

Diseño asistido por computador en la ingeniería textil y de confecciones
Computer-aided design in textile and clothing engineering

Ciro William Taipe Huaman

c.taipe@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-6075-5582>

Beto Puma Huaman

bpuma@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca, Perú
<https://orcid.org/0000-0001-6062-4403>

Fredy Gonzalo Copari Romero

fcopari@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0000-0002-4808-4405>

Recibido el 15/01/23 | Aceptado el 21/02/23

DOI: <https://doi.org/10.47190/nric.v4i2.231>

Resumen

Los diseñadores y fabricantes de la industria de la confección tienen necesidades urgentes en el diseño de prendas con herramientas de diseño rentables y fáciles de usar. Este trabajo tiene el objetivo es realizar una revisión bibliográfica de trabajos relacionados a diseño asistido por computadora, para ello se ha realizado la revisión de bibliografía de la Web. Identificando diez trabajos para el análisis y discusión, se ha realizado una revisión crítica de los trabajos, realizando las discusiones y llegando a la conclusión que la necesidad de la empresa textil y de confecciones requiere el diseño asistido por computadora para facilitar el proceso de fabricación de prendas en forma industrial.

Palabras claves: *Diseño asistido por computadora, Ingeniería textil, Confección de prendas, moda, patronaje.*

Abstract

Designers and manufacturers in the apparel industry have urgent needs in garment design with cost-effective and easy-to-use design tools. The objective of this work is to carry out a bibliographic review of works related to computer-aided design, for which the bibliographic review of the Web has been carried out. Identifying ten works for analysis and discussion, a critical review of the works is carried out, carrying out the discussions and reaching the conclusion that the need of the textile and clothing company requires computer-aided design to facilitate the garment manufacturing process. in an industrial way.

Keywords: *Computer-aided design, Textile engineering, Garment manufacturing, fashion, pattern making.*

Como citar: Taipe-Huaman, C. W., Puma-Huaman, B. & Copari-Romero, F. G. (2023). Diseño asistido por computador en la ingeniería textil y de confecciones. ÑAWPARISUN – Revista de Investigación Científica de Ingenierías, 4(2), 53-60.

Introducción

La moda es una forma en la que nos mostramos al mundo y la industria textil es una de las industrias más grandes del mundo. La moda, que se basa principalmente en la apariencia, ha atraído la atención de los investigadores de visión artificial en los últimos años (Cheng et al., 2021). La forma en que nos vestimos y nos maquillamos define nuestro estilo único y nos diferencia de los demás. En la sociedad moderna, la moda es una parte fundamental de la identidad de una persona. Es natural que el mercado de la ropa de moda sea enorme (Cheng et al., 2021).

La ropa es un elemento clave en la vida diaria de las personas y tiene un gran impacto en la salud biológica y la felicidad psicológica de los seres humanos. Actualmente, el diseño de ropa no solo se enfoca en la moda y el patronaje, sino que también tiene en cuenta el rendimiento funcional de la ropa para hacerla más cómoda y elegante para diferentes entornos. Como barrera entre el cuerpo humano y el mundo exterior, la ropa debe ser sensible al medio ambiente y proporcionar un microclima térmico adecuado alrededor del cuerpo para ayudar a enfrentar las condiciones climáticas externas (Mao et al., 2011). Por lo tanto, la ropa de alta calidad con buenas características térmicas, como aislamiento térmico, permeabilidad al vapor de agua, transpirabilidad, impermeabilidad, control de la humedad y protección UV, es deseada tanto por atletas profesionales como por el público en general.

La confección electrónica se está convirtiendo en una tendencia en el desarrollo de la industria de la confección y se espera que se desarrolle rápidamente en toda la industria. Esto se debe a que ahora es difícil para las personas encontrar ropa que les guste en las tiendas físicas, mientras que las tiendas en línea a menudo tienen una selección más limitada y una tasa de devolución más alta. A pesar de esto, muchos consumidores todavía prefieren comprar ropa en tiendas físicas (Liu, 2022).

El avance de la tecnología en las últimas décadas ha llevado a la amplia utilización de computadoras, desde aplicaciones informáticas simples en hogares, escuelas y pequeñas configuraciones hasta computadoras sofisticadas de última generación con tecnología actualizada en grandes configuraciones, puntos de venta minorista e industrias. Estas computadoras se utilizan para aplicaciones de gestión de fabricación, como el control del inventario, la programación, los pedidos y el análisis de ventas. La conexión de segmentos de producción con información de pedidos, ventas e inventario a través de sistemas de intercambio de datos electrónicos es beneficiosa y esencial en un entorno industrial competitivo (Jhanji, 2018). Se considera que los textiles y las computadoras están relacionados genéticamente y cada uno es esencial para el otro. Esta relación se remonta a los tiempos en que se cree que las computadoras se originaron en el sistema de tarjetas perforadas utilizado en la máquina de tejer

Jacquard. La industria textil no es una excepción a otras industrias competitivas de rápido crecimiento donde la informatización se ha hecho cargo de la mayoría de las operaciones manuales engorrosas, lentas, lentas, intensivas en mano de obra y menos productivas (Nayak et al., 2015). El papel de la evolución de la tecnologías de información después de la revolución informática ha sido bien entendido por las empresas textiles líderes en los mercados nacionales e internacionales (Jhanji, 2018).

La industria de la confección ha sido influenciada y transformada por el mundo digital y la tecnología informática. Las computadoras se utilizan ampliamente en la industria de la confección, incluyendo ropa, accesorios y textiles para el hogar, para varias operaciones (Jhanji, 2018). Esta industria ha visto una gran mejora y actualización en términos de equipos utilizados, automatización, precisión, productividad y operaciones informatizadas. Como resultado, la mayoría de los procesos de producción de moda, especialmente los utilizados para el muestreo y el desarrollo de diseños, han sido informatizados. Existen muchos programas que son útiles para que los diseñadores de moda realicen diversas tareas, como la investigación de moda, el diseño e ilustración de moda, el diseño de patrones, la creación de patrones, el diseño textil, la confección de prendas, la gestión de producción, el marketing y las ventas (Nayak et al., 2015)

El diseño asistido por computadora (CAD) es la utilización de la tecnología informática en el diseño y el modelamiento virtual. El diseño de modelos geométricos para formas de objetos a menudo se denomina diseño geométrico asistido por computadora (Jhanji, 2018). La salida de CAD a menudo debe transmitir información simbólica como materiales, procesos, dimensiones y tolerancias de acuerdo con convenciones específicas de la aplicación, al igual que en la elaboración manual de dibujos técnicos y de ingeniería. El sistema CAD está dedicado al diseño, análisis y fabricación en varios contextos industriales. El componente de análisis se conoce como ingeniería asistida por computadora (CAE), CAM significa fabricación asistida por computadora y todo el proceso de CAD, CAE y CAM como fabricación integrada por computadora (CIM). La robótica y la comunicación por Internet junto con CAD y CAM constituyen la tecnología CIM (Stjepanović, 1995). Sin embargo, el acrónimo CAD/CAM se usa a menudo para referirse a las tres funciones: CAD, CAM y CAE. Estas tecnologías se complementan con algunos métodos de inteligencia artificial, modelado sólido y diseño basado en características (Nayak et al., 2015).

CAD tiene un impacto significativo en el diseño de ropa. Los sistemas CAD en 2D permiten realizar los diseños de manera vectorial de manera más rápida y sencilla que el proceso de dibujo manual para crear patrones. Los patrones de diversos diseños, almacenados en la base de datos, pueden recuperarse por el diseñador para crear los estilos

deseados. La clasificación de patrones también se ha informatizado, ya que este proceso se basa numéricamente y por lo tanto, puede programarse por computadora. Una vez que se clasifican y anidan los patrones, la computadora puede recuperar las piezas y colocarlas rápidamente en un diseño de marcador, lo que reduce el tiempo dedicado a estos pasos de preproducción (Jhanji, 2018).

En 1970, el equipo de Dallas utilizó computadoras para fabricar marcadores por primera vez, lo que llevó a la creación de Camsco. El proceso manual de fabricación de marcadores era tedioso y requería mucho tiempo, ya que los operadores debían moverse de un lado a otro a lo largo de largas mesas para colocar piezas de patrones en papel y dibujar alrededor de ellas. Otro sistema de software fue desarrollado por un equipo con sede en Estados Unidos con el nombre de sistema Hughes AM1, que luego se vendió a Gerber, considerado como el pionero en este campo. Una empresa francesa, Lectra nació en 1980 para satisfacer las necesidades de la industria de la confección en lo que respecta a la intervención de software. A partir de entonces, otra empresa, Microdynamics, ideó un sistema basado en PC (Jhanji, 2018).

Kang y Kim, (2019) desarrollaron un modelo impreso en 3Dprendassoftware de diseño que utiliza patrones planos y motivos de diseño, para permitir la generación rápida y fácil de una impresión 3D prenda.

Sterman y Almog, (2022) se centra en el tejido digital sin costuras, un tipo especial de tejido circular que se utiliza para crear prendas sin costuras en un cilindro tejido. Esta tecnología permite la creación de prendas con múltiples estructuras de tejido, lo que afecta las propiedades y el comportamiento del material en todo el tejido. Las herramientas para programar tejido sin costuras se basan en definiciones discretas de zonas en el tejido, lo que limita el diseño espacio de las máquinas de tejer. Un nuevo enfoque computacional para el tejido circular sin costuras diseño. Crea un diseño herramienta que está destinada a ser utilizada por diseñadores de moda y textiles.

Longo et al., (2021) propone un diseño basado en una plataforma en dos etapas proceso para apoyar a las marcas de ropa para implementar estrategias de personalización masiva.

Rojas en (2000) presenta un trabajo titulado diseño asistido por computadora en ingeniería industrial de la Universidad Nacional Mayor De San Marcos, en el cual describe la implementación de la enseñanza del Diseño Asistido por Computador en las asignaturas del Plan de Estudios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Describe la tendencia de CAD/CAM presenta como herramienta para la simulación virtual y la automatización integrada.

En la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ) en su plan de estudios cuenta con asignaturas

de diseño asistido por computadora. Por ello nuestro objetivo es realizar una revisión bibliográfica de trabajos relacionados a diseño asistido por computadora.

Métodos

La metodología consiste en realizar una revisión bibliográfica de una serie de trabajos relacionados al diseño asistido por computador en la ingeniería textil y de confecciones, obtenidas de la Web los cuales se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1
Trabajos revisados para el análisis.

Autores	Título	Año
Mao Aihua y otros	A multi-disciplinary strategy for computer-aided clothing thermal engineering design	2011
Yamini Jhanji	Computer-aided design—garment designing and patternmaking	2018
Wen-Huang Cheng y otros	Fashion Meets Computer Vision: A Survey	2021
Rajkishore Nayaka y otros	The role of mass customisation in the apparel industry	2015
Charlie C.L. Wanga y otros	Design automation for customized apparel products	2015
Ze Gang Luo y M.M.F. Yuen	Reactive 2D/3D garment pattern design modification	2005
Marzia Fontanaa, Caterina Rizzib y Umberto Cuginic	3D virtual apparel design for industrial applications	2005
Sung Min Kim y Tae Jin Kang	Garment pattern generation from body scan data	2003
Vishal Trivedi	Innovation in computer aided garment designing.	2014
Minjoo Kang y Sungmin Kim	Fabrication of 3D printed garments using flat patterns and motifs	2019

Se va describir los trabajos por la temática desarrollada para luego realizar las discusiones entre los autores y llegar a las conclusiones del trabajo. Para ello se va utilizar una revisión crítica de los trabajos mencionados en la tabla 1.

Resultados

Resultados de investigaciones de diseño asistido por computadora

Mao et al., (2011) presenta una estrategia multidisciplinaria para el diseño de ingeniería térmica de prendas de vestir asistido por ordenador. Proporciona un enfoque sistemático para integrar conocimientos multidisciplinarios y transferirlos a herramientas de diseño orientadas a la ingeniería, por lo que los diseñadores y fabricantes pueden realizar fácilmente diseños de ingeniería térmica de ropa 1D, 2D e incluso 3D de acuerdo con los requisitos prácticos de diseño con un diseño breve, ciclo y bajo costo de diseño. Propone el marco para integrar el conocimiento multidisciplinario e ilustrar el proceso para lograr el diseño de ingeniería térmica de prendas de vestir. Se abordan los problemas importantes en la realización de la simulación computacional, incluida la integración de modelos de múltiples escalas, la disponibilidad de datos de parámetros característicos y el esquema computacional jerárquico. Para generar herramientas

de diseño fáciles de usar, el diseño funcional térmico de la ropa se cuantifica con parámetros de influencia importantes, y el asistente fácil de usar está diseñado para el desarrollo del sistema CAD. Finalmente, las aplicaciones de diseño de esta estrategia se discuten en términos de diseños de ingeniería térmica 1D, 2D y 3D con sistemas CAD versátiles.

Jhanji, (2018) menciona las industrias de textiles y prendas de vestir no están al margen de esta actualización tecnológica con el sistema CAD/ CAM implementado para diferentes operaciones, un beneficio adicional para la industria. CAD encuentra su utilidad práctica desde la etapa de iniciación del diseño a través de la planificación, el extendido, la creación de patrones, el corte y, finalmente, la costura. El software de diseño de patrones 2D basado en técnicas de creación de patrones planos se ha explorado con éxito para la creación de patrones, la clasificación y la creación de bibliotecas de patrones dentro del software para su recuperación futura. Sin embargo, otro progreso realizado en el campo es el software 3D que funciona en un entorno virtual que permite la visualización 3D de la caída y el ajuste en el modelo virtual o avatar, eliminando así el proceso exhaustivo de generación de muestras físicas. Escaneo 3D, mapeo, avatares personalizados de acuerdo con características antropométricas y faciales específicas, prendas personalizadas son algunas de las vías innovadoras y emocionantes disponibles con los paquetes de software CAD. La productividad mejorada, la competitividad y los plazos de entrega más cortos pueden garantizarse mediante la vinculación entre las operaciones de diseño y fabricación junto con otros pasos de preproducción de creación de patrones, clasificación y marcado. La competencia y la habilidad de los operadores para adaptarse a un sistema de producción controlado electrónicamente es motivo de preocupación para muchos, al igual que los pros y los contras del sistema, ya que afecta las oportunidades de empleo con la mayoría de las operaciones informatizadas.

Cheng et al., (2021) proporciona una encuesta completa de más de 200 trabajos importantes relacionados con la moda que cubren cuatro aspectos principales para habilitar la moda inteligente: (1) la detección de moda incluye detección de puntos de referencia, análisis de moda y recuperación de artículos; (2) El análisis de moda contiene reconocimiento de atributos, aprendizaje de estilo y predicción de popularidad; (3) La síntesis de la moda implica transferencia de estilo, transformación de poses y simulación física; y (4) la recomendación de moda comprende la compatibilidad de la moda, la combinación de atuendos y la sugerencia de peinado. Para cada tarea, se resumen los conjuntos de datos de referencia y los protocolos de evaluación. Además,

destacamos direcciones prometedoras para futuras investigaciones.

Nayak et al., (2015) menciona la compra de ropa está pasando del dominio físico al dominio virtual y la personalización masiva parece ser la única forma de ganar y retener compradores. Hace diez años, el fabricante de jeans Levi Strauss anunció algo igual de revolucionario: comenzará a ofrecer versiones personalizadas de sus jeans clásicos para adaptarse al tipo de cuerpo de cada mujer. El término Personalización en masa definía bien el proceso antes mencionado de proporcionar prendas ajustadas de acuerdo con el tamaño del cuerpo. La personalización masiva en la industria de la confección es revolucionaria. Proporciona un producto acorde a la elección de los consumidores. Este artículo revisa el papel de la personalización masiva en la industria de la confección competitiva.

Wang et al., (2005) presenta técnicas de solución para un esquema tridimensional de Confección a Medida Automática para prendas de vestir. Se adopta una superficie de forma libre para representar los modelos de geometría compleja de las prendas de vestir. Al diseñar la superficie compleja de un producto de indumentaria, las abstracciones se almacenan junto con los modelos utilizando una estructura de datos no múltiple. Los productos de ropa están diseñados esencialmente con referencia a las características del cuerpo humano y, por lo tanto, comparten un conjunto común de características como modelo humano. Por lo tanto, el modelado paramétrico basado en características permite la generación automática de prendas ajustadas en diferentes formas corporales. En su enfoque, los diferentes productos de indumentaria están representados cada uno por una plantilla de función específica que conserva sus características y estilo individuales. Cuando la plantilla de características específicas se codifica como la plantilla de características del cuerpo humano equivalente, automatiza la generación de prendas de vestir hechas a medida. El proceso de codificación se realiza en 3D, lo que resuelve fundamentalmente los problemas de ajuste del proceso de confección y patronaje 2D. Este documento ofrece un esquema de solución integrado de todos los problemas anteriores. En detalle, se desarrollan una estructura de datos no múltiples, un método de diseño constructivo, cuatro herramientas de modificación de forma libre y un método de codificación/descodificación de plantillas detalladas para la automatización del diseño de productos de ropa personalizados.

Luo y Yuen, (2005) presenta un nuevo algoritmo de actualización de resultados de simulación de prendas en 3D para la modificación del diseño de patrones de prendas en 2D. El algoritmo propuesto permite que el resultado de la simulación de ajuste de prendas en 3D

reaccione directamente a la modificación en los patrones 2D. El algoritmo realiza una deformación topológica invariante de la malla del patrón 2D después de que el límite del patrón 2D experimente una modificación topológica consistente. La longitud de cada uno de los bordes de la malla definida como el parámetro de estado de equilibrio se actualiza y luego se utiliza directamente en la simulación de ajuste de prendas en 3D para actualizar el resultado de la simulación original. La ventaja del algoritmo propuesto es que se conserva la topología de malla del patrón de prendas 2D y, por lo tanto, simplifica el esquema numérico al mantener la consistencia de la ecuación matricial. Con este enfoque, la simulación de ajuste de prendas en 3D no necesita repetir la simulación completa para cada modificación y puede reaccionar a la modificación del patrón en 2D de manera eficiente y rápida.

Fontana et al., (2005) presentan un sistema basado en la física para el diseño y simulación de telas virtuales expresamente concebido para fines de diseño. Este entorno debería permitir al diseñador validar su estilo y opción de diseño a través del análisis de prototipos virtuales de prendas y resultados de simulación para reducir el número y el papel de los prototipos físicos. Las formas de las prendas se predicen con precisión al incluir las propiedades de los materiales y las interacciones externas a través de un modelo de tela basado en partículas integrado en la dinámica newtoniana restringida con gestión de colisiones, extendido a prendas ensambladas y terminadas de formas complejas. Nuestro modelo está incorporado dentro de un entorno gráfico 3D e incluye operadores que supervisan todo el proceso de diseño de prendas, p. costura de paneles, inserción de botones/dardos, composición de telas multicapa, acabados de prendas, etc. Se consideran aplicaciones y estudios de casos, con análisis de fases de modelado CAD y resultados de simulación relacionados con varias prendas masculinas y femeninas.

Kim y Kang, (2003) desarrolla un sistema automático de diseño de patrones de prendas que utiliza datos de escaneo corporal tridimensional. Se ha generado un modelo corporal a partir de datos de escaneo corporal masivo utilizando segmentación y el método de expansión de la serie de Fourier. La geometría de la superficie de un modelo de prenda estándar utilizado en la industria de la confección se reconstruyó mediante la técnica de estereovisión y se convirtió en una estructura de malla. El algoritmo de deformación de la superficie se utilizó para hacer una geometría igualada de dos modelos, y la generación de malla de resolución múltiple junto con el algoritmo de mapeo de patrones planos óptimos se usaron para generar los patrones bidimensionales óptimos de la prenda.

Trivedi, (2014) explica los nuevos software que se utilizan en la exitosa industria de la moda. Incluye conocimiento sobre el diseño de productos de moda a través del escaneo corporal en 3D para obtener datos de población amplios para una respuesta rápida, computación de moda para técnicas de dibujo que incluyen plantillas de moda y especificaciones para ropa de hombre, ropa de mujer, ropa para niños usando diferentes software gráficos como Adobe Photoshop, Corel -dibujar, etc. Edición de imágenes para diferentes colores y efectos de patrones elegantes, presentaciones profesionales de diseño de moda (desfiles de moda virtuales) por diferentes software gráficos como Opti-tex, Tuka-tech, etc. , Internet de la moda en la World Wide Web y software de gestión del ciclo de vida del producto (PLM) de Gerber y Lectra, etc.

Kang y Kim,(2019) propone fomentar la generación de prendas impresas mediante el desarrollo de un nuevo software para abrir un nuevo potencial de producción de prendas completas en el campo de la moda. Para lo cual desarrollaron un software de diseño de prendas impresas en 3D utilizando patrones planos y motivos de diseño para permitir la generación rápida y fácil de una prenda impresa en 3D. Los usuarios pueden generar diseños basados en motivos fácilmente usando varias interfaces de usuario. Concluyendo una prenda impresa en 3D podría imprimirse no solo con impresoras de tipo SLS costosas, sino también con impresoras de tipo FDM asequibles con un proceso de ensamblaje simple utilizando el software desarrollado en este estudio.

Diseño asistido por computadora en la UNAJ

En el plan curricular de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones existen varias asignaturas como son: patronaje industrial computarizado, diseño asistido por computadora, en los cuales el uso de un software aplicado a procesos textiles, es el medio mediante el cual es posible realizar ciertos procesos.

Software aplicados se pueden clasificar de la siguiente manera: diseño vectorial 2D (Gimp, Inkscape, Corel Draw) y Diseño y simulación 3D (Audaces, Wilcom, Optitex y Marvelous). Este último, utilizado para el diseño y simulación de prendas en 2D y 3D. El software *Marvelous Designer* permite crear patrones de prendas empleando muy poco tiempo y poniendo en prueba la creatividad de los diseñadores. El programa de diseño hace una simulación rápida utilizando una textura (tela) y luego poder simularla en un maniquí virtual (avatar), mostrando la iluminación y la personalización de manera precisa como se muestra en la figura1.

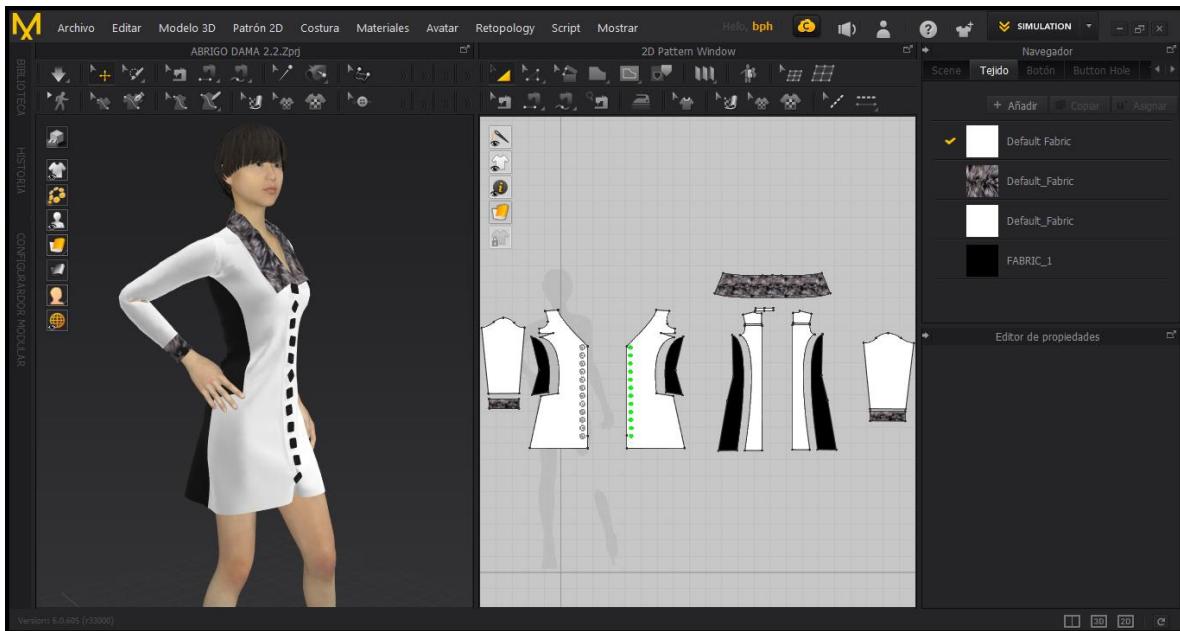


Figura 1. Diseño en software marvelous

El software *Wilcom* es un programa de aplicación que permite hacer bordados, empleando también el diseño 2D y 3D para la simulación y la presentación de los diseños de los bordados, para así poder exportarlos en formatos de imagen y poder importarlos en los software de patronaje industrial, para de esta forma agregar los accesorios y decoración de una prenda; así como se muestra en la figura 2.

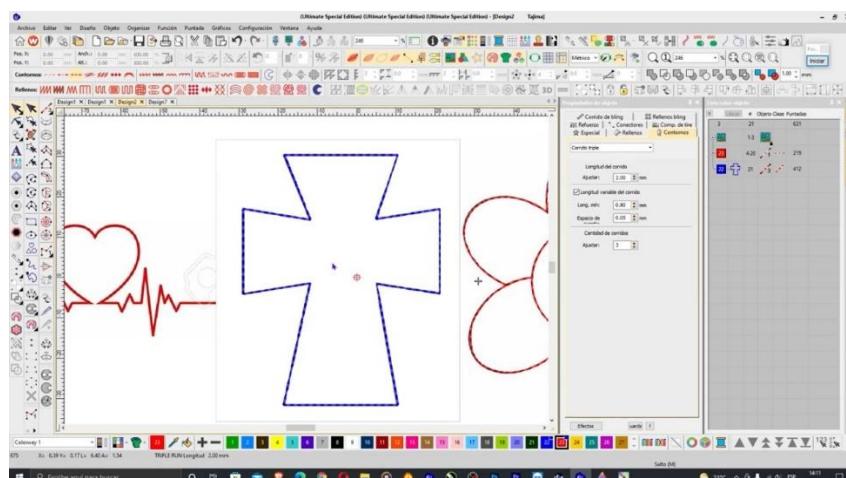
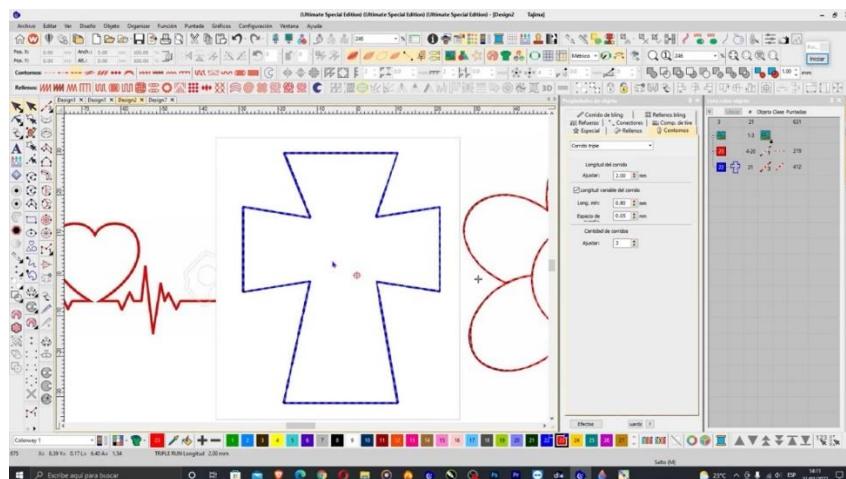


Figura 2. Diseño en software wilcom

El Software Optitex, sirve para realizar el diseño de patrones de prendas para luego poderlos plotear y de esta forma obtener los moldes. Además de ello ofrece todas las herramientas necesarias para crear representaciones y de esta manera poder obtener simulaciones de la prenda. Por otro lado, esto permite al productor como también el consumidor poder mostrar de manera digital los resultados del diseño y en algunos casos estos diseños son exhibidos en medios virtuales como son las redes sociales y otros, para su respectiva comercialización; la figura 3 muestra las formas de trabajo.

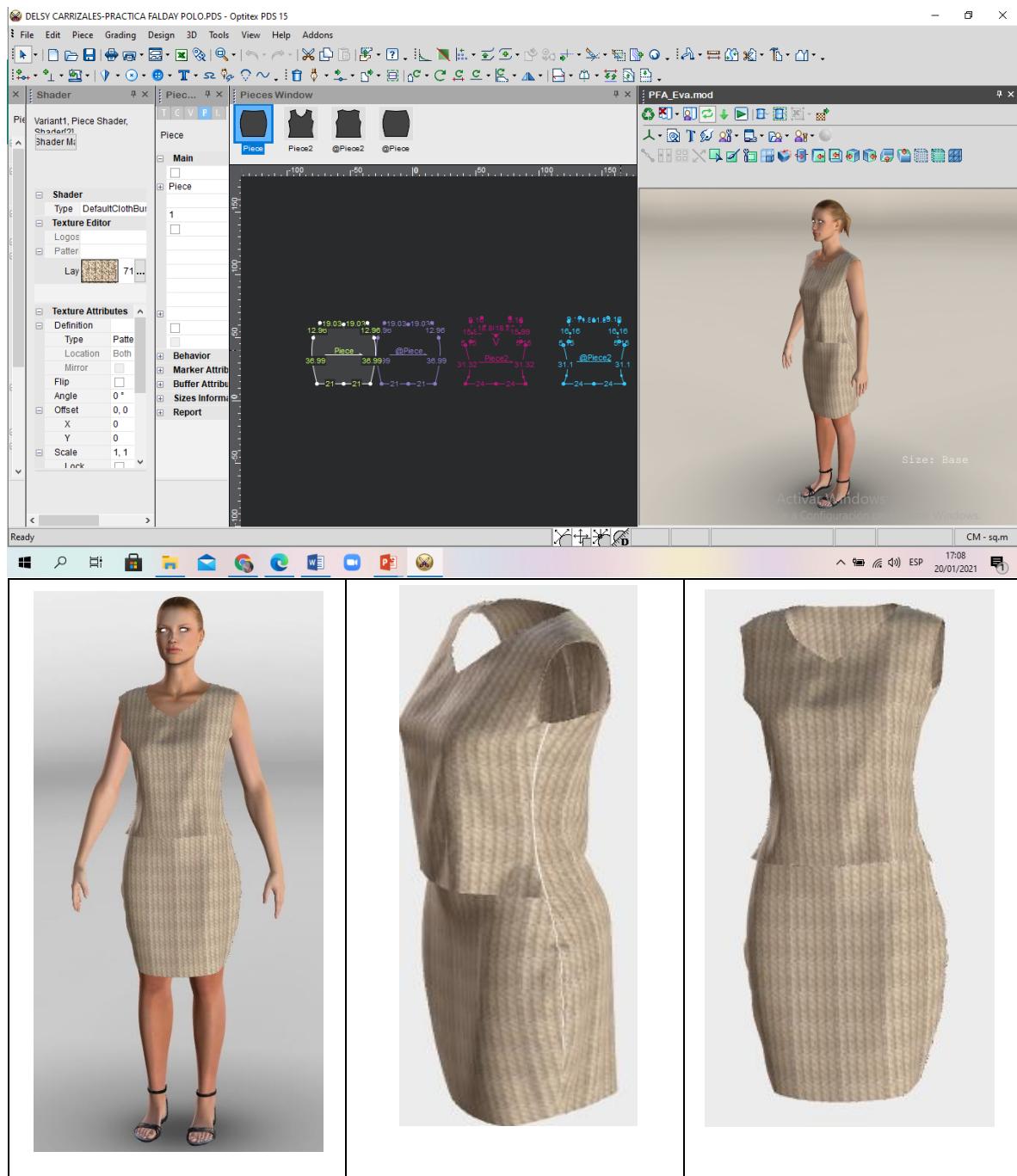


Figura 3. Diseño en software optitex

Discusión

Los autores establecen la necesidad del uso de diseños asistido por computadora, Mao et al., (2011) plante la necesidad de diseños de prendas térmicas, Jhanji, (2018) menciona las industrias de textiles y prendas de vestir no están al margen de esta actualización tecnológica con el sistema CAD/ CAM, Cheng et al., (2021) resalta la necesidad de recopilar información sobre diseño por computado, lo cual concuerda con nuestras objetivo de trabajo.

Nayak et al., (2015) menciona que la demanda de prendas se da en la modalidad virtual, lo cual seda por el avance tecnológico. Wang et al., (2005) presenta técnicas de confección en tres dimensiones para solucionar el diseño de prendas, Luo and Yuen, (2005) presenta un nuevo algoritmo de actualización de resultados de simulación de prendas en 3D para la modificación del diseño de patrones de prendas en 2D. Fontana et al., (2005) presentan un sistema basado en la física para el diseño y simulación de telas virtuales expresamente concebido para fines de diseño. En nuestro caso se utiliza software para el diseño de prendas computarizado, como se mostró en la sección anterior.

Conclusiones

En la actualidad, la demanda de prendas de vestir requiere el uso de herramientas tecnológicas más avanzadas. Por ello, es necesario utilizar software de diseño asistido por computadora para mejorar la calidad y la producción industrial de las prendas de vestir. La transformación digital ha hecho que muchas actividades cambien en la forma en que se realizan sus procesos, y se suma el paradigma de la industria 4.0. Las empresas deberían emplear estas tecnologías no solo por una cuestión de moda, sino también debido al avance tecnológico, ya que implica el uso de nuevos conocimientos en el proceso productivo textil y de confecciones.

Referencias bibliograficas

- Cheng, W. H., Song, S., Chen, C. Y., Hidayati, S. C. and Liu, J. (2021). Fashion meets computer vision: A survey. *ACM Computing Surveys*, 54(4). <https://doi.org/10.1145/3447239>
- Fontana, M., Rizzi, C. and Cugini, U. (2005). 3D virtual apparel design for industrial applications. *CAD Computer Aided Design*, 37(6), 609–622. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.09.004>
- Jhanji, Y. (2018). Computer-aided design-garment designing and patternmaking. In *Automation in Garment Manufacturing*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101211-6.00011-2>
- Kang, M. and Kim, S. (2019). Fabrication of 3D printed garments using flat patterns and motifs. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 31(5), 653–662. <https://doi.org/10.1108/IJCST-02-2019-0019>
- Kim, S. M. and Kang, T. J. (2003). Garment pattern generation from body scan data. *CAD Computer Aided Design*, 35(7), 611–618. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(02\)00081-7](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(02)00081-7)
- Liu, H. (2022). Computer 5G Virtual Reality Environment 3D Clothing Design. *Mobile Information Systems*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8024453>
- Longo, F., Padovano, A., Cimmino, B. and Pinto, P. (2021). Towards a mass customization in the fashion industry: An evolutionary decision aid model for apparel product platform design and optimization. *Computers and Industrial Engineering*, 162. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2021.107742>
- Luo, Z. G. and Yuen, M. M. F. (2005). Reactive 2D/3D garment pattern design modification. *CAD Computer Aided Design*, 37(6), 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.09.005>
- Mao, A., Luo, J., Li, Y., Luo, X. and Wang, R. (2011). A multi-disciplinary strategy for computer-aided clothing thermal engineering design. *CAD Computer Aided Design*, 43(12), 1854–1869. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2011.06.009>
- Nayak, R., Padhye, R., Wang, L., Chatterjee, K. and Gupta, S. (2015a). The role of mass customisation in the apparel industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 8(2), 162–172. <https://doi.org/10.1080/17543266.2015.104504>
- Nayak, R., Padhye, R., Wang, L., Chatterjee, K. and Gupta, S. (2015b). The role of mass customisation in the apparel industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 8(2), 162–172. <https://doi.org/10.1080/17543266.2015.104504>
- Rojas, O. (2000). Diseño asistido por computadora en ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Mayor de San Marcos. *Industrial Data*, 3(2), 6–10. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6618>
- Sterman, Y. and Almog, E. (2022). A Computational Design Tool for Gradual Transition of Knit Structures in Seamless Circular Knitting. *CAD Computer Aided Design*, 146. <https://doi.org/10.1016/J.CAD.2022.103214>
- Stjepanović, Z. (1995). Computer-aided processes in garment production Features of CAD/CAM hardware. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 7(2–3), 81–88. <https://doi.org/10.1108/09556229510087236>
- Trivedi, V. (2014). Innovation in computer aided garment. *International Journal of Recent Research Aspects*, 2(4), 25–29.
- Wang, C. C. L., Wang, Y. and Yuen, M. M. F. (2005). Design automation for customized apparel products. *CAD Computer Aided Design*, 37(7), 675–691. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2004.08.007>