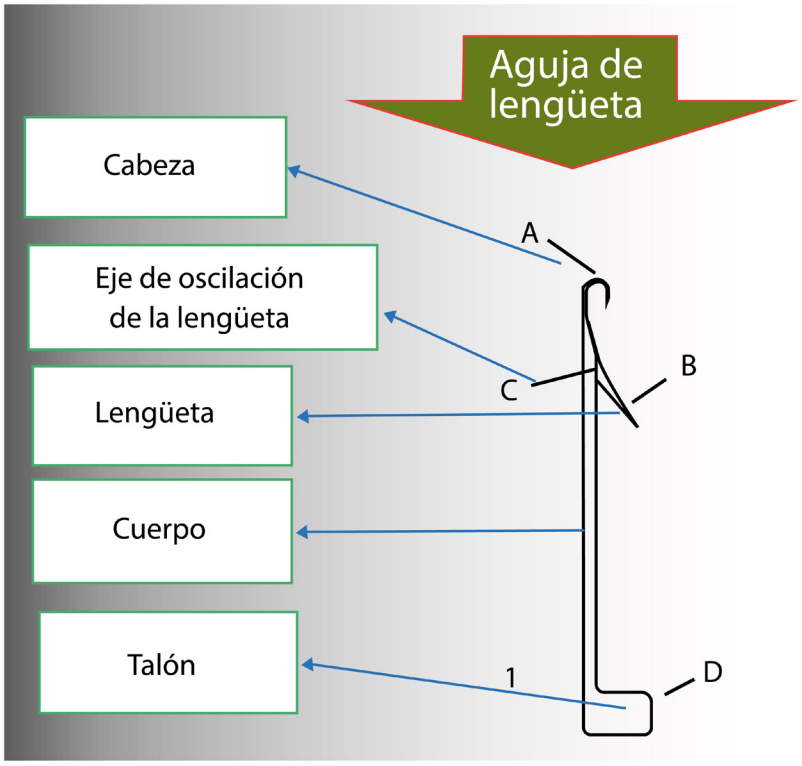
- Puede ser su estructura metálica de alambre o troquelada; la de alambre, el talón es formado por curvas específicas que permitirán el ascenso y descenso de las agujas, en tanto que las troqueladas son planchas aceradas cortadas al milímetro.

- Para la inserción de las mallas posee en su parte superior una cabeza y un gancho.

- La lengüeta sirve para ayudar a la formación de la malla nueva y la carga de varias mallas a la vez.
- El eje que permite la oscilación de la lengüeta en la inserción y descarga de las mallas.
- El cuerpo, también llamado asta o mástil, se encarga de alojar a la malla vieja.
- El talón es el que comanda los movimientos de ascenso y descenso de la aguja para el desprendimiento de las mallas que se encuentran en la zona de la cabeza y lengüeta.

Figura 12

Aguja de lengüeta.



Nota. Agujas de lengüeta. Adaptado del catálogo 4 Cus Elite 2C (SANGIACOMO, n.d.-b).

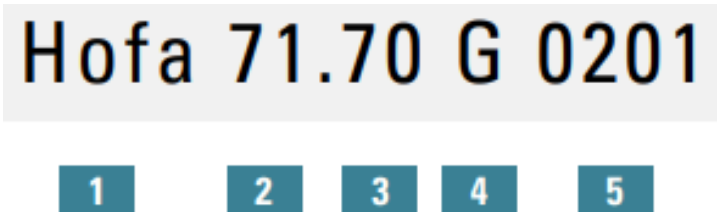
Todas las agujas utilizadas en la industria del tejido de punto poseen una codificación alfanumérica estandarizada, indispensable para diferenciarlas, ya que visualmente pueden parecer similares. Esta codificación contempla elementos como la forma de la cabeza, gancho, lengüeta,

mástil y talón, que determinan su funcionalidad y compatibilidad con distintas máquinas, ver Figura 13.

El fabricante Groz-Beckert se destaca como referente internacional en la producción de agujas, platinas y otros componentes, y su sistema de codificación es ampliamente aceptado por constructores de maquinaria y proveedores de repuestos textiles. Este sistema permite una identificación técnica precisa de parámetros como calibre, longitud total, altura del gancho, tipo de base y otros, facilitando así una selección adecuada y reduciendo errores en el proceso de tisaje.

Figura 13

Codificación alfanumérica de agujas Groz-Beckert para máquinas circulares de tejido de punto.



Nota. Tomado de *Socks* [catálogo técnico en PDF], por *Groz-Beckert* (s. f.). https://www.groz-beckert.com/mm/media/pl/web/pdf/Socks.pdf

Hofa, describe que es una codificación de agujas para máquinas circulares.

1. Longitud total en mm.
2. Espesor en 1/100 mm.
3. G, que indica que es una codificación de GROZ-BECKERT.
4. Variante de GROZ-BECKERT, que relaciona la forma de la cabeza, gancho y talón.

Esta codificación es imprescindible para la compra de reposición de agujas y asegura que la maquinaria realice sus productos con los mismos accesorios de tejido a fin de evitar fallos en la estructura de la tela o género textil.

1.5.3.2 Platinas

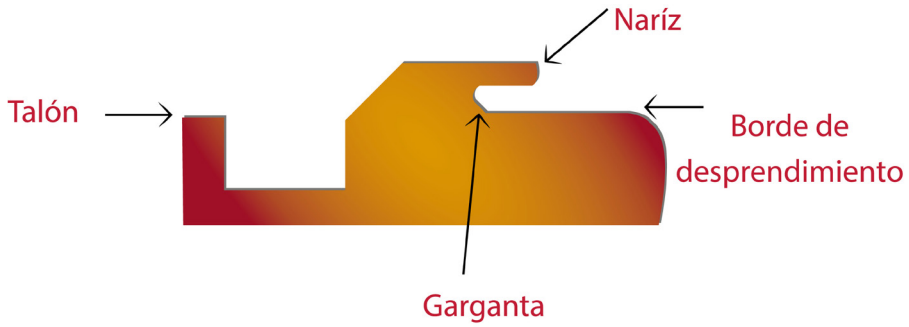
Son elementos o accesorios metálicos que se mueven sincrónicamente con las agujas en la formación de mallas,

permitiendo sostener el tejido cuando las agujas ascienden y empujar la tela hacia el interior del cilindro o de las camas planas una vez que las mallas viejas han sido descargadas por las agujas. Las platinas presentan las siguientes características generales (ver Figura 14):

- Pueden ser de tres clases dependiendo del tejido a confeccionar: platina para liso; para tejidos de felpa y felpa invisible; platina para rizo.
- Redondeo de bordes óptimo.
- Precisión de exactitud de medidas.
- Elevada calidad de material.
- Escotadura concatenada.
- Protección al desgaste en la zona de contacto con el hilo y con el anillo de platinas.
- Ideal para alto rendimiento y altas velocidades de giro del cilindro.
- Posee un talón que le permite los movimientos de ingreso y salida de la tapa o anillo de platinas.
- Tiene una nariz que sostiene al tejido para que no se suba con las agujas en el movimiento de ascenso de estas últimas.
- La garganta de la platina ayuda a empujar al tejido hacia el interior del cilindro o de la fontura plana en el momento en que se ha formado una malla nueva.
- El borde de desprendimiento permite un deslizamiento del tejido ya formado sin que se dañe la estructura de las pasadas de mallas.

Figura 14

Platinas y partes funcionales empleadas en máquinas calceteras de tejido de punto.

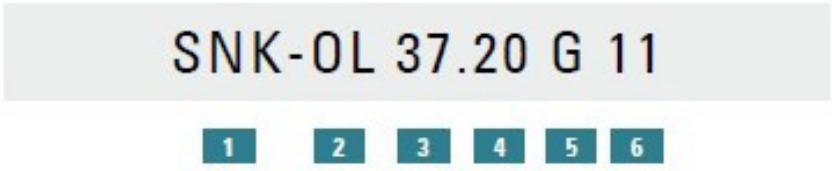


*Nota. E*squema de la platina que identifica el talón, garganta, nariz y el borde de desprendimiento, elementos clave en la formación y liberación de la malla durante el tejido de punto. Adaptado de *Large diameter circular knitting* [PDF], por Groz-Beckert (s. f.). https://www.groz-beckert.com/mm/media/es/web/pdf/Hosiery_and_Seamless_Bodysize.pdf

La codificación de las platinas según GROZ-BECKERT sigue un sistema estandarizado similar al de las agujas, basado en criterios técnicos como dimensiones y uso específico, ver Figura 15, lo que garantiza compatibilidad y eficiencia en el proceso de tisaje. Aunque no existe una norma internacional oficial que regule este sistema, su adopción generalizada lo ha convertido en un quasi-estándar en la industria, por ejemplo:

Figura 15

Codificación alfanumérica de platinas Groz-Beckert para máquinas circulares de tejido de punto.



Nota. Códigos alfanuméricos utilizados por Groz-Beckert para la identificación de platinas en máquinas circulares de punto. Tomado de *Hosiery and Seamless Bodysize* (p. 6), por *Groz-Beckert* (s. f.). https://www.groz-beckert.com/mm/media/es/web/pdf/Hosiery_and_Seamless_Bodysize.pdf

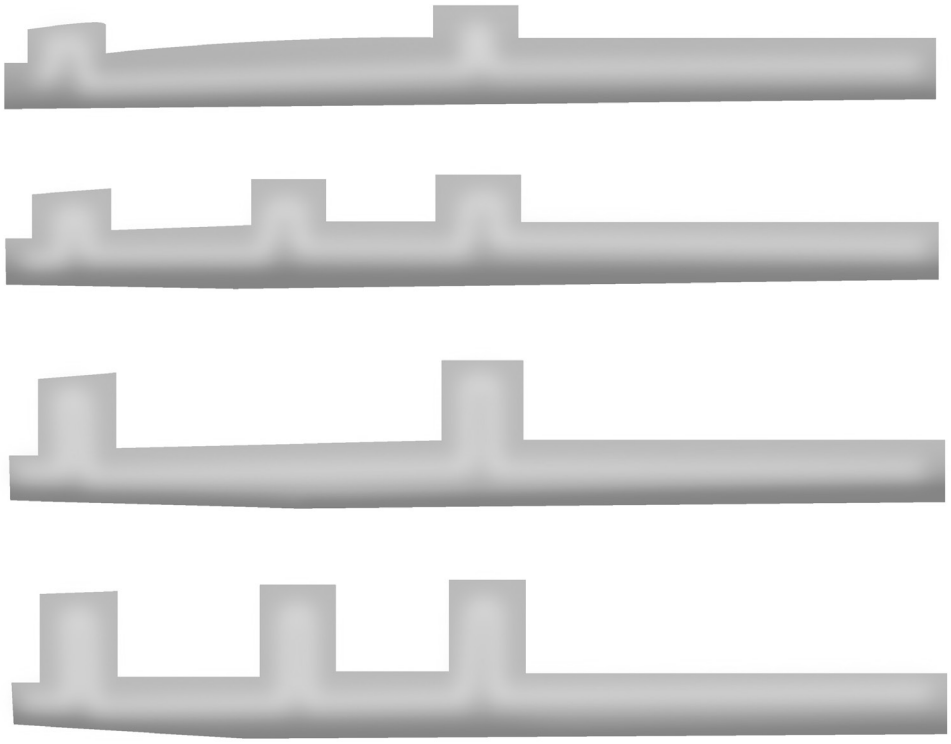
1. SNK, describe qué es una platina de formación del punto.
2. OL, es la representación de OptiLoop, que es una protección especial contra el desgaste.
3. Longitud total en mm.
4. Espesor en 1/100 mm.
5. G, que indica que es una codificación de GROZ-BECKERT.
6. Variante de GROZ-BECKERT.

1.5.3.3 Jacks o Selectores

Son accesorios de acero troquelado, cuya función es ser el intermediario de movimiento al recibir de los selectores y transmitir a las agujas para que formen las mallas (ver Figura 16). Son de diferentes formas, largos y posición de los talones, los cuales son determinados por la ingeniería de la construcción de maquinarias de cada empresa. Al igual que las agujas y platinas tienen una codificación de GROZ-BECKERT que caracteriza a cada uno de estos elementos, ver Figura 16.

Figura 16

Jacks de máquinas de tejido de punto calcetería.



Nota. Variantes de jacks empleados en máquinas circulares de tejido de punto, diferenciadas por el número y la disposición de los escalones en el talón. Estas configuraciones cumplen funciones específicas de selección y control del movimiento de las agujas. Adaptado del catálogo 4 Cus Elite 2C, por Sangiacomo (s. f.).

Estos elementos también disponen de codificaciones generadas por la empresa GROZ-BECKERT para diferenciarlos unos de otros.

1.5.3.4 Selectores

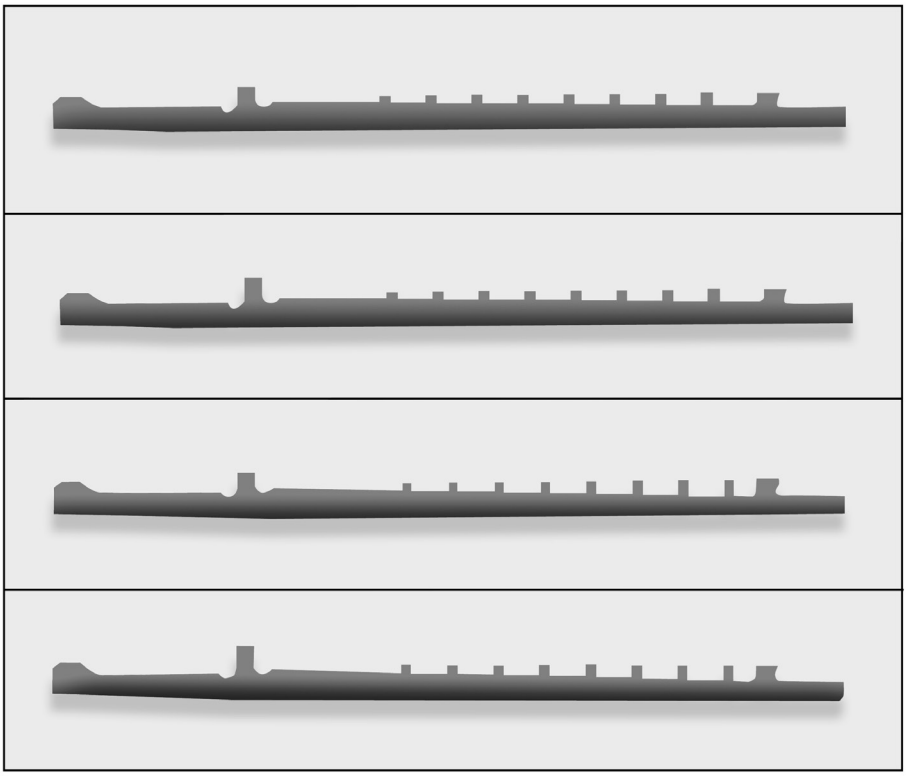
Son elementos troquelados de acero templado con un cierto número de dientes que servirán para la selección del dibujo programado, impulsados por tambores de clavijas o de torretas electromagnéticas, sean el caso de máquinas electromecánicas o electrónicas respectivamente; la función de los selectores es levantar o empujar a los jacks y deslizadores a través del cilindro y muevan a su vez a las agujas para la acción de tisaje, regresando a su posición inicial por acción de sus talones.

Los selectores son cortados los dientes a fin de formar en la fontura plana o circular una secuencia de láminas en el cilindro de dientes ascendentes de izquierda a derecha (ver Figura 17), lo que se conoce como disposición asimétrica, utilizada para dibujos jacquard; también pueden colocarse los selectores con una secuencia de dientes ascendentes y luego descendentes formando una V invertida, lo que se conoce como disposición simétrica, usada para dibujos duplicados o mini Jacquard.

Los selectores también tienen su propia codificación para diferenciarse unos de otros, no poseen una denominación universal fija, ya que su nombre técnico depende del fabricante y del tipo de máquina de tejer. Comúnmente se clasifican por el número y la forma de sus dientes, su perfil geométrico y compatibilidad con el sistema de selección.

Figura 17

Selectores para máquinas de tejido de punto de calcetería.



Nota. Variantes de selectores utilizados en máquinas de tejer de punto. Su diseño y número de dientes responden a funciones específicas dentro del sistema de selección mecánica o electrónica. Adaptado del catálogo 4 Cus Elite 3C (SANGIACOMO, n.d.-b). (SANGIACOMO, n.d.-a).

1.6 Conclusión

El estudio de las generalidades del tejido de punto permite comprender la complejidad y precisión que implica la fabricación de textiles con propiedades específicas. Al conocer las diferencias entre los sistemas de urdimbre y trama, así como la función de los elementos constructivos del tejido (mallas, columnas, pasadas), se adquiere una visión de cómo influye cada componente en las propiedades finales del producto.

Asimismo, la identificación y el análisis de los elementos mecánicos de las máquinas de tejido, como agujas, platinas, jacks y selectores, son esenciales para entender la interacción entre diseño textil y tecnología. Estos componentes determinan la posibilidad de construir estructuras complejas, automatizar procesos y garantizar la calidad del producto terminado.

Este capítulo sienta las bases para abordar contenidos más avanzados, vinculados al diseño estructural, la producción automatizada y la innovación en tejidos de punto aplicados en moda, deporte, medicina o uso técnico.



Capítulo 2.

2.1 Introducción

La calcetería representa una rama especializada dentro del tejido de punto circular, cuyo objetivo principal es la fabricación de calcetines y otras prendas tubulares ajustadas al pie o a la pierna. Este capítulo aborda los aspectos fundamentales que permiten comprender el desarrollo técnico e industrial de este sector, comenzando por la definición conceptual del término calcetería, así como su evolución histórica y el impacto en la oferta actual del mercado textil. A través de la clasificación de las máquinas calceteras, se examinan tanto los criterios por tipo de maquinaria como las configuraciones más comunes: doble cilindro y monocilindro. Esta distinción es esencial para entender los procesos de formación del tejido tubular, el manejo de agujas y selectores, y las posibilidades de diseño que permiten.

Asimismo, se analizan las características técnicas del tejido calcetero y de las máquinas empleadas en su producción, profundizando en su capacidad de adaptación a distintas materias primas, estructuras de tejido y tecnologías de acabado. Finalmente, se abordan los procesos en la producción de calcetines, diferenciando entre las capacidades operativas de las máquinas de doble cilindro y monocilíndricas, lo que sienta las bases para capítulos posteriores dedicados al diseño, confección y funcionalización de productos calceteros.

Este enfoque técnico proporciona una visión del sistema de producción en calcetería, desde sus fundamentos hasta las innovaciones actuales, permitiendo al lector compren-

der su relevancia tanto en la industria de la moda como en el desarrollo de textiles funcionales.

2.2 Definición de Calcetería

La popularidad de las prendas tejidas a máquina como los suéteres, bufandas, guantes, gorras y calcetines tuvo su popularidad hasta hace más de un siglo y su desarrollo se pudo diversificar durante el período de las entre guerras mundiales, donde el crecimiento de las industrias se intensificó con la creación y aplicación de las máquinas de vapor y la utilización de mecanismos que funcionaban sincrónicamente para la elaboración de géneros terminados y sin costuras como lo demuestran los libros de diseño de la empresa Peter Scott and Co. Ltd., la cual explotó dos tipos de producción: productos de prendas cortadas y cosidas, y productos de prenda completa (Gardner, 2023).

La calcetería comprende una de las líneas del tejido de punto por trama que se encarga de fabricar un género textil que tenga la finalidad de cubrir el pie humano completamente, el mismo que debe reunir las características de ser cómodo, suave, absorbente y fresco, en las condiciones más extremas de trabajo y ocupación de la persona que utilice este artículo, así como también en las actividades de deporte y de descanso.

Los textiles confeccionados en calcetería se denominan calcetines, calcetas o medias, considerando que los primeros dos términos se refieren a los artículos utilizados por los niños, jóvenes y adultos de género masculino y el tercero a los usados por niñas, adolescentes y adultos de naturaleza femenina, sumándose además a este segundo grupo las medias colegiales y de fútbol que actualmente son de tipo unisex.

Básicamente existen dos tipos de calcetería: Full fashion y circulares de pequeño diámetro. La denominada full fashion, medias menguadas, o calcetería modelada que se elaboran en máquinas semielectrónicas de fontura plana. Este tipo de prendas son sometidas a un cosido de punto por punto dándole la forma del calcetín, con la costura hacia la parte posterior de la pierna y del pie. Las máquinas con tecnología electrónica de fontura plana también pueden elaborar medias y calcetines menguados sin la costura de la parte posterior, la desventaja es que su producción

es muy baja comparada con las circulares de pequeño diámetro.

La calcetería se elabora en máquinas circulares de pequeño diámetro, las mismas que giran a un promedio de 250 rpm para el tisaje de las medias y calcetines, aunque existen máquinas que pueden ser más veloces, dependiendo de la complejidad de la estructura geométrica del producto fabricado. Es importante señalar que, los calcetines producidos en las máquinas circulares de pequeño diámetro tejen al género de forma tubular con estructura de tejido liso, rizo y la unión de estos dos en un artículo mixto denominado medio rizo.

Las máquinas calceteras circulares de pequeño diámetro han evolucionado en pocos años, desde las electromecánicas, a semielectrónicas, hasta las full electrónicas, dependiendo la producción de la velocidad de giro del cilindro, del largo del pie y de la pierna, así como del tamaño y complejidad del dibujo, por lo que en cualquiera de estos casos no se mide por metros ni kilogramos producidos, sino por unidades, o por pares de producto, o por docenas confeccionadas, sea por hora, por turno, por día, por semana, mensualmente, trimestralmente, semestralmente y al año.

En la era del desarrollo tecnológico las máquinas full electrónicas circulares de pequeño diámetro son capaces de producir gran cantidad de diseños para la línea infantil, de damas y caballeros con infinidad de modelos y diseños con una alta versatilidad en la utilización de hilos de una misma fibra o de diferentes fibras, cubriendo las demandas del usuario con artículos: deportivos, ejecutivos, colegiales, medicinales, semiformales, informales, y de compresión, que se adaptan al uso y exigencias más delicadas y más extremas en gran variedad de colores, y modelos que se posicionan en el mercado nacional y de exportación, sobre todo cuando se tiene le experticia de

Figura 18

Medias de calcetería full fashion con costura posterior.



Nota. Medias menguadas fabricadas mediante la técnica full fashion y unidas mediante costura posterior. Tomado de *Medias y Calcetines Online* (s. f.), *Pantys con costura Hyde Park.* https://www.mediasycalcetinesonline.es/p/pantys-con-costura-hyde-park

la creatividad y la innovación de estructuras, diseños y dibujos, completados con acabados sencillos y/o especiales, aptos para el trabajo de campo como: antideslizante, ignífugo, antibacterial, aromatizados, antiestáticos y una gran infinidad de terminados que se pueden realizar en el campo de fabricación de las calcetas, véase Figura 18.

2.3 Clasificación de las máquinas calceteras

Existen varias clasificaciones propuestas por los fabricantes de máquinas de calcetería, como Groz-Beckert o Lonati, las cuales se recogen también en manuales técnicos (Groz-Beckert, 2021), catálogos especializados (VITEX, 2025). En este libro se resumen las siguientes clasificaciones, que son más actualizadas, considerando la tecnología alcanzada por este tipo de maquinaria que se ha mantenido en constante innovación desde la década de los 90.

Por la tecnología: máquinas electromecánicas, semielectrónicas, electrónicas, full electrónicas, lin toe.

- Las máquinas electromecánicas son las más antiguas, cuyo desarrollo alcanzó su máximo nivel desde la revolución industrial hasta inicios de los años 90. Resaltan por su gran robustez de piezas mecánicas y cadenas cinemáticas, que son movidas por corriente eléctrica a través del motor que transmite movimientos a los sistemas de tisaje por medio de bandas, poleas, cadenas, ruedas dentadas y engranajes perfectamente sincronizados para fabricar cada parte constitutiva del calcetín.

- La maquinaria calcetera semielectrónica apareció a inicios de los años noventa y presenta menor cantidad de piezas mecánicas que las anteriores, donde estas cadenas cinemáticas de transmisión y transformación de movimientos fueron reemplazadas parcialmente por sistemas neumáticos de aire comprimido y de tarjetas electrónicas para la elaboración de las partes físicas de las medias. Este tipo de maquinaria no duró mucho tiempo en el mercado productor, debido a que salieron al poco tiempo las máquinas electrónicas.

- Las máquinas electrónicas tuvieron su desarrollo a mediados de la década de los noventa, caracterizándose sobre todo por la eliminación de partes mecánicas del sistema cinemático, los cuales fueron sustituidos por tarjetas electrónicas, torretas electromagnéticas, electroválvulas y pistones para mover piezas a través de aire comprimido y con la facilidad elaboración de diseños grandes hasta 4 colores por pasada más el fondo y un total de 12 colores en todo el calcetín, elaborados en un computador y llevada la información a la máquina por medio de un diskette.

- La maquinaria de calcetas full electrónicas, son una versión mejorada de las anteriores, diferenciándose en que poseen más velocidad sus cilindros, por lo que aumenta la producción, realizan dibujos de hasta 6 colores por pasada más el fondo y un total de 18 colores en todo el calcetín más el fondo, la malla es mejor formada, el vanizado[1] es perfecto por lo que no se tiene medias o calcetines barrados en sentido horizontal ni vertical. El comando de funcionamiento está dado completamente por la computadora interna de la máquina, donde cada sección elaborada del calcetín es registrada, detectada y controlada por la tarjeta electrónica principal, ayudada por el motor inteligente brushless y el encoder que verifica la sincronización del punto cero del cilindro y la polea principal de transmisión de movimiento para evitar errores.

- Las máquinas full electrónicas Lin Toe son aquellas que realizan lo indicado en la maquinaria anterior, sumándose a estas características un proceso de cosido totalmente automatizado y de alta precisión (ver Figura 19). La característica de estos equipos es un robot integrado que ejecuta de forma autónoma y secuencial todo el proceso: cose la puntera mediante una costura punto por punto que resulta completamente indetectable, lo que maximiza el confort de la prenda; gira el calcetín con precisión para invertirlo durante la fase de costura y luego lo devuelve a su estado original; y finalmente entrega la prenda ter-

1 El vanizado es una técnica de tejido de punto utilizada en la fabricación de calcetines, donde se introducen dos hilos distintos (uno de fondo y otro de recubrimiento) en la aguja de forma simultánea. La correcta ubicación de los hilos dentro del gancho determina cuál será visible en la superficie del tejido. Esta técnica permite mejorar la apariencia, funcionalidad y durabilidad del producto final, aportando resistencia y mejor acabado.

minada, dejándola lista para los procesos finales de planchado o termofijado.

Figura 19

Máquina con costura de puntera Lin Toe.



Nota. Máquina calcetera circular utilizada en procesos de tejido de punto para calcetería. Tomado de *Macchine Ricambi* (s. f.). https://www.macchinericambi.com/es/tejeduria?marca=12

Los tejidos de punto calcetero se tejen en máquinas de uno o dos cilindros con precisión de acuerdo con la forma del pie humano, los cuales pueden cumplir ciertos requerimientos como: calcetines médicos de compresión, para deportes, senderismo, ejecutivos, de trabajo y personalizados, los mismos que son confeccionados en máquinas mecánicas, semielectrónicas o full electrónicas, siendo estas últimas las que utilizan la asistencia de computadoras con software específico que cree las muestras con tecno-

logía gráfica y que, posteriormente serán tejidas en la zona de tisaje para la obtención del género calcetero ajustados a los parámetros de diseño, calidad y función para la que fue fabricado (Ruan et al., 2023).

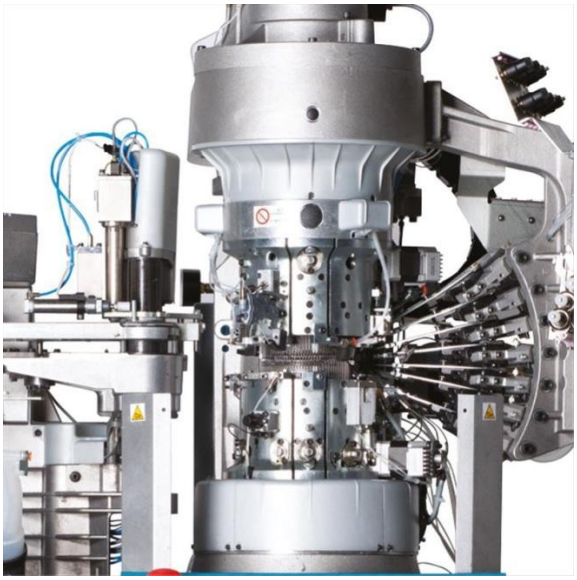
2.4 Clasificación por el tipo de maquinaria: máquinas doble cilindro, monocilindro, monocilindro rib.

Las máquinas doble cilindro. Son aquellas que tienen un cilindro superior y otro inferior, los cuales forman 180° entre las ranuras de los dos, donde están alojadas agujas de doble cabeza, las mismas que pasan de forma continua o alternada de un cilindro a otro formando las mallas. El cilindro superior es más pequeño que el inferior, ya que en el primero se encuentran los deslizadores que ayudan a las agujas a formar las mallas, en tanto que en la fontura más grande se localizan deslizadores, jacks y selectores de diseño, (ver Figura 20). Estas máquinas son de menor velocidad que las monocilíndricas y pueden realizar los diseños Links – Links, Jacquards, acanalados verdaderos y punto perlado, entre otros, con estructura de tejido liso en modelos ejecutivos, colegiales, informales y semiformales.

En la Figura 21 se representa y explica la transferencia de agujas del cilindro inferior al superior.

Figura 20

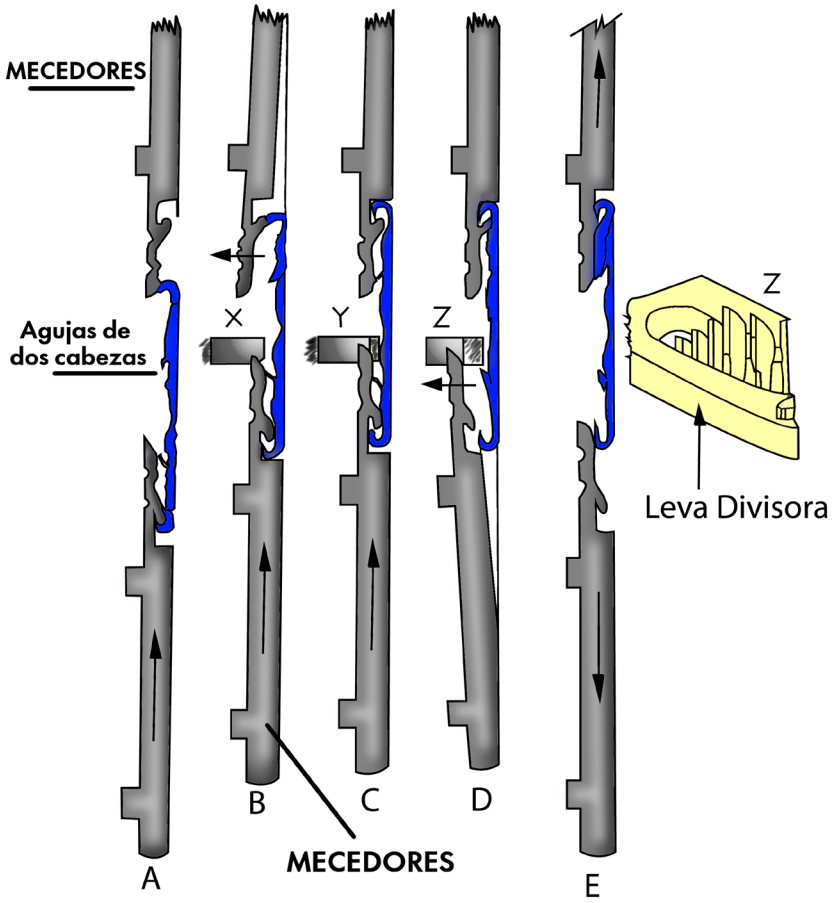
Máquina doble cilindro.



Nota. Vista general de una máquina de tejer calcetines de doble cilindro, para la producción de medias con estructuras complejas, talón y puntera conformados, y diseños jacquard. Imagen tomada de RB Sock Machine (s. f.). *Full automatic computerised double cylinder socks making machine*. https://es.rb-sockmachine.com/full-automatic-computerised-double-cylinder-socks-making-machine-product/

Figura 21

Transferencia de agujas en máquina doble cilindro.



Nota. Transferencia de la aguja de dos cabezas del cilindro inferior al superior. Adaptado del catálogo 4 Cus Elite 2C (SANGIACOMO, n.d.-b).

Diagrama A: Los deslizadores del cilindro inferior están en suposición de tejido normal teniendo las agujas de doble cabeza en sus ganchos y cuando son seleccionadas para transferir, una leva sumergible acciona los talones de transferencia de los deslizadores del cilindro inferior.

Diagrama B: La leva de transferencia impulsa los deslizadores hacia arriba y la leva divisoria está en la posición X; como esta leva es fija y los deslizadores giran en sentido contrario a las manecillas del reloj, los deslizadores comienzan a retirarse a medida que avanzan.

Diagrama C: Los deslizadores llegan a la posición Y de la leva divisora, quedando las agujas sin control de los deslizadores inferiores y enganchadas las del cilindro superior.

Diagrama D: Los deslizadores llegan a la posición Z, máxi-

ma abertura de estos, dejando libres las cabezas en el cilindro inferior y quedando totalmente las agujas en el cilindro superior.

Diagrama E: Los deslizadores inferiores comienzan el regreso, bajando a su posición normal sin agujas, y los superiores llegan a su posición normal de tejido en el cilindro superior.

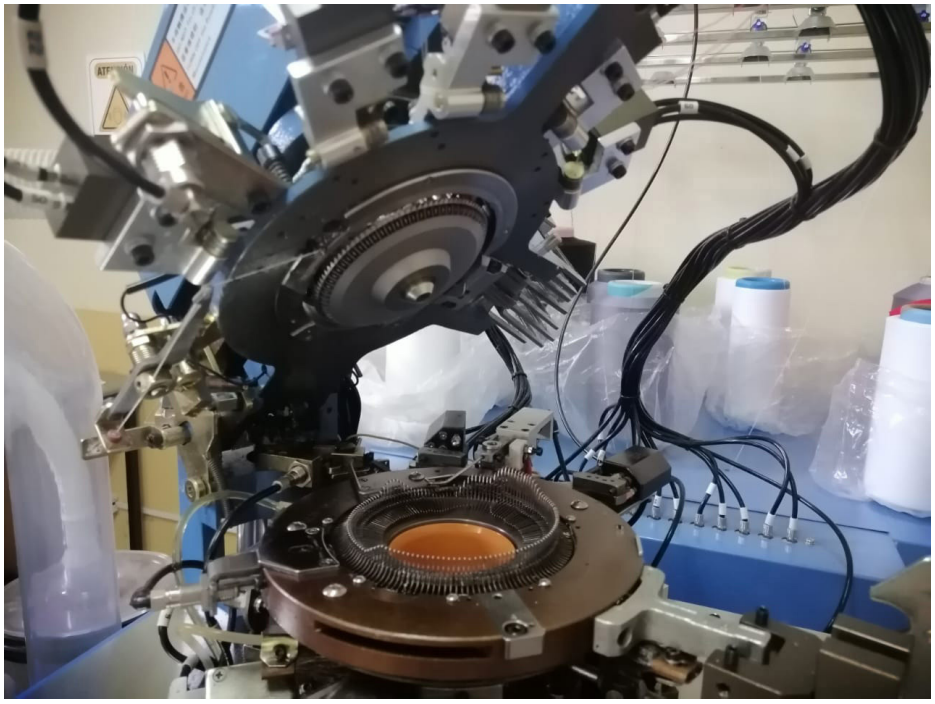
Para el caso de movimiento de agujas del cilindro superior al inferior sucede lo mismo, pero en sentido contrario.

Las máquinas monocilíndricas. Son las que disponen de agujas en el cilindro y platinas en un anillo guía, los cuales forman un ángulo de 90° en la zona de tisaje; además, tienen un dial o tapa para el efecto de transferencia en el doblado del puño elástico. Estas máquinas también poseen Jacks y selectores que mueven a las agujas de forma indirecta para la realización del dibujo, ver Figura 22.

Son las máquinas más rápidas de calcetería y fabrican medias con estructuras de diseño liso y rizo, y la unión de los dos anteriores se denomina tejido de medio rizo.

Figura 22

Máquina calcetera monocilíndrica.



Nota. Zona de tisaje de máquina monocilíndrica. Tomado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Figura 23

Elementos de formación de mallas en máquinas calceteras monocilíndricas.



Nota. Componentes del sistema de tejido de punto que incluyen *transfer, sinker,* aguja, escuadra, selector y jack, utilizados en máquinas circulares de tejido. Tomado de *Longtex Knitting Needles* (s. f.). https://longtexknittingneedles.com/sinker%2C-jacks-%26-others

Los elementos que intervienen directamente en la formación de mallas son: agujas, platinas y transfers. Para la selección del dibujo, de forma indirecta, existen los siguientes elementos: escuadra y Jack selector, ver Figura 23.

La formación de mallas es la misma que se analizó en el tejido de punto por trama para máquinas circulares.

Estas máquinas son fundamentales en la fabricación de medias y calcetines debido a su manejo sencillo y su alta versatilidad. Permiten crear diseños full Jacquard en todo rl calcetín, operan a mayor velocidad que otros modelos. Su principal ventaja es la capacidad de producir una amplia gama de estilos (deportivos, ejecutivos, informales y de la línea Disney), donde la creatividad y la innovación son clave para la competitividad en la industria textil.

Las máquinas monocilíndricas Rib (ver Figura 24). Son aquellas que poseen agujas en el cilindro y en el dial para fabricar este tipo de productos, las cuales se encuentran formando un ángulo de 90° en la zona de tisaje. Son las menos comunes en el mercado ya que los consumidores han fijado sus expectativas de diseño y estructura en el monocilindro.

Esta maquinaria posee en la selección directa del diseño: agujas del cilindro, agujas del dial y transfers; en tanto que en la selección indirecta se encuentran las escuadras, jacks y selectores de diseño. Los tipos de diseño más relevantes en este tipo de maquinaria son: acanalado verdadero, liso, alto relieve y perlado. La formación de mallas es semejante a la analizada en tejido de punto por trama en máqui-

nas de doble fontura y no son tan comerciales como las máquinas monocilíndricas.

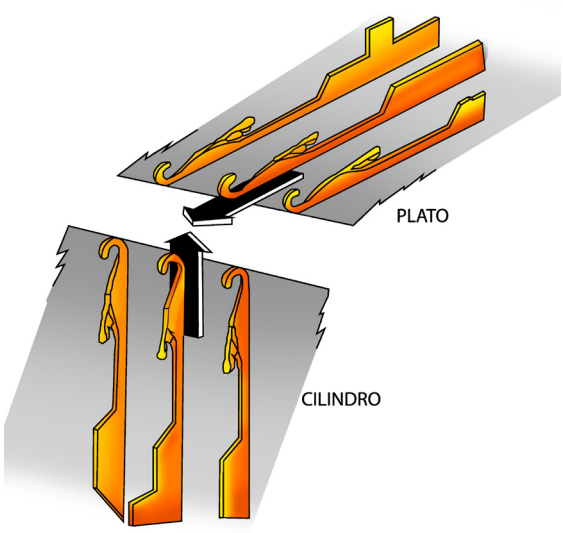
2.5 Conclusión

La calcetería es una especialidad del tejido de punto por trama donde la interacción entre materias primas, estructuras de tejido y tecnología de maquinaria determina la calidad y funcionalidad de los calcetines. La clasificación de las máquinas calceteras, doble cilindro, monocilindro y monocilindro rib, permite comprender las diferentes estructuras y diseños que se pueden obtener en la producción.

El conocimiento de estas tecnologías es fundamental para optimizar los procesos de fabricación, mejorar el confort y la durabilidad del producto y desarrollar calcetines que respondan a las exigencias actuales de la industria textil.

Figura 24

Máquina monocilíndrica Rib.



Nota. La máquina realiza el tejido por la acción de las agujas del dial y del cilindro. Adaptado de *Knitting Technology* (3.ª ed.), por D. J. Spencer (2001), Woodhead Publishing.



Capítulo 3.

3.1 Introducción

El desarrollo tecnológico de la maquinaria de calcetería ha transformado profundamente la producción de medias y calcetines, permitiendo alcanzar niveles cada vez más altos de calidad, precisión, velocidad y versatilidad. En la industria actual, marcada por la competencia global, la demanda de productos funcionales y el crecimiento del mercado deportivo y de moda, resulta esencial comprender las características técnicas y operativas de las máquinas utilizadas en los procesos de tejido.

Este capítulo presenta un análisis del sector calcetero contemporáneo, iniciando con una visión de su evolución y de la oferta actual de maquinaria disponible en el mercado internacional. Posteriormente, se examinan las características técnicas que distinguen a las máquinas monocilíndricas y de doble cilindro, atendiendo a su estructura mecánica, sistemas electrónicos, capacidades de diseño y aplicaciones específicas. Finalmente, se detallan las características de producción asociadas a cada tipo de máquina, destacando aspectos como la velocidad operativa, la eficiencia, la calidad del tejido y la adaptabilidad a diferentes tipos de hilos y estructuras.

El objetivo es proporcionar al lector una comprensión sobre los fundamentos técnicos que determinan la elección, operación y rendimiento de las máquinas calceteras modernas, facilitando así una visión crítica que favorezca la toma de decisiones en procesos industriales, académicos y de investigación.

3.2 Evolución del sector calcetero y oferta actual

El desarrollo globalizado de las industrias textiles calceteras, de la tecnología y la creciente demanda de calcetines, medias, mallas y panty medias, ha exigido a las empresas constructoras a desarrollar máquinas modernas, capaces de confeccionar productos con amplios y coloridos diseños full Jacquard, que sean competitivos en el mercado consumidor donde predomine la imaginación y la innovación del género textil. En respuesta a las demandas del mercado, diversas empresas han perfeccionado el desarrollo de máquinas electrónicas avanzadas para la fabricación de medias, incluyendo modelos de doble cilindro, rib y monocilíndricas. Si bien durante la década de 1990 Italia lideraba este sector a nivel mundial, en la actualidad se observa una notable expansión de fabricantes en Asia, especialmente en China, donde se concentra una parte significativa de la producción y la innovación tecnológica en esta industria.

Las empresas mundiales de fabricación de calcetas han posicionado al tejido de punto calcetero en la cumbre de las industrias, consiguiendo que no sea considerado como una técnica de tisaje menor en las categorías de la indumentaria, ya que debe tener características de aislamiento térmico de la temperatura del cuerpo en los climas fríos, la liberación del calor corporal en climas cálidos o en actividades de ejercicio físico del usuario; ser absorbentes de la humedad generada por el sudor; prevenir enfermedades de los pies y mal olor generada por la presencia de hongos y bacterias; tener una compresión adecuada si el sujeto es hipertenso, diabético, tiene juanetes, uñas encarnadas, fascitis plantar, espolón del talón o dedo del pie en garra; deben ser cómodos y adaptarse a la forma del pie evitando la formación de callos y los hematomas por cálculos (Wang et al., 2020).

Varias de las marcas listadas en la Tabla 1, como *Rumi y Lonati,* tienen presencia en la industria ecuatoriana a través de distribuidores e importadores. Estas máquinas son utilizadas en empresas locales y centros de formación técnica. Su tecnología es una referencia común en procesos de confección de medias en el país.

Tabla 1

Casas constructoras de máquinas de calcetines.

Nombre Comercial	Empresa Constructora	País	Tipo de Máquinas
Rumi	Rumi S.r.l.	Italia	Doble cilindro Monocilindro
Lonati	Rumi S.r.l.	Italia	Doble cilindro Monocilindro
Sangiacomo	Sangiacomo S.p.A	Italia	Actualmente fusionada con Santoni
Santoni	Santoni	Italia	Monocilindro
Busi Giovanni	Busi Giovanni S.r.l.	Italia	Monocilindro Medical Line, con compresión certificada
WeiHuan	Zhejiang Weihuan Machinery Co., Ltd	China	Doble cilindro Monocilindro
Yexiao	Zhejiang Yexiao Knitting Machinery Co., Ltd	China	Monocilindro
Jingmei	Quanzhou Jingmei Machine Co., Ltd	China	Monocilindro
Rosso	Zhejiang Rosso Equipment Manufacturing Co., Ltd.	China	Monocilindro
Rainbowe	Shaoxing Rainbowe Machinery Co., Ltd.	China	Monocilindro

Nota: La tabla presenta las marcas comerciales de máquinas calceteras más reconocidas y utilizadas en la industria ecuatoriana.

Las máquinas calceteras más comunes en Ecuador provienen principalmente de fabricantes europeos y asiáticos reconocidos por su calidad y compatibilidad. Su presencia responde a necesidades técnicas locales y disponibilidad de repuestos.

3.3 Características técnicas de las máquinas calceteras

Los calcetines se diferencian del tejido de punto circular, en que pueden contener diferentes estructuras, sean lisas,

rizo o medio rizo en un mismo género calcetero, con el fin de hacerlo más versátil, liviano, fresco, cómodo, abrigado, amoldable al pie, acolchado en la planta de los pies, de compresión médica, de alta compresión para deportistas, elegantes para ejecutivos y oficinistas, vistosos y llamativos para chicas; cualquiera que sea el fin del calcetín. Estos son diseñados y tejidos con precisión de acuerdo con las características técnicas de la maquinaria para que se adapten al pie del usuario más exigente y con tendencias contemporáneas y modernas; además pueden presentar forma de “U” denominada estructura rectangular y la que posee molde de “V” llamada triangular, de las cuales la segunda le confiere compresión a la prenda en la parte inferior de la pierna por lo que es muy usada para reducir la hiperpresión venosa (Siddique et al., 2018).

Las características técnicas de las máquinas calceteras pueden organizarse en dos grupos: aquellas que son comunes a la mayoría de los modelos del mercado y aquellas que resultan diferenciadoras, según el tipo de máquina, el nivel tecnológico, el fabricante y el propósito de uso.

Entre las características comunes, se encuentran aspectos esenciales que garantizan un funcionamiento básico eficiente. Por ejemplo, el rango de tallas que puede confeccionar cada máquina suele comprender desde la talla 0 hasta la 12, conforme a los estándares europeos o americanos. Además, muchas máquinas incorporan un sistema de alimentación de hilo positivo o electrónico, lo que permite mantener una tensión constante del hilo durante el proceso de tejido. Otras características incluyen el control electrónico centralizado mediante pantallas táctiles o software integrados, sistemas de lubricación automática que aseguran el mantenimiento continuo del cabezal, y sensores que detectan la rotura del hilo o la caída de la aguja. Estos elementos son habituales en las fichas técnicas y catálogos de marcas reconocidas como Lonati S.p.A., Rumi S.r.l., Busi Giovanni.

En cuanto a las características diferenciadoras, estas varían según el modelo específico y el nivel de especialización tecnológica de la máquina. Una de las distinciones más relevantes es el tipo de cilindro: existen máquinas monocilíndricas, apropiadas para tejidos simples, y máquinas de doble cilindro, que permiten crear estructuras rib y tejidos más complejos. Otras propiedades especializadas incluyen la capacidad de formar tejidos con estructuras como

liso, rizo, medio rizo, jacquard; la cantidad de alimentadores disponibles, que puede variar desde dos hasta más de seis, lo que permite trabajar con diversos colores o tipos de hilos simultáneamente; y la incorporación de sistemas de puntera automática (closed toe), los cuales integran la costura final sin requerir procesos adicionales. Asimismo, se considera la velocidad de producción, que puede alcanzar entre 250 y 400 revoluciones/minuto, y la presencia de sistemas avanzados como el control de compresión, el diseño tridimensional (3D) o sensores térmicos inteligentes. Es importante destacar que estas especificaciones técnicas, tanto comunes como diferenciadoras, se encuentran habitualmente detalladas en proformas comerciales, catálogos técnicos y fichas informativas de cada fabricante. Una adecuada identificación y análisis de estas propiedades permite al usuario o comprador seleccionar la máquina que mejor se adapte a sus necesidades de producción, optimizando así la inversión y asegurando la compatibilidad con los requerimientos del mercado de calcetería.

3.3.1 Características técnicas de las Máquinas de doble cilindro

- De 1 a 4 tambores de dibujos recambiables con mandos mecánicos o electrónicos programables con computadora.
- Dispositivos rayadores de guía-hilos del sistema principal.
- Aparato entrelazador de hilo elástico que lo entrega en los puños de las prendas tanto al comienzo como al final de las mallas.
- Mecanismo arrastrador de tejido regulable a voluntad para la densidad de mallas, en máquinas de tejido en cuerda.
- Mecanismo de separación automática de prendas con combinado neumático-mecánico y expulsión de la media al exterior, sobre una cesta.
- Sistema vigilador de agujas para detectar daños o roturas de las agujas.
- Dispositivo de control del hilo de goma, cuando existe

una sobrealimentación o se agota el mismo.

- Mecanismo de ajuste de la densidad continua derecho y revés. Lubricación automática con gobierno mecánico o eléctrico.

- Mecanismo de aire comprimido en máquinas sin enrollador de tejido.

- Mecanismo para vigilar todos los hilos y detectar rupturas, agotamiento o enredos, encendiendo luminarias.

- Accionamiento con motor eléctrico y velocidades variables de: 280-220, 190-170, 127-114, 63-53 rpm. El primer dato significa las revoluciones para tejer el dobladillo, pierna y pie; el segundo las velocidades en el talón y la puntera.

- Peso variable según construcción que va de 250 a 600 kg.

- Medidas de la máquina. Altura: de 200-260 cm, ancho: 90-120 cm y profundidad: 80-120 cm.

- Diámetros de cilindro: 2 ¼" a 5"

- Finezas de aguja: 5, 6, 9, 12, 15A y 20A.

- Agujas por pulgada: 4-22 dependiendo de las tallas de medias, finezas y tipo de aguja usada.

3.3.2 Características técnicas de las Máquinas monocilíndricas

- Selección de dibujo por 1, 2 y 3 tambores con clavijas recambiables con mando mecánico. Selección de dibujo aguja por aguja con 6 alimentadores de mando electrónico.

- Guía hilos de elástico con punta acerada o de cerámica con abastecedor regulable para la tensión.

- Cilindro de los ganchillos o transfers y cortahilo segueta o sierra continua con retención neumática de los hilos.

- Lubricación automática de las agujas y platinas.
- Sistema automático de expulsión de medias trabajadas.
- Electrostop Automático de la máquina mediante bloqueo instantáneo del motor en el caso de alguna rotura o defectuosos funcionamientos de agujas o hilo terminado.
- Dispositivos rayadores de guía hilos en el sistema principal o en sistemas suplementarios.
- De 1 hasta 6 sistemas suplementarios con 2 y 3 guía hilos para introducción de color para diseños bordados.
- Cadena mecánica o electrónica con posibilidad de programación de 5 tallas para 3 artículos diferentes.
- Display luminoso analógico para señalar averías con paro de máquina en caso de algún fallo.
- De 4 a 6 grupos de selección electrónica aguja-aguja para dibujos. Dispositivos IRO para la alimentación positiva e igual de los hilos.
- Dispositivos de control de pasaje de medias, que detienen la máquina en caso de no efectuarse su expulsión.
- Dispositivo mecánico electrónico para regular la densidad del tejido.
- Ventola de absorción a 1,2 atm con sistema de ductos y filtros para el transporte y recepción de hilos cortados y pelusas.
- Motor electrónico con velocidades variables de 70 a 280 rpm en el dibujo, 100 a 300 rpm en el liso de pierna y pie, y de 120 a 300 rpm en el talón y punta, en el caso de máquinas automáticas.
- Motor BRUSHLESS de velocidad y movimiento programable en máquinas electrónicas. Peso variable según construcción que oscila entre 250 y 400 kg.
- Medidas de la máquina. Altura: 200-250 cm, ancho 80-120 cm y profundidad: 80-120 cm.

- Diámetro del cilindro: desde 2 ¾” a 5”. Fineza de aguja: de 18 a 54.
- Número de agujas: desde 58 hasta 400 agujas.

En la Tabla 2 se presenta un cuadro indicativo muy aplicable para escoger la máquina adecuada dependiendo del número de agujas, diámetro del cilindro, tallas y edad cronológica, es el siguiente:

Tabla 2

Características técnicas del cilindro y número de agujas de máquinas de calcetines.

Diámetro del Cilindro	Número de Agujas del Cilindro	Tallas de Calcetines en Ecuador	Tipo de Máquinas
3	72	0 – 2	De cero a 12 meses
3 a 3 ½	84	2 – 4	1 a 3 años
3 a 3 ½	84 a 96	4 – 6	4 a 6 años
3 ½ a 3 ¾	96 a 108	6 – 8	6 a 8 años
3 ¾	108 a 124	8 – 10	8 a 10 años
3 ¾	124 a 136	9 – 11	12 o más (damas)
3 ¾	136 a 144	10 – 12	12 o más (hombres)
3 ¾ a 4	156 a 164	12 – 14	12 o más (hombres talla grande)
4 a 5 a 5 ½	Más de 164	S, M, L, XL, XXL, XXXL	Medias pantalón, pantys, nylon, fútbol

Nota: Las tallas se han tomado como referencia de la industria ecuatoriana.

3.4 Características de producción de las máquinas calceteras

Estas características son las que indican las velocidades en rpm del cilindro, especificaciones físicas de la estructura

del tejido, geometría del diseño, de la forma del talón si es verdadera o falsa, el número de alimentadores, los colores por pasada y los colores totales en la prenda.

Los calcetines pueden presentar características de producción de estructuras de tejido lisas, rizo y medio rizo obtenidos por la forma de la platina que sostiene los bucles en el proceso de tejido; las calcetas lisas que son estructuras en jersey se obtienen a partir de un hilo de algodón o de cualquier otra fibra corta o cortada combinado con otro hilo de filamento continuo como poliamida o poliéster que puede o no contener elastano para darle mayor elongación y ajuste al pie (Vrljičak & Pavlović, 2014).

3.4.1 Características de producción de las máquinas doble cilindro

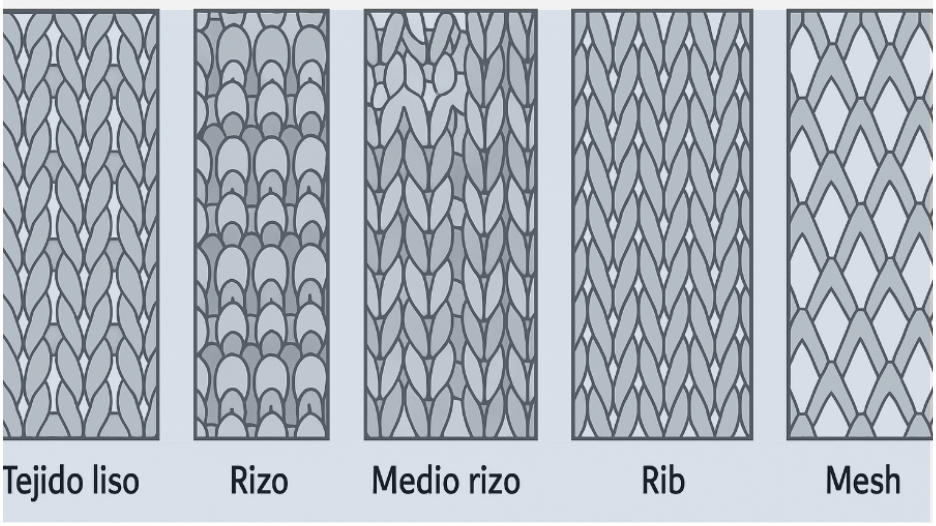
Las máquinas calceteras de doble cilindro se caracterizan por su configuración con agujas intercaladas que permiten tejer estructuras complejas. Facilitan la creación de tejidos como punto liso, rizo y rib, adaptando zonas del calcetín a funciones específicas. Son esenciales en la producción de calcetines técnicos por su precisión y versatilidad. En la Figura 25 se ilustran las principales estructuras que pueden obtenerse mediante esta tecnología.

- Malla lisa
- Links-Links (derecho-revés)
- Canalé o acanalado en 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, 4:2, 2:2, entre otros.
- Jacquard un color, rayados o vanizados.
- Liso de prensado falso, dibujos de 1-3 colores.
- Acanalado de prensado falso, 1-3 colores.
- Jacquard o mesh 2-3 colores.
- Links-Links de prensado falso en 2-3 colores. Mallas cargadas.
- Vanizado en todos los sistemas, incluso en el talón y la puntera.

- Ligamento de punto perlado.
- Ligamentos acanalados lisos, rayados o vanizados.
- Links-Links combinados con jacquard en 2 colores.
- Dobladillo girado o recto.
- Basta flotante.
- Calcetines cortos con puño vuelto.
- La parte inferior de la planta puede tejerse en acanalado 1:1 a un solo color, links-links planta de sarga y links-links en malla lisa.
- La capacidad de producción de las máquinas de doble cilindro depende de la calidad y clase del hilo elaborado, así como del tamaño del artículo tejido, fundamentalmente del número de sistemas que posee, y de la velocidad de giro del cilindro.

Figura 25

Estructuras textiles obtenidas en máquinas de doble cilindro



Nota. Estructuras textiles obtenidas en máquinas calceteras de doble cilindro.

3.4.2 Características de producción de las máquinas monocilíndricas

Las máquinas calceteras monocilíndricas, con agujas dis-

puestas en un solo cilindro, permiten la elaboración de estructuras básicas y decorativas. Aunque con ciertas limitaciones frente a las de doble cilindro, destacan por su eficiencia y versatilidad. La Figura 26 muestra los tejidos que se pueden producir. Estas máquinas tienen la particularidad de realizar los siguientes tejidos:

- Liso o malla lisa.
- Liso con rayas horizontales. Jacquard con hilo flotante
- Bordado con 1, 2, 3 y hasta 6 colores diferentes por pasada más el fondo. Intarsia o dibujo en rombos.
- Rizo en todo el calcetín.
- Puño doble cosido automáticamente con elástico tramado con selección de canalé falso en 1:1 y/o 3:1, 2:2, entre otros.
- Puño simple con elástico tramado y selección canalé falso 1:1 y/o 3:1, 2:2, entre otros. Posibilidad de inserción del elástico en la zona de tobillo y pie.
- Posibilidad de 1 a 18 colores diferentes en la media más el color de fondo. Dibujos sobre malla lisa, rizo, vanizado y en el puño.
- Calcetín en punto retenido para la formación de perforados. Posibilidad de doble refuerzo en el pie o en el talón y puntera. Rayaduras horizontales hasta de 4 colores.
- Programación de dibujos de rombos intarsia hasta 6 colores en línea más el color de fondo.
- Posibilidad de calcetines de imitación de canalé u otros dibujos calados. Puño doble con diente de ratón doblado y cosido automáticamente.
- Tejido ROSSO para remallado de puntera. Media tubo sin talón y/o punta.
- Combinación de dibujos bordados y malla retenida o perforada.
- Posibilidad de calcetín con malla lisa en el frente y

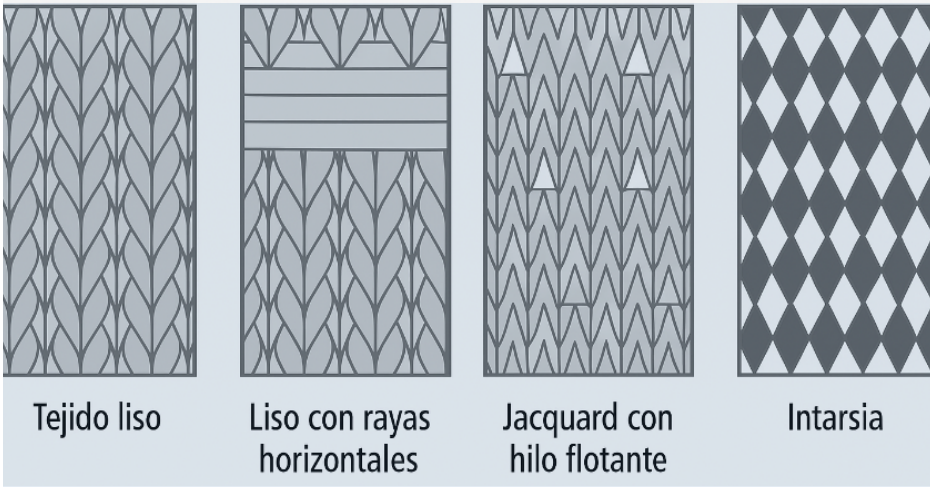
rico en la parte posterior. Rizo o felpa en la parte externa del calcetín.

- Rizo en la parte inferior de la media.

- Al igual que en las máquinas de dos cilindros, la velocidad de producción depende exclusivamente del número de sistemas que posee.

Figura 26

Estructuras textiles obtenidas en máquinas calceteras monocilindras



Nota. Estructuras textiles obtenidas en máquinas calceteras monocilindras.

3.5 Conclusión

El estudio de las características técnicas y de producción de las máquinas calceteras permite reconocer la importancia de seleccionar adecuadamente la maquinaria según el tipo de tejido, la aplicación final y los requerimientos del mercado. Las diferencias entre las máquinas monocilíndricas y de doble cilindro no solo determinan la complejidad de las estructuras obtenidas, sino también el nivel de especialización, productividad y valor añadido que puede alcanzar cada línea de producción.

La evolución del sector calcetero y la amplia oferta de maquinaria en la actualidad evidencian una tendencia hacia la automatización avanzada, la integración electrónica, el control inteligente del proceso y la diversificación de estructuras y diseños. Los fabricantes líderes han incorpora-

do sistemas de puntera automática, herramientas CAD/CAM, sensores inteligentes y opciones para tejidos 3D, fortaleciendo así la capacidad de innovación en la industria.

Comprender estas características técnicas y productivas resulta fundamental para quienes buscan optimizar procesos, mejorar la calidad del producto y responder a las exigencias de un mercado cada vez más dinámico.



Capítulo 4.

4.1 Introducción

Las máquinas calceteras monocilíndricas representan uno de los pilares fundamentales en la producción de medias y calcetines, tanto en la industria tradicional como en los sistemas modernos altamente automatizados. Su diseño mecánico y electrónico integra un conjunto de elementos que trabajan de manera sincronizada para garantizar la formación del tejido, la precisión en la manipulación del hilo y la calidad estructural del producto final.

Este capítulo presenta una descripción de cada uno de los componentes esenciales que conforman una máquina monocilíndrica, abordando tanto su función como su importancia dentro del proceso de tejido. Se inicia con el estudio de las filetas, responsables de organizar y sostener los conos de hilo; continúa con la bancada, que soporta la estructura mecánica; y analiza los sistemas de control de hilos, recuperadores, alimentadores y guiahilos, los cuales regulan el flujo, tensión y dirección del material. Asimismo, se analizan los elementos principales de formación del tejido, como el cilindro, el dial, la corona de platinas y los mecanismos de corte o sierras, indispensables para la correcta ejecución del tejido tubular.

El capítulo también incorpora la descripción de sistemas complementarios modernos, tales como la boquilla de absorción de pelusas, los sistemas electrónicos de control de agujas y los elementos vinculados a la producción y control automatizado, los cuales han revolucionado la eficiencia y la precisión en el sector calcetero.

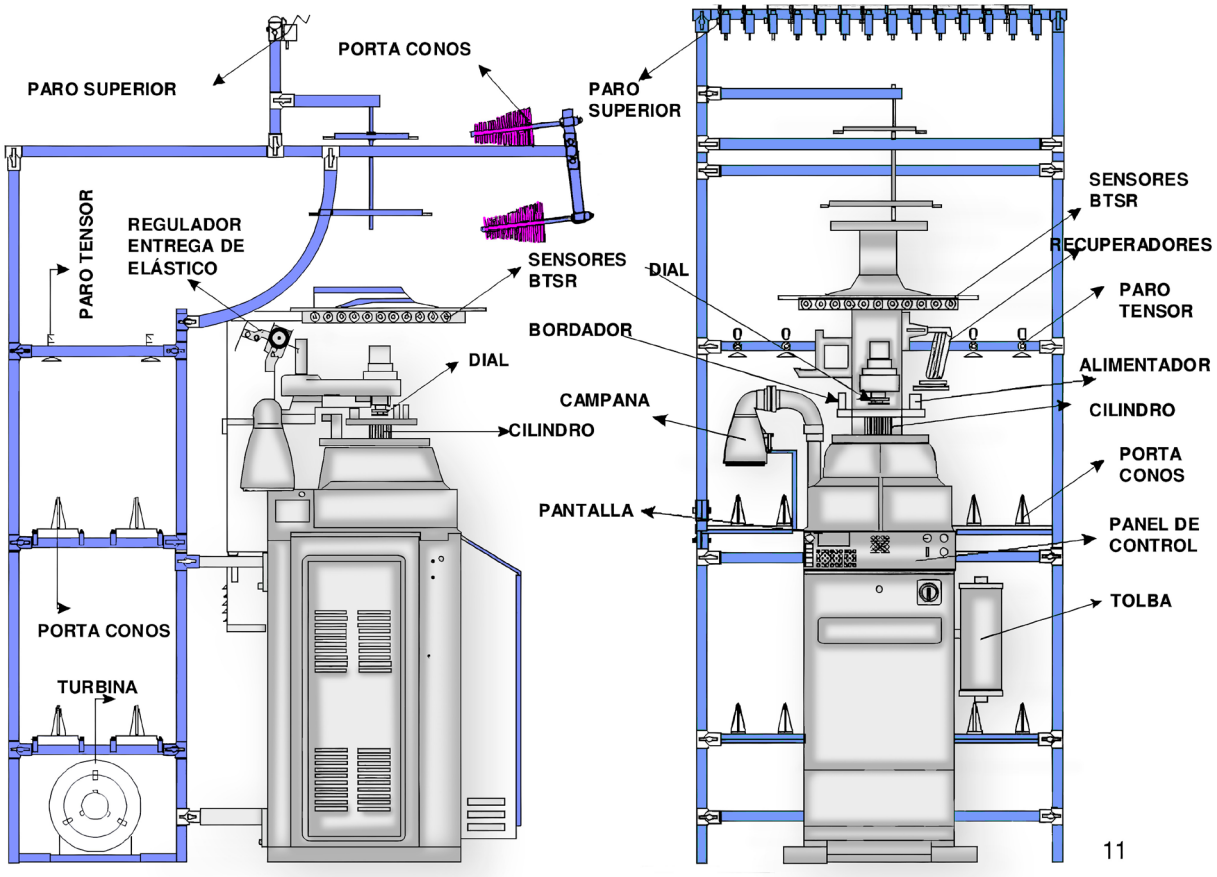
El propósito de esta sección es facilitar al lector una visión del funcionamiento interno de las máquinas monocilíndricas, permitiendo comprender cómo cada componente influye directamente en la calidad del calcetín, en la estabilidad del proceso y en la capacidad de producir estructuras, diseños y acabados cada vez más complejos.

4.2 Partes constitutivas de las máquinas calceteras de monocilindro

Las máquinas monocilíndricas ocupan poco espacio físico ya que tienen una muy buena distribución de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos que conforman la zona de alimentación de materias primas, la zona de tisaje y la de expulsión de las calcetas, como se observa en la Figura 27.

Figura 27

Partes de las máquinas monocilindro.



Nota. La máquina monocilíndrica es una versión del modelo italiano.

Las partes más importantes de la maquinaria circular monocilindro son:

4.2.1 Fileta

Son estructuras metálicas compuestas por materiales como aluminio, hierro, y componentes plásticos, diseñadas para sostener las materias primas textiles, principalmente hilos, que se presentan enrolladas en conos o bobinas, ya sean de cartón o plástico. Estas unidades permiten una organización ordenada y eficiente del hilo, favoreciendo un desenrollado controlado que reduce tanto el efecto del "balón" como el entrecruzamiento no deseado entre los hilos. La disposición de la fileta está optimizada para permitir un avance del hilo en línea directa hacia el sistema de alimentación de la máquina a la défilé, como se muestra en la Figura 28.

Las filetas se clasifican en tres tipos: fileta lateral posterior, cuya estructura se encuentra en la parte trasera de la máquina; fileta superior, que es montada sobre la zona de tisaje de la máquina calcetera; fileta mixta o llamada actualmente italiana, que es una mezcla de las dos anteriores, donde su estructura se encuentra en la parte posterior y sostiene también el armazón de la parte superior, la cual tiene mayor cantidad de púas o bastidores de presentación de conos y/o bobinas, ideal para máquinas que tejan 18 colores más el fondo en el calcetín.

Figura 28

Filetas laterales máquina de medias.



Nota. Máquina Busi Giovanni con fileta tipo italiana. Imagen tomada de Busi Giovanni. (s.f.). *Sitio web* [Imagen]. https://www.busigiovanni.com/it

4.2.2 Bancada

Es una estructura de acero de alta resistencia y robustez que soporta el peso de las cadenas cinemáticas, conexiones eléctricas, electrónicas, hidráulicas y neumáticas, para que la máquina de medias funcione sincrónicamente y con el mínimo de vibración.

La bancada se divide en tres partes:

Bancada superior, donde se encuentran los sistemas tensores de hilo, recuperadores, fileta superior y alimentación positiva; bancada media, donde se encuentra la zona de tisaje, comprendida por cilindro, anillo de platinas y dial; bancada inferior, donde están alojados el motor, las tarjetas electrónicas y el sistema de expulsión de calcetines.

4.2.3 Sistemas de control de hilos

Pueden estar colocados en la fileta y también antes de la zona de tisaje; existen dos sistemas de control de hilos: electromecánicos y capacitivos.

Sistemas electromecánicos. Se encargan de controlar los hilos de dos maneras:

Control de hilo tenso. Los hilos al desenrollarse de los conos o bobinas pueden presentar enredos en las espiras del bobinado, que al ser muy fuertes pueden romper al hilo, lo que causaría que se incremente el número de paros que influyen directamente en la producción de la maquinaria, por otro lado, sería el causante que el tejido salga con fallas de agujeros y que aumente el porcentaje de desperdicios.

Figura 29

Sistema de control eléctrico de hilos.



Nota. Alimentador electrónico de hilo utilizado para el control de la tensión y el suministro del hilo durante el proceso de tejido. Tomado de *Ningbo Sanming Machinery* (s. f.). http://www.nbsmg.com/

El control de hilo tenso es un mecanismo eléctrico que sostiene una palanca, la cual mantiene el curso del hilo alimentado a una tensión de desenrollamiento tolerable, que al existir una tensión excesiva del desenvolvimiento de las espiras hace que la palanca baje y detenga la máquina, sin llegar al rompimiento de la materia prima alimentada, ver Figura 29. Existen en la máquina tantos sistemas de este control de hilo, tal como la capacidad de número de hilos alimentados está programada en la fileta.

Control de presencia de hilo. Este sistema electromecánico detecta la presencia continua de alimentación de hilo, provisto de un mecanismo tensor comprendido por dos platos, un resorte y una rueda plástica para regular la fuerza tensora y además de un palpador metálico que se mantiene en po-

sición de funcionamiento mientras el hilo recorre normalmente; si por rompimiento o término del hilo cesara la alimentación, el palpador cae por gravedad y detiene la maquinaria, para que sea arreglado el problema, (ver Figura 30).

Sistemas capacitivos de control de hilos. Cumplen el principio de comprobar la presencia o ausencia de las materias primas, a través del monitoreo de masa del hilado alimentado a la máquina. En caso de rotura o término del hilo, se cierra el circuito, paralizando la máquina instantáneamente, para evitar prendas con fallas y bajas en la producción. El sistema más conocido en las máquinas calceteras es el BTSR, que se conecta a la computadora principal de la maquinaria, como se muestra en la Figura 31.

4.2.4 Recuperadores o batidores

Sistema mecánico constituido por dos a cuatro guías hilos de alambre de acero templado, que cumplen la función de mantenerse en posición baja en la alimentación normal de los hilos de fondo y vanizado en el recorrido de avance del cilindro, y que se elevan en el movimiento de retroceso del cilindro en la fase formación del talón y la puntera.

En la fase de la formación del talón el cilindro gira hasta una vuelta en sentido de avance y hasta una vuelta en sentido de retroceso del cilindro, por el número de pasadas que haya sido diseñado el calcetín, por lo que cada vez que retrocede el mencionado cilindro, los batidores ascienden recu-

Figura 30

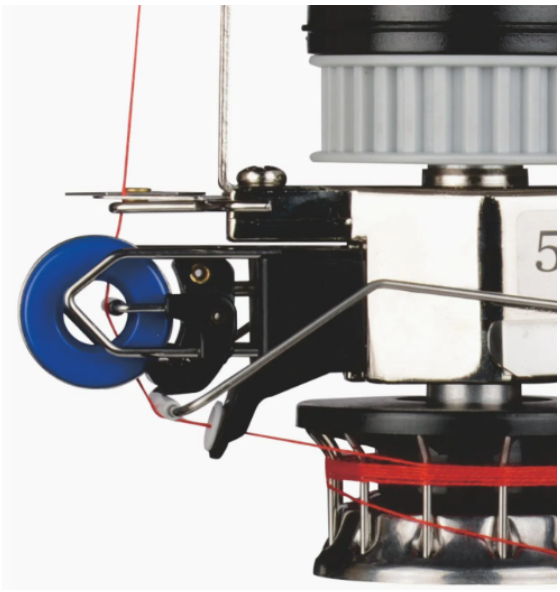
Sistema de control eléctrico de hilos con tensor.



Nota. Disparador eléctrico de presencia de hilo. Imagen tomada de Alibaba Group (s. f.). https://spanish.alibaba.com/product-detail/yarn-tensioner-for-circular-knitting-machine-1600368875997.html

Figura 31

Sistema capacitivo de control de hilos.

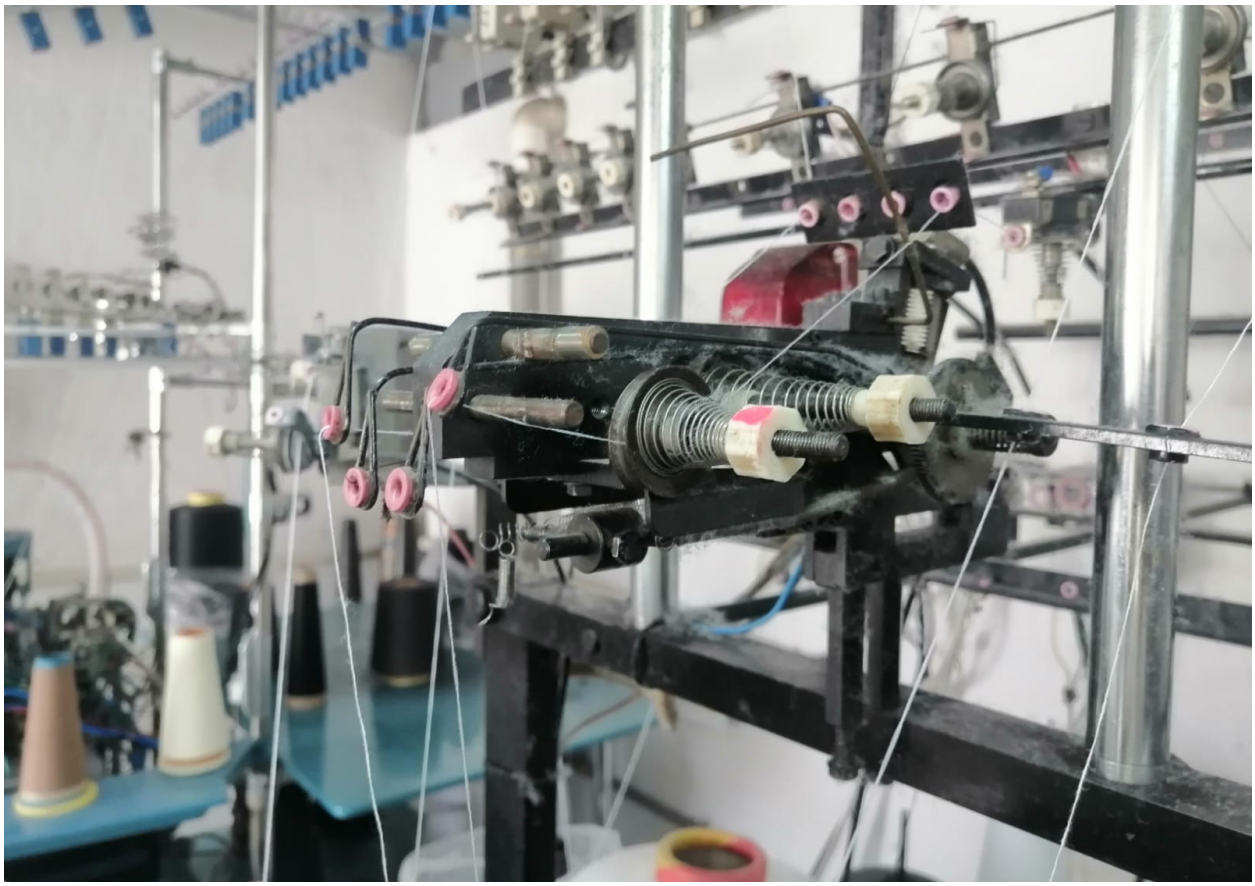


Nota. Control de alimentación capacitivo de hilos de máquinas. Tomado de *Made-in-China.com* (s. f.). https://es.made-in-china.com/co_zhougy99/product_Superior-Quality-Positive-Yarn-Feeder-for-Knitting-Circular-Machine-Parts_ysrunegeog.html

perando longitud de hilo para que no se enreden en las agujas y platinas en la zona de tisaje, (ver Figura 32).

Figura 32

Recuperadores de cuatro guías hilos.



Nota. Recuperadores de hilos de talón de fondo y vanizados. Adaptado de Weihuan Socks Machine (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

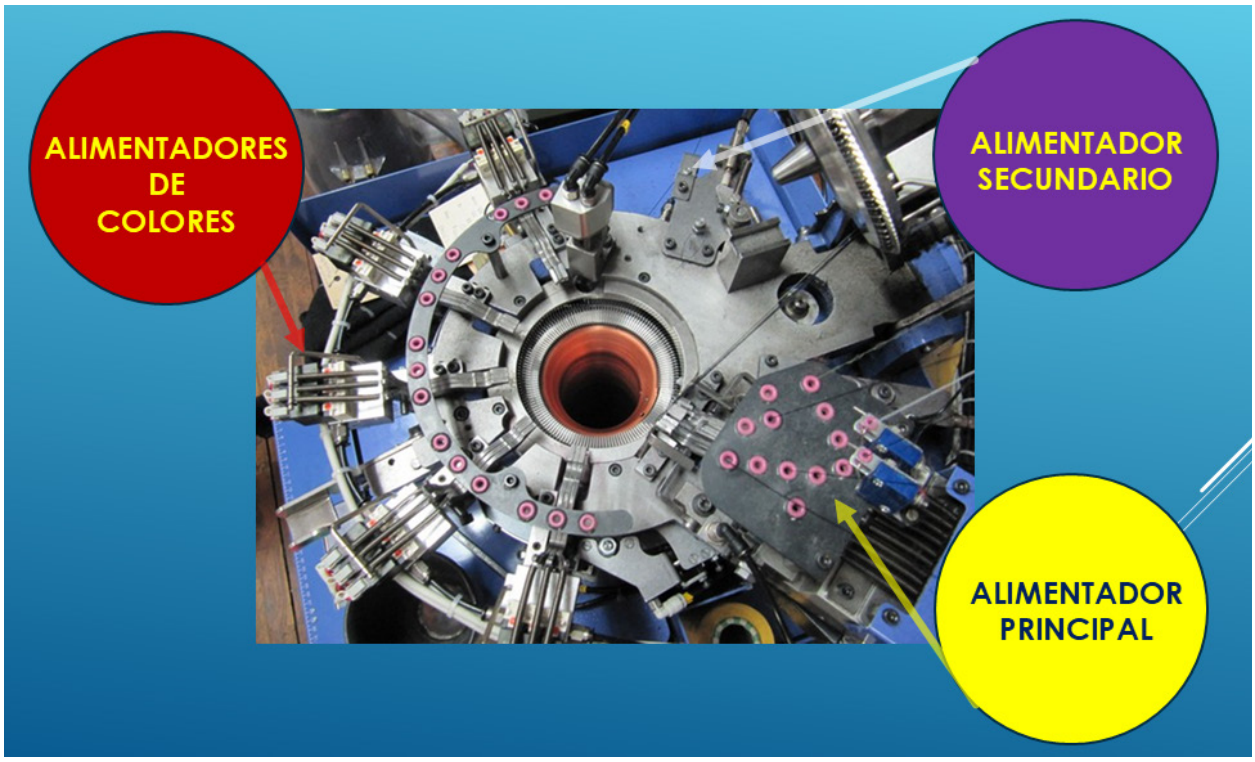
4.2.5 Alimentadores

En máquinas calceteras se conoce con el nombre de alimentadores al conjunto de guía hilos que se encuentran en una sección del cilindro para la presentación correcta y ordenada. Los alimentadores pueden ser principales y secundarios, siendo los primeros los que presentan los hilos en la mayor parte del tejido de la calceta y los secundarios los que ayudan a presentar hilos en determinadas partes para aumentar la producción.

Existen también los alimentadores de colores, los cuales presentan los hilos en el tisaje de los dibujos bordados, como se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Alimentadores de máquinas monocilíndricas.



Nota. Imagen del sistema de alimentación de hilo de la parte superior de una máquina calcetera monocilíndrica. https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

Alimentación Positiva

Es un sistema electromecánico o electrónico que se encarga de entregar la misma cantidad de hilo por unidad de tiempo. En su estructura contiene tensores y palpadores de hilo, además de un carrete donde se enrollará el hilo con un metraje determinado que será alimentado a la zona de tisaje. El alimentador positivo sirve para ayudar a que los hilos de fondo formen mallas más uniformes, sobre todo si la máquina tiene más de un alimentador principal (ver Figura 34). Las marcas más comunes son: Memminger Iro, Ytauma, Topt textile Sigma y Rel-Tex.

En los últimos años, las empresas han adoptado un concepto de sensibilidad ecológica y de protección del medio ambiente, abriendo la posibilidad y la oportunidad de fabricar e innovar diferentes productos alternativos de origen natural y, a la vez, los alimentadores positivos se han perfeccionado tecnológicamente para estas innovaciones de las materias primas (Ardanuy & Capdevila, 2011).

Figura 34

Alimentación positiva de hilos para máquinas de calcetería.



Nota. Alimentador electrónico de hilo modelo SFE 2, utilizado para el control del suministro y la tensión del hilo. Tomado de Memminger-IRO (s. f.). https://memminger-iro.com/products/seamless-machines

4.2.6 Guía hilos

Sistemas metálicos construidos en acero templado que sirven para presentar los hilos procedentes de los conos y entregarlos a las agujas para que se realice el tejido. Cada sistema está constituido de 1 a 10 guía hilos juntos trabajando, los cuales alimentan hilos de fondo, vanizado, color según sea el caso, los restantes servirán para rayado o separación de media a media, o para proporcionarle elasticidad mediante hilados de goma o spandex (Lycra).

Los guía hilos se clasifican en: principales, secundarios y de color

Guía hilos principales

Son los que forman parte de los alimentadores principales, los cuales se encuentran ubicados en conjunto generalmente al fondo de la parte superior del cilindro, ubicándose en el frente de la máquina calcetera, ver Figura 35.

La gran mayoría de máquinas numera al guía hilos de derecha a izquierda hasta la mitad donde se encuentra el guía hilo más bajo que es el central inferior, los restantes los numera de izquierda a derecha. Otras empresas constructoras los numera totalmente de izquierda a derecha, desde el primero hasta el último.

El diseño y la fabricación de calcetines requieren tres elementos fundamentales en la construcción del tejido: el hilo de fondo, el hilo de vanizado y el hilo de bordado, cada uno con funciones específicas en el proceso de tejido. Su correcta elección y aplicación determinan no solo la calidad estructural del calcetín, sino también su ajuste, rendimiento, durabilidad e identidad visual. A continuación, se describen las características y aportes de estos hilos en la tecnología de calcetería.

Los hilos de fondo constituyen la base estructural del calcetín, aportando soporte, confort, elasticidad y resistencia, generalmente son los hilos de fibras cortas, largas, cortadas y de filamentos continuos. Esta capa esencial se extiende a lo largo de todas las zonas del calcetín, se alimentan en el lado izquierdo del guía hilos se conocen también como rayadores, ya que sirven para hacer líneas horizontales.

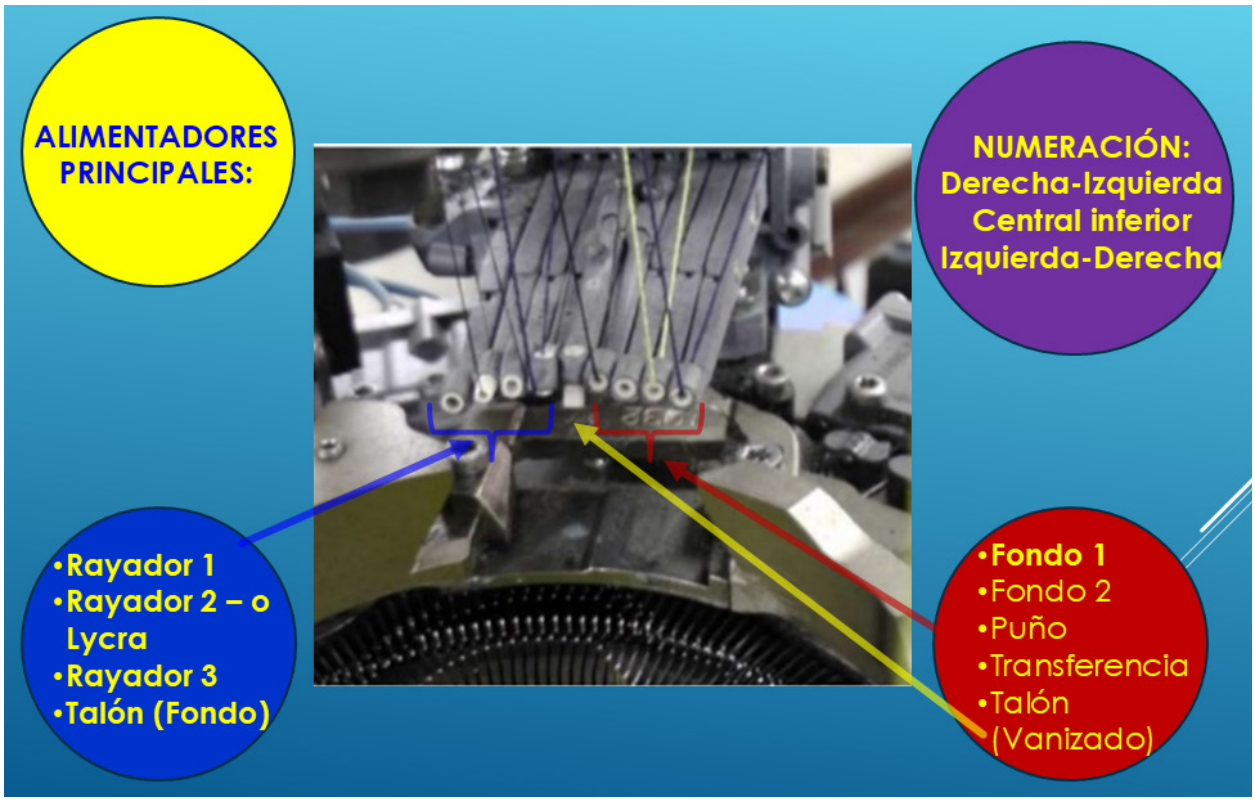
Los hilos de vanizado son aquellos que se pueden observar en el revés del tejido calcetero frecuentemente de elastano, para dotar al tejido de mayor ajuste anatómico, compresión localizada o características estéticas, sin comprometer la comodidad del hilo de fondo. Esta técnica es indispensable en productos técnicos, deportivos o médicos.

Los hilos de bordado son los que se utilizan como fondo en el tejido calcetero y que dan formas resaltadas, dibujos y diseños multicolores según la creatividad de las industrias fabricantes, de la moda y de la innovación; estos hilos deben ser exclusivos para utilizar solamente los de poliamida, también conocidos como nylon.

El hilo de bordado se presenta como una estrategia decorativa y de identidad visual, al permitir la aplicación de elementos gráficos, logotipos o textos sobre la superficie del calcetín. Aunque no forma parte del entramado base, el bordado aporta valor añadido en términos de personalización, imagen de marca y diferenciación estética, siempre considerando su correcta aplicación para no afectar el desempeño funcional del tejido.

Figura 35

Guía hilos principales de máquinas monocilindro.



Nota. Imagen de los guiahilos del alimentador principal, responsables de la conducción del hilo de fondo y del hilo de vanizado hacia el área de formación de la malla. Adaptado de *Ullcentrum – Strumpstickning* (s. f.). https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

Guía hilos secundarios

Forman parte de los alimentadores secundarios, los cuales se encuentran ubicados en uno o más conjuntos generalmente alrededor de la parte superior del cilindro, excepto al fondo donde se encuentra el alimentador principal, (ver Figura 36).

Las numeraciones del guía hilos son similares a las del alimentador principal, considerando que los alimentadores secundarios tienen menos número de guía hilos, que oscilan entre 1 a 6.

El número de alimentadores secundarios en un cilindro puede llegar a 5; sumados al principal, sería una máquina con 6 juegos o sistemas, conocidos como de alta producción.

Los guía-hilos de los alimentadores secundarios también pueden utilizarse como de bordado, dependiendo

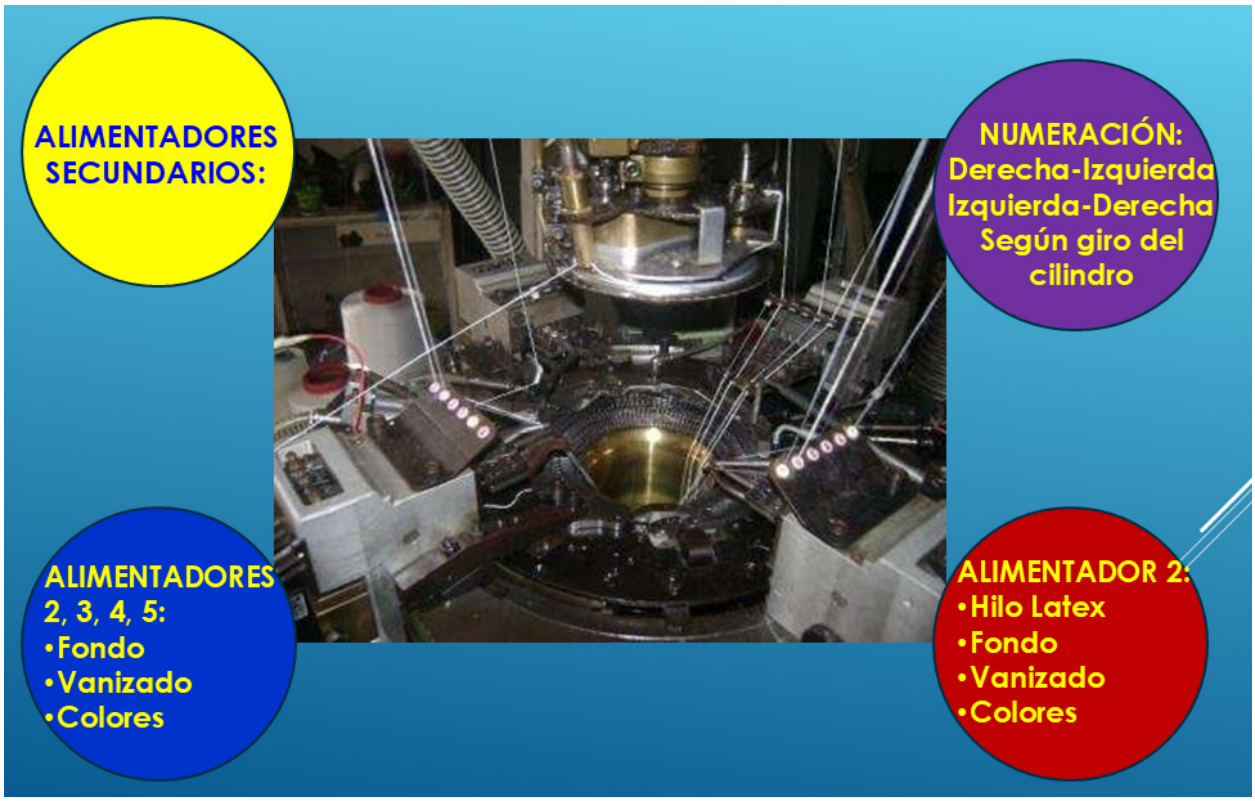
de la programación que se le dé al diseño del calcetín; un guía-hilo o dos están destinados a presentar los hilos de goma para el tejido elástico en la pierna y/o el pie.

Cuando existe solamente un guía hilo en un solo alimentador secundario, en este se alimenta el hilo de goma para la elaboración de tejido elástico en la media confeccionada.

Los guía hilos de los alimentadores secundarios no realizan talón verdadero que tiene la forma triangular por vaivén del cilindro en sentido horario y antihorario, solamente intervienen en la confección del talón falso que tiene la forma en la estructura del calcetín de un trapecio confeccionado por avance del cilindro en una sola dirección de giro.

Figura 36

Guía hilos secundarios de máquinas monocilindro.



Nota. Imagen de los guiahilos del alimentador secundario, encargados de la conducción del hilo de fondo, de vanizado y del elastómero hacia el área de formación de la malla. Adaptado de https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

Guía hilos de color

Son aquellos que forman parte de los alimentadores de color y que realizan el bordado de los dibujos en la estructura del calcetín.

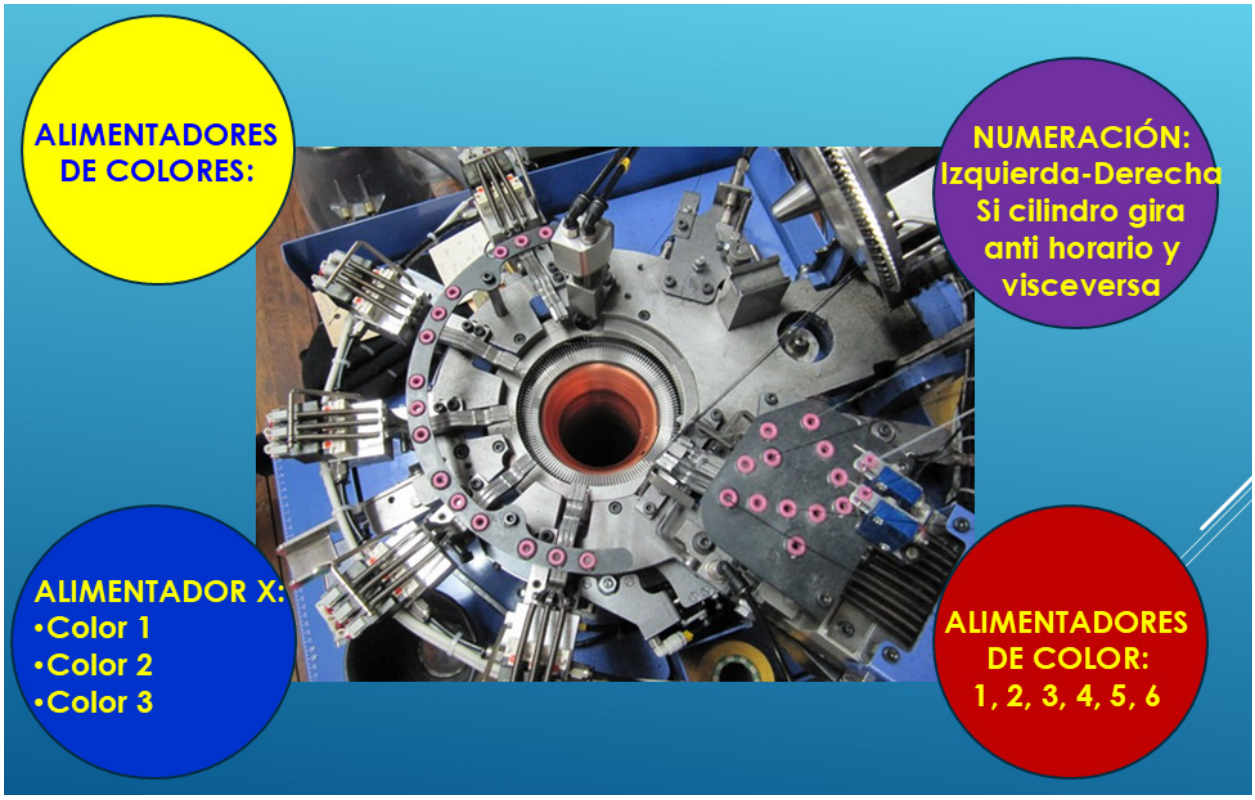
La numeración de los guías de hilos es de izquierda a derecha, ubicándonos en la parte trasera del alimentador de color: color 1, color 2, color 3. Para lograr una mejor definición y efecto de relieve en los bordados aplicados sobre calcetines, se recomienda el uso exclusivo de hilos de poliamida, debido a su resistencia, tenacidad y capacidad de mantener la forma del diseño. Aunque se pueden usar otras fibras como poliéster, estas no ofrecen el mismo resultado visual ni estructural.

Esta recomendación aplica no solo a los guiahilos de color, sino también a los hilos de relleno y fondo usados en sistemas automatizados. Se desaconseja el uso de hilos elásticos como spandex, ya que pueden deformar el bordado y afectar la elasticidad del tejido en zonas críticas del calcetín.

El número de alimentadores de color es directamente proporcional al número de colores por pasada, también conocido como colores por línea, en ambos casos se nom-

Figura 37

Guía hilos de color de máquinas monocilindro para calcetas.



Nota. Disposición de los guiahilos y alimentadores de color en máquinas calceteras monocilíndricas, utilizados para la selección y conducción de hilos que permiten la formación de diseños y motivos multicolor en el tejido. Adaptado de Ullcentrum – Strumpstickning (s. f.). https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

bra más el fondo, entiendo que este último es el color que está utilizando el alimentador principal. Por ejemplo, si la máquina tiene 4 alimentadores de color, se menciona la capacidad de dibujo: 4 colores por pasada más el fondo, ver Figura 37.

El número máximo de alimentadores de color en la actualidad es de 6, por lo que se mencionará la capacidad de dibujo: 6 colores en línea más el fondo.

El número de guía hilos totales de color es directamente proporcional al número de colores totales en todo el calcetín más el fondo, entendiendo que este último es el confeccionado por el alimentador principal. Para saber el número total de colores en la calceta se debe multiplicar el número de alimentadores de color por 3, ya que cada alimentador tiene un máximo de tres guías hilos; ejemplo si una máquina tiene 6 alimentadores de color, se menciona la capacidad máxima de colores de dibujo: 18 colores totales más el fondo en todo el calcetín.

4.2.7 Cilindro

Sirve de guía de agujas, Jacks y selectores, que con movimiento circular los dispone para la formación de mallas y diseños previamente programados por las levas adyacentes al cilindro. Está formada por una base cilíndrica en la cual están insertadas paradas de acero templado formadas de canales que sirven de guía para los movimientos alternativos de subida y bajada de los 3 elementos antes mencionados, ver Figura 38.

Figura 38

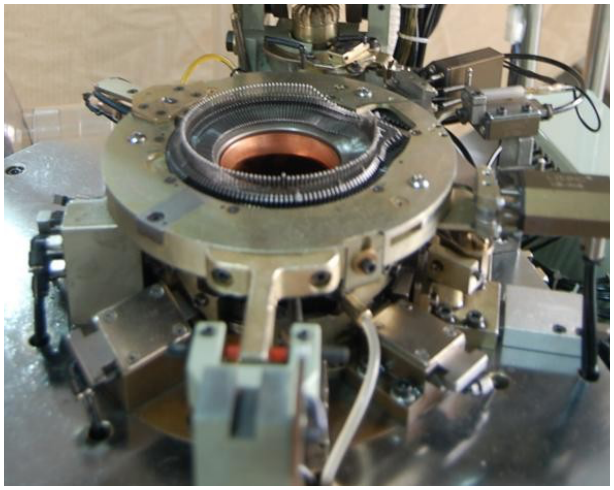
Cilindro portaagujas para máquina calcetera Lonati.



Nota. El cilindro es acanalado para permitir la inserción de agujas, jacks y selectores. Tomado de Sock Machine Needle Cylinder for Lonati (s. f.), Alibaba. https://spanish.alibaba.com/product-detail/Sock-Machine-Needle-Cylinder-for-Lonati-62325305051.html

Figura 39

Corona de platinas.



Nota. El anillo de platinas es acanalado y permite la inserción de los sinkers. Adaptado de Weihuan Socks Machine (s. f.).

4.2.8 Corona de platinas

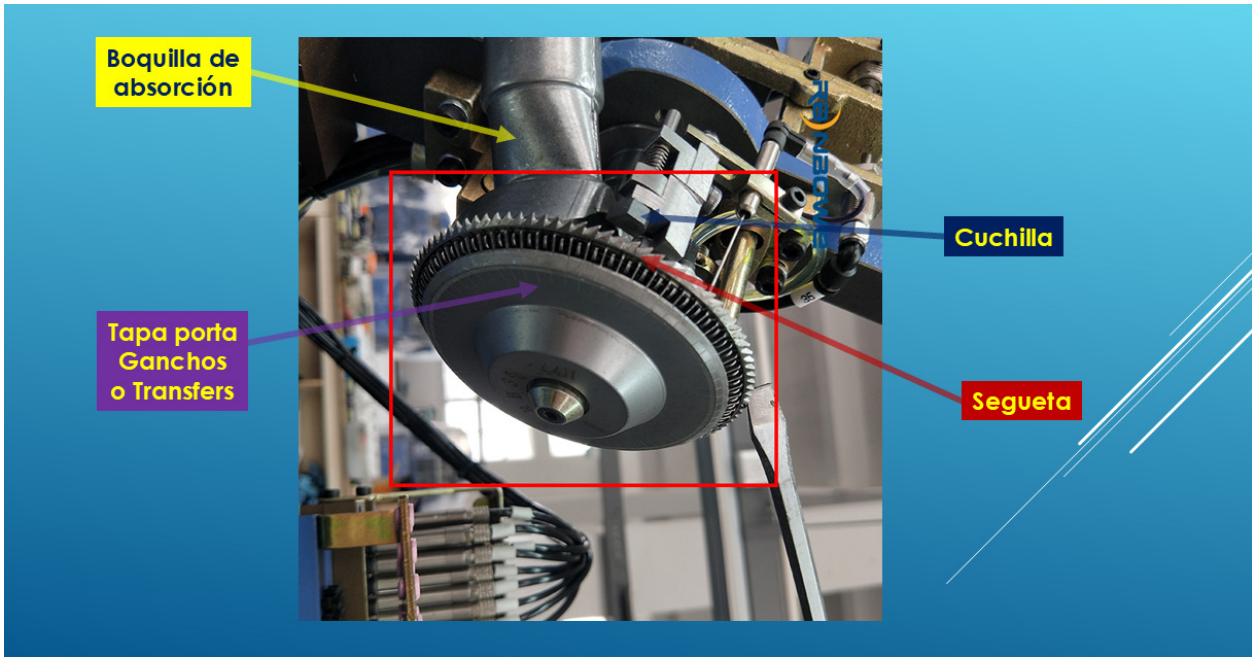
Llamado también tapa o anillo de platinas, sirve de alojamiento para las platinas de encierre, y al girar estas juntamente con el cilindro, es guiado por el camino de levas para sus movimientos de retención de tejido, ver Figura 39.

4.2.9 Dial

En las máquinas monocilíndricaas cumplen la función de alojar a los ganchos o transfers, los cuales se encargan de realizar la transferencia del hilo en el doblado del puño elástico; además se encarga del sistema de corte de los hilos en la salida del tisaje de los guía hilos de fondo, vanizado y bordado de diseño por medio de la sierra y cuchilla con la ayuda de la boquilla de absorción de desperdicios, ver Figura 40.

Figura 40

Dial o plato de transfers.



Nota. Imagen del dial que participa en la transferencia de mallas y en el corte de hilos del calcetín. https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

Tapa porta transfers

Aloja a los ganchos en su superficie fresada donde estos tienen movimientos horizontales de entrada y salida, sin que se salgan de las pistas guías, como se observa en la Figura 41.

Figura 41

Porta transfers máquina monocilindro.



Nota. La tapa porta transfers es construida de acuerdo con el diámetro del cilindro. Adaptado de Sangiacomo S.p.A., catálogo 4 Cus Elite 2C (SANGIACOMO, n.d.-b)

4.2.10 Sierras o Seguetas

Cortan los hilos de fondo, vanizados y bordados en la fase de tejido, provistos de un diámetro semejante al del cilindro, ver Figura 42.

Figura 42

Seguetas para máquinas monocilíndricas.



Nota. Las sierras o seguetas son fabricadas de acuerdo con el diámetro del cilindro. Tomado de (Sercomex E.I.R.L., n.d.) Álbum de imágenes de componentes para máquinas calceteras [Álbum de fotografías]. Facebook. https://www.facebook.com/media/set/?set=a.503953769694797&type=3

Cuchillas

Ayudan por contacto físico con las sierras a que el corte de los hilos de fondo, vanizado y colores sea más preciso y efectivo. Pueden ser de forma: de un pie fijo, también llamada cuchilla con pin (eje); láminas, o también conocidas por el nombre de cuchilla; pie oscilante, o llamado cuchilla sin varilla (eje), ver Figura 43.

Figura 43

Cuchillas para máquinas monocilindro.



Nota. Las cuchillas son fabricadas para ejercer presión sobre las sierras y que el corte de los hilos sea óptimo. Tomado de (Sercomex E.I.R.L., n.d.) *Álbum de imágenes de componentes para máquinas calceteras* [Álbum de fotografías]. Facebook. https://www.facebook.com/media/set/?set=a.503953769694797&type=3

4.2.11 Boquilla de absorción de hilos y pelusas

Cuya función es absorber los hilos y fibras cortados en la zona de tisaje, pudiendo ser de plástico o metálico.

Sistema de absorción de desperdicio y prendas

Estas máquinas poseen un sistema de aire que absorbe a través de una tubería de plástico al calcetín para mantenerlo con tensión hacia el interior del cilindro. Este sistema consta de las siguientes partes:

Ventola de absorción

Es una turbina que permite por medio de un sistema cerrado mover el aire del ambiente ingresándolo por un ducto inferior y sacándolo por otro paralelo al anterior, a través del movimiento de las aspas internas y filtrándolo de tal

manera que el flujo de entrada esté libre de polvo, fibras, ceniza y más contaminantes existentes suspendidos en el ambiente. El ducto de ingreso de aire a la ventola está conectado a un sistema de mangueras y tubos que permite mantener al calcetín tensado hacia debajo de la zona de tisaje, a la vez que absorbe los hilos cortados del dial por medio de la boquilla y por último permite la salida de la unidad de calcetín terminado de tejer, del cilindro hacia el exterior de la máquina, ver Figura 44.

Filtros

En la Figura 45 se presentan los filtros que se encuentran en el sistema de absorción que sirven para alojar ahí los hilos cortados y las fibras acumuladas en el dial por efecto del tisaje. Estos filtros son cámaras de plástico cilíndricas que deben ser vaciadas una vez que están llenas de desperdicio a fin de que el flujo de aire se mantenga constante.

Figura 45

Filtros de hilos y fibras.



Nota. El recipiente del filtro es capaz de absorber hilos cortados de dibujos bordados de hasta 7 docenas de calcetines, pudiendo variar esta cantidad por el tamaño del diseño . Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Figura 44

Ventola de absorción.



Nota. La turbina tiene una parte de ingreso del aire que está conectada al sistema de mangueras de la máquina, en tanto que la salida de aire es completamente libre. Adaptado de Weihuan Socks Machine (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Figura 46

Tuberías plásticas.



Nota. Las tuberías plásticas pueden ser de material rígido o flexible. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Tubería de plástico

Conectadas desde la salida del cilindro hasta la campana de expulsión, cumplen dos funciones: permitir que el aire mantenga la calceta con una tensión hacia abajo y transportar a la misma hacia el exterior de la máquina, ver Figura 46.

Campana de expulsión

Es una cámara conectada a la tubería de aire de la máquina, que ayuda al flujo a mantener el calcetín fuera de la zona de tejido y que por acción mecánica crea un vacío para expulsar el género textil, ver Figura 47.

Figura 47

Campana de expulsión.



Nota. La campana abre su compuerta para expulsar el calcetín una vez que este se ha desprendido de la zona de tisaje y ha sido transportado por el aire de la ventola hacia la cámara de salida. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

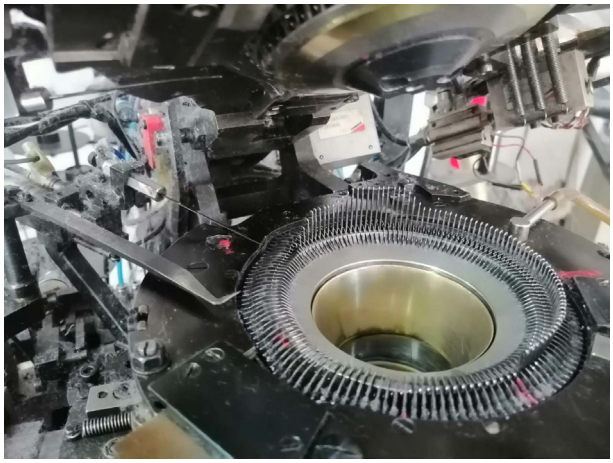
4.2.12 Sistemas de control de agujas

Estos sistemas sirven para detectar deformaciones o acumulaciones de hilo en las agujas; además, detectan las agujas rotas cuando se ha roto el talón (ver Figura 48). Se encuentra ubicado aproximadamente a un milímetro de la zona de tejido del cilindro; posee una luz piloto de color rojo que se enciende alertando al operario sobre las fallas.

Ante un disparo de dicho sensor, la máquina para automáticamente detener la producción de tejido del calcetín. Existe un sinnúmero de modelos de detectores de agujas rotas; todos cumplen la misma función que es la de detener automáticamente a la máquina al detectar una falla en el tejido o en las agujas.

Figura 48

Sistema de control de agujas.



Nota. Los sistemas de control de agujas se colocan en las áreas donde estas bajan a su máxima posición de recogida. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

4.2.13 Elementos de trabajo, producción y control modernos

En las máquinas circulares de pequeño diámetro modernas es muy común encontrar elementos eléctricos, neumáticos y electrónicos que han sustituido a los sistemas complejos mecánicos, ahorrando espacio, facilidad de mantenimiento, reducción de ruido e incremento de velocidad de producción.

Estos son algunos de los elementos más relevantes:

Electroválvulas. Válvulas que funcionan por orden electrónica desde la memoria principal de la máquina que permiten el paso o cierre de aire comprimido, ver Figura 49.

Figura 49

Bloque de válvulas neumáticas para sistemas automatizados..



Nota. Conjunto de válvulas y electroválvulas neumáticas utilizado para el control del aire comprimido en sistemas de automatización industrial. Tomado de Válvulas y electroválvulas neumáticas (2025). https://nosoloherramientas-tienda.es/p/valvulas-y-electrovalvulas-neumaticas

Figura 50

Pistones.



Nota. Existen en varios modelos, grosores y tamaños. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Pistones

Elementos mecánicos de impulso neumático que accionan partes mecánicas para el funcionamiento de la maquinaria, ver Figura 50.

Encoder

Sistemas electrónicos de marcha correcta de la máquina, control de frecuencia de movimiento, punto cero entre el cilindro y el motor Brushless, detector del paso de prenda, ver Figura 51.

Figura 51

Sensor electrónico para máquina calcetera.



Nota. Sensor electrónico utilizado para la detección y control de variables del proceso de tejido, como la presencia de hilo o el funcionamiento de componentes mecánicos. Tomado de *Lonati Sock Machine Sensor D4840195* (s. f.), Alibaba.com. https://spanish.alibaba.com/product-detail/Lonati-Sock-Machine-Sensor-D4840195-1600411831061.html

Motores Brushless

Servo motores electrónicos que controlan el movimiento de la máquina aguja por aguja en baja, alta y múltiples velocidades de giro del cilindro; con rotación en sentido horario, antihorario y en los dos sentidos a la vez, con avance y retroceso milimétrico o en vueltas completas, según programación del diseño. Existen en varios tamaños y no solo se encargan del movimiento del cilindro, sino también de mecanismos que necesitan giros milimétricos, como la altura del cilindro y de los céntricos, para la regulación del registro de punto, llamado también densidad del tejido, ver Figura 52.

Figura 52

Motor BLDC y principios de funcionamiento en sistemas electromecánicos.



Nota. Motor BLDC utilizado en sistemas de automatización industrial por su alta eficiencia y control electrónico preciso. Tomado de Motores BLDC: vantagens (s. f.), Kalatec Automação. https://blog.kalatec.com.br/motores-bldc-vantagens/

Tarjetas electrónicas

En la Figura 53 se presentan las tarjetas de comando central y accionamientos de todos los sistemas neumáticos, eléctricos y electrónicos de la máquina.

Figura 53

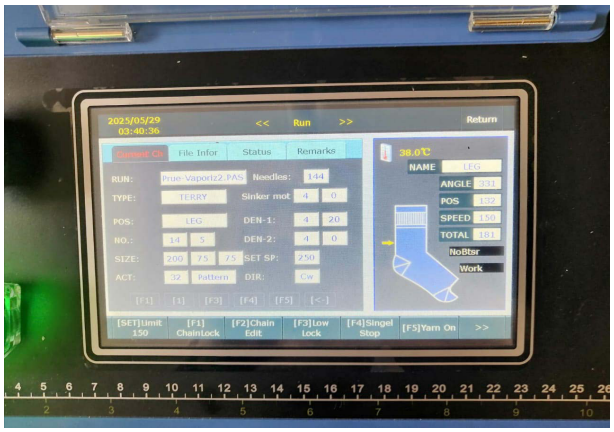
Tarjetas electrónicas.



Nota. Las tarjetas pueden ser principales, secundarias o de accionamiento. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocksmachine.de/download

Figura 54

Display.



Nota. Los monitores tienen la opción de por lo menos tres idiomas. Adaptado de *Weihuan Socks Machine* (s. f.). https://es.weihuansocks-machine.de/download

Display

En la Figura 54 se muestran los monitores de información del proceso de tejido, fallos, disparos, errores, averías, diseño de velocidades y producciones de la máquina.

Torretas electromagnéticas

En la Figura 55 se muestran los sistemas electrónicos en forma de torre en donde se encuentran conjuntos de láminas magnéticas llamados actuadores.

Estas torretas han sustituido a los sistemas mecánicos para generar movimientos y órdenes a los selectores de diseño del calcetín.

Figura 55

Elementos y funcionamiento del tejido de punto en máquinas de tejer.



Nota. Esquema ilustrativo del principio de formación de mallas en el tejido de punto, utilizado para explicar la interrelación entre agujas, hilo y estructura del tejido. Tomado de Knitting well (s. f.), Knitting Well. https://knittingwell.weebly.com/untitled.html

Actuadores

Estos accesorios por medio de impulsos electromagnéticos vibran y se mueven de arriba hacia abajo o viceversa, impulsando a los selectores y estos a su vez a las agujas para crear diseños amplios que pueden abarcar todo el ancho del tejido, lo que se conoce como full Jacquard, ver Figura 56.

Figura 56

Sensor electrónico para máquinas de tejido de punto circular..



Nota. Sensor electrónico empleado en máquinas de tejido de punto circular para la detección de la presencia de hilo o el funcionamiento de componentes mecánicos. Tomado de AliExpress (s. f.). https://es.aliexpress.com/i/2035152765.html

4.3 Conclusión

El análisis de las partes constitutivas de las máquinas calceteras monocilíndricas permite comprender que su rendimiento y versatilidad dependen de la interacción entre elementos mecánicos, electrónicos y neumáticos. Cada componente, desde los sistemas de alimentación y control del hilo hasta el cilindro, el dial y las mecánicas de selección de agujas, desempeña un papel esencial en la formación del tejido y en la obtención de estructuras uniformes, resistentes y estéticamente apropiadas.

La incorporación de tecnologías modernas, como sensores inteligentes, sistemas de lubricación automatizada, control electrónico de agujas y mecanismos de absorción de pelusas, demuestra la evolución de la maquinaria de calcetería hacia procesos más eficientes, limpios y confiables. Estos avances han permitido reducir tiempos de parada, mejorar la calidad del producto final y aumentar la competitividad de las empresas del sector.

Dominar la función y operación de cada uno de estos componentes no solo fortalece el conocimiento técnico del profesional o estudiante, sino que también facilita la detección de fallas, la optimización de la producción y la selección adecuada de maquinaria para distintas aplicaciones. En conjunto, este capítulo constituye una base para avanzar hacia el estudio de procesos más complejos de diseño, programación y producción en la calcetería moderna.



Capítulo 5.

5.1 Introducción

La fabricación de calcetines es un proceso especializado que combina principios de ingeniería textil, selección adecuada de materias primas, técnicas de tejido y criterios estéticos orientados al confort, funcionalidad y diseño. En el contexto actual, donde el mercado demanda productos de alto rendimiento, mayor durabilidad y una estética cada vez más sofisticada, resulta esencial comprender cómo se estructuran los tejidos, qué materiales intervienen y qué tipos de diseños y texturas se pueden lograr en la calcetería moderna.

Este capítulo aborda de manera integral los fundamentos técnicos que definen la estructura del tejido y la forma en que esta influye en las propiedades finales del calcetín. Se estudian los procesos de formación del tejido, los tipos de diseño utilizados en la industria, desde los más tradicionales hasta los complejos diseños deportivos y funcionales, y las materias primas, naturales y sintéticas, que permiten desarrollar calcetines con características específicas como absorción de humedad, elasticidad, resistencia o suavidad.

Asimismo, se presenta un análisis de las estructuras y partes que componen los calcetines, permitiendo identificar elementos esenciales como la puntera, el empeine, el talón, la caña y el puño, y comprender su relación con la comodidad y el desempeño del producto. También se examinan las texturas modernas más utilizadas en la industria, como el tejido liso, rizo, medio rizo, malla retenida, hilo flotante, acanalado y links-links, destacando su fun-

ción técnica y estética dentro del producto final.

Finalmente, se profundiza en los aspectos de tallaje y tamaño, fundamentales para garantizar el ajuste correcto, la ergonomía y la funcionalidad del calcetín en diferentes contextos deportivos, laborales o casuales.

Este capítulo ofrece al lector una visión completa del proceso de diseño y fabricación de calcetines desde una perspectiva material, estructural y estética, proporcionando conocimientos fundamentales para el desarrollo de productos innovadores y de alta calidad en la industria de la calcetería.

5.2 Estructura, materiales y estética en la fabricación de calcetines

5.2.1 Estructura del tejido

Existe una gran variedad de estructuras de tejido de punto calcetero, que resultan de la combinación de hilos en fondo y vanizado, del número de colores utilizados en los dibujos, de la densidad del tejido, del tipo de disposición del hilo elástico, entre otras, las cuales se analizarán las más importantes.

Hilos de fondo

En un calcetín debido a su gran capacidad de guía hilos y la facilidad de combinación de diversas materias primas en un mismo producto, la fabricación de géneros calceteros con diferentes hilos ubicados en las distintas partes del producto que se observan en el derecho del tejido; por ejemplo, es muy común encontrar que una calceta tiene el puño elástico elaborado en acrílico, que la pierna sea confeccionada con hilos de bambú, el talón y la puntera con algodón 100%, el pie con polialgodón (en diferentes mezclas).

Esta combinación de distintas materias primas de hilos le dan efectos visuales y de tacto que estructuralmente presentan características diversas de absorción, suavidad,

confort y flexibilidad en los calcetines, que es muy cotizado por los consumidores, dependiendo de algunos factores como: las estaciones del año, de la temperatura promedio de la zona geográfica, del tipo de actividad que desempeña el usuario y de la sudoración de este.

Normalmente, para climas cálidos prefieren medias y calcetines de algodón, polialgodón y bambú; en tanto que para zonas frías ambientales son de mayor elección productos que tengan hilos de acrílico y/o de lana.

El tejido rizo en calcetería proporciona un efecto de amortiguación o colchón entre el pie y el calzado, mejorando el confort y la protección durante el uso. Asimismo, presenta una excelente capacidad de absorción cuando se emplean hilos de fondo elaborados con algodón, bambú u otras fibras vegetales, debido a su naturaleza hidrofílica. Las fibras sintéticas como el poliéster, polipropileno y poliamida muestran menor capacidad de absorción de humedad. No obstante, estas fibras pueden favorecer el transporte o la evacuación del sudor dependiendo de la estructura del tejido.

En este contexto, Thermocool® es una fibra técnica de poliéster diseñada con canales longitudinales y una sección transversal especial, que facilita la gestión térmica y el transporte de humedad desde la piel hacia el exterior del tejido. Aunque en el tejido jersey presenta una superioridad significativa en la absorción de líquidos, en estructuras como piqué y rizo muestra una mejor transferencia de humedad y ventilación, contribuyendo a mantener el pie más seco y térmicamente equilibrado.

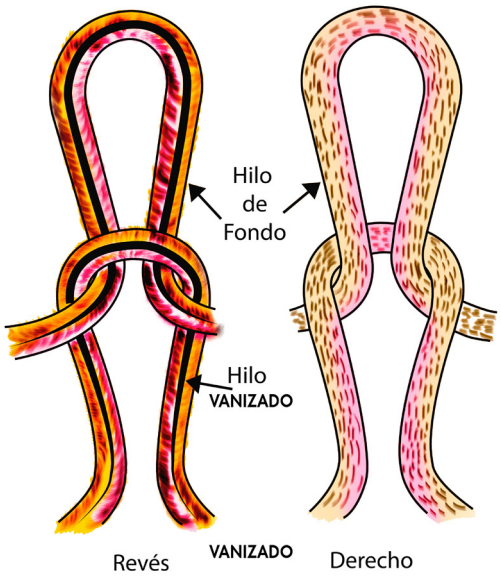
Estudios sobre diferentes combinaciones de fibras y estructuras indican que el polipropileno modificado en mezclas tipo polialgodón, especialmente en estructuras piqué, resulta adecuado para zonas como la planta y los laterales del calcetín, ya que favorece la evacuación del sudor, reduce la fricción y contribuye a disminuir la formación de ampollas durante actividades deportivas, particularmente en condiciones de alta temperatura y humedad (Kaplan & Akgünoğlu, 2021).

Hilos de vanizado

La elección de hilos de vanizado depende del tipo de es-

Figura 57

Hilos de fondo y vanizado.



Nota. Los hilos de vanizado siempre se observarán en el revés del tejido y los de fondo en el derecho. Imagen tomada de *Métodos de Hilado e Ingeniería Textil B* (2015) [Blog]. https://metodosdehiladoeingeniariatextilb.blogspot.com/2015/01/vanisado.html

tructura calcetera que se desee producir, y puede variar según los requerimientos del cliente. Entre las opciones más comunes se encuentran: tejidos gruesos sin elasticidad, medias gruesas con baja elasticidad, o medias delgadas con alta elongación, diseñadas para adaptarse anatómicamente al pie del usuario. Es así como bajo este concepto anterior los hilos de vanizado de poliéster le dan mayor densidad al tejido y baja elasticidad; el uso de hilos de poliamida le confiere a la calceta mayor densidad del tejido y una moderada elongación; la utilización de hilos spandex le proporciona un tejido menos denso y con alta elasticidad.

Es relevante indicar que los hilos de vanizado en los calcetines siempre van en el revés del tejido y que no se utilizan para este efecto materias primas de fibras cortas, cortadas y largas, ver Figura 57.

Densidad de tejido

La densidad del tejido calcetero está determinada por el número de columnas y por el número de pasadas en una pulgada inglesa. Para contar las columnas y pasadas se puede hacer de dos formas:

- Señalar con marcador al tejido en reposo de la media, un área de un cuadrado que tenga una pulgada inglesa por lado, es decir, 2,54 cm; para lo cual se debe tomar como primer lado trazado una columna de mallas y luego completar el trazo del resto del cuadrado.

- Colocar una lupa textil sobre el tejido calcetero, que tenga de base un área de una pulgada inglesa.

En cualquiera de los casos anteriores, se procede a contar el número de columnas existentes en esa pulgada y luego el número de pasadas. Repetir este proceso cuatro veces

más en diferentes partes del calcetín; sacar una media aritmética de los datos de columnas y pasadas y ese sería el valor resultante.

El registro de punto de una máquina calcetera es un sistema mecánico o electrónico, que permite que las mallas se hagan más largas o cortas, donde las mallas largas disminuyen la densidad del tejido y las mallas cortas lo aumentan.

Si se cuenta con un tejido calcetero de 20 columnas y 30 pasadas, y se desea aumentar su densidad, es decir, hacerlo más grueso, es necesario ajustar el registro de punto para incrementar el número de pasadas, por ejemplo, de 30 a al menos 32 pasadas de malla. En cambio, si se busca reducir la densidad del tejido, se debe aflojar el registro de punto, lo que disminuye la cantidad de pasadas por pulgada. Véase Figura 58.

Figura 58

Densidad del tejido calcetero.



Nota. En un solo calcetín se puede tener una gran variedad de densidades, dependiendo de la moda, diseño, innovación y uso.

Disposición de hilo elástico

La inserción del hilo de goma en el tejido calcetero ayuda a una mayor sujeción del calcetín en el área donde se lo coloque, sea en el puño elástico, pierna elástica o pie elástico. En el diagrama de dibujo electrónico o llamado también disposición por software, el hilo de goma solo teje las columnas de color blanco, en tanto que las rojas no tejen, lo que le da un efecto acanalado falso.

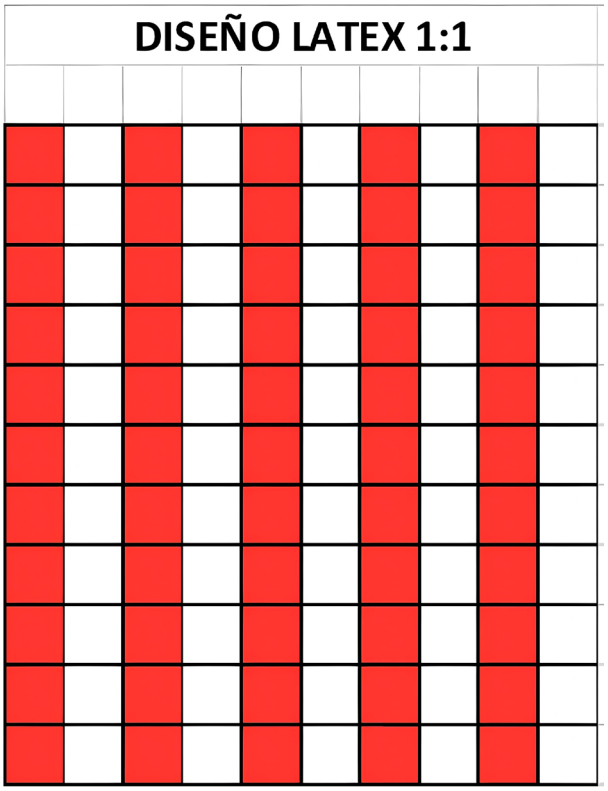
Las estructuras de tejido con hilo de goma son las siguientes:

Acanalado 1x1:

Este tipo de tejido es común en calcetas ejecutivas, de vestir y deportivas, especialmente en el puño elástico, véase Figura 59.

Figura 59

Elástico acanalado 1x1.



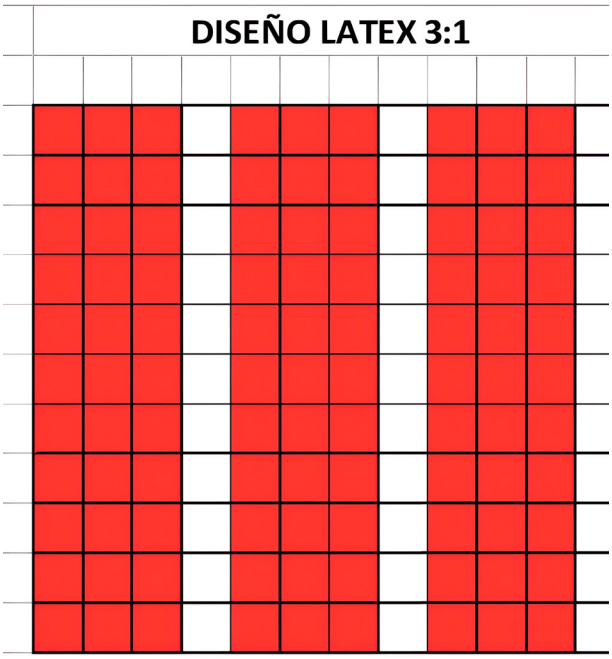
Nota. La representación del acanalado 1x1 en los programas de diseño puede ser con color rojo o azul.

Acanalado 3x1

Se usa principalmente en los calcetines deportivos en las áreas de la pierna y el pie elástico. Le da mayor elasticidad al tejido por la estructura de acanalado falso, donde los hilos de rojo no son tejidos por hilo de látex, sino solo las columnas de color blanco, como se muestra en la Figura 60.

Figura 60

Elástico acanalado 3x1.



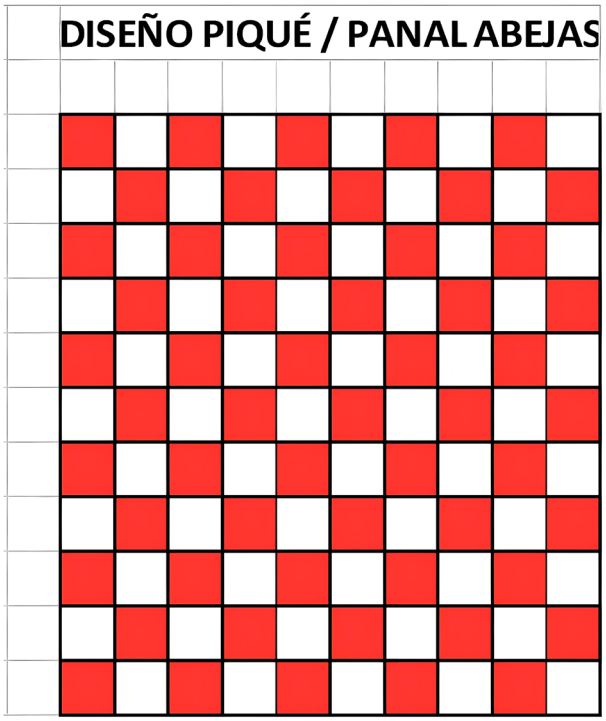
Nota. La representación del acanalado 3x1 en los programas de diseño puede ser con color rojo o azul.

Ajedrez, panal de abejas o piqué

Estructura de tejido utilizada principalmente en el área correspondiente a los hilos de bordado, lo que resalta a efecto tridimensional sobre todo si se usa en la pierna y/o pie de los diseños deportivos. También se utiliza para la fabricación del puño, pierna y pie elástico, como se muestra en la Figura 61.

Figura 61

Elástico ajedrez.



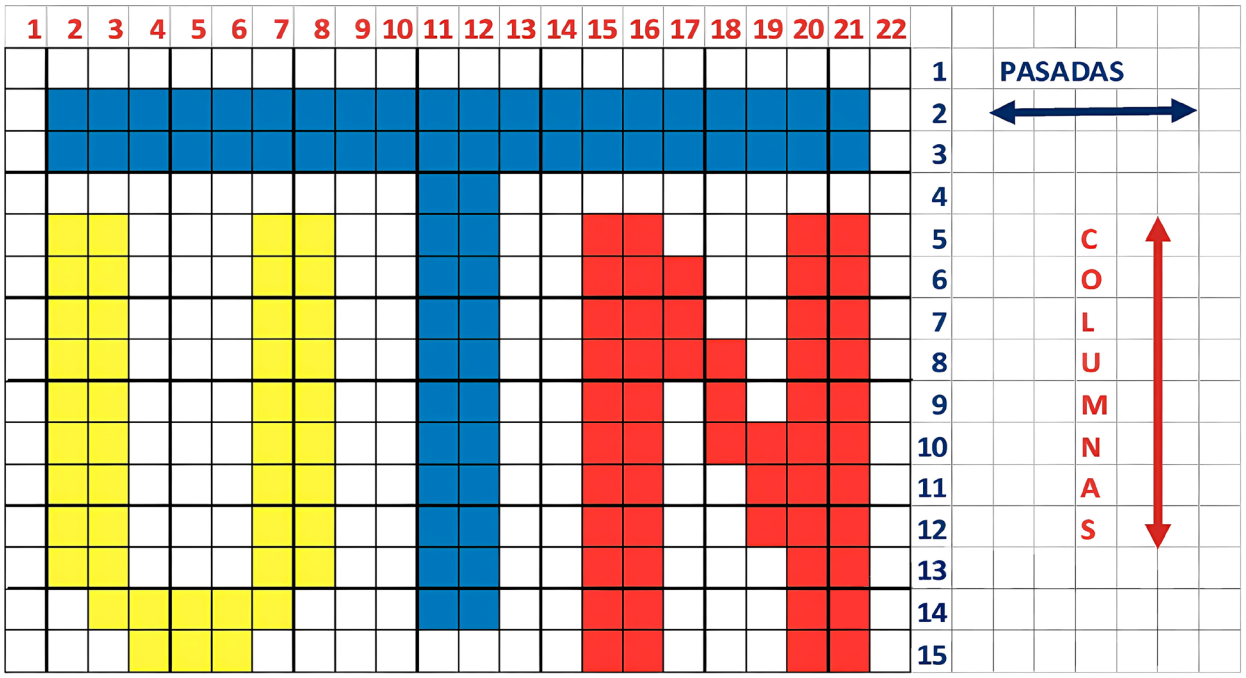
Nota. La representación del ajedrez en los programas de diseño puede ser con color rojo o azul.

Colores en línea

Los colores en línea son directamente proporcionales al número de alimentadores de color disponibles en la máquina. Por ejemplo, si se desea tejer un calcetín con cuatro colores en línea más el color de fondo, se requiere una máquina equipada con al menos cuatro alimentadores de color, como se observa en la Figura 62.

Figura 62

Colores en línea.



Nota. Los colores en línea pueden ser desde 1 hasta 6, más el fondo.

En esta estructura de diseño del calcetín se identifican tres colores en línea: amarillo, azul y rojo, además del color blanco utilizado como fondo. El diseño presenta un total de 19 columnas y 14 pasadas, lo que evidencia una distribución cromática y estructural precisa dentro del patrón del tejido.

Colores totales

Corresponde al número total de hilos de bordado que participan en el diseño del calcetín, sin incluir el hilo de fondo. Cada alimentador de color dispone de tres guía hilos, por lo tanto, al multiplicar el número de alimentadores por tres se obtiene el total de hilos de bordado empleados en la estructura.

Por ejemplo, si una máquina cuenta con cinco alimentadores destinados al bordado del diseño, el total de hilos de bordado será de 15 (5 alimentadores × 3 guía hilos), más el hilo de fondo que se considera adicional.

5.3 Formación del tejido

Las mallas de los calcetines se forman cuando una o varias agujas giran en un plano horizontal en el interior de un cilindro y, por acción mecánica de levas sobre sus talones, son levantadas para que recojan el hilo de los correspondientes alimentadores en cada zona de tisaje. Los movimientos alternativos de subida y bajada de las agujas forman las correspondientes mallas nuevas al cerrar sus lengüetas e introducir los bucles en el interior de las mallas viejas o previamente tejidas en una pasada anterior.

La tradicional forma de U del tejido de punto calcetero sea en tipo ejecutivo o deportivo se tejen en máquinas convencionales, semi electrónicas y electrónicas, las cuales no tienen la capacidad de ajustar las puntadas en cada parte del calcetín para darle la forma del pie y de la pierna de las personas por lo que no se amoldan correctamente al usuario, en tanto que los calcetines en forma de V al ser elaborados en máquinas full electrónicas de la línea Medical permiten dar un ajuste al producto en cada parte que corresponde a la forma humana de la pierna y pie, creando mayor o menor compresión contra los músculos, lo cual

es muy beneficioso para que se amolde correctamente creando mayor o menor presión según las necesidades y requerimientos del cliente, también pueden ser utilizados en el ámbito médico, especialmente en pacientes con diabetes, hipertensión, insuficiencia venosa o presencia de várices, entre otras condiciones. (Huang & Song, 2023).

Las mallas ya tejidas denominadas también nuevas, son sujetadas por las platinas y empujadas al interior del cilindro para que, por medio de la ayuda de la ventola de absorción de aire, el calcetín que se está confeccionando se mantenga con una tensión constante y no se suba para la parte superior de cilindro y ocasione enredones de tejido y rotura de las agujas.

Las agujas y platinas en su recorrido forman en el tejido columnas o cadenas y pasadas. Las columnas o cadenas son hileras verticales de mallas en la media y las pasadas son hileras horizontales de mallas. En la calcetería cada columna está formada por una sola aguja y aparece en el derecho de la media, en tanto que las pasadas están formadas por todo el conjunto de agujas del cilindro y pueden ser apreciadas también en el derecho del calcetín, pero en forma de mallas consecutivas en el plano horizontal.

En los esquemas de la Figura 63 se indica el proceso de formación de la malla en máquinas monocilindro de calcetines en tejido liso:

A: La platina se encuentra retrasada y la aguja en posición baja una vez que ha formado una malla. La lengüeta se encuentra cerrada ya que ha desprendido la malla nueva en el interior de la malla vieja. Esta posición es la inicial del proceso.

B: La platina avanza en dirección al interior del cilindro, sujetando con su garganta a la malla, con el fin de que el tejido no se suba por el inicio del movimiento de ascenso de la aguja.

C: La aguja continúa ascendiendo hasta llegar a su máxima altura, abriendo la lengüeta de la malla nueva y pasando esta al mástil y sostenida en el interior de la garganta de la platina. La aguja tiene frente a ella al guía hilos para la entrega del hilo, que será recogido y pasará al interior de la cabeza, que al descender cerrará la lengüeta por contacto con la malla vieja.

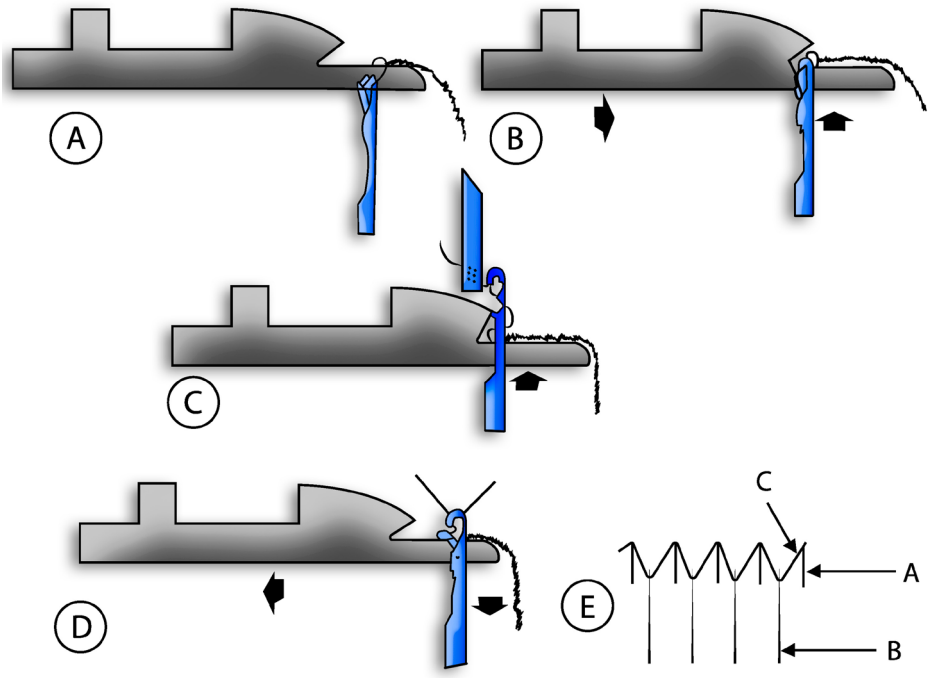
D: Continúa el descenso de la aguja, la platina retrocede, la lengüeta cierra, quedando el hilo aprisionado en el interior de la cavidad formada por la lengüeta y el gancho. Seguidamente continua el descenso, la cabeza de la aguja se sitúa por debajo del nivel de la platina como se indica en el esquema A, estirando al hilo que forma una recogida más o menos larga, según la intensidad de este descenso y la malla anterior pasando por encima de la lengüeta y la cabeza de las agujas, caerá quedando retenida por la recogida y formando la nueva malla.

E: indica la posición de las agujas en su máximo descenso al interior del hilo C y forma las recogidas apoyándose en los encima de las platinas.

E.A. variando la penetración de las agujas, cambia la longitud de las recogidas y, por lo tanto, la densidad de las mallas. Este cambio de penetración se conoce por variación de cerraje.

Figura 63

Formación del tejido calcetero.



Nota. El elemento de formación de color gris representa la platina y el azul a la aguja. Adaptado de catálogo 4 CTA-3C (SANGIACOMO, n.d.-a)

5.4 Tipos de diseños de medias y calcetines

Gracias a la tecnología actual donde se ocupa la electrónica y la neumática en el funcionamiento y comando de los elementos mecánicos de las máquinas calceteras, se pueden producir y reproducir dibujos y estructuras muy diversas, variadas, simples y complejas, de Jacquard sencillo, Jacquard complejo y full Jacquard, con selección de diseño aguja por aguja y en cualquier parte del calcetín, con múltiples colores acordes a la moda, a la innovación y a la creatividad de los diferentes productores de esta industria textil.

Los tipos de diseño de productos calceteros y las materias primas utilizadas determinan no solo la resistencia a la tracción sino también la elongación, es menester considerar que al utilizar hilos de spandex la elasticidad es muy superior en comparación con las calcetas confeccionadas con hilos de vanizado de poliéster o poliamida; también es importante considerar que según la parte del calcetín el alargamiento es diferente, por lo que es común que en el tobillo sea muy pequeño el estiramiento, en la pantorrilla sea más elevada y mientras que la elasticidad más grande estaba debajo de la entrepierna (Lozo et al., 2022).

De acuerdo con las características de los dibujos bordados en las medias y calcetines, se los puede dividir en los siguientes tipos: diseños planos 2D, diseños 3D y diseños 4D.

Diseños Planos 2D

Son aquellos diseños que tienen como dibujos bordados: líneas, letras, logos de un solo color y/o la combinación de todos estos, como se muestra en la Figura 64.

Presentan las siguientes características:

- Son sencillos de fabricar
- Se utiliza poco tiempo en diseñarlos
- Pueden ser de uno o varios colores
- Utilizan igual o diferente materia prima a la del fondo del calcetín
- Los títulos de hilo pueden ser iguales o diferentes a los del fondo de la calceta

- La producción está orientada para uniformes, colegios y línea deportiva

Figura 64

Diseños 2D.



Nota. Las calcetas pueden tener el dibujo en cualquier parte de la pierna y/o el pie. Imagen https://www.macrilife.uy/catalogo/medias-nike-cortas-everyday-sx7678-010-negro_SX7678-010_116555

Diseños 3D

Este tipo de calcetas tiene como dibujos bordados: figuras geométricas, de animales, personas, cómics, logos complejos y diseños full Jacquard en todo el calcetín, véase Figura 65.

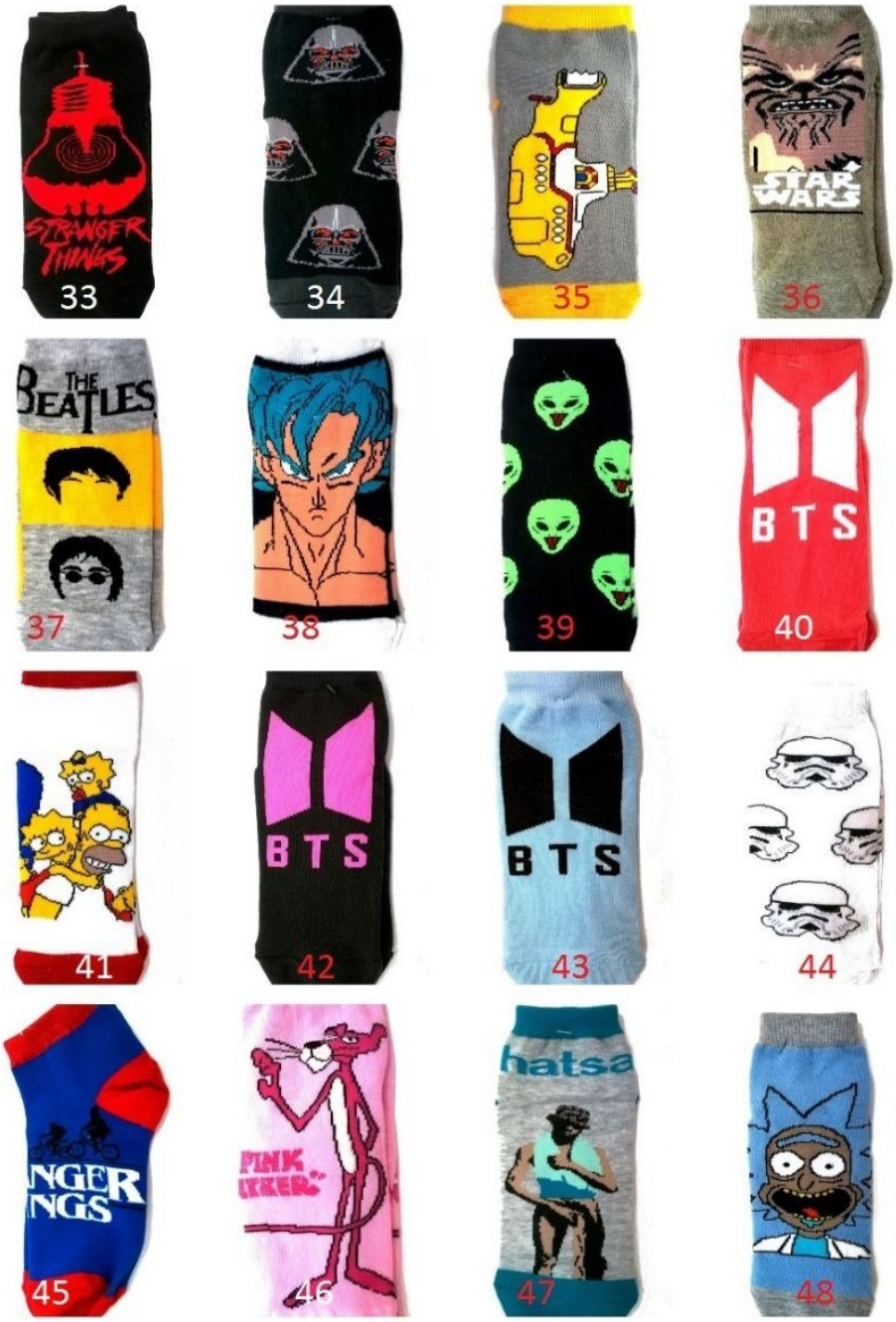
Tienen las siguientes características:

- Son fáciles de dibujar
- Generalmente utilizan mínimo dos colores
- El máximo de colores en el calcetín depende del número de guía hilos totales de los alimentadores de color
- Se pueden fabricar diferentes diseños en el puño, la pierna y el pie
- Fácilmente puede tejer un diseño full Jacquard en todo el calcetín que incluye el puño, la pierna y el pie
- Mayor tiempo empleado en diseñar los dibujos bordados

- Utiliza igual o diferente materia prima a la del fondo de la media
- Emplea igual o diferentes títulos de hilo a la del fondo
- Los tipos de productos fabricados pueden ser ejecutivos, deportivos, formales, casuales y de la línea Disney

Figura 65

Diseños 3D.



Nota. Los dibujos pueden estar solo en la pierna, en el pie o en todo el calcetín. Elaboración propia con base en material didáctico de uso académico.

Diseños 4D

Son las medias y calcetines que tienen como dibujos bordados en cuarta dimensión de: partes de figuras de animales y/o personas como narices, orejas, lengua, dientes, boca y dedos; también pueden dar la forma de bolsillos, como se muestra en la Figura 66.

A continuación, se enumeran sus principales características:

- Son complejos de dibujar
- El dibujo puede estar en el puño, la pierna y el pie
- Utiliza más de tres colores y puede extenderse hasta 18 más el fondo
- Demora mucho tiempo en diseñarlos en el computador
- Puede utilizar igual o diferente materia prima a la del fondo
- Utiliza hilos con igual o diferente título al del fondo
- Los productos son para las líneas casual, infantil y de deporte

Figura 66

Diseños 4D.



Nota. Este tipo de medias puede colocarse un antideslizante en la planta del pie y usarse sin zapatos. Imagen tomado de *Pares EQLEF® calcetines antideslizantes* (s. f.), Amazon España. https://www.amazon.es/pares-EQLEF%C2%AE-antipatinaje-entrenamiento-calcetines/dp/B01AAC9VTS

5.5 Materias primas utilizadas en la calcetería

Las materias primas más utilizadas en calcetería en Ecuador son los hilos de: algodón, acrílico, poliamida, poliéster y elastano.

Cada uno de los hilos utilizados puede estar compuesto al 100 % por una sola fibra; sin embargo, también es frecuente emplear hilos elaborados con mezclas de fibras para optimizar propiedades como resistencia, confort y humedad. Entre estas combinaciones, una de las más comunes en la industria textil es la mezcla polialgodón.

Diversos estudios han investigado el uso de fibras naturales con el objetivo de desarrollar productos textiles sostenibles y amigables con el medio ambiente, que puedan incorporarse en la industria calcetera. Algunas de estas fibras ya se encuentran posicionadas en el mercado, como algodón, sisal y ramio, mientras que otras presentan un creciente interés en investigación y desarrollo, entre ellas bambú (*Bambusoideae*), cabuya (*Agave*), abacá (*Musa textilis*), damagua (*Poulsenia armata*), guérregue, palma estera (*Astrocaryum malybo*), caña flecha (*Gynerium sagittatum*) e iraca (*Carludovica palmata*), debido a su potencial para generar textiles con propiedades funcionales y menor impacto ambiental (Mora-Espinosa & Ramón-Valencia, 2017).

El bambú. Utilizado en textiles se considera una fibra celulósica regenerada, ya que la celulosa de la planta se extrae y se transforma mediante procesos químicos para formar filamentos textiles, similares a la viscosa o al rayón. Aunque su origen es natural, el proceso de regeneración permite obtener una fibra con suavidad, buena absorción de humedad y alta transpirabilidad, características que favorecen su uso en la fabricación de calcetines y prendas de confort.

Poliamida 6 (PA6)

Es la más común en calcetería debido a su buena resistencia a la abrasión, suavidad y flexibilidad. Se utiliza comúnmente como hilo de refuerzo o hilo de recubrimiento, especialmente en zonas de mayor desgaste como talón y la punta. Además, presenta buena capacidad de teñido y estabilidad dimensional.

Poliamida 6.6 (PA66)

Se caracteriza por tener mayor resistencia mecánica y térmica que la PA6. Aunque su costo es más elevado, se emplea en calcetines técnicos o deportivos de alto rendimiento, donde se requiere mayor durabilidad y resistencia al desgaste.

Poliéster

Es una fibra sintética utilizada en la fabricación de calcetines por su alta resistencia, durabilidad y estabilidad dimensional. Se caracteriza por su baja absorción de humedad y rápido secado, lo que favorece la evacuación del sudor y ayuda a mantener el pie seco. En calcetería suele emplearse mezclado con fibras como algodón, bambú o poliamida, con el fin de mejorar el confort, la resistencia al desgaste y el desempeño del calcetín durante el uso.

Polialgodón

Es una mezcla de poliéster y algodón que combina suavidad y capacidad de absorción del algodón con la resistencia y durabilidad del poliéster. En la elaboración de calcetines permite obtener tejidos con mayor confort, estabilidad dimensional y resistencia al desgaste, por lo que es ampliamente utilizado en calcetería de uso cotidiano y deportivo.

Los títulos más usados en calcetería en la industria ecuatoriana se indican en la Tabla 3:

Tabla 3

Títulos de materias primas para calcetería en Ecuador.

Tipo de hilo	Mezcla de fibras	Título comercial Ne	Título comercial Nm	Título comercial dTex	Título comercial Den	Usos en fabricación calcetines
Algodón	100%	10/1 12/1 16/1 20/1 24/1	-	-	-	Fondo

Polialgo-dón	50/50 65/35	10/1 12/1 16/1 20/1 24/1	-	-	-	Fondo
Acrílico (Orlón)	100%	-	1/35 1/29 1/20 2/30 2/29	-	-	Fondo
Poliamida (Nylon)	100%	-	-	156f48 78f24	-	Fondo Vanizado Bordado
Poliéster	100%	-	-	150f48 75f24	-	Fondo Vanizado
Elastano (Lycra)	Recubierto Poliamida Poliéster	-	-	-	75	Vanizado
Elastano	Recubierto Poliamida Poliéster	-	-	110	-	Vanizado

Nota. Los sistemas de numeración (Ne, Nm, dTex, Den) varían según el tipo de fibra. El guion (-) indica que la unidad no es aplicable para ese hilo. Las especificaciones como “156f48” refieren al número total de filamentos y su título individual.

Es muy importante resaltar que en las máquinas de medias y calcetines se pueden mezclar una gran variedad de los hilos indicados en la tabla 3, ya que esta maquinaria ha sido adaptada para crear productos innovadores en diseños, modas y usos, razón por la cual se encuentran calcetas con hilos de fondo de un solo tipo de materia prima, o a la vez calcetines que tienen en su tejido todos los tipos de hilos existentes para esta industria.

Por esta razón es imprescindible que se domine la transformación de un título de hilo a todos los demás sistemas de numeración sea directo o indirecto con el propósito de utilizar los grosores correctos en cada uno de los hilos; considerando lo siguiente:

El título de hilo exacto a usar en una máquina de calcetines es igual a la galga de esta por lo que se utilizará la siguiente fórmula para encontrar la galga, ver Ecuación 1:

$$E = \frac{\#\ agujas\ (1)}{diámetro\ del\ cilindro\ (pulgadas) * \pi}$$

Donde E es la codificación de Galga.

La galga encontrada es directamente proporcional al número inglés del hilo, que a la vez es directamente proporcional al número de agujas en una pulgada inglesa.

La gama de títulos aplicables en numeración inglesa para una máquina circular de pequeño diámetro se determina tomando como base el título del hilo asociado a la galga calculada. El procedimiento consiste en restar 2 y sumar 12 unidades al valor del título base. Por ejemplo, si la galga obtenida por cálculo corresponde a E = 10, esto equivale a un hilo 10/1 Ne. Aplicando el rango propuesto, se consideran títulos desde 8/1 Ne hasta 22/1 Ne como adecuados para su uso en ese calibre de máquina.

Si se desea utilizar hilos de otras materias primas en la fabricación de la media o calcetín, es necesario que todos estos hilos hayan sido transformados del título base de numeración inglesa a los demás sistemas sean indirectos o directos, con el propósito de que el producto final generado sea lo más uniforme en tamaño y talla en las diferentes partes que forman a la calceta.

Existen al momento empresas que se están dedicando a fabricar una pequeña cantidad de calcetines con hilos de bambú, el mismo que, al poseer una naturaleza celulósica, su titulación es equivalente a la del algodón en numeración inglesa.

5.6 Estructuras y partes de los calcetines

El público consumidor de medias y calcetines busca productos que se ajusten bien a sus pies, sean cómodos, cálidos y que duren mucho tiempo. Un género calcetero con propiedades confortables y perfectas es suave, entalla uni-

formemente sobre el pie, el tobillo y el talón, no oprime los dedos de los pies, no se desliza ni enrolla hacia abajo de la pierna, tampoco se sumerge en el interior del zapato, es cómodo en la planta del pie, no aprieta el empeine, no hace sudar los dedos, ni permite la formación de hongos.

Debido a la pandemia de Covid-19 y a las amenazas de propagación de enfermedades, el uso de tejidos antimicrobianos se extendió exponencialmente a nivel de todo el mundo, por lo que la participación de textiles médicos es un mercado en crecimiento a nivel internacional; bajo estas exigencias los calcetines antibacterianos fueron investigados tanto en su estructura como en cada parte que forma la media, con el uso de mezclas de hilos de fondo 80/20 Algodón /Poliéster común (forma redonda), 80/20 Algodón

/Coolmax (poliéster canalizado) y 80/20 Algodón /Thermolite (poliéster hueco) los cuales fueron tratados con la aplicación de partículas de plata y como hilo de vanizado se utilizó el spandex en todas las calcetas; de este estudio comparativo entre los géneros sin tratar y los que contenían las partículas de plata, siendo estos últimos los que presentaron mejores propiedades termofisiológicas, como la permeabilidad al aire, resistencia térmica, % de permeabilidad relativa al vapor de agua y la comodidad sensorial táctil, lo que abre nuevos campos para la fabricación de calcetines médicos (Hafsa et al., 2022).

Las máquinas monocilíndricas de manera general producen dos tipos de calcetines: ejecutivos y para actividades deportivas. Cada uno de estos viene confeccionado con partes características que los hacen en algunas secciones iguales y en otras diferentes.

5.7 Calcetines Ejecutivos

Se los conoce como calcetines de vestir; están confeccionados en malla lisa, se utilizan para combinar con ropa formal, casual, colegial, semiformal e informal.

Las calcetas ejecutivas vienen en tallas aptas para damas, caballeros y niños, pudiendo presentarse llanas sin ningún dibujo, o con pequeñas figuras y letras sobrias que denotan elegancia, hasta diseños con modelos full Jacquard multicolores y compatibles con la moda juvenil. En cual-

quiera de estas presentaciones, los calcetines que pertenecen a esta línea calcetera tienen las siguientes partes constitutivas:

Puño Liso

Se compone principalmente de pasadas de poliamida, visibles en la zona interna del elástico doblado del calcetín.

Puño elástico

Es la parte superior de la calceta que por lo general tiene un tejido formado por un hilo de fondo, un hilo vanizado y un hilo de elastómero que le puede conferir una estructura de falso acanalado con disposición 1x1, 2x2, 3x1, mixta (mezcla de dos o más de las anteriores) y ajedrez, pudiendo contener un dibujo bordado de uno o más colores, dependiendo del efecto visual que quiera conseguir el fabricante.

Transferencia

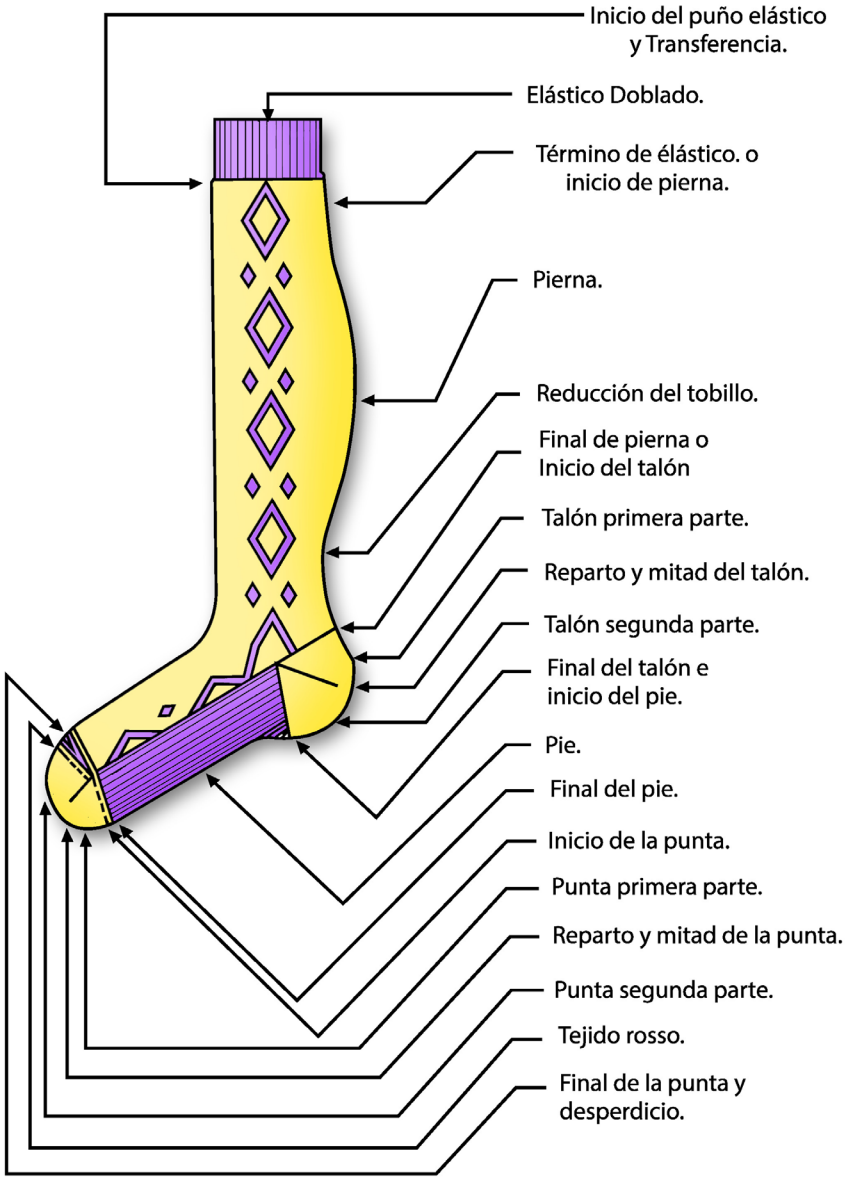
Es una costura formada por los transfers del dial, que cumple la función de doblar el elástico y darle mayor adherencia a la pierna y durabilidad que impida el deslizamiento de la media hacia abajo de la pierna. Se forma con un hilo de poliamida para que tenga una elasticidad moderada.

Pierna

En los calcetines de diseño ejecutivo, la pierna se confecciona generalmente en tejido liso tipo jersey simple, característico del tejido de punto por trama y sin la incorporación de sectores elásticos. Esta sección se extiende desde la transferencia hasta antes del talón y puede presentarse sin ornamentación, con pequeños motivos decorativos o con diseños completos tipo Jacquard que cubren toda la superficie. En algunos catálogos técnicos, la pierna se denomina caña. Su estructura suele estar compuesta por un hilo de fondo, un hilo de vanizado y uno o más hilos de bordado multicolor, que permiten generar variaciones estéticas y funcionales en el diseño del calcetín, ver Figura 67.

Figura 67

Partes constitutivas de los calcetines.



Nota. Las partes de los diferentes tipos de medias y calcetines pueden variar según la moda, el diseño y la innovación.

Talón

El talón presenta una figura triangular al interior del calcetín y una curva al exterior de este con una línea muy marcada desde el vértice hasta casi la zona circular. Esta línea llamada reparto del talón divide este en dos partes: talón primera parte y talón segunda parte, las cuales están formadas por uno o dos hilos de fondo y por uno o dos hilos de vanizado, dependiendo de la densidad que se quiera

dar a esta parte del calcetín. La estructura de la tela es lisa, similar al jersey simple y puede tener el mismo o diferente color que el de la pierna o del pie.

Pie

Esta parte de la media ejecutiva está constituida por un hilo de fondo, un hilo de vanizado y uno o varios hilos de bordados. Estructura de tejido liso o jersey que puede ser del mismo o diferente color de la pierna y del talón, que se caracteriza por amoldarse correctamente al pie del usuario. En algunos catálogos también la nombran planta.

Inicio de la punta

También se la llama prepuntera o prepunta. Comprenden unas pocas pasadas de tejido liso formadas por un hilo de fondo y otro de vanizado, que le dan un ajuste para el inicio de lo que será la puntera o punta.

Puntera o punta

La puntera de un calcetín es realmente un segundo talón, con las mismas características en cuanto a hilos de fondo y vanizado, forma triangular y reparto de la puntera de la primera y segunda parte. Tanto puntera como talón poseen una densidad mayor de tejido que el resto del calcetín, debido a que el peso del cuerpo recae más sobre el talón y los dedos de los pies.

Rosso

Es el tejido fabricado con tres pasadas solamente con hilo de vanizado, para permitir que la costura se realice en una máquina remalladora o con el robot de costura Lin Toe, para presentar un cosido indetectable que no moleste o incomode a los dedos del pie.

Desperdicio. Es la parte final del calcetín que constituye el borde que será cortado una vez que se cosan las punteras, sea en overlock industrial, remalladora o Lin Toe.

5.8 Calcetines Deportivos

Están confeccionados en malla con rizo o medio rizo, se los utiliza para combinar con ropa deportiva, semiformal, e informal.

Las calcetas deportivas también se confeccionan en tallas aptas para damas, caballeros y niños, pudiendo ser tejidas sin ningún dibujo, o con pequeñas figuras, logos y letras que con la moda del deporte internacional.

En cualquiera de las presentaciones, los calcetines y medias que pertenecen a esta línea calcetera tienen las mismas partes constitutivas que las ejecutivas, adicionando que en la pierna y/o en el pie se coloca tejido elástico en estructura: 1x1, 2x2, 3x1, ajedrez, o mixto; efecto conseguido por la presencia del hilo de goma o elastómero como vanizado de elongación, un hilo de fondo, un hilo de vanizado y los hilos multicolores de dibujo bordado.

La secuencia de las partes formadas de un calcetín deportivo en las máquinas monocilíndricas es:

- Puño liso
- Puño elástico
- Transferencia
- Pierna elástica
- Pierna rizo medio rizo
- Talón
- Pie 1 rizo o medio rizo
- Pie con elástico
- Pie 2 rizo o medio rizo
- Pre puntera
- Puntera
- Rosso
- Desperdicio

5.9 Texturas modernas

La tecnología actual de las máquinas calceteras monocilindro permiten la formación de una infinidad de texturas enganchadas, cruzadas, flotantes y retenidas, originadas por una formación de mallas precisas, por la interacción de mecanismos y accesorios pulidos micrométricamente que dan como resultado un tejido uniforme, columnas y pasadas bien definidas y con geometrías de bucles y cursas dos dimensionales y tridimensionales. El uso de las fi-

bras de lino, algodón y bambú incluye la mercerización, que mejora propiedades como el teñido y el brillo, y los tratamientos de reticulación química para mejorar la recuperación de arrugas de los tejidos de punto y de calcetería (Rippon & Evans, 2020).

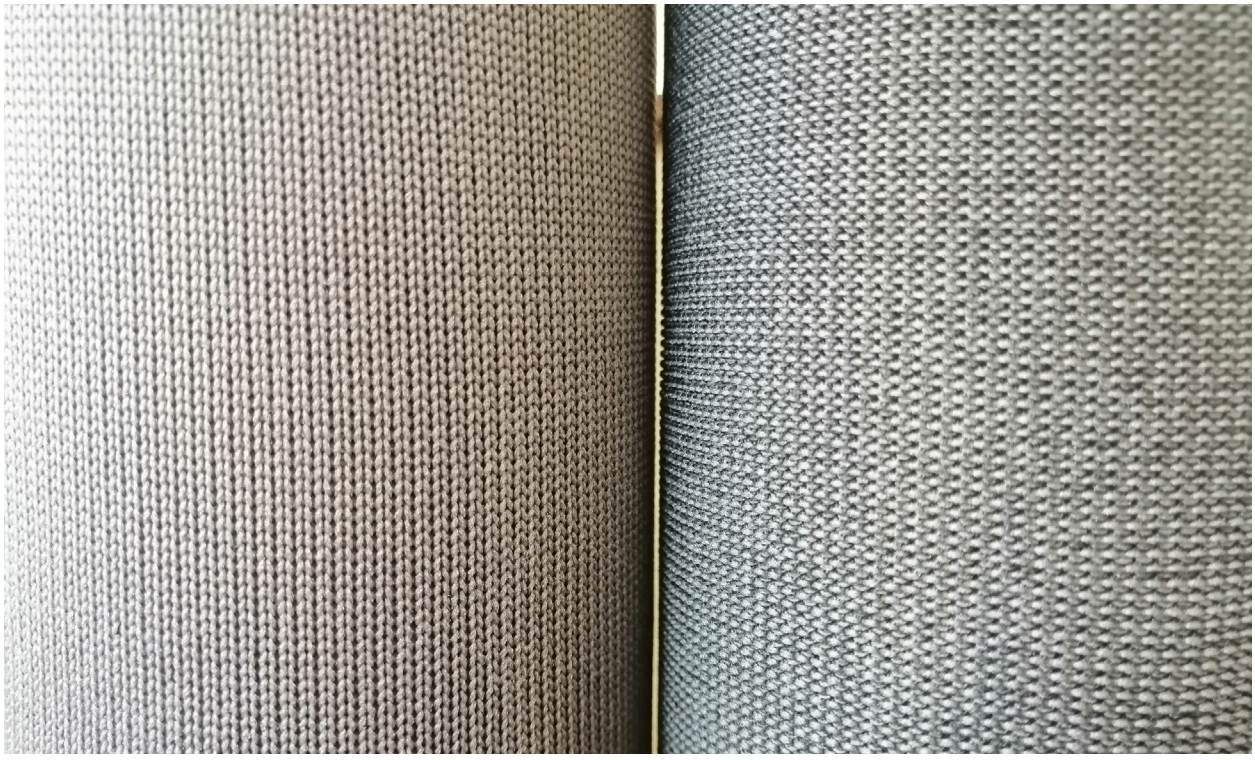
La perfección de un calcetín moderno radica en la combinación de diversas texturas físicas que le aportan innovación y confort. No obstante, conviene destacar que estas estructuras se basan en la integración de tramas básicas, las cuales se describen a continuación.:

5.9.1 Liso

Este tejido es equivalente al jersey simple característico del tejido de punto por trama. Su estructura es similar a la obtenida en máquinas circulares de gran diámetro, en el lado derecho del tejido se observan los lados de las mallas (wales), mientras que en el lado revés se distinguen únicamente las cabezas y pies de las mallas, formando lo que técnicamente se conoce como entremallas, ver Figura 68.

Figura 68

Malla lisa.



Nota. La fotografía del lado izquierdo corresponde al derecho del tejido y la contigua al revés.

En la cara frontal o del derecho se puede observar que las mallas forman una “V”, en tanto que en el revés solamente se visualizan arcos horizontales que son entre mallas.

Al ser un tejido que tiene un hilo de fondo y uno de vanizado, en el lado del derecho se observará solamente al primero, en tanto que en el revés se visualiza al segundo si este hilo es del mismo título que el de fondo; si el hilo de vanizado es más delgado que el de fondo, entonces se podrá mirar a los dos en el revés del tejido.

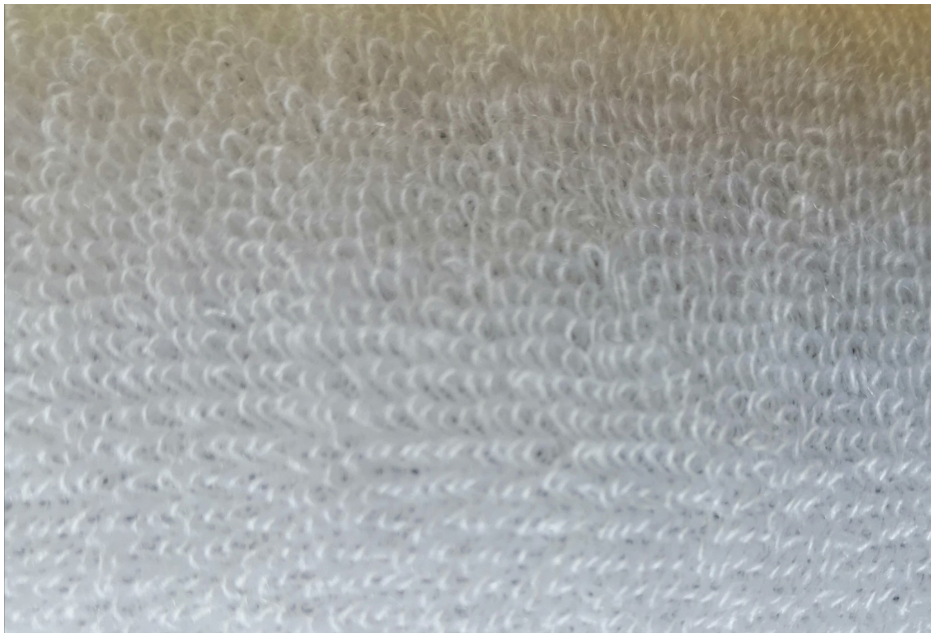
5.9.2 Rizo

Este tipo de tejido se realiza por la acción de platinas de dos alturas de narices, donde la más alta forma un arco de hilo que quedará flotando en el lado del revés del calcetín, otorgando a la prenda un efecto de colchón por el aire existente entre los hilos flotantes, que proporcionan mayor suavidad, comodidad y aireación al pie del usuario, ver Figura 69.

A este tejido se le conoce también como Terry en los catálogos de las empresas constructoras de maquinaria y a nivel comercial se lo llama felpa, o toalla.

Figura 69

Tejido con rizo.



Nota. El alto del rizo depende de la altura de la platina.

En el lado del derecho se pueden observar las mallas con los hilos de fondo, en tanto que en el revés se observan los mismos hilos de fondo sobresalientes en los arcos de rizo, y entre los rizos en la parte más profunda, pequeñas porciones del vanizado.

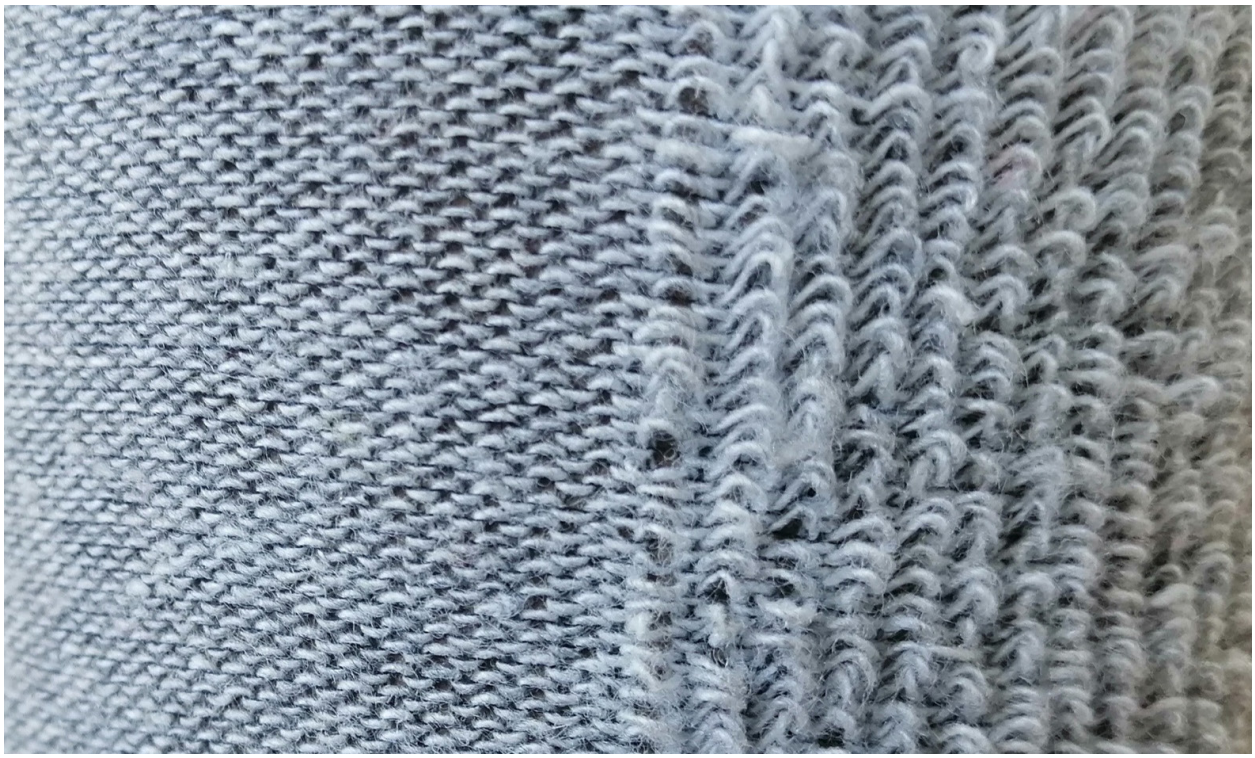
5.9.3 Medio rizo

La unión de los dos tejidos anteriores forma la textura de tejido de medio rizo, la cual tiene tejido liso (Jersey) en la parte anterior del calcetín correspondiente a la tibia de la pierna y al empeine del pie; en tanto que en la parte posterior del calcetín que cubre la pantorrilla de la pierna y la planta del pie posee tejido rizo, ver Figura 70.

Esta combinación hace que el tejido sea menos abultado que el de rizo completo, proporcionando mayor frescura y ayuda a que la planta del pie esté más cómoda y descansada cuando el usuario realiza jornadas laborales y/o deportivas largas.

Figura 70

Tejido medio rizo.



Nota. El lado izquierdo corresponde al tejido de malla lisa y el derecho al de rizo; juntos forman la estructura de medio rizo.

Investigaciones recientes con la utilización de hilos auxéticos helicoidales que consisten en combinaciones de materiales convencionales y de alto rendimiento como la para-aramida (Kevlar P-AR), algodón, elastómero, poliamida 6 y poliéster, se utilizaron para la confección de tejidos lisos, medio rizo tipo sándwich corto y medio rizo tipo sándwich largo y fueron sometidos a carga de tracción para medir el cambio en su espesor, la resistencia a la abrasión, la permeabilidad al aire, transpirabilidad, la absorción vertical y la absorbencia, con resultados de incrementos de la resistencia a la abrasión en 46% en el tejido liso, 50% en medio rizo corto y 58% en el largo en comparación con los calcetines de algodón convencionales y con buenas propiedades de comodidad y transpirabilidad (Khalid et al., 2022).

5.9.4 Malla retenida

Similar al tejido de gran diámetro, la malla retenida tiene una textura igual al piqué, con acumulaciones de mallas diversas que le proporcionan mayor densidad a la prenda que el realizado en liso.

En el lado derecho se pueden observar los hilos de fondo formando las mallas cargadas y en el revés los hilos de vanizado junto con los hilos de fondo constituyendo las entremallas, ver Figura 71.

Este tipo de textura se puede aplicar en cualquier parte del calcetín para darle mayor detalle y vistosidad que resalte en combinación con texturas de tejido liso.

Figura 71

Malla acumulada o retenida.



Nota. Las retenciones pueden ser simples, dobles, triples y múltiples.

5.9.5 Hilo flotante

Hilos que sobresalen sueltos formando arcos en el revés del tejido, producidos por el bordado de los colores del dibujo y/o del fondo, con saltos de una o varias agujas dependiendo del diseño programado.

En el revés del tejido se encuentran

en lo más profundo de la tela, las entremallas de los hilos flotantes, ver Figura 72.

Figura 72

Tejido con hilos flotantes.



Nota. Los hilos flotantes pueden ser de un solo color o de varios, dependiendo del tamaño, forma y colores del dibujo.

5.9.6 Acanalado

En las máquinas monocilíndricas no se puede realizar el acanalado verdadero, donde una columna presenta los lados de las mallas y la siguiente columna presenta las cabezas de estas. Sino que aquí se realiza lo que se llama el acanalado falso, ayudado por los hilos de los elastómeros que recogen 1, 2, 3 o más columnas sin tejer y al contraerse inflan el tejido dándole la apariencia de canales, ver Figura 73.

Es un tejido muy utilizado en medias deportivas semitobilleras, tobilleras, canilleras y de fútbol.

Figura 73

Tejido con falso acanalado.



Nota. El lado izquierdo pertenece al derecho del calcetín y el contiguo al revés de la calceta.

5.9.7 Links – links

En la Figura 74 se presenta un tejido propio de la línea calcetera confeccionado en máquinas de doble cilindro, donde la aguja de dos cabezas teje tanto en el cilindro superior, como en el inferior para crear texturas de derecho y revés, revés y revés, derecho y derecho.

Se puede utilizar el elastómero en máquinas monocilíndricas para darle la figura de pequeños bultos, que asemejen la técnica de links – links... (SECISA, n.d.)

Figura 74

Tejido links - links.



Nota. El diseño de links – links puede dar lugar a la formación de ochos, eses, zetas, trenzas y alto relieve. Imagen tomada de SECISA. (s.f.). Sitio web [imagen]. https://www.secisa.net/tejidos-y-acabados/

5.10 Tallaje y tamaño

Para determinar la medida de un calcetín es indispensable conocer y comprender que estos géneros textiles se miden por el tallaje y el tamaño.

5.10.1 Tallaje

También llamado talla, comprende la longitud de la calceta que va desde el talón hasta la punta de los dedos, es decir, es el número de pasadas totales que cubren las siguientes partes de la media:

- Talón primera parte
- Talón segunda parte
- Pie
- Prepuntera
- Puntera primera parte
- Puntera segunda parte
- Rosso
- Desperdicio

Para obtener calcetines estandarizados en talla, es importante que todos estos productos tengan igual número de pasadas desde el talón de la primera parte hasta el desperdicio; de esta manera se asegura de que independientemente del dibujo y la estructura de la calceta, todos los que corresponden a un modelo sean iguales para un mismo pie.

La tabla 2, hace referencia a las tallas existentes en el Ecuador, las mismas que son: 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 9-11, 10-12 y 12 – 14, las cuales deben tener un número idéntico de pasadas, por ejemplo: Si el número total de pasadas del pie de un calcetín ejecutivo 10- 12 es 180; y en el paquete de calcetines existen 6 dibujos bordados distintos, todos ellos deben tener 180 pasadas en la longitud que comprende desde el talón primera parte hasta el desperdicio.

La misma estandarización de pasadas debe aplicarse a todas las tallas de calcetines. Se debe considerar que el tallaje también deriva de algunos factores que pueden alterar el número total de pasadas dependiendo el tipo de calcetín, como:

- Hilos de fondo
- Hilos de Vanizado
- Tipo deportivo

- Tipo casual
- Medical
- Estructura del tejido
- Títulos de hilos
- Diámetro del cilindro
- Número de agujas del cilindro
- Galga

Para la estandarización del número de pasadas de tallaje existen hormas metálicas en forma de pie con tallas definidas, donde se colocan los calcetines para medir la longitud, según la Figura 75.

Figura 75

Moldes de tallaje.



Nota. Las hormas pueden ser de acero inoxidable, aluminio, latón y tol galvanizado. Registro fotográfico del taller del autor.

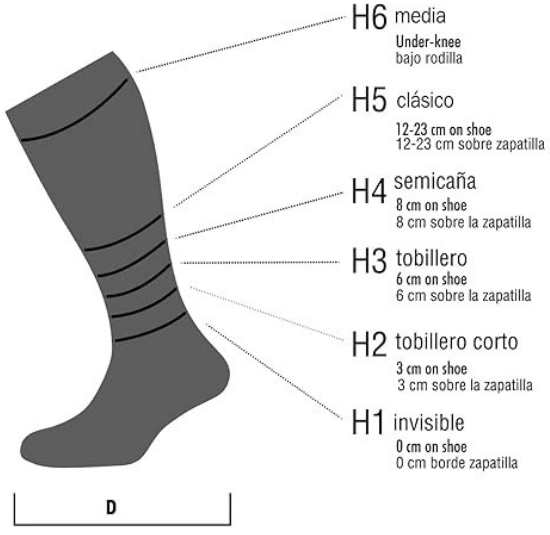
Los calcetines deportivos presentan en el pie estructuras de hilo flotante por el revés con una altura variable de 3 a 4 milímetros lo que se denomina rizo, utilizado para darle mayor grosor al tejido, la cual si se encuentra solo en la parte de la suela de la prenda se le llama medio rizo; además, este tipo de género deportivo para darle un buen tallaje tiene hilos elásticos para impedir el deslizamiento fuera del pie y mejorar la fricción entre los pies y los zapatos durante la práctica de los deportes sean clásicos o extremos (Chen et al., 2012).

5.10.2 Tamaño

Es la longitud de la media o calcetín en el largo de la pierna, la cual puede ser muy baja o altamente extendida hacia más arriba de la rodilla. El tamaño de la calceta puede ser distinta en una misma talla, por ejemplo, la talla 10-12 de media deportiva puede tener una altura de 5 cm, o la misma talla puede tener una altura de 15 cm, o puede tener un tamaño de 30 cm, dependiendo el fin de uso del género textil, de la moda, de la comodidad, si es medical, entre otras, ver Figura 76.

Figura 76

Tamaños de los calcetines y medias.



MAN UNISEX

SOCKS	S	M	L	XL
SIZE EU	35-38	39-42	43-46	47-50
SIZE USA	3,5-6	6,5-9,5	10-12,5	13-15
LENGTH D (cm)	22-24,5	25-27,5	28-30	30,5-32

Nota. Los tamaños en la actualidad en Ecuador también se han extendido a H7 para las medias de fútbol y la H8 para las musleras utilizadas por las damas. Imagen adaptada de Amazon. (s.f.). Sitio web [Imagen]. https://www.amazon.es/Lurbel-Calcetines-modelo-Deportivos-Distance/dp/B07RS4YCRT

Los tamaños o alturas de un calcetín están signados con la letra H y dependiendo el largo pueden ser:

- H1 invisible, llamada también talonera
- H2 tobillero corto, o semi tobillera
- H3 tobillero
- H4 semicaña, o semi canillera
- H5 clásico, o ejecutivo, o canillera
- H6 media, estando en este grupo las medias colegiales y las de fútbol
- H7 hold-up o llamadas también thigh-high, que son medias hasta el muslo

5.11 Conclusión

El estudio de la estructura del tejido, los materiales empleados y las decisiones estéticas en la fabricación de calcetines permite comprender la complejidad técnica y funcional de este producto. Cada elemento, ya sea la selección de fibras, la configuración de los hilos, la estructura del tejido, el diseño del calcetín o la textura aplicada, contribuye de manera directa a la comodidad, durabilidad y desempeño del producto final. (Chen et al., 2012).

Las texturas modernas analizadas en este capítulo muestran la evolución de la calcetería hacia propuestas más versátiles y con mayor valor agregado, capaces de adaptarse a necesidades específicas, como amortiguación, ventilación, compresión localizada o mayor flexibilidad. Asimismo, la revisión del tallaje y del sistema de tamaños evidencia la importancia de adaptar los calcetines a la anatomía del pie, garantizando no solo confort, sino también prevención de lesiones y mejor rendimiento en actividades de alta exigencia.

Este capítulo confirma que la calcetería es un campo en constante innovación, donde convergen ingeniería, diseño textil y tecnología avanzada. El conocimiento profundo de las estructuras, materiales y texturas no solo fortalece la capacidad profesional del lector, sino que constituye una base fundamental para desarrollar calcetines más eficientes, estéticos y alineados con las tendencias actuales del mercado global.



Consideraciones Finales

Este libro muestra que la calcetería es mucho más que un proceso de fabricación dentro del tejido de punto. Se trata de un campo especializado en el que intervienen, de manera conjunta, la composición, las estructuras textiles, la maquinaria, la tecnología y el diseño. La comprensión de estos elementos permite reconocer que la calidad y la funcionalidad de los calcetines dependen de decisiones técnicas específicas, capaces de incidir directamente en su confort, durabilidad y desempeño.

Además, el estudio de las máquinas calceteras, de sus componentes y de las estructuras analizadas ha mostrado una constante evolución del sector. La incorporación de sistemas automatizados, herramientas de control y nuevas posibilidades de diseño refleja una industria cada vez más orientada a la innovación, la eficiencia y la especialización. Por ello, resulta indispensable una formación que combine conocimientos técnicos y visión aplicada, tanto en el ámbito académico como en el productivo.

Por ello, el libro Fundamentos técnicos y conceptuales de la calcetería busca ser una contribución para estudiantes, docentes y profesionales del área textil. Más que reunir información técnica, este libro propone una base para comprender, valorar y proyectar la calcetería como un espacio de desarrollo científico, tecnológico y formativo. Desde esa mirada, se espera que esta obra sirva como punto de partida para nuevas reflexiones, aprendizajes y avances que fortalezcan el estudio y la práctica de la calcetería en la universidad y en la industria.



Referencias Bibliográficas

Akbari, M., Jafari Nedoushan, R., Dastan, T., Hasani, H., & Yu, W.-R. (2023). Mechanical behavior of hybrid biaxial single jersey knitted-reinforced composites: Experimental and numerical approaches. *Composite Structures,* 319, 117167. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2023.117167

Alibaba.com. (n.d.-a). *Sensor Para Máquina De Tejer Calcetines Lonati D4840195*. Retrieved December 26, 2025, from https://spanish.alibaba.com/product-detail/Lonati-Sock-Machine-Sensor-D4840195-1600411831061.html

Alibaba.com. (n.d.-b). *Sock Machine Needle Cylinder for Lonati*. Retrieved December 26, 2025, from https://spanish.alibaba.com/product-detail/Sock-Machine-Needle-Cylinder-for-Lonati-62325305051.html

AliExpress. (n.d.). *Lonati Hosiery Machines GL454 GL462 GL615* utiliza placas de datos Matrix 0379200. Retrieved December 26, 2025, from https://es.aliexpress.com/i/2035152765.html

Amazon España. (n.d.). *EQLEF® 3 pares para mujer antideslizante Grip entrenamiento Yoga calcetines : Amazon.es: Moda*. *Amazon*. Retrieved December 27, 2025, from https://www.amazon.es/pares-EQLEF®-antipatinaje-entrenamiento-calcetines/dp/B01AAC9VTS?th=1

Ardanuy, M., & Capdevila, J. (2011). *Fibras procedentes de recursos renovables: una oportunidad para innovar y mejorar la competitividad*. Revista de Química e Indústria Textil.

Ashraf, W., Awais, H., & Abbas, A. (2023). Knitted and braided fabrics. In T*extile Engineering: An Introduction*. https://doi.org/10.1515/9783110799415-006

Chauhan, R., & Ghosh, S. (2023). Knitted fabric production. In R. Chattopadhyay, S. K. Sinha, & M. L. B. T.-T. C. Regar (Eds.), *The Textile Institute Book Series* (pp. 237–254). Woodhead Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99041-7.00004-7

Chen, W., He, M., Zhang, M., & Tang, Z. (2012). Wearing performances of floret silk/cotton blended sports socks. *Advanced Materials Research*, 532–533, 101–104. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.532-533.101

Flores, R. (2020). *Telas y tejidos*. https://www.hiladosdealtacalidad.com/telas-y-tejidos

Gardner, L. (2023). From Underwear to Outerwear: The Influence of Machinery on Creativity and Garment Styling in the Scottish Knitwear Industry, 1920s–1970s. *TEXTILE,* 21(4), 853–874. https://doi.org/10.1080/14759756.2023.2182042

Giovani, B. (2025). *Busi Giovanni Sock Knitting Machines*. https://www.busigiovanni.com/it

Group, A. (n.d.). *Tensor De Hilo De Tejer Para Piezas De Máquina De Tejer Circular*. Retrieved December 26, 2025, from https://spanish.alibaba.com/product-detail/yarn-tensioner-for-circular-knitting-machine-1600368875997.html

Groz-Beckert. (n.d.-a). *Knitting: Productos y servicios para el sector de tricotado circular de gran diámetro*. https://www.groz-beckert.com/mm/media/es/web/pdf/Large_diameter_circular_knitting.pdf

Groz-Beckert. (n.d.-b). *Knitting Produkty i usługi w zakresie skarpet*. https://www.groz-beckert.com/mm/media/pl/web/pdf/Socks.pdf

GROZ-BECKERT. (2025). *Knitting Productos y servicios para el sector de medias finas y seamless bodysize*.

Hafsa, J., Muhammad, N., Rajput, A. W., Allah, D., & Uzair, H. (2022). Development and characterization of socks with improved anti-odour, thermo-regulating and handle properties. *Industria Textila,* 73(6), 627–634. https://doi.org/10.35530/IT.073.06.20221

Huang, Y., & Song, X. (2023). Study on an innovative knitting technology of spacer fabrics and the low-velocity impact properties of its composites. *Textile Research Journal,* 93(5–6), 1142–1152. https://doi.org/10.1177/00405175221128032

Kalatec Automação. (n.d.). *Motores BLDC - O que você precisa saber? - Blog Kalatec*. Retrieved December 26, 2025, from https://blog.kalatec.com.br/motores-bldc-vantagens/

Kaplan, S., & Akgünoğlu, B. (2021). Transfer and friction characteristics of sports socks fabrics made of synthetic fibres in different structures. *Tekstilec,* 64(4), 325–337. https://doi.org/10.14502/Tekstilec2021.64.325-337

Khalid, R., Jamshaid, H., Mishra, R., Ma, P., & Zhu, G. (2022). Performance analysis of socks produced by auxetic yarns for protective applications. *Journal of Industrial Textiles,* 51(4_suppl), 6838S-6863S. https://doi.org/10.1177/15280837221082544

Lee, J. (2015). *Knitting Technology*. http://contents.kocw.or.kr/KOCW/document/2015/chungnam/leejungsoon/9.pdf

Longtex Knitting Needles. (n.d.). *Knitting Machine Sinker, jack, selector, comb, and so on*. Retrieved December 24, 2025, from https://longtexknittingneedles.com/sinker%2C-jacks-%26-others

Lozo, M., Penava, Ž., Lovričević, I., & Vrljičak, Z. (2022). The Structure and Compression of Medical Compression Stockings. *In Materials* (Vol. 15, Issue 1). https://doi.org/10.3390/ma15010353

Lurbel *Calcetines Deportivos Distance Morado : Amazon.es:* Moda. (2025). https://www.amazon.es/Lurbel-Calcetines-modelo-Deportivos-Distance/dp/B07RS4Y-CRT

Machinery, M. (1997). *MATEC SILVER 1* version 2L 1997. You Tube. https://www.youtube.com/shorts/-OPqvD7TD18

Macri Life. (n.d.). *Medias Nike Cortas Everyday* - SX7678-010. Retrieved December 28, 2025, from https://www.macrilife.uy/catalogo/medias-nike-cortas-everyday-sx7678-010-negro_SX7678-010_116555

Made-in-China.com. (n.d.). *Alimentador de hilo positivo de calidad superior para partes de máquina de tejer circular*. Retrieved December 26, 2025, from https://es.made-in-china.com/co_zhougy99/product_Superior-Quality-Positive-Yarn-Feeder-for-Knitting-Circular-Machine-Parts_ysrunegeog.html

Mishra, R. (2021). Assessment of comfort and quality of knitted apparels. *In Advanced Knitting Technology. Elsevier*. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85534-1.00013-1

Mora-Espinosa, W. J., & Ramón-Valencia, B. A. (2017). Thermal, mechanical, and morphological characterization of Colombian natural fibers as potential reinforcement for biocomposites. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exacta*s, Fisicas y Naturales,* 41(161), 479–489. https://doi.org/10.18257/raccefyn.525

No Solo Herramientas. (2025). *Válvulas y Electroválvulas*

Neumáticas. https://nosoloherramientas-tienda.es/p/valvulas-y-electrovalvulas-neumaticas

Online Clothing Study. (2020). *Classification of Knitting Machines*. https://www.onlineclothingstudy.com/2020/08/classification-of-knitting-machines.html

Panahi, M., Mousazadegan, F., Ezazshahabi, N., & Amani Tehran, M. (2023). Assessment of the Influence of Fabric's Dynamic Elastic Recovery Behavior on the Ease of Body Movement. *Fibers and Polymers, 24(7), 2565–2579. https://doi.org/10.1007/s12221-023-00245-1*

Pantys con costura Hyde Park - **mediasycalcetinesonline.** es. (n.d.). Retrieved June 10, 2025, from https://www.mediasycalcetinesonline.es/p/pantys-con-costura-hyde-park

Ricambi, M. (2025). *Tejeduría Sangiacomo | Macchine e Ricambi.* https://www.macchinericambi.com/es/tejeduria?marca=12

Rippon, J. A., & Evans, D. J. (2020). *Improving the properties of natural fibres by chemical treatments. In Handbook of Natural Fibres: Volume 2: Processing and Applications (pp. 245–321)*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818782-1.00008-0

Rivera, B. (2015). *Métodos de Hilado: Hilo Vanisado*. https://metodosdehiladoeingeniariatextilb.blogspot.com/2015/01/vanisado.html

Ruan, C., Ru, X., Peng, L., & Hu, X. (2023). Calculation method of hosiery knitting parameters based on three-dimensional mesh sampling. *Textile Research Journal*, 93(3–4), 645 – 663. https://doi.org/10.1177/00405175221122555

SANGIACOMO. (n.d.-a). 4 CTA - 3C (*Catalogue des Pièces de Rechange)*.

SANGIACOMO. (n.d.-b). 4 CUS ELITE 2C (*Catalogo Parti Di Ricambio)*.

SANGIACOMO S.p.A. (n.d.). 4 Cus Elite 3C (*Catalogo Parti Di Ricambio)*.

Seamless Machines. (n.d.). *Seamless Machines | Memminger*-Iro. Retrieved December 26, 2025, from https://memminger-iro.com/products/seamless-machines

SECISA. (n.d.). *TEJIDOS Y ACABADOS | SECISA*. Retrieved December 28, 2025, from https://www.secisa.net/tejidos-y-acabados/

Sercomex E.I.R.L. (n.d.). *Repuestos para Máquinas de Tejer Medias y Calcetines*. Retrieved December 23, 2025, from https://www.facebook.com/media/set/?set=a.503953769694797&type=3

Shaoxing Rainbowe. (n.d.). *Máquina automática para fa-*

bricar calcetines de doble cilindro computarizada. Retrieved December 27, 2025, from https://es.rbsockmachine.com/full-automatic-computerised-double-cylinder-socks-making-machine-product/

Siddique, H. F., Mazari, A. A., Havelka, A., Mansoor, T., Ali, A., & Azeem, M. (2018). Development of V-Shaped Compression Socks on Conventional Socks Knitting Machine. *Autex Research Journal*, 18(4), 377–384. https://doi.org/10.1515/aut-2018-0014

Solé, A. (n.d.). *Los tejidos de género de punto Clase 4*. Retrieved November 8, 2025, from https://campus.latecnocreativa.com/wp-content/uploads/4-Los-tejidos-de-punto.pdf

Spencer, D. (2001). *Knitting Technology* (Third edit). https://www.ecostepltd.com/assets/base/img/content/resources/Knitting-Technology.pdf

Tecnología de automatización Cixi. (2018). http://www.nbsmg.com/

Textile Bulletin. (n.d.). *Cómo identificar columnas y pasadas en tejido de punto*. YouTube. Retrieved December 24, 2025, from https://www.youtube.com/watch?v=ui4nLhRZKQs

Ullcentrum. (2013). *Strumpstickning*. Ullcentrum Blogg. https://ullcentrumblogg.se/2013/march/strumpstickning.html

Vrljičak, Z., & Pavlović, Ž. (2014). Dimenzijska nestabilnost kratkih čarapa. *Tekstil,* 63(1–2), 27–40.

Wang, W., Hui, K., Kan, C., Visesphan, K., Areechongchareon, S., Tiyasri, S., & Mongkholrattanasit, R. (2020). A Study of Thermal Conductivity Property of Socks. *Materials Science Forum,* 1007, 118–124. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1007.118

Weihuan. (n.d.). *Zhejiang Weihuan Machinery Co., Ltd*. Retrieved December 22, 2025, from https://es.weihuan-socksmachine.de/download

Welkang Textile. (2021). *¿Cómo distinguir las telas de punto de urdimbre y las tejidas de trama? - Conocimiento - Zhejiang Welkang International Trading Co., Ltd*. https://es.welkangtextile.com/info/how-to-distinguish-warp-knitted-and-weft-knitt-65951357.html

Well, K. (n.d.). WAC DATA Controller And Needle Selector (Actuator) System. Retrieved December 26, 2025, from https://knittingwell.weebly.com/untitled.html

Agradecimiento

Este libro es el resultado del esfuerzo académico y personal de quienes conformamos el grupo de investigación textil INTEX, el cual se ha desarrollado a lo largo de los años como docentes e investigadores en la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Se extiende un agradecimiento especial a todos quienes, directa o indirectamente, contribuyeron a la realización de esta obra.

Se expresa un especial agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte por proporcionar el respaldo institucional, los recursos y la confianza que hicieron posible la difusión de este conocimiento entre la comunidad académica y estudiantil. De manera especial, a la Carrera de Textiles, por ser el lugar donde se forjó nuestro compromiso con la formación técnica, la investigación y la innovación en el campo textil.

A los estudiantes de la Carrera de Textiles, fuente constante de inspiración y motivación, quienes con sus preguntas, inquietudes y entusiasmo contribuyeron a enriquecer el contenido de este libro. A nuestros colegas y compañeros docentes, por sus valiosas sugerencias, críticas constructivas y colaboración desinteresada a lo largo del proceso de redacción y revisión.

Finalmente, a nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y paciencia durante las largas jornadas de trabajo dedicadas a este proyecto. Este libro es también de ustedes.

Gracias por creer en la importancia de construir conocimiento desde nuestra realidad y con visión de futuro.

EDITORIAL UTN
IBARRA - ECUADOR

ISBN: 978-9942-572-65-3