

Estrategia textil para la educación superior innovadora

e-book

Editado por Rimvydas Milašius

Co-editores:

Daiva Mikučionienė

Aileni Maria Raluca

Sofia Papakonstantinou

Desiree Scalia



Proyecto ERASMUS+ Estrategia textil para la educación superior innovadora

Socios:

INCDTP, Rumania
AEI TEXTILS, España
CIAPE, Italia
CRETHIDEV, Grecia
ITTI, Italia
KTU, Lituania
MCI, Italia
TUIASI, Rumania
UMINHO, Portugal
UNIWA, Grecia



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Programme - Strategic Partnership, Project Nr: 2017-1-RO01-KA203-037289

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja sólo las opiniones del autor, y la Comisión no es responsable de cualquier uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo.

CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 - Materiales textiles avanzados	5
1.1. Fibras de alto rendimiento	6
1.2. Resumen de las aplicaciones técnicas de los materiales textiles.....	13
1.3. Tendencias generales de innovación en el sector de los textiles técnicos	21
1.4. Materiales textiles innovadores: una selección de soluciones de materiales contemporáneos para ofrecer una nueva percepción del producto textil	27
1.5. Estructuras textiles con arquitectura 3D.....	36
Tejidos trenzados 3D.....	42
1.6. Materiales de punto ortopédicos.....	45
1.7. Textiles reforzados con materiales compuestos.....	52
1.8. Materiales e-Textiles	59
CAPÍTULO 2 - Métodos avanzados de fabricación	66
2.1. Electrohilado	67
2.2. La funcionalización textil para la tecnología de plasma.....	73
2.3. Fabricación de E-Textiles.....	81
2.4. Tecnologías de punto avanzadas	89
2.5. Tratamientos de plasma.....	98
2.6. Tecnología de plasma: métodos PVD en la fabricación textil	105
CAPÍTULO 3 - Economía circular y sostenibilidad.....	112
3.1. Materiales circulares en el sector textil y de confección- Una introducción a los nuevos materiales para la circulación de la moda.	113
3.2. Sintéticos de base biológica	122
3.3. La cadena de valor: problemas de sostenibilidad desde la producción de fibras textiles hasta su uso como producto final	129
3.4. RSC para empresas de moda: definiciones, razonamiento y las.....	138
mejores prácticas	138

3.5. RSC y la producción y el consumo ético	146
3.6. Sistemas de monitorización ambiental y el impacto de los procesos textiles en el medioambiente	152
3.7. Recuperación de los residuos textiles: estrategias y tecnologías para cerrar el ciclo en el sector textil y de confección	159
3.8. Sustitución de sustancias químicas peligrosas	169
CAPÍTULO 4 - El comercio electrónico	177
4.1. Logística online (moda)	178
4.2. Marketing Web	185
4.3. Marcaje	192
4.4. Web analítica para la moda online	200
4.5. Las mejores prácticas para el ecosistema del marketing digital en moda	208
4.6. E-CRM	217
4.7. Ventas al por menor online	224

CAPÍTULO 1

Materiales textiles avanzados

Editado por:

Daiva Mikučionienė

y

Rimvydas Milašius

1.1. Fibras de alto rendimiento

Audronė Ragaišienė, Universidad de Tecnología de Kaunas, Lituania

Todas las fibras se pueden dividir en dos grupos: fibras orgánicas y fibras inorgánicas. Hasta el siglo pasado, las fibras naturales orgánicas, bien conocidas, como el algodón, la lana, el lino, la seda, etc, se utilizaban no sólo para la ropa, tapicería, alfombras y/u otros tejidos, sino también en textiles técnicos o industriales. A mitad del siglo 20, las fibras sintéticas y artificiales (acetato (AC), poliéster (PES), nylon (PA), rayón (CV), poliacrilonitrilo (PAN) y otras) superaron las propiedades técnicas que satisfacían las necesidades del período mencionado.

Las fibras inorgánicas, como el carbono, el vidrio, el metal, la cerámica y el amianto, también tienen propiedades especiales y son comunes en textiles técnicos/industriales. A menudo, estas fibras se utilizan para reforzar materiales compuestos. Por ejemplo, las propiedades mecánicas y físicas más importantes de las fibras de carbono son el módulo elástico, la resistencia a la tracción y la conductividad eléctrica y térmica. Estas propiedades permiten utilizar fibras de carbono en los compuestos para aeronaves y transbordadores espaciales, en automoción, en equipos deportivos y recreativos, en la marina y en otras áreas. Las fibras de vidrio se utilizan en materiales de aislamiento y filtración, también usadas como refuerzo o fibras ópticas. Las fibras de vidrio son pesadas y bastante fuertes, pero no son resistentes a la flexión ni a la abrasión. Las fibras metálicas no sólo se utilizan para decoración textil, sino también para filtros metálicos, materiales de abrasión, así como en los cables de transporte. El núcleo metálico se puede envolver con hilos o compuestos, o viceversa. Las fibras de amianto son resistentes al fuego en su naturaleza, pero son peligrosas para la salud humana. Las fibras utilizadas en construcciones de transbordadores aeroespaciales o aeronáuticos más comunes son las fibras de cerámicas.

A pesar de todas estas ventajas de las fibras anteriormente expuestas, las necesidades de materiales compuestos de alto rendimiento a mediados de la década del 1960 condujeron al desarrollo intensivo de fibras fuertes, resistentes a altas temperaturas y al calor. Las aramidas, el poliéster aromático, el polietileno de ultra alto peso molecular (UHMwPE) y otras fibras, tienen las propiedades mencionadas. La empresa DuPont (USA) comercializó por primera vez dos fibras de aramida. Una de estas pertenece al grupo de para-aramidas, llamada Kevlar®. La segunda fibra, llamada Nomex®, pertenece al grupo de las meta-aramidas. La compañía Teijin (Japón) comercializó para-aramida, Twaron®, meta-aramidas, Teijinconex® y Teijinconex® neo, y fibras de copoliaramida aromática, Technora®. Se dispone de una serie de fibras comerciales UHMwPE, incluyendo Spectra® (Allied Signal, USA), Dyneema® (DSM, Holanda), y Tokilon® (Mitsui Toatsu, Japón). Las

fibras Vectran® (creadas por la empresa Celanese, desde 2005 adquirida por el grupo Kuraray™) y Zylon® (poliparahenleno benzobisoxazole) también pertenecen al conjunto de fibras de alto rendimiento. Vectran® es un hilado de polyester aromático cuya base es un polímero líquido cristalino (LCP) y se obtiene a partir de un proceso de extrusión por fusión. Este proceso orienta las moléculas a lo largo del eje de la fibra, dando lugar a una fibra de alta tenacidad. Vectran®, producida por primera vez en 1990, es la única fibra LCP comercialmente disponible en el mundo.

Se sabe que los polímeros se pueden hilar utilizando técnicas y tecnologías de hilatura por fundición, en húmedo o en seco. Para lograr las propiedades requeridas de la para-aramida (excelente relación energía-absorción-peso, así como excelente resistencia y durabilidad), se utiliza el proceso de hilatura en húmedo con chorro seco. El tratamiento térmico bajo tensión durante la preparación de las fibras permite alcanzar una elongación inferior al 5% a temperaturas superiores a los 500°C, aumentando también el módulo y la orientación cristalina de la fibra (este último parámetro siempre del orden radial). Las aramidas se preparan mediante la reacción genérica entre un grupo amina y un grupo haluro ácido carboxílico. El peso molecular de la fibra de para-aramida debe ser alto, así como la orientación molecular- no menos de 12°. Esto permite obtener una alta tenacidad en las fibras. Las meta-aramidas se basan en una poliamida totalmente aromática. Estas fibras se producen principalmente con tecnologías de hilatura en húmedo. La fibra Technora®, que es ocho veces más fuerte que el acero, es una copoliamida sintetizada mediante la copolimerización de varios materiales químicos aromáticos y diácidos.

Las fibras de aramida tienen propiedades únicas en comparación con las otras fibras. Las aramidas, como producto final, pueden ser: hilos de multifilamento, mechas, hilos de mecha corta, hilos; no tejidos; papel; polvo; y pulpa. La baja rigidez y el alto alargamiento de estas fibras le aportan las características textiles que permiten su procesamiento en equipos textiles convencionales. Los hilos de fibra de aramida se pueden tejer fácilmente en telares. Por lo tanto, al hablar de la preparación del material técnico, es más fácil la preparación de estas fibras en comparación a la de las fibras inorgánicas (vidrio, carbono, metal o cerámica). Los hilos de aramida son muy fuertes: su resistencia a la tracción es 2-3 veces mayor que la de los hilos de poliéster y poliamida de alta resistencia y 5 veces mayor que la del acero (basándose en el peso). Las propiedades más importantes de las meta-aramidas (Nomez, Conex y otras) son la excelente resistencia al calor, a la llama y a los agentes químicos. En la Figura 1.1.1 y en la Tabla 1.1.1 se representan las curvas típicas de tensión-deformación unitaria de diferentes fibras orgánicas e inorgánicas y diferentes propiedades de dichas fibras, respectivamente.

Hay varias modificaciones de las fibras Kevlar, por ejemplo: Kevlar 29 (como referencia de Kevlar; módulo estándar (70GPa)), Kevlar 49 (alto módulo (135GPa)), Kevlar 149 (módulo ultra alto (143 GPa)), Kevlar 68 (módulo intermedio (99GPa)), Kevlar 119 (alta elongación (4.4%)), Kevlar 129 (alta resistencia (3,4%)). También hay varias modificaciones de las fibras de Twaron, como: Twaron 1000 (módulo estándar (66GPa)), Twaron 1055/6 (alto módulo (125GPa)), Twaron 2000 (alta resistencia (3.8GPa)). Estas modificaciones se realizan mediante la utilización de parámetros tecnológicos a lo largo de la producción de las fibras de para-aramida.

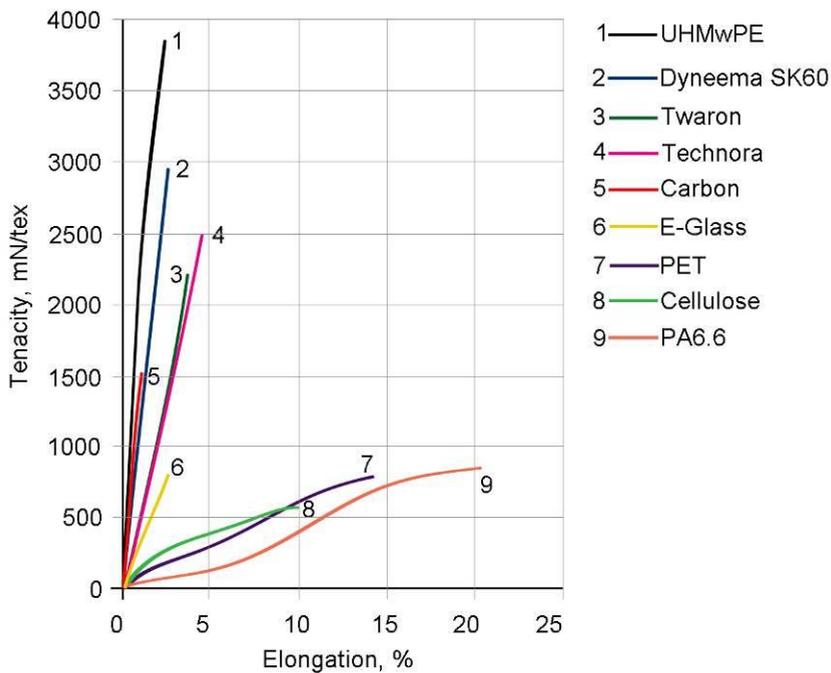


Figura 1.1.1. Típicas curvas tensión-deformación unitaria de las diferentes fibras

Las meta-aramidas también se producen con algunas modificaciones como compuestos de para- y meta-aramidas. Por ejemplo, Nomex 430 (filamento de alta cristalinidad con una resistencia a los químicos y una resistencia mayor que las mechas); Nomex 450 (fibra básica natural); Nomex 455 (mezcla patentada de fibras NOMEX® y KEVLAR®, cuando se elabora el tejido se conoce comercialmente como NOMEX® III); NOMEX® IIIA se mezcla con fibras de disipación estática P-140; Tipo N102 (filamento texturizado); y otros. La composición de los tejidos puede ser 100% NOMEX®, 100% KEVLAR® o mezclas de las dos (DuPont). Estos tejidos son duraderos, suaves, confortables, saturados y ligeros: una combinación única de estas propiedades.

En general, todas las para-aramidas se utilizan como fibras de alta resistencia y las meta-aramidas como fibras resistentes al calor, a la llama y a los productos químicos, a pesar de que el LOI de ambas es superior a 20. Las aramidas también tienen inconvenientes, el más importante es la baja resistencia a la luz: la fuerza de estas fibras disminuye después de exponerlas a la luz solar y su color cambia debido a la radiación ultra-violeta. El segundo inconveniente de las aramidas es la mala coloración.

Tabla 1.1.1. Propiedades de las fibras

Fibra	Índice	Densidad g/m ³	Tenacidad N/tex	Módulo GPa	Alargamiento %	Moisture, wt%	Descomposición, fundición °C	LOI
Kevlar®		1.44	2.0-2.2	57-127	2-4	-	560	31-32
Twaron®		1.44	1.65-2.5	60-120	2.2-4.4	3.2-5	500	29 ² - 37 ³
Technora®		1.39	2.2	55-104	4.4-4.6	1.9	500	25 ²
Nomex®		1.46	0.5	0.8	31	3.5	371	29-32
Conex®		1.38	0.45-0.5	-		5-5.5	400	29-32
UHMwPE		0.97	2.3-4.0	52-132	3-4	< 0.1	150	<20
Carbono (basado en PAN)		1.78	2.0-3.9 ¹	230-540	0.7-2.0 ¹	0	3700	-
E-Glass		2.55	0.6-1.2	72	1.8-3.2	0.1	825	-
PBI		1.43	0.24	5.1	27	15	450	>41
PET		1.38	0.6-0.8	-	10-15	0.4	255	15-20
PA 6.6		1.14	0.75	-	18-25	4-6	260	20-21

¹ – en una estructura matricial

² – medición en tela

³ – medición en hilo de filamento

Vectran® es termotrópica; se hila y se derrite a altas temperaturas. Por lo tanto, es muy diferente a las fibras de aramida y UHMwPE. UHMwPE son las fibras más ligeras con una densidad de tan solo 0.97 g/m³, menor que la densidad del agua. Son particularmente resistentes a los ambientes húmedos, a los alcalinos y a los ambientes con UV, así como químicamente inertes. También muestran buena resistencia a la abrasión, flexión y fatiga por fluencia, compresión y radiolucencia. Los principales inconvenientes son la mala resistencia a la fluencia y la deficiente compatibilidad con matrices.

Dependiendo de las modificaciones y de las propiedades, las fibras de alto rendimiento, incluyendo sus compuestos, se utilizan en las siguientes áreas: materiales de protección, ropa de protección térmica, construcción marina y aeroespacial, ingeniería civil, transporte terrestre, plásticos de ingeniería y artículos deportivos. Se pueden utilizar diferentes tipos de materiales protectores de fibras de alto rendimiento para la protección balística, de corte a través, o de alta

temperatura. Se conoce que los materiales de protección necesitan absorber la energía cinética en el menor tiempo posible. Así pues, la alta tenacidad, la alta tasa de absorción de energía y el alto módulo de elasticidad de las para-aramidas, permiten la rápida dispersión de las ondas de deformación, obteniendo un material de protección ideal. Los materiales de protección balística incluyen cascos, placas y chalecos blindados, laminados que proporcionan una protección eficaz contra una amplia gama de peligros balísticos, incluyendo balas, granadas e incluso ciertas minas. Los productos de protección, como las fibras de Aramida, Vectran® y Honeywell Spectra® para militares y policías y los materiales compuestos balísticos— Spectra Shield®, Gold Shield® y Gold Flex®, pueden ser usados para vehículos balísticos duros, transportadores de dinero, y también en coches, helicópteros, aviones y botes a prueba de balas. Los artículos para la protección al corte son: ropa de trabajo y calzado para trabajos de alto riesgo en las industrias de madera, carne y vidrio, guantes de seguridad, calcetines, trajes protectores, ropa para los deportes de alto riesgo y otros. Estos materiales también tienen una efectiva resistencia a salpicaduras de metal fundido a baja temperatura, como plomo, zinc o metales blancos. Casi todos los tipos de fibras de alto rendimiento se pueden utilizar para estos materiales de protección.

Probablemente, la mayor ventaja de todas las aramiditas es la posibilidad de usarlas en prendas protectoras térmicas o de alta temperatura: indumentaria para la protección contra fuego repentino y la exposición a arcos eléctricos; prendas para bomberos o conductores de coches de carreras; aislamiento en indumentaria protectora térmica resistente al fuego. DuPont comercializa NOMEX OMEGA®, un sistema de asistencia total para bomberos. Los componentes incluyen una capa externa de DuPont™ Z200™ firer, una barrera para la humedad, y un forro térmico de materiales de DuPont. El sistema está diseñado para minimizar el estrés térmico y maximizar el rendimiento térmico y el confort. La ropa de bomberos, por ejemplo, consiste en una capa interior FR compuesta por una barrera para la humedad, barreras térmicas y forro, mientras que la capa externa proporciona resistencia térmica, mecánica y a la llama. Las fibras adecuadas para tales prendas incluyen aramiditas y polibenzimidazol (PBI). La NASA está desarrollando la próxima generación de tecnologías en los trajes, que permitirá una exploración espacial profunda incorporando avances como la eliminación generable de dióxido de carbono y sistemas de evaporación de agua.

Debido al peso específico, mucho más alto en las fibras de alto rendimiento en comparación con el acero en el aire y, especialmente, en el agua del mar, se pueden utilizar en: construcción, construcciones de aeronaves y plataformas, edificación de barcos, cables mecánicos, cuerdas de amarre. Las fibras de alto rendimiento se aplican ampliamente en la producción de diferentes neumáticos para camiones y aeronaves, motocicletas y bicicletas, incluso para neumáticos de alta velocidad.

También se utilizan como materiales de filtración, incluyendo telas de filtración en gas caliente, materiales de fricción y juntas.

Las fibras de alto rendimiento, que tienen un alargamiento mayor y un módulo menor, se utilizan como productos de caucho, como cintas transportadoras o de transmisión, mangueras para la automoción, mangueras hidráulicas y otras. Algunos usos para los productos de papel de aramida incluyen: aislamiento en motores eléctricos y transformadores, envoltura de alambre, y miembros de fuerza de paneles en muchos aviones. Por otra parte, las fibras de alto rendimiento se utilizan para la fabricación de textiles de transporte como alfombras de aeronaves, hilos de costura, redes de pesca, cintas de cremallera, usos médicos y el número de aplicaciones está creciendo constantemente.

Referencias

1. Hearle J. W. S. High-performance fibres. Woodhead Publishing Ltd, 2001.
2. Wilson A. Automotive Composites: The make-or-break decade for carbon and natural fibres. Textile Media Services Ltd. 2015
3. Ozawa S. A new Approach to High Modulus, High Tenacity Fibers Polymer Journal. 1987; 19, 119-125.
4. Blades H., US patent Office, Pat No 3 869 430, 1975.
5. https://www.dsm.com/products/dyneema/en_GB/home.html
6. <https://www.packagingcomposites-honeywell.com/spectra/applications/>
7. <https://eurofibers.com/vectran/>
8. Dawelbeit A., Zhong H. etc. Microstructural Developments of Poly (p-phenylene terephthalamide) Fibers During Heat Treatment Process: A Review Materials Research. 2014, 17(5), 1180-1200.
9. https://www.teijin.com/products/advanced_fibers/
10. http://s21.q4cdn.com/813101928/files/doc_factsheets/specialty-products/DowDupont_SpecialtyProducts-FactSheet_7.18.pdf
11. <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=706f16a3a8be468284571dd36bbdea35&ckck=1>
12. Technical Guide for NOMEX® Brand Fiber
13. Younes A., Sankaran V., etc. Study of tensile behavior for high-performance fiber materials under high-temperature loads Textile Research Journal. 2014, 17 (84), 1867-1880.
14. Caesar H.M. Twaron Products BV, Chemical Fibre International, 50, 2000, 161-164.
15. Slusarski K. A., Taggart-Scarff J. K., and Wetzel E. D. Statistical cut response of high-performance single fibers Textile Research Journal 2018, First Published May 25,
16. Li T-T, Lou C-W, Lin M-C, Lin J-H. Processing Technique and Performance Evaluation of High-Modulus Organic/Inorganic Puncture-Resisting Composites. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2014; 22, 6(108): 75-80.

17. Sokółowski D, Barnat W. Numerical and Experimental Research on the Impact of the Twaron T750 Fabric Layer Number on the Stab Resistance of a Body Armour Package. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2016, Vol. 24, 1(115): 78-82.
18. <https://fiberjournal.com/featured-articles/enhanced-occupational-safety-drives-protective-textiles-market/>
19. Kim E. M., Jang J. Surface modification of meta-aramid films by UV/ozone irradiation *Fibers and Polymers* 2010, Vol 11, 5, 677–682.
20. <https://www.fiber-line.com/en/fibers/vectran>

1.2. Resumen de las aplicaciones técnicas de los materiales textiles

Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, España

Desde un amplio punto de vista, los textiles técnicos pueden definirse como *todos los productos textiles que no pueden ser clasificados dentro de los sectores tradicionales de indumentaria o mobiliario, o mejor aún: todos los productos textiles cuya funcionalidad es tanto o más importantes que su estética.*

La Figura.1.2.1 muestra la cadena de valor de los textiles técnicos, que igual que la producción de textiles regulares, comienza con fibras naturales o con la producción de fibras mediante extrusión. A continuación, se sigue (si procede) con la hilatura y la transformación al hilo para producir el tejido con hilos o directamente a partir de fibras; o la elaboración de estructuras trenzadas, redes, cintas u otros tipos de estructuras laminares o incluso tridimensionales que puedan ser acabadas con el propósito de darles nuevas propiedades funcionales para aplicaciones específicas.

Los productos resultantes pueden terminarse o ensamblarse para su uso final, o pasar por una etapa de productos semielaborados, como los materiales pre-impregnados, los materiales adhesivos o aquellos utilizados para la fabricación de compuestos.

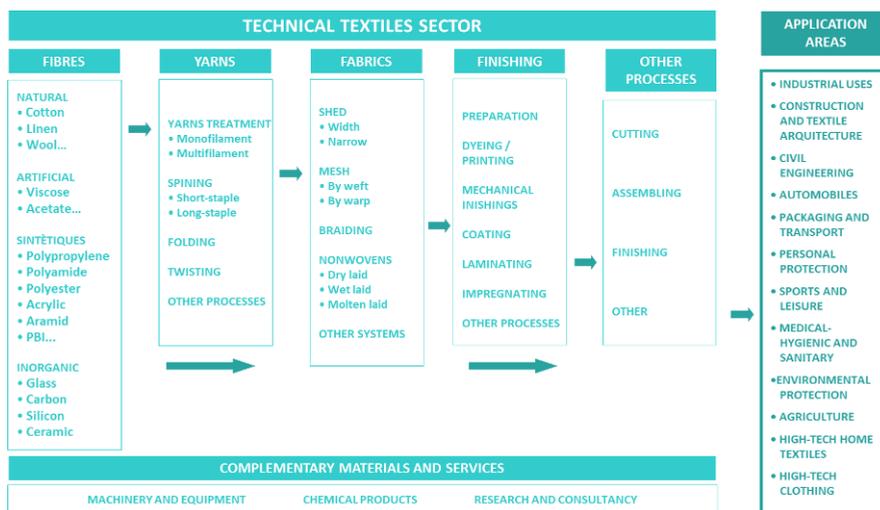


Figura 1.2.1 Cadena de valor de los tejidos técnicos (Fuente: AEI TÈXTILS)

Por lo tanto, todas las fibras textiles naturales, artificiales o sintéticas pueden ser utilizadas en el sector de los textiles técnicos. Sin embargo, la llegada de nuevas familias de fibras con alta resistencia mecánica, térmica y química, entre otras, es

uno de los factores esenciales que ha contribuido a la estructura actual del sector de tejidos técnicos: ser capaz de satisfacer necesidades que hace décadas no se habrían relacionado con los materiales textiles.

La clasificación más usual de los tejidos técnicos es la definida en la feria Tectextil, de Messe Frankfurt, celebrada por primera vez en 1986 y que se ha utilizado hasta 1997: Agrotech, Buildtech, Clothtech, Geotech, Hometech, Indutech, Medtech, Mobiltech, Oekotech, Packtech, Protech y Sportech.

A continuación, una descripción de cada área de aplicación.

Agricultura y pesca

Los materiales textiles en esta área se utilizan para facilitar y mejorar las condiciones de las explotaciones agrícolas, jardineras y de pesca. Ayudan a la mejora de la eficiencia y de la productividad de estos sectores. Los productos se pueden clasificar en dos grupos principales:

- Textiles para cultivos agrícolas, hortalizas y jardinería: recubrimiento de suelos, protección de los cultivos (de granizo, del Sol, de los pájaros, de los insectos y del viento), sistemas de riego y drenaje, silos, sistemas de almacenamiento de líquidos y agua, construcciones temporales, cuerdas para la agricultura, invernaderos y mallas.
- Textiles para la pesca: redes, cuerdas, cuerdas para la pesca, agricultura marina y piscifactorías.

Las materias primas utilizadas son principalmente los hilos de poliolefina y de poliéster y las fibras vegetales. Las estructuras más comunes son tejidos de calada y género de punto, no tejidos, redes y cuerdas.

Construcción y arquitectura textil

Los materiales textiles utilizados en este sector son resistentes a las deformaciones y extensiones bajo la tensión del viento, el agua y la degradación.

Los principales grupos de productos/funciones son: estabilización del suelo y del subsuelo, refuerzo textil para hormigón, mallas de refuerzo, materiales textiles para encofrado, estructura para fachadas, aislamiento (calor, frío, sonido, ondas electromagnéticas), rellenos, pantallas aislantes, paredes y techos, aislamiento del corriente del aire, telas impermeables para cubiertas planas, materiales para el revestimiento interior, redes de seguridad, arquitectura textil y construcciones temporales (toldos y marquesinas, pabellones para carpas y recubrimientos, construcciones inflables, estructuras tensadas, cubiertas para estanques y tanques de agua).

Éstos productos, de acuerdo con su aplicación final, pueden tener varias estructuras como fibras, telas con o sin recubrimiento, no tejidos y redes. Las materias primas incluyen: fibras de poliéster y poliolefinas; fibras e hilos de poliéster y polipropileno; resinas de PVC, acrílica o PTFE.

Usos industriales

Incluye todos los materiales textiles que tienen un papel específico en los procesos industriales, tales como:

- Transporte de materiales entre procesos
- Transporte de materiales a través de maquinaria y por transmisión de energía
- Separación y purificación de los productos industriales
- Limpieza de los gases y de las aguas residuales
- Absorción de suciedad y aceite
- Utilización como sustrato para productos recubiertos o materiales compuestos.

Ejemplos de productos finales en que se utilizan materiales textiles: revestimiento de cables, filtros, fieltros de papel, refuerzo de madera, productos de plástico y de papel, productos de limpieza industrial, etc.

Como hay muchos tipos de productos, la gama de materias primas es muy amplia y se utilizan la mayoría de estructuras textiles.

Ingeniería civil

Los materiales textiles para la ingeniería civil (también llamados geotextiles) se utilizan a o por debajo del nivel del suelo para proporcionar las siguientes funciones:

- Separación de las capas de subsuelo en carreteras, aeropuertos y ferrocarriles
- Refuerzo: consolidación del suelo, refuerzo del subsuelo y protección de pendientes y de orillas de ríos
- Sistemas de drenaje en carreteras y túneles
- Impermeabilización en embalses, tanques, túneles o vertederos.

Hay geotextiles que realizan varias funciones simultáneamente. En la mayoría de aplicaciones, un geotextil realiza una función principal seguida de otras funciones secundarias.

Para la fabricación de los geotextiles, las materias primas más utilizadas son los hilos de poliéster o de polipropileno y las resinas de PVC. Las estructuras textiles abarcan principalmente telas de punto o de calada con o sin recubrimientos y tanto no tejidos punzonados como *spunbonded*.

Automóviles y transporte público

Esta área de aplicación incluye todas las empresas relacionadas con la fabricación de componentes textiles para el transporte terrestre, naval y aéreo. La clasificación de los productos se puede hacer en cuatro grupos principales:

- Materiales para automóviles: telas para neumáticos, tubos y mangueras de ventilación, redes y rejillas, filtros, cintas transportadoras, cinturones de seguridad, tapicería, alfombras y revestimientos, materiales aislantes, bolsas de aire, materiales textiles para piezas moldeadas, separadores de batería y fundas protectoras para automóviles.
- Materiales textiles ignífugos para el interiorismo del transporte público terrestre (autobús, ferrocarril, etc.)
- Materiales textiles ignífugos para el interiorismo del transporte aéreo y marítimo.
- Materiales textiles para la industria aeroespacial.

Las materias primas utilizadas para los materiales textiles de automóviles son principalmente fibras de poliéster, polipropileno, viscosa y vidrio; hilos de poliéster y polipropileno. Las estructuras más comunes son: no tejidos, género de punto y calada, cintas, tejidos aterciopelados y mechas.

Embalaje y transporte

Incluye productos con un componente textil cuya función es cubrir, contener o retener mercancías. El objetivo final es proteger, sujetar o presentar los artículos.

Los productos se pueden dividir en los siguientes grupos: lonas para camiones, materiales para la protección de los envíos, textiles para envasado, cintas transportadoras, grandes bolsas y contenedores, eslingas y sistemas de amarre y cables trenzados para envasado y transporte.

Los materiales más utilizados para la fabricación de bolsas, eslingas y cuerdas son: hilos de poliéster, poliolefinas y fibras vegetales. Las estructuras más comunes son: tejidos de calada, género de punto, cintas, cuerdas y cables.

Para las lonas, las materias primas principales son: hilos de poliéster, algodón/poliéster o acrílica y resinas de PVC. Es usual que estos productos tengan una estructura de calada con recubrimiento.

Protección personal

Incluye materiales textiles con las siguientes funciones:

- Proteger a los trabajadores de los elementos, materiales o procesos peligrosos que puedan ocurrir en sus jornadas.
- Proteger los productos, el lugar de trabajo o el medio ambiente.
- Proteger a las personas de otras en situaciones de seguridad/defensa.

Los productos que tienen estas funcionalidades se puede clasificar de la siguiente manera:

- Textiles para la seguridad (PPEs) en contra de: frío, agentes químicos, choques eléctricos, calor y llama, acciones mecánicas, peligros nucleares, radiaciones electromagnéticas, rayos X, polvo, caídas y elementos afilados.
- Equipos de emergencia y de rescate: flotadores salvavidas, chalecos salvavidas y equipos de supervivencia, mangueras y equipos de rescate, mangueras de incendio.
- Protección en deportes extremos.
- Textiles reflectantes.
- Protección de salas limpias.
- Textiles para las fuerzas de seguridad: redes y material de camuflaje, bolsas de arena, equipos de protección de NBC, tiendas, chalecos antibalas y cortinas anti-fragmentación y telas y materiales no detectables por IR.
- Guantes de seguridad
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo y uniformes.

Las fibras utilizadas más comunes son: algodón, lana, poliéster, aramida, PBI, PBO, etc, para la fabricación de tejidos de calada con o sin recubrimiento, género de punto y no tejidos.

Deportes y ocio

Esta área cubre el equipo y las instalaciones para la práctica de deportes y ocio. Los productos se pueden clasificar en ocho grupos principales:

- Textiles para ropa y calzado deportivo y de ocio.
- Textiles para material deportivo: cuerdas de raqueta, guantes, rodilleras, pelotas, redes, etc.
- Textiles para deportes acuáticos: velas, botes inflables, camas hinchables y otros productos de ocio, chalecos salvavidas, cuerdas y cables, materiales compuestos para cascos de embarcaciones ligeras, equipos de buceo.
- Textiles para deportes aéreos: ala delta, globos y paracaídas, cuerdas de alta resistencia, materiales compuestos para la aeronáutica.
- Textiles para deportes extremos: ropa de patinaje y esgrima.

- Textiles para deporte de montaña: tiendas, mochilas, sacos de dormir, etc., ropa de esquí, cuerdas para escalada y puenting, protección contra las condiciones climáticas extremas.
- Textiles para las instalaciones deportivas: revestimientos para piscinas y pistas, césped artificial.
- Textiles para los muebles de jardín, playa y camping.

Las principales materias primas utilizadas, dependiendo del producto final, son: hilo de algodón y sus mezclas, poliéster, lana, aramida, carbono, etc, para formar telas de calada y tejidos de punto, con o sin recubrimiento, o laminados, redes, cuerdas y materiales compuestos.

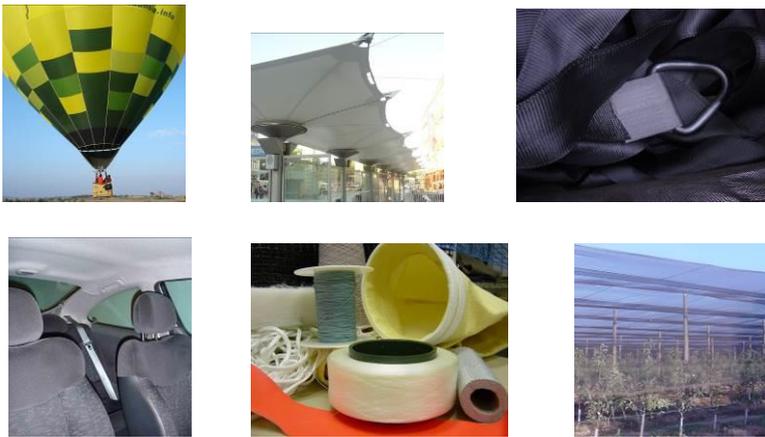


Figura 1.2.2. Diferentes aplicaciones de los tejidos técnicos (Fuente: AEI TÈXTILS)

Uso médico-higiénico-sanitario

Esta área incluye todos los materiales textiles utilizados en aplicaciones médicas, sanitarias y de cuidado personal, tanto en mercados de consumo cotidiano como en mercados médicos. Incluyen una gama bien definida de productos con variaciones considerables en términos de beneficios del producto y valor añadido. Se pueden clasificar en tres grupos principales:

- Materiales para hospitales: equipo y ropa hospitalaria.
- Productos sanitarios-higiénicos: cintas quirúrgicas, gasas, algodón absorbente, vendas convencionales y elásticas, apósitos para la incontinencia, productos de higiene femenina, pañales, material de diálisis y de filtración, material de inmovilización, prendas desechables, máscaras quirúrgicas, limpieza y toallitas cosméticas.
- Cirugía y ortopedia: prótesis para aparatos locomotrices, fajas, medias de compresión, equipos de protección ortopédica (tobillo, soportes de rodilla, etc.), hilos de sutura, tubos de implantación en el aparato circulatorio.

Las principales materias primas utilizadas en este sector son: algodón absorbente; hilos de algodón, poliéster, poliamida y elastoméricos, etc. Los productos finales tienen las siguientes estructuras: tejidos de calada con o sin recubrimiento, género de punto, no tejidos y estructuras trenzadas.

Protección medioambiental

Incluye productos con componentes textiles usados para la protección del medioambiente. Se consideran cinco tipos de protección:

- Protección atmosférica: separación gas/sólido
- Protección del agua: sistemas de separación sólido/líquido, sistemas de almacenamiento de residuos y vertederos.
- Protección del suelo: orillas de río y costas, estabilización de las dunas.
- Protección de la vegetación: protección contra los incendios forestales, reforestación.
- Textiles para el control de la erosión.
- Aislamiento acústico: barreras sonoras al aire libre, aislamiento acústico interior.

Se utiliza tanto hilos de fibras sintéticas como naturales. No tejidos, género de punto y telas de calada, como estructuras más comunes.

Textiles para el hogar y la ropa de alta tecnología

En las áreas de ropa y textil hogar de alta tecnología, línea fronteriza con los dos sectores tradicionales, los productos textiles son considerados “diferenciados” por alguna característica tecnológica innovadora en la actualidad que posiblemente en el futuro, cuando se consolide como una costumbre, ya no serán considerados textiles técnicos.

En los textiles hogar de alta tecnología encontramos ejemplos como: revestimientos de paredes, cortinas o alfombras que se encuentran en lugares públicos, donde la propiedad ignífuga es un requisito de los Directivos de la UE.

En la ropa de alta tecnología, se pueden considerar como ejemplos los componentes del calzado, interlineados, e-textiles, etc.

Referencias

1. Horrocks, AR, Anand SC, edited by. Handbook of Technical Textiles. Woodhead Publishing Limited. 2000
2. Sabit Adanur. Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles. Technomic Publishing Company. Inc. 1995
3. *Journal of textile innovation. Technical textiles guide.* From 2003 to 2011.

4. Detrell, J.; Detrell, A. Innovación Textil y Textiles de uso Técnico. Tecnitex Ingenieros, S.L. 2008
5. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Textiles Técnicos. Fundación COTEC. 2014
6. Svedova, J. Industrial Textiles. Elsevier Science Ltd. 1991
7. Senthil Kumar, R. Textiles for Industrial Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2014.
8. IFTH, édité par, Textiles a usages Techniques. 3 Tomes. Institut Français Textile Habillement. 2003.
9. Tao, X., edited by, Smart fibres, fabrics and clothing. Woodhead Publishing Limited. 2001.
10. Schwartz, P., edited by, Structure and mechanics of textile fibre assemblies. Woodhead Publishing Limited. 2008.

1.3. Tendencias generales de innovación en el sector de los textiles técnicos

Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, España

La Agenda de la Innovación Estratégica e Investigación, desarrollada por la *European Technology Platform Fibres Textiles Clothing* en 2016, destacó cuatro temas estratégicos de innovación como especialmente impactantes para el gran desarrollo de la industria textil y de confección europea:

- I. Materiales inteligentes y de alto rendimiento
- II. Fabricación digitalizada avanzada, cadenas de valor y modelos de negocio.
- III. Economía circular y eficiencia de los recursos
- IV. Soluciones de alto valor añadido para atractivos mercados de crecimiento atractivo.

Estos temas también se refieren al sector de los tejidos técnicos, sin embargo, siendo más específicos y directamente relacionado con las funcionalidades del producto, las tendencias de innovación en los tejidos técnicos se pueden indicar como:

- El dinamismo, a nivel de desarrollo del producto, para responder a la nueva demanda de mercado o para reemplazar otros materiales con funciones análogas.
- La multiplicidad de las posibilidades para la elección de materiales, estructuras, fabricación de productos y su adaptación a usos muy diversos.
- Un lento pero continuo progreso de sustitución de las materias primas convencionales por nuevos materiales de alto coste y rendimiento y, sobre todo, con la aplicación de innovaciones tecnológicas en el sector textil general de los artículos de uso técnico (microfibras, nuevos acabados transpirables, técnicas de injerto de monómeros, etc.)

Desde la perspectiva de innovación, el desarrollo continuo de nuevas fibras o de fibras mejoradas, las nuevas combinaciones o el procesamiento de los materiales existentes, la creación continua de nuevos estilos y diseños o la aplicación creciente de los materiales textiles en las aplicaciones industriales y los servicios, han sido los principales motores de la industria textil durante las últimas décadas. Han demostrado ser la piedra angular de las empresas europeas para la mejora de su competitividad en el mercado global.

El ciclo de innovación de los productos de textiles técnicos difiere del de los tejidos convencionales. El hecho principal es que el primero muestra una estrategia basada

en la oferta (*market pull*), mientras que los tejidos convencionales (moda y textiles hogar) se basan en la adaptación a la demanda (*market push*).

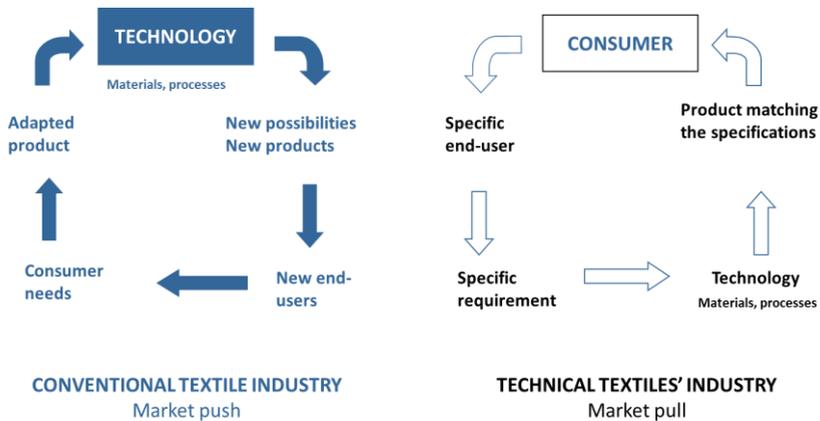


Figura 1.3.1 Ciclo de innovación de los tejidos técnicos vs los tejidos convencionales (Fuente: AEI TÈXTILS)

La tecnología usada en la producción de tejidos técnicos es muy similar a los procesos de fabricación textil regular en términos de equipo (excepto para ciertos productos). La principal diferencia es el nivel de exigencia y de calidad del producto final.

Desde un punto de vista tecnológico, la Figura 1.3.2 presenta las etapas del ciclo de vida de los materiales y de los sistemas de producción.

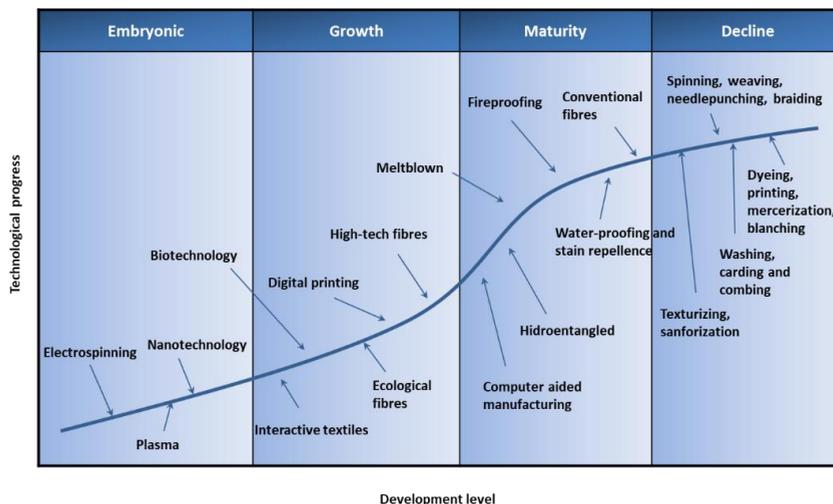


Figura 1.3.2 Evolución de las tecnologías textiles (Fuente: Tecnitex Ingenieros)

La Figura 1.3.2 muestra que las denominadas fibras de alta tecnología ya están en la fase de madurez (aramidas, polyketetones, PBI, etc.) mientras que otras (PBO) están en crecimiento, junto con las ecológicas, debido a la creciente sensibilidad colectiva hacia la conservación de energía y ecología.

Tabla 1.3.1 Principales líneas de investigación en materiales, estructuras y tratamientos.

Área tecnológica	Principales líneas de investigación
Materiales/Fibras	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación y explotación de la capacidad técnica a partir de las fibras actuales. • Desarrollo de fibras adaptables, capaces de regular su funcionalidad según el entorno que las rodea. • Producción de fibras súper miméticas, con un despliegue de funcionalidades como las de los seres vivos.
Estructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales compuestos más resistentes, incluyendo procesos de fabricación ligeros y mejorados. • Creación de estructuras 3D utilizando hilos de alto valor tecnológico, numerosos procesos de fabricación para nuevas aplicaciones • Productos sin costuras
Tratamientos de funcionalización (tecnologías embrionarias)	
<i>Plasma</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-envejecimiento de la lana • Tratamiento previo a la tintura (mejora la absorción del colorante) • Injertos inducidos por plasma (creación de centros activos superficiales que se unen covalentemente a compuestos químicos aplicados posteriormente para conferir diferentes propiedades (antimicrobiano, hidrófilo/hidrófobo), etc.))
<i>Nanotecnología</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nano-acabados de sol-gel • Microcápsulas termocromáticas y fotocromáticas resistentes a altas temperaturas. • PCMs de alta durabilidad • Microencapsulación de repelente de insectos y productos antimicrobianos naturales, reduciendo los biocidas tóxicos. • Microencapsulación de fármacos en textiles médicos • Microcápsulas ignífugas sin halogenados • Control cinético de la liberación de la microcápsula del compuesto activo • Formulaciones de micro- y nano-cápsulas de acabado con mayor solidez • Nuevos métodos de aplicación, incluyendo la modificación superficial • Determinación de la salud y del impacto ambiental de los nanomateriales
<i>Electrospinning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Llegar a grandes volúmenes • Precisión y reproducibilidad durante todo el proceso de fabricación • Aspectos de seguridad y medioambientales

Tecnologías como la fabricación de hilos o tejidos de calada o de punto ya están en fase de envejecimiento, mientras que el electrospinning, derivado de la nanotecnología, aún está en fase embrionaria.

La nanotecnología está impulsando una revolución en la ciencia de los materiales como, por ejemplo, con los polímeros que forman las fibras. Esto permitirá al sector textil ofrecer productos innovadores con nuevos tipos de fibras funcionales listas para cubrir una gran variedad de necesidades.

En cuanto a los procesos de acabado, la tintura mantendrá su importante y tradicional papel, aunque se verá levemente afectada por la innovación debido a los aspectos ambientales. Hay una tendencia de generalización de los sistemas de recubrimiento y laminado que están alcanzando la madurez y se espera el impacto de los desarrollos del electro-spinning; el uso de la biotecnología en los acabados se basa en la aplicación de enzimas, solución al problema actual de la adición de microcápsulas o de la consolidación del nanoacabado. Por otro lado, las tecnologías aún crecientes de acabado superficial a través de la tecnología de plasma o de la impresión digital pueden llegar rápidamente al estado de madurez sin convertirse en sustitutos reales de las tecnologías actuales, ocupando un papel complementario por razones tecnológicas y económicas.



Figura 1.3.3 Red de nanofibras (Fuente: LEITAT)

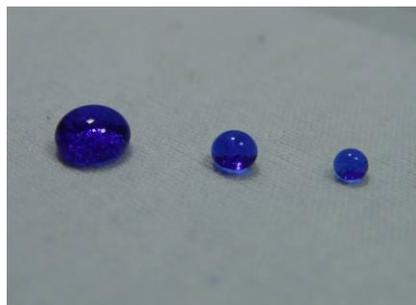


Figura 1.3.4 Tejido de algodón hidrófobo (Fuente: LEITAT)

La tecnología textil es una habitual en numerosos campos y puede realizar contribuciones importantes a nuevas soluciones para un cuidado de la salud eficaz y asequible, ropa deportiva altamente funcional, y bienes y protección personal inteligente. Todos estos mercados están creciendo rápidamente y están dirigidos por los desafíos sociales europeos del envejecimiento activo y la seguridad. Los componentes de CONTEXT Cost Action definieron los siguientes retos tecnológicos principales para los materiales textiles en los sectores médico-sanitario, automovilístico e aeronáutico, deportivo, protección personal y de construcción y hogar.

Tabla 1.3.2 Retos tecnológicos para los materiales textiles

Sector	Desafíos clave
Médico-sanitario	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de fibras con liberación de fármacos controlados y estructuras textiles para terapias de diferentes condiciones cutáneas. • Desarrollo de prendas de vestir y productos textil hogar con biomonitorización totalmente integrada, sistemas activos para mejorar la calidad de vida y sistemas TIC que permitan el monitoreo remoto de pacientes y servicios de vida asistida para “conceptos de mejor envejecimiento” • Desarrollo de fibras y estructuras textiles con propiedades térmicas/transpirabilidad electro-activas mejoradas con integración de nuevas funcionalidades superficiales para mejorar las propiedades de barrera (antivirales y antibactericidas)
Automovilístico y aeronáutico	<ul style="list-style-type: none"> • Integración total e impresión de sensores y actuadores electro-activos e interactivos que permitan el desarrollo de superficies interactivas y sensitivas integradas, al mismo tiempo que se integran totalmente (o impresos o fibra e hilo integrados) sistemas de retroalimentación táctil a través de iluminación y respuestas a estímulos mecánicos. • Integración de materiales auto-luminosos totalmente personalizados basados en fibras e hilos, e integración o textiles programables de matrices para la detección interactiva.
Deportes	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de prendas de rendimiento ligero con nuevos recubrimientos de superficie textil que mejoran la gestión térmica (aislamiento), liberación controlada de fármacos para el cuidado muscular, y también demuestran comodidad optimizada, poca pelusa, baja contracción y secado rápido. • Integración de sistemas de bio-monitoreo de baja potencia/autonomía y/o integración de sistemas de comunicación de TIC y IoT para la supervisión y asistencia en el desempeño y conceptos de integración de análisis de formación, siempre conectados y compartiendo datos con prendas/estructuras textiles “periféricos”.
Protección personal	<ul style="list-style-type: none"> • La integración del rastreo personal geográfico y de sistemas GPS (<i>Global Positioning Systems</i>), monitoreo fisiológico y biométrico, comunicaciones incorporadas e integradas y recolección de energía, con todos los sistemas de monitoreo de datos compartidos a tiempo real. • Integración de sistemas de refrigeración/calefacción en prendas

<p>Construcción y hogar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de nuevas funciones de los materiales textiles utilizando nanomateriales y residuos industriales, tecnologías ecológicas (como deposición ultrasónica, fibras bi/tri-componente, recubrimientos de tratamiento UV), considerando estrategias multicapa. • Centrarse en un alto rendimiento térmico (aplicando sistemas de calefacción y enfriamiento ecoeficientes, junto con recubrimientos y aditivos de baja conductividad térmica y difusividad, materiales de reflexión infrarroja y materiales de cambio de fase), con el fin de lograr NZEB (<i>Net Zero Energy Buildings</i>) • Funcionalización textil con sistemas inteligentes y eficientes como sensorización, sistemas de comunicación y actuadores, teniendo en cuenta los enfoques de la electrónica de impresión, con el objetivo de maximizar el confort y el bienestar. • Desarrollar la interoperabilidad entre los dispositivos conectados
-----------------------------	--

Referencias

1. Li, Y., and Dai, X-Q., edited by. *Biomechanical engineering of textiles and clothing*, Woodhead Publishing Limited. 2006.
2. Brown, P.J., and Stevens, K., edited by, *Nanofibers and nanotechnology in textiles*. Woodhead Publishing Limited. 2007.
3. Senthil, R., *Textile Structures in Technical Textiles*. Createspace Independent Publishing Platform by Amazon. Scotts Valley, USA. 2014
4. Bost, F and Crossetto, G. *Textiles. Innovations et matières actives*. Groupe Eyrolles. 2014.
5. *Journal of textile innovation. Technical textiles guide*. From 2003 to 2011.
6. Detrell, J.; Detrell, A. *Innovación Textil y Textiles de uso Técnico*. Tecnitex Ingenieros, S.L. 2008
7. European Technology Platform Fibres Textiles Clothing. *Towards a 4th Industrial Revolution of Textiles and Clothing. A Strategic Innovation and Research Agenda for the European Textile and Clothing Industry*. 2016
8. Bautista, Ll. *Perspectiva de evolución de la tecnología textil: del nylon a las nanofibras*. NEGOTEC Conference. 2013
9. Yetisen, A.K.; Qu, H. et al. *Nanotechnology in Textiles*. ACS Nano. 2016, 10, 3042–3068
10. Detrell, A. Et al. *CONTEXT Cost Action CA17107 Memorandum of Understanding*. 2018
11. Detrell, A; Artigas, S. *R&D in the textile sector. Current status and trends*. Tot Plegat: A Portrait of the Recent Textile Catalonia. Centre de Documentació i Museu Tèxtil. 2015

1.4. Materiales textiles innovadores: una selección de soluciones de materiales contemporáneos para ofrecer una nueva percepción del producto textil

Micol Costi, Claudia Reder, Veronica Sarbach, Christian Tubito, Material ConneXion Italia, Italia

Introducción

Los productos textiles están presentes de una manera residual en muchas aplicaciones, varía de ser el material principal del que se compone el producto, como una prenda o la tapicería de muebles, a ser utilizado como un componente menor de un producto complejo, actuando como filtro, pantalla, material protector, embalaje, elemento decorativo, etc. Los materiales textiles pueden distinguirse en cuatro categorías principales según el método de producción (tejidos de calada, tejidos de punto, trenzados y no tejidos) y concebidos de diferentes maneras en función del campo de aplicación. Gracias a una intrínseca adaptabilidad, los textiles no se limitan a la industria textil y de confección, sino que se aplican en casi todos los sectores industriales, desde muebles e interiorismo, bienes de consumo duraderos y no duraderos, hasta aplicaciones técnicas como equipos de audio o componentes de maquinaria de producción industrial. Las Figuras de la 1.4.1 a la 1.4.4 muestran algunos ejemplos de textiles en aplicaciones diferentes a la indumentaria.



Fig. 1.4.1 Tejido de calada: teclado folio de LogiTech FabricSkin



Fig. 1.4.2 No tejido: bolsa pequeña inteligente de Puma



Fig. 1.4.3 Tejido de punto: Sillón PS 2017 de Ikea



Fig. 1.4.4 Tejido trenzado: mangas tubulares de TEF

Centrándonos en el sector textil y de confección (T&C), se pueden identificar tres áreas clave de intervención donde los operadores pueden interferir en la aplicación de materiales textiles de una manera innovadora:

1. Actualización del producto textil mediante la funcionalización.
2. Inclusión de innovación en la construcción del material textil
3. Utilización de materiales inusuales en aplicaciones textiles.

Estos tres aspectos se expondrán rápidamente en los siguientes párrafos, proporcionando una visión general de los materiales textiles contemporáneos.

Actualización del tejido: acabados funcionales para un valor añadido y un rendimiento mejorado.

El bienestar y el estilo de vida saludable y deportivo se percibe como una tendencia general y persistente en el sector T&C. Además, el envejecimiento de la población aumenta la necesidad de propiedades como fácil cuidado, fácil uso, anti-olor, no polvoriento y textiles con sustancias para el cuidado incorporadas. Por lo tanto, el fácil cuidado es una necesidad obligatoria para los textiles que abordan el sector T&C contemporáneo. Según una investigación de mercado independiente, llevada a cabo por Novozymes, desarrollador y fabricante de enzimas industriales: la vellosidad y el pilling representan un problema para el 71% de los consumidores y el 85% compraría más en marcas con tejidos superficialmente limpios. Por lo tanto, los productores deberían centrarse en reunir funcionalidad y moda. Ajustar las propiedades de las fibras para proporcionar al producto final funcionalidad y fácil manejo no es solo requerimiento del sector T&C; la innovación en el acabado textil y la funcionalización permiten grandes actuaciones en aplicaciones técnicas. Sin embargo, los siguientes casos se centran en productos del sector T&C.

Multifuncionalidad

Los consumidores están tendiendo a un incremento de las expectativas cada vez más altas de la ropa usual, no solamente la del trabajo. Debido a que los pantalones y las camisetas tienen que ser capaces de realizar cada vez más acciones, los fabricantes están aplicando diferentes procesos para ofrecer materiales con un nuevo tipo de funcionalidad. Por ejemplo, los materiales multifuncionales que absorben rápidamente la humedad ofrecen características adicionales como protección UV o ayudar a la regeneración (de músculos) mediante compresión. Se desarrollan varios recubrimientos especiales para ofrecer tejidos de alto rendimiento que incorporan microcápsulas de ingredientes activos como cafeína, retinol, ácidos grasos, aloe y vitamina E o microencapsulaciones de alérgenos a mascotas reduciendo los probióticos. Por ejemplo, un tejido de punto aprestado con una solución proteica de seda natural para aplicaciones de ropa interior mejora, con el tiempo, el nivel de humedad de la piel del usuario. O un recubrimiento de base mineral y bio-cerámica en la ropa deportiva mejorará y facilitará la recuperación muscular después del esfuerzo y mejorará la circulación sanguínea.



Fig. 1.4.5 Revolutionary™ Slim – Tejido adelgazante nanomineal



Fig. 1.4.6 Nanobionic – tejidos biofuncionales

Tradición y alta tecnología

Los materiales tradicionales como la lana y el cuero se encuentran en colecciones especializadas de prendas de alto acabado (funcional). Están diseñados para alcanzar las expectativas de sus usuarios activos que exigen características funcionales combinadas con looks clásicos. La comodidad y la funcionalidad pueden ser dos *athleisure* ítems, pero con elegancia sartorial. Say Loden, una lana fina fieltada y material tradicional utilizado a lo largo de la historia en chaquetas de abrigo y uniformes, se puede encontrar hoy en día en chaquetas urbanas recubiertas con un acabado de teflón para hacer que sean repelentes al agua, pero también repelentes a la suciedad. La aplicación de tratamientos de alta tecnología en materiales tradicionales permite a los productores mejorar el rendimiento de sus productos ganando nuevos mercados potenciales, por ejemplo: acabado repelente al agua y a las manchas para textiles que imitan la protección natural de los patos y otras aves acuáticas sin afectar a la transpirabilidad o a la mano de la tela, tiene una excepcional resistencia al lavado, y la funcionalidad puede ser reactiva en la secadora. Otros procesos ofrecen una aplicación selectiva de la química reactiva, como los tratamientos foto-, termo- o hidrocromáticos, para crear un efecto visual novedoso que permite activar un aspecto y una marca ecológica. Mientras que los textiles mejorados con grafeno están en desarrollo, esforzándose por realizar funciones como la absorción de calor y liberación de calidez con el tiempo, conducción electricidad, repelencia de bacterias y disipación del exceso de humedad del cuerpo.



Fig. 1.4.7 Ecoperl-acabado líquido biomimético y repelente de suciedad.



Fig. 1.4.8 Tratamiento hidrocromático para textiles



Fig. 1.4.9 Características de la nanotecnología disponible para textiles

Innovación en el tejido: nuevas soluciones en la construcción de los tejidos

El desarrollo de materiales está buscando materiales inteligentes y los textiles son indiscutiblemente los protagonistas gracias a su versatilidad para integrarse en cualquier producto que rodea el entorno humano. Las tecnologías de fabricación avanzadas permiten reconsiderar completamente la construcción del producto textil incorporando el rendimiento y los requisitos desde su concepción y respondiendo a las necesidades del mercado del mañana, luchando por formas complejas y difíciles, tamaño de lote grande o pequeño, productos individuales y diseñados a medida, todos con el desperdicio mínimo. La nueva fabricación y procesamiento en el sector textil que aplica la investigación a nivel nano proporcionará tecnologías disruptivas para los materiales textiles inteligentes.

Materiales interactivos

Los principios de los interiores inteligentes y las casas domóticas se extienden a superficies blandas y textiles. El desarrollo de dispositivos textiles portátiles del sector médico se transfiere también al sector del deporte inteligente. La carga inalámbrica para dispositivos móviles integrada a la perfección en muebles para el mercado, como la colección de carga inalámbrica de IKEA. Hoy en día, las funciones de encendido y apagado se pueden integrar en dispositivos flexibles blandos y los no tejidos se utilizan como soporte flexible para la capa conductora. Son ejemplos los pulsadores textiles, los potenciómetros suaves y el papel pintado conductivo, utilizado como capa de seguridad o como enchufe para que los LED se conviertan en un dispositivo iluminador.



Fig. 1.4.10 Proyecto Jacquard: esfuerzo conjunto de Levi y Google para crear el primer artículo producido en masa con ropa conectada



Fig. 1.4.11 Mochila Radius aplicando la recolección de energía *textiletrap*

Los materiales inteligentes, en un sentido más amplio, son también aquellas estructuras y materiales capaces de cambiar sus propiedades mecánicas (rigidez vs resiliencia) cuando es sometido a ciertas fuerzas o durante su uso, por ejemplo, telas que pueden estirarse en dirección vertical, horizontal y diagonal, ofreciendo una excelente recuperación al alargamiento para mantener la forma original. Aplicadas a la indumentaria deportiva, las prendas que utilizan este tipo de material se distorsionan menos, manteniendo su forma y silueta original ofreciendo un mejor y más cómodo ajuste corporal.



Fig. 1.4.12 Nike Motion Adapt Bra: el sujetador interior cuenta con material adaptable que se estira en reposo para adaptarse al cuerpo y se bloquea cuando detecta un impacto.



Fig. 1.4.13 Quinny Yezz Air: la elasticidad de la malla hace que el asiento sea ultra cómodo, ya que soporta todos los puntos de presión uniformemente.

Protección integrada

Las nuevas tecnologías de fabricación combinadas con acabados de alto rendimiento y tratamientos permiten crear materiales textiles explotando las características intrínsecas como la adaptabilidad, ligereza y transpirabilidad combinadas con funciones de protección. Por ejemplo, los mecanismos de protección de punto 3D ofrecen, gracias a su innovadora construcción mediante un perfecto conjunto de capas, propiedades de absorción de impactos mientras que es duradero y transpirable. La actual investigación explora los textiles auxéticos como materiales inteligentes para satisfacer la alta demanda en el ámbito de los textiles técnicos. Estos materiales muestran un carácter especial ampliándose cuando se estira y diluyéndose cuando se comprime, ofreciendo un muy alto

comportamiento de carga y con altas propiedades de absorción de energía. Los materiales auxéticos se producen como materiales compuestos, tejidos y espumas y en un futuro próximo estarán disponibles a nivel comercial monofilamentos de fibras auxéticas. Estos materiales tienen una amplia gama de aplicaciones en los siguientes ámbitos: médico, refuerzo de suelos, aeroespacial, defensa, automóvil y muchos más.



Fig. 1.4.14 Ceraspace: tecnología en un tejido de protección a la abrasión



Fig. 1.4.15 Kobleder: textiles de punto 3D para mecanismos de protección



Fig. 1.4.16 Estructura de un textil auxético

Innovación de productos: materiales y procesamientos inusuales para aplicaciones textiles

A día de hoy, innovación significa sostenibilidad: las reacciones sociales y medioambientales negativas surgidas a lo largo de las últimas décadas están conduciendo al sector T&C, uno de los sectores industriales más contaminantes, a buscar suministros de materia prima más sostenibles y ya han desarrollado una gama de alternativas de materias primas inusuales, como desechos de cítricos, algas marinas y ADN de araña. Además, la escasez prevista de materias primas tradicionales del sector T&C (principalmente provenientes del algodón virgen y petróleo crudo), insta a la investigación de materiales alternativos para las aplicaciones textiles. Las necesidades de la industria y las tecnologías de fabricación de vanguardia en desarrollo están promoviendo la contaminación del sector T&C con materiales y procesos innovadores de origen extranjero.

Materiales textiles ‘contaminados’

Combinación de materiales no textiles con fibras y filamentos para la creación de un tejido- como los productos de aspecto textil que están apareciendo en el mercado para ser explotados en aplicaciones de textil y confección. Estos materiales híbridos conducen a la creación de nuevas experiencias estéticas y sensoriales que difícilmente se pueden dar mediante el uso de un solo material específico.



Fig. 1.4.17 Studio Andreea Mandrescu explora diferentes materiales para prendas textiles



Fig. 1.4.18 b.Cork: tejido de punto de Tencel®/algodón con residuos de corcho post-industriales

Procesamiento innovador

Actualmente se están desarrollando diferentes tecnologías para combinarlas con diferentes procesos de fabricación con la inclusión de materiales inusuales para producir productos textiles y prendas. La investigación que traslada las tecnologías de procesamiento de otros sectores a la producción textil la realizan principalmente diseñadores textiles y de materiales, superando los límites del desarrollo tradicional de los materiales. Por ejemplo, la impresión selectiva de incrustaciones en los textiles permite modificaciones estructurales de los tejidos aplicando patrones tridimensionales.



Fig. 1.4.19 Textiles de madera: deconstruyendo madera con patrones geométricos para crear productos de tela flexibles



Fig. 1.4.20 GRDXKN®: Impresión selectiva de incrustaciones para reforzar y realizar estructuras 3D

La impresión 3D está revolucionando el proceso de fabricación de todas las industrias mejorándolo mediante la digitalización y la habilitación de tecnologías proporcionadas a través del *Internet de las cosas*. Los primeros intentos de impresión 3D en textiles utilizan un enfoque actual en el que el material es depositado en capas individuales que se fusionan para crear un textil impreso en 3D, remodela el concepto de textiles hechos de fibras o filamentos.



Fig. 1.4.21 Ludi Naturae: combinado de plásticos impresos en 3D, textiles, corte por láser y pieles



Fig. 1.4.22 Silvia Heisel fabrica textiles impresos en 3D mediante modelación por deposición fundida (FDM)



Fig. 1.4.23 Coche conceptual de BMW GINA usa Lycra estirada sobre un bastidor de aluminio



Fig. 1.4.24 Splinterworks produce bañeras con fibras de carbono



Fig. 1.4.25 Textiles como sustrato perfecto para pantallas OLED flexibles

Conclusiones

Los recientes desarrollos en la investigación y en la innovación de materiales textiles amplían el espectro de aplicaciones para los productos textiles a un nivel nunca visto, proporcionando soluciones textiles para cualquier sector industrial. La individualización de nuevas materias primas, económicas y ambientalmente sostenibles, la funcionalización de los productos textiles mediante acabados especiales, juntamente con procesos de fabricación rápidos y personalizados, habilitados a través de la digitalización, contribuirán en el mantenimiento de la versatilidad de los materiales textiles por lo que se confirma que será uno de los materiales más utilizados en futuras aplicaciones. A través de la colaboración interdisciplinar de científicos de materiales, investigadores y diseñadores de desarrollo de materiales, fomentando la aplicación de innovación en el diseño del material (*Design driven material innovation - DDMI*), se pueden lograr innovaciones disruptivas.

Referencias

1. <https://www.britannica.com/topic/textile>
2. <http://www.novozymes.tv/video/9737255/novozymes-consumer-study-effect-ofMultiproperty>
3. https://www.carvico.com/en/fabrics/revolutional_slim/
4. <http://www.nanobionic-group.com/#innovations>

5. <https://www.schoeller-textiles.com/en/technologies/ecorepel>
6. <https://www.sfxco.co.uk/products/hydrochromic-ink-paint-coatings>
7. <https://www.vollebak.com/product/graphene-jacket-1/>
8. <https://www.kaleidoinsights.com/impact-analysis-smart-textiles/>
9. Poongodi, G. R. et al, *Auxetic Textile*, Jaya Engineering College
10. <http://orangefiber.it/en/>
11. <https://www.algiknit.com/>
12. <https://boltthreads.com/technology/microsilk/>
13. Tempelman, E. et al., *The White Book - Lessons from a four-year journey into design-driven materials innovation*, light.touch.matters project

1.5. Estructuras textiles con arquitectura 3D

Luminita Ciobanu and Mariana Ursache, "Gheorghe Asachi" Universidad Técnica de Iasi, Rumania

Introducción

Todos los materiales textiles son objetos tridimensionales, pero muchas veces se denominan textiles 1D, 2D o 3D. Esta clasificación se basa en cuantas direcciones principales son significativas para su geometría específica. Las fibras y los hilos son considerados materiales 1D debido a que su longitud define su geometría. Los tejidos (calada, punto, no tejidos y trenzados) son llamados textiles 2D porque se definen a lo largo de dos ejes- longitud y ancho (el espesor del tejido es intrínseco a la geometría específica).

Los **materiales textiles tridimensionales (3D)** son materiales con ensamblajes completamente integrados de fibra continua, con orientación de fibra multiaxial en el plano y fuera de él. En otras palabras, la estructura del tejido se construye a lo largo de tres ejes.

Todos los tipos de tecnología pueden ser utilizados para la producción de estos materiales, los más comunes en tejeduría son: calada, género de punto y trenzado. El refuerzo con materiales compuestos es la aplicación más conocida de los textiles tridimensionales, utilizados en confección, medicina, ingeniería civil, equipamiento de protección, automoción, equipamiento deportivo, así como en textiles de decoración y arquitectónicos.

Las ventajas de los textiles 3D son:

- La complejidad de las formas que se pueden obtener sin ensamblajes, eliminando operaciones de corte y montaje, así como residuos.
- El estricto control del comportamiento del material a lo largo de los 3 ejes a través de la arquitectura del tejido y las características del hilo. Esto significa que la fuerza del material se controla en todas las direcciones desde su etapa de diseño.
- En el caso de los materiales compuestos, no hay riesgos de delaminación (cuando se utilizan capas de material 2D en el refuerzo con compuestos la delaminación es un problema significativo).
- La posibilidad de desarrollar estructuras híbridas combinando fibras textiles con otros materiales con propiedades específicas (como cerámicas, plásticos, etc.)

Tejidos de punto 3D

Debido a su alta extensibilidad y conformidad, los tejidos de punto son muy adecuados para el diseño de estructuras 3D. En la Figura 1.5.1., se presenta una clasificación general de los tejidos de punto 3D según su geometría.

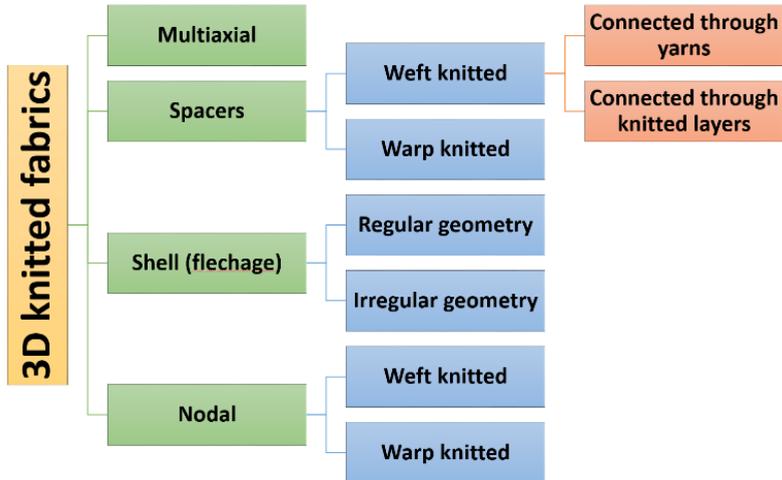


Figura 1.5.1. Clasificación de los tejidos de punto 3D

Los **tejidos multiaxiales** son estructuras de punto por urdimbre caracterizados por la presencia de capas de hilos posicionadas en determinados ángulos preestablecidos: 0° (hilos de trama), 90° (hilos de urdimbre) y $\pm\alpha^\circ$. Las capas de hilos independientes son introducidas en el tejido y ensambladas mediante mallas de un lado a otro del tricot, tal y como ilustra la Figura 1.5.2.

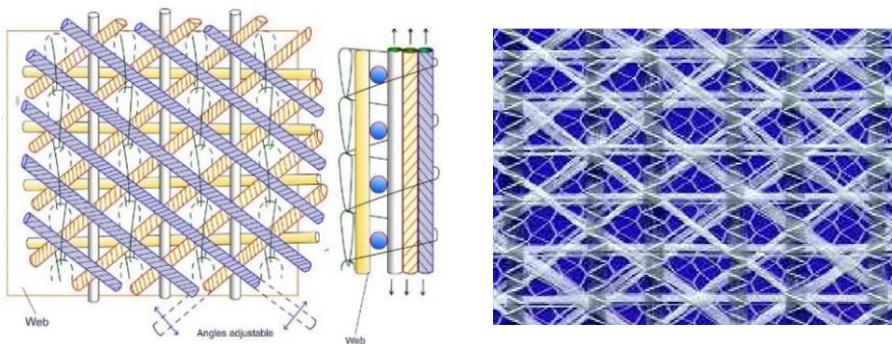


Figura 1.5.2. Tejido de punto de urdimbre multiaxial– aspecto de la estructura del tejido y aspecto de la tela [6]

Los **tejidos espaciadores** están formados por dos capas de punto independientes unidas mediante hilos u otras capas de punto. Se pueden obtener utilizando tecnologías de punto por urdimbre (máquinas Raschel de doble barra) o tecnología de tejido por trama (el tejido de punto plano es más adecuado para los tejidos espaciadores con geometría compleja). Los tejidos espaciadores de punto por urdimbre se crean mediante la unión con hilos y presenta ventajas como el control del espesor (puede regularse), incremento de la estabilidad, posibilidad de producir estructuras abiertas y cerradas y una alta recuperación después de la compresión (con hilos de monofilamento especiales).

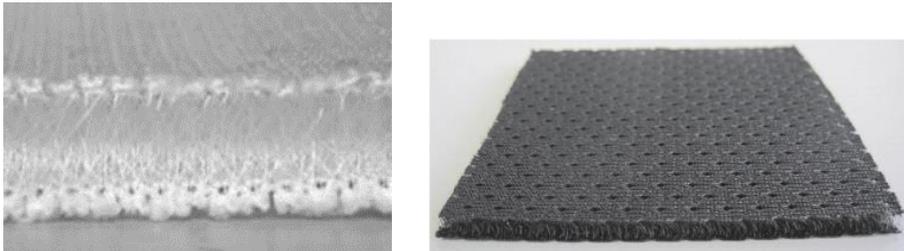


Fig 1.5.3. Tejidos de punto espaciadores por torsión – capas externas con estructura cerrada (izquierda) y estructura abierta (derecha) [4]

Las telas espaciadoras (también conocidas como telas sándwich) tienen una geometría similar- dos capas independientes unidas mediante hilos. La tecnología de punto plano permite producir telas donde las capas independientes están conectadas mediante capas de punto, tal y como ilustra la Figura 1.5.4. La complejidad de la forma 3D se controla variando el número de capas de unión, su posición entre las capas externas, así como su forma.



Figura 1.5.4. Tela espaciadora (sándwich) unida mediante capas de punto (sección transversal en forma de U)

Las **estructuras laminadas de punto** son estructuras 2D reforzadas con geometrías 3D debido a la presencia de las líneas de moda (una técnica también conocida como *fléchage*). Estas líneas se crean cuando el tejido se teje con una reducción progresiva de las agujas que trabajan; en un momento determinado, estas agujas reinician su trabajo (generalmente en el orden inverso con el que dejaron de funcionar). De esta forma, se crea un área en el tejido con un número menor de puntadas y el área con más puntadas es forzada a una geometría espacial (ver Figura 1.5.5)

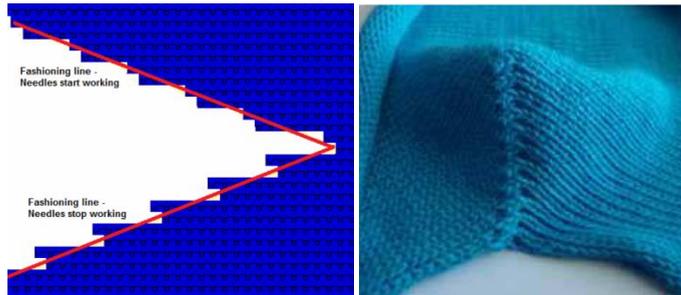


Figura 1.5.5. Principio de creación de líneas de moda y estructuras laminadas de género de punto por trama

Es posible relacionar las curvas 2D de las formas 3D (regulares e irregulares) con la superficie de los tejidos 2D para la obtención de formas complejas.

Los **tejidos de punto nodal** tienen una estructura tubular con diferentes intersecciones y posiciones de los tubos, tal y como ilustra la Figura 1.5.6. Las estructuras nodales pueden producirse también utilizando máquinas de punto por trama de doble barra.

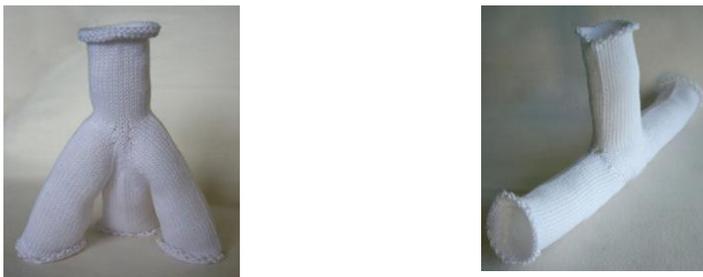


Figura 1.5.6. Estructuras nodales de punto por trama- ejemplos [15]

Tejido de calada 3D

Las estructuras de calada tridimensionales se pueden obtener utilizando telares diseñados para estructuras 2D y telares especiales para tejidos 3D.

Hay varias clasificaciones de los tejidos de calada 3D, pero la más simple agrupa estos materiales en: sólidos 3D, laminados 3D y nodal 3D.

Tejidos de calada sólidos 3D tienen una sección transversal rectangular en la que hay más capas (hilos de trama y de urdimbre), conectadas entre sí por hilos aglutinantes (hilos torcidos, generalmente).

Un **tejido multicapa** consiste en varias capas de tejidos de calada tejidas entre sí, unidas por hilos en la tercera dimensión o por enclavamiento. Según la posición de estos hilos, el entrelazamiento puede ser por ángulo de entrelazado y por interlock ortogonal. La posición de estos hilos se define en las Figuras 1.5.7 y 1.5.8

En función de cuantas capas se unen, el entrelazado se puede realizar conectando sólo algunas capas (capa a capa) o conectándolas todas (a través del espesor).

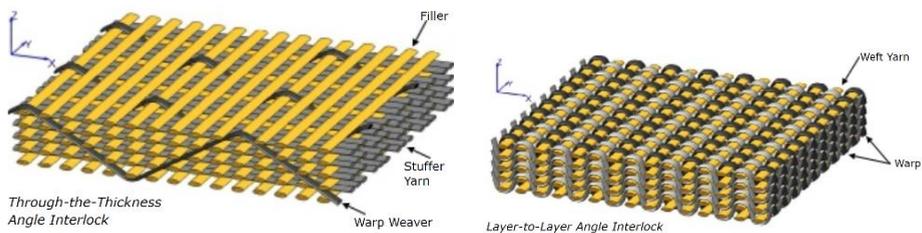


Figura 1.5.7. Tejido por ángulo de entrelazado (a través del espesor y capa a capa) [5]

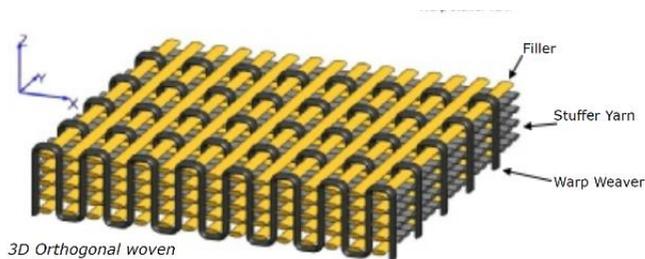


Figura 1.5.8. Interlock ortogonal (a través del espesor) [5]

Las estructuras de calada 3D pueden tener una sección transversal rectangular, como se presenta arriba, o pueden tener una **sección transversal perfilada**, ejemplificada en la Figura 1.5.9.

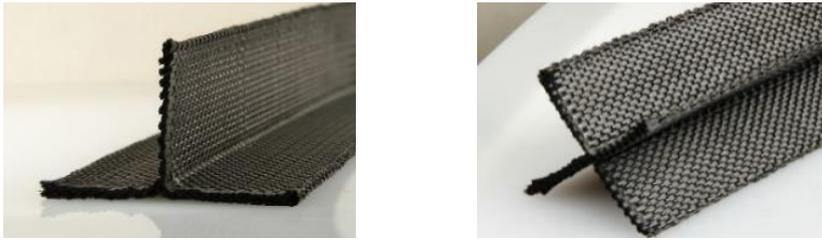


Figura 1.5.9. Tejidos de calada 3D perfilados- ejemplos [9]

Las **telas de calada 3D huecas** son estructuras tubulares con espacios huecos de forma y dimensión personalizada. Las superficies pueden ser perfiladas o planas, cada una con varias posibilidades de unión diferentes: oblicuas, uniones horizontales y/o verticales, ejemplificadas en la Figura 1.5.10.

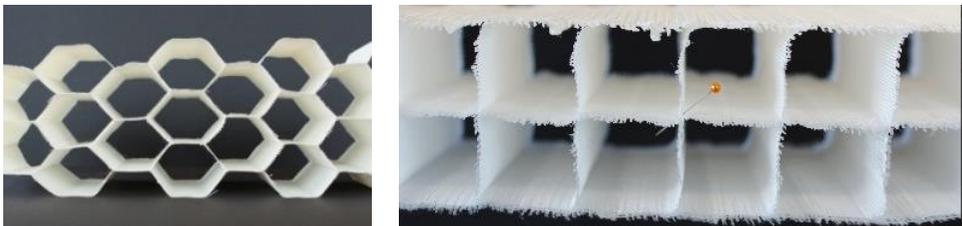


Figura 1.5.10. Estructuras de calada 3D huecas (ejemplos) [8]

Los **tejidos de calada nodales** son estructuras tubulares con intersecciones en diferentes ángulos, como se ilustra en la Figura 1.5.11.



Figura 1.5.11. Ejemplos de estructuras 3D de calada nodales [7]

Los **tejidos laminados** se caracterizan por el forzamiento a una posición 3D de la lámina de tela después del proceso de tejeduría. Los tejidos laminados tienen una geometría esférica o de caja y se producen con una o varias capas.

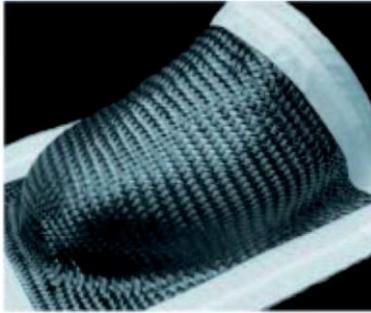


Figura 1.5.12. Ejemplo de tejido de calada laminado en forma de cúpula [14]

Tejidos trenzados 3D

Una trenza es un conjunto fibroso lineal compuesto por dos conjuntos principales de hilos entrelazados, ambos tienden a una relación con el eje longitudinal de la estructura, como se sugiere en la Figura 1.5.13. Las telas trenzadas pueden ser planas o tubulares (Figura 1.5.14).

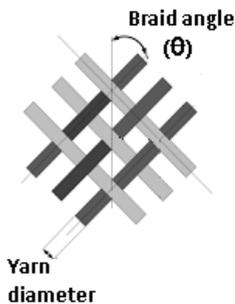


Figura 1.5.13. Posición de dos sistemas de hilados en una estructura trenzada [13]



Figura 1.5.14. Aspecto de un tejido tubular trenzado [10]

Las estructuras 3D trenzadas se desarrollaron especialmente para aplicaciones técnicas. Existen diferentes procesos de trenzado para fabricar tejidos 3D trenzados. El uso del trenzado de *Maypole* (específico para trenzas 2D) se puede introducir en las estructuras obteniendo **trenzas triaxiales**, ilustradas en la Figura. 1.5.15. Se pueden utilizar mandriles de diferentes formas para crear trenzas triaxiales con forma (Figura 1.5.16).

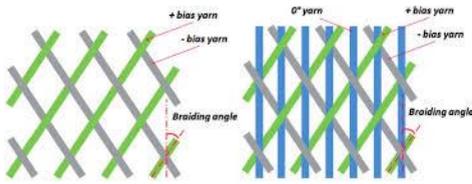


Figura 1.5.15. Estructura de trenza triaxial [3]



Figura 1.5.16. Estructura trenzada triaxial con forma geométrica [12]

Otros métodos de trenzado 3D representativos son el trenzado giratorio y el 4-pasos (cartesiano). En el **trenzado giratorio 3D**, los engranajes de las astas se organizan para formar geometrías específicas y los portadores del trenzado pueden moverse libremente y de manera arbitraria sobre una placa base, creando la forma de la trenza- rectangular, en forma de L, en forma de U, etc. La Figura 1.5.17 ejemplifica estructuras trenzadas sólidas con sección transversal cuadrada.

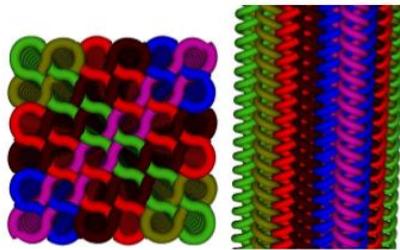


Figura 1.5.17. Estructura sólida trenzada 3D con sección transversal cuadrada [10]

El **proceso de trenzado cartesiano** básico implica cuatro movimientos de los conjuntos de hilos denominados filas y columnas (Figura. 1.5.18). Para un paso dado, las filas alternas (o columnas) se desplazan una distancia prescrita en relación entre sí. El siguiente paso implica el cambio alternativo de las columnas (o filas) a una distancia prescrita. El tercer y cuarto paso son simplemente la secuencia del cambio inverso del primer y segundo paso, respectivamente.

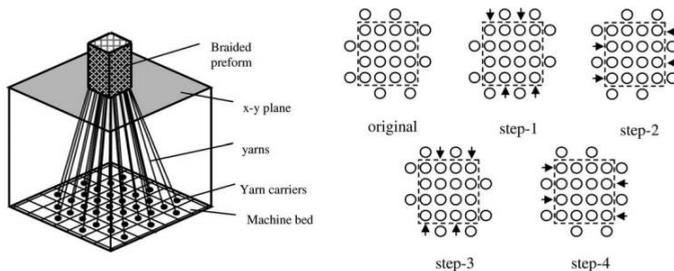


Figura 1.5.18. Esquema del proceso de trenzado de 4 pasos [13]

Referencias

1. Abounaim, Md, Process development for the manufacturing of at knitted innovative 3D spacer fabrics for high performance composite applications, Technischen Universität Dresden, 2011, available at <http://tud.gucosa.de/api/gucosa%3A25504/attachment/ATT-0/>
2. Bilisik, K., Three-dimensional braiding for composites: A review, Textile Research Journal 83(13) 1414–1436, 2016
3. Boris, D. et al., The tensile behaviour of biaxial and triaxial braided fabrics. Journal of Industrial Textiles, 47(8), 2184–2204, 2018
4. Gokarneshan, N., Design of Warp Knit Spacer Fabrics: Recent research insights on technical applications, JTATM, 9, 3, 2015
5. <http://www.axis-composites.com/3d%20weaving.html>
6. <https://nptel.ac.in/courses/116102008/32>
7. https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/itm/forschung/forschungsfelder/textile-prozesse/technologien-fuer-2d-und-3d-textilkonstruktionen/2d-3d-weben?set_language=en
8. <https://www.3dweaving.com/en/products/tubular-fabrics>
9. <https://www.erginer.com.tr/kompozit/>
10. Kyosev, Y. et al., Virtual development and numerical simulation of 3D braids for composites, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 406, 2018, available at <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/406/1/012025/pdf>
11. Laurenti, S., Marchetti, M., Advanced Composite Materials by Resin Transfer Molding for Aerospace Applications, <https://www.intechopen.com/books/composites-and-their-properties/advanced-composite-materials-by-resin-transfer-molding-for-aerospace-applications>
12. Melenka, GW et al., Advances in 2-D and 3-D braided composite material modelling, in Handbook of Advances in Braided Composite Materials, editor Carey, JP, Elsevier Ltd, 2017
13. Tolosana, N. et al., Development of a geometrical model for a 3D braiding unit cell based on braiding machine emulation, available at https://www.mtm.kuleuven.be/Onderzoek/Composites/Research/meso-macro/textile_composites_map/textile_modelling/downloads/sl-modelling-3d-braids-paper.pdf
14. Unal, P.G., 3D Woven Fabrics, available at http://cdn.intechopen.com/pdfs/36903/InTech-3d_woven_fabrics.pdf
15. Underwood, J., The Design of 3D Shape Knitted Preforms, PhD thesis, School of Fashion and Textile, RMIT University, 2009, available at <https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:6130/Underwood.pdf>

1.6. Materiales de punto ortopédicos

Daiva Mikučionienė y Laima Muralienė, Universidad Tecnológica de Kaunas, Lituania

Uno de los campos funcionales más importante de los textiles es el médico, cuya importancia es debida a la relación directa con la salud humana. Los productos textiles médicos se pueden clasificar en cuatro sectores principales: materiales trasplantables, materiales no trasplantables, dispositivos extracorpóreos y preventivos y productos higiénicos y sanitarios. De acuerdo con la clasificación, una variedad de soportes médicos y preventivos y prendas de compresión se asignan al grupo textil médico no trasplantables. Muchos de los diferentes productos textiles funcionales para las extremidades o para la terapia de compresión se atribuyen generalmente como textil o textil para ropa deportiva. El uso de textiles de compresión con fines médicos ha incrementado significativamente desde el 1970. Originalmente, estos productos se utilizaban para ejercer presión a lo largo del cuerpo humano durante el tratamiento de cicatrices resultantes de quemaduras y el tratamiento de condiciones post-quirúrgicas. Actualmente, los usos de los productos de compresión se han extendido a aplicaciones para el sistema venoso y linfático, curación de lesiones óseas y musculares, control muscular, etc. El área del textil médico y del textil para el deporte es muy extensa. En el caso más común estos grupos textiles son absolutamente inconmensurable. El textil médico abarca desde mantas para primeros auxilios hasta productos de alta tecnología como vasos sanguíneos manufacturados o mallas quirúrgicas. A su vez, el textil para el deporte tiene un concepto común que se asocia sólo a prendas y accesorios para actividades deportivas y sus equipos. Sin embargo, ambos grupos gigantes tienen una estrecha relación. En algunos casos, los productos de compresión y varios tipos de soportes difícilmente pueden atribuirse a uno u otro grupo.

Hay una serie de marcas comerciales muy conocidas en el mercado mundial de soportes ortopédicos, como Sigvaris (Suiza), Orliman (España), Otto Bock (Alemania), Bauerfriend (Alemania) y otras. En estos productos se da principal atención a las propiedades de compresión, aunque la estética, la comodidad y las propiedades del uso final también son importantes para los consumidores. Un análisis de textiles para aplicación médica o deportiva indicó que hay muchas clasificaciones diferentes de estos grupos. Primeramente, los apoyos médicos y preventivos o las prendas de compresión que se pueden clasificar según la posición en el cuerpo humano a la que vaya destinado.

La clasificación según la posición en el cuerpo es esencial para una primera identificación. Sin embargo, la clasificación más importante es según el propósito de su función especial. Las prendas de compresión generan presión en una parte

del cuerpo en particular. La compresión se puede definir como la fuerza aplicada en la dirección opuesta de la fuerza de tracción. Las actuales prendas de compresión médicas se diseñan y fabrican individualmente para una parte del cuerpo específica: medias de compresión médica para enfermedades vasculares, trajes de compresión, máscaras faciales, apoyos médicos ortopédicos, soportes de compresión preventivos, prendas de compresión para ropa deportiva, etc. Todos los productos tienen el mismo propósito explícito de compresión, sin embargo, la variedad de aplicaciones para esta función es amplia.

Las prendas de compresión son beneficiosas para la recuperación de varios daños musculares inducidos por el ejercicio, aceleran la recuperación de la función muscular y también pueden ayudar al ejercicio atlético posterior, pero las soluciones son a menudo aisladas o no concluyentes. Sin embargo, se ha demostrado que algún tipo de ropa deportiva de compresión puede afectar al rendimiento muscular o prevenir lesiones. Se ha descubierto que la hinchazón, la potencia y la fuerza, se mejoran durante la recuperación con prendas de compresión, y la eficiencia de las prendas de compresión se ve afectada por la confección de la prenda, las propiedades del tejido, el ajuste de la prenda y su posicionamiento en el cuerpo. Todos estos factores juegan un papel importante en el valor de la presión predictiva generada por la prenda de compresión y pueden debilitar su funcionalidad.

En Europa, las prendas de compresión se clasifican en cuatro grupos según la intensidad de compresión. Las medias que realizan los valores de compresión más bajos se utilizan para la prevención o dolencias marginales, mientras que los valores de compresión más altos se aplican en pacientes con enfermedades graves. Las diferencias entre las valoraciones de los grupos de compresión en diferentes países se representan en la Tabla 1.6.1. La compresión más alta se aplica al tobillo y a la pantorrilla y, a medida que se asciende a la parte superior del producto la compresión va disminuyendo gradualmente: tobillo- 100%, pantorrilla-70%, por encima de la rodilla-50%, muslo- 40%.

Tabla 1.6.1 Estándar de los tipos de compresión

Estándar	Tipo de compresión			
	I	II	III	IV
	Compresión generada, mmHg			
Gran Bretaña BS	14 – 17	18 – 24	25 – 36	>36
Alemania RAL-GZ-387/1:2008	15 – 21	23 – 32	34 – 46	≥49
Francia AS-QUAL	10 – 15	15 – 20	20 – 36	>36
Europa UNI ENV 12179	15 – 21	23 – 32	34 – 36	>49
USA	15 – 20	20 – 30	30 – 40	>40

Existen diferentes tecnologías para la fabricación de medias de compresión que determinan el tipo de compresión del producto. Las medias de compresión fabricadas mediante una tricotosa rectilínea pueden alcanzar un tipo de compresión más alta (tipo 3-4) que las tejidas en una tricotosa circular (tipo 1-3). Sin embargo, la tricotosa circular es capaz de producir productos sin costuras. Las características más básicas, esperadas durante el uso de medias simples, son la resistencia a la abrasión, la elasticidad y las propiedades fisiológicas. Para lograr estos requisitos, se usan fibras específicas o se aplica un tratamiento. Los hilos de poliamida son los más populares para las medias de compresión debido a su alta elongación y resistencia a la abrasión, estabilidad dimensional y la posibilidad de hacer una estructura de punto muy transparente. Las microfibras de poliéster se pueden utilizar también para las medias de compresión ya que son fuertes, flexibles, elásticas, blandas y tiene una buena capilaridad con lo que otorgan una propiedad de confort muy importante.

Así como las medias de compresión, los soportes de compresión ortopédicos de punto se pueden dividir según su propósito: prevención, rehabilitación o soporte postoperatorio. La principal diferencia entre ellos es la intensidad de la compresión generada por el soporte. Los soportes de compresión preventiva pueden ayudar como sería la ropa deportiva o el textil para aplicación médica. Sin embargo, se pueden aplicar apoyos médicos para la misma parte del cuerpo, aunque no con fines de terapia de compresión. Convencionalmente, todos estos productos tienen varias aplicaciones distintas, desde medicinales hasta el mercado de consumo.

La construcción de soportes funcionales de compresión es un elemento crucial para algunas para algunas funciones particulares esenciales para la salud del paciente o para el proceso de curación. En este sentido, el grupo de apoyos funcionales postoperatorios puede caracterizarse como el más difícil y contiene elementos más considerables. Los apoyos ortopédicos se producen generalmente a partir de materiales blandos con una estructura elástica; los materiales de punto son

comunes y fáciles de usar para este propósito. Los soportes ortopédicos elásticos de punto están disponibles en muchas formas, pueden contener elementos adicionales para diferentes finalidades funcionales y pueden ser indicados para diversas enfermedades.

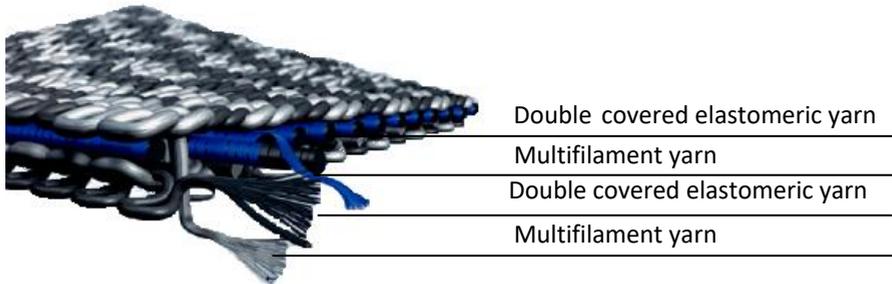


Figura 1.6.1 Construcción del tejido usual de punto de compresión
[\[http://www.bauerfeindkorea.com/pdf/bro_knie_gb.pdf\]](http://www.bauerfeindkorea.com/pdf/bro_knie_gb.pdf)

Los tejidos de compresión de punto se crean tejiendo al menos dos tipos de hilos juntos: hilado principal e hilo de elastómero adicional. El hilado principal asegura la rigidez y el espesor. Para generar compresión y lograr un mejor rendimiento del soporte de compresión, se insertan hilos adicionales en la construcción del tejido como hilos incrustados, flotantes o bañados.

Principalmente, el mayor nivel de compresión se logra mediante el aumento del espesor del núcleo elástico en el hilo adicional, aunque también se pueden realizar ajustes en la hilatura del hilado principal. Los hilos adicionales de trama se pueden insertar en cada curso o en ciertos cursos según un patrón. El nivel de compresión se define parcialmente por las propiedades de los hilados adicionales que están directamente relacionadas con el módulo de los hilos de núcleo elástico y los parámetros de recubrimiento. Independientemente de la materia prima seleccionada de los hilos de recubrimiento, la fuerza de tracción en el hilo de elastómero aumenta exponencialmente al aumentar la elongación. En el área de bajo alargamiento (50% para los hilos de elastómeros), las propiedades de los hilados de recubrimiento del hilado adicional no tienen influencia significativa en las propiedades de compresión, mientras que sólo el hilo de núcleo de elastómero se ve afectado por la resistencia a la tracción. Esto significa que los hilos de recubrimiento se pueden elegir según los requisitos de comodidad, higiene, estética, etc. La densidad de inserción del hilo de elastómero tiene una influencia valiosa en la compresión generada. Esta influencia tiene un carácter exponencial. Se calcularon valores de compresión hasta un 25% superiores en los tejidos con hilos de elastómero insertados en cada uno de los cursos en comparación con

tejidos con una densidad de inserción dos veces inferior, pero con la misma cantidad total de hilos de elastómero.

Los soportes ortopédicos pueden ser productos de punto sin costuras, cosidos por punto u otros materiales (por ejemplo, neopreno). Los productos sin costuras están diseñados para la producción en masa, son de pequeñas dimensiones y se utilizan con fines de prevención. Los productos cosidos se pueden producir mediante el corte de los espacios vacíos adecuados del material plano. El principal inconveniente es la dificultad de lograr un ajuste anatómico exacto de las vendas y la de crear un gran número de puntos de conexión, como las costuras. Estos últimos puntos de conexión alteran parcialmente las propiedades del material utilizado, con lo que se plantea el riesgo de puntos de presión o puntos de rozamiento con la piel. El método más ventajoso es tejer la forma en ambas tricotosas, rectilíneas y circulares. Los soportes de compresión realizados en tricotosas rectilíneas son más beneficiosos debido a la forma anatómica que garantiza un ajuste perfecto; efecto de apoyo y compresión debido a la construcción de estiramiento; estabilización gracias a los perfiles o almohadillas viscoelásticos integrados; efectos de apoyo y masaje que mejoran la circulación sanguínea y la absorción de los hematomas y edemas.

Es importante notar que, en una estructura de punto, una geometría diferente generará unas propiedades mecánicas diferentes ya que están intensamente relacionadas con la estructura del tejido, las propiedades del hilo y la dirección de la tela. La compresión del soporte depende del área de soporte, la forma y las características de tejeduría, como el patrón, la densidad, etc. Cómo el material textil se deforma bajo tensiones aplicadas es un factor importante en su procesamiento e uso final. Se han publicado muchos estudios sobre cómo se deforman los tejidos de punto. Se puede alternar compresión en el sentido longitudinal del producto cambiando la densidad de tejido, el patrón y/o la tensión de un hilo de elastómero establecido.

Los apoyos ortopédicos de punto a menudo son diseñados con detalles adicionales con diferentes propósitos. A los soportes ortopédicos a menudo se les añade silicona u otras piezas para dotar el producto de diversas aplicaciones funcionales y también pueden incluir otros componentes, como por ejemplo tiras o cremalleras o incluso un sistema de dos partes desenganchable para facilitar la adhesión del soporte al cuerpo. Todos los elementos rígidos insertados en el soporte pueden cambiar la elasticidad del producto entero. En el área de extensiones pequeñas, existe una fuerte dependencia lineal entre el área relativa del elemento rígido y la compresión generada por el soporte ortopédico- la compresión aumenta de manera lineal al aumentar el área del elemento rígido. Los elementos rígidos se pueden clasificar en tres grupos principales según su uso: a) fines médicos (los

elementos cuya función principal se focaliza en la salud del paciente y el proceso de curación); b) dar comodidad (tiras, tiras de silicona, cremalleras, etc.; puede afectar a la compresión no sólo debido a su área relativa, sino también por la variación de la fuerza que ejercerá el consumidor); c) marcaje (etiquetas y logotipos). Los elementos adicionales con fines médicos son cruciales, no se pueden eliminar, y el área relativa de estos no se puede reducir significativamente. La implicación de los elementos adicionales utilizados para proporcionar comodidad puede ser cuestionada y se puede cambiar su área relativa. La importancia de los elementos de marcación es evidente. Los elementos rígidos adicionales pueden afectar significativamente a la compresión generada por el soporte o incluso pueden cambiar el tipo de compresión del producto. Se estableció que el elemento rígido, que ocupa ~ 8% del área total del soporte, mejora la fuerza de tracción, así como la compresión hasta un 15% incluso a baja elongación (10%). Esta influencia depende del rango de elongaciones en el que se use el soporte ortopédico. La compresión, generada por un soporte en el que un 25% del área relativa corresponde a un elemento rígido, varía hasta ~ 17% a un 10% el alargamiento fijo y hasta ~ 24% a un 20% la elongación fija. Sin embargo, si el área cubierta por el elemento rígido es inferior o igual al 3% y se utiliza en áreas de bajas deformaciones (hasta un 10%), no es necesario evaluar la influencia del área relativa rígida en la compresión del soporte.

La efectividad de la terapia de compresión no sólo depende de la compresión generada. Varios científicos han investigado las barreras psicológicas y fisiológicas de los tejidos de compresión. Como ya se conoce, la composición de la tela y las propiedades de los hilos tienen influencia en las propiedades referentes a la comodidad como la conductividad térmica, la permeabilidad del vapor de agua y del aire. Se ha comprobado que las propiedades térmicas apenas se ven afectadas por la capilaridad estructural de las fibras ni por la geometría superficial del hilo. Además, el aire en una estructura de punto desempeña un papel predominante en la transferencia de calor. La falta de comodidad durante el uso de las prendas de compresión afecta de manera negativa al rendimiento y no se incentiva la acción de los consumidores.

Referencias

1. Abramaviciute, J., et al. Structure Properties of Knits from Natural Yarns and their Combination with Elastane and Polyamide Threads. *Materials Science (Medžiagotyra)*. 2011, 17(1), 43-46.
2. Alisaukienė, D., et al. Influence of Inlay-Yarn Properties and Insertion Density on Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2013, 21(6), 74-78.

3. Alisauskienė, D., Mikucionienė, D. Influence of the Rigid Element Area on the Compression Properties of Knitted Orthopaedic Supports. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2012, 20(6A), 103-107.
4. Alisauskiene, D., Mikucioniene, D. Investigation on Alteration of Compression of Knitted Orthopaedic Supports during Exploitation. *Materials Science (Medžiagotyra)*. 2012, 18(4), 362-366.
5. Choucair, M., Philips, T.J. Compression Therapy. *Dermatologic Surgery*. 1998, 24, 141-148.
6. Czajka, R. Development of Medical Textile Market. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2005, 13(1), 13-15.
7. Kowalski, K., et al. Modelling and Designing Compression Garments with Unit Pressure Assumed for Body Circumferences of a Variable Curvature Radius. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2012, 20(6A), 98-102.
8. Marqués-Jiménez, D., et al. Are Compression Garments Effective for the Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage? A systematic review with meta-analysis. *Physiology & Behavior*. 2016, 153, 133-148.
9. Mikucioniene, D., Alisauskiene, D. Prediction of Compression of Knitted Orthopaedic Supports by Inlay-Yarn Properties. *Material Science (Medžiagotyra)*. 2014, 20(3), 311-314.
10. Mikucioniene, D., Milasiute, L. (2016) Influence of Knitted Orthopaedic Support Construction on Compression Generated by the Support. *Journal of Industrial Textiles*. 2017, 47(4), 551-566.
11. Rabe, E. et al. Guidelines for Clinical Studies with Compression Devices in Patients with Venous Disorders of the Lower Limb. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2008, 35, 494-500.
12. Troynikov, O. et al. Factors Influencing the Effectiveness of Compression Garments used in Sports. *Procedia Engineering*. 2010, 2, 2823-2829.
13. Bodenschatz, S., Herzberg, T., Doheny, F. *U.S. Patent No. US6267743B1 Anatomically shaped medical bandages*. 2001.

1.7. Textiles reforzados con materiales compuestos

Luminita Ciobanu and Mariana Ursache, "Gheorghe Asachi" Universidad Técnica de Iasi, Rumania

Introducción

Generalmente, un material compuesto está formado por diferentes materiales que conjuntamente actúan de una manera diferente a cuando estos se encuentran por separado. Existen muchos ejemplos de materiales compuestos, tanto naturales como sintéticos, procedentes del cuerpo humano, edificios, aviones, etc.

Un compuesto es una combinación de dos o más materiales químicamente diferentes con una interfaz entre ellos. Un material se llama **matriz** y se define como la fase continua. El otro elemento se llama **refuerzo** y se añade a la matriz con el fin de mejorar las propiedades. El refuerzo representa la fase discontinua, distribuida uniformemente y de manera controlada en la matriz.

Hay varias opciones para el refuerzo y la matriz, la más común se ilustra en a Figura 1.7.1.

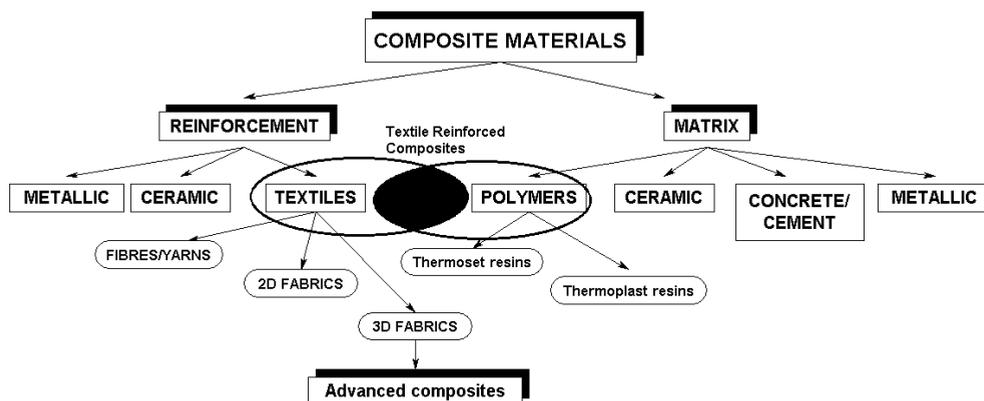


Figura 1.7.1. Estructura de materiales compuestos

El desarrollo de los **materiales compuestos reforzados** (TRCs) con matriz de resina (también conocidos como compuestos de polímeros) se basa en la ambición de producir materiales mejorados con propiedades adaptadas. El material textil aporta la resistencia al conjunto mientras que la resina asegura la unión del compuesto y transmite las deformaciones. Las ventajas de los materiales textiles reforzados son:

- Anisotropía controlada de los textiles, lo que significa que sus materiales estructurales se pueden diseñar colocando las fibras en las direcciones preferenciales de acuerdo con la tensión máxima;
- Utilizar refuerzos textiles permite obtener una mejor relación peso/resistencia en comparación con los materiales clásicos, como el acero;
- Los materiales textiles mantienen su integridad y comportamiento bajo condiciones extremas- no se corroen en ambientes exteriores, ni varían sus dimensiones cuando hay variaciones significativas de temperatura, ni son sensibles a los campos electromagnéticos.
- Los TRCs presentan una vida de fatiga mejorada.

La industria aeronáutica fue la primera en usar TRCs en los aviones. Actualmente, hay una gran diversidad de aplicaciones con TRCs, con alto impacto económico. Los materiales compuestos se pueden encontrar en los ámbitos de los textiles técnicos. Las aplicaciones industriales de los compuestos incluyen tanques, estructuras de almacenamiento, tuberías, mangueras, etc. La industria automovilística utiliza TRCs para los armazones de los automóviles y en otras partes de diferentes máquinas (por ejemplo, colectores o ruedas) mientras que, en aeronáutica, los materiales compuestos se desarrollan desde aplicaciones de primer nivel hasta de segundo, refiriéndonos a elementos de fuerza en la estructura del avión; la tendencia actual es construir un avión utilizando exclusivamente materiales compuestos. Otro campo de gran interés para los textiles compuestos reforzados, es la gestión de energía eólica- estos materiales son muy adecuados para los molinos de viento. Los TRCs también se utilizan para equipamiento deportivo- raquetas de tenis, bicicletas y motocicletas, etc.

Otra aplicación interesante de los TRCs se encuentra en los edificios, donde estos materiales (llamados Textiles Reforzados de Hormigón) se utilizan como refuerzo de paredes y otras estructuras (cemento/ matriz concreta), aumentando su resistencia, reduciendo su espesor y, posteriormente, los costes de producción.

Materias primas para compuestos

Refuerzo textil

Se pueden usar dos criterios principales para caracterizar los refuerzos textiles: la estructura/ geometría del material y el proceso tecnológico.

En la Figura 1.7.2. se presenta una clasificación de los refuerzos textiles que se pueden utilizar para la fabricación de compuestos. Los refuerzos se dividen según las dimensiones significativas de su geometría: 1D (fibras e hilados), 2D (materiales textiles planos) y 3D (materiales con arquitectura tridimensional, desarrollados en otro capítulo de esta unidad).

Al considerar la tecnología de fabricación, todos los procesos textiles se pueden utilizar para producir refuerzos para materiales compuestos, pero las características específicas de cada tipo de proceso y la geometría del material resultante llevan a diferenciar posibilidades y comportamientos. Los principales procesos empleados en la producción de refuerzos textiles son: tecnologías de tejeduría de calada, de trenzar, de género de punto y de no tejido. El bordado también se utiliza, aunque a menor escala.



Figura 1.7.2. Clasificación general de los refuerzos textiles

Existen procesos de producción, como el bobinado y la pultrusión de filamentos, que procesan los filamentos junto con resina. La mayoría de los refuerzos utilizados son tejidos de calada (2D y 3D) y no tejidos (alfombra de fibras), debido a su buen comportamiento mecánico relacionado con la gran fracción de volumen. Las estructuras de malla por urdimbre (multiaxiales y espaciadoras) son muy adecuadas para el refuerzo compuesto. Los tejidos de malla por trama necesitan hilos adicionales para mejorar las propiedades mecánicas; su alta formabilidad los hace adecuados para preformar estructuras 3D complejas.

La selección de un determinado proceso se basa en las posibilidades arquitectónicas (estructuras 3D), las características y el comportamiento del material (estabilidad dimensional, resistencia mecánica, cobertura y formabilidad, etc.) y su idoneidad respecto al procesamiento del compuesto y su aplicación.

Fibras de alto rendimiento (HPF)

Los refuerzos textiles se producen utilizando fibras de alto rendimiento como vidrio, carbono/grafito, Kevlar, PES HM y HT, fibras de cerámica, boro, etc. La fibra de basalto son otro tipo de HPF utilizado en estructuras concretas en la ingeniería civil. Estos hilos tienen un comportamiento mecánico superior, con lo que pueden satisfacer las demandas específicas de las aplicaciones con compuestos, tal y como se ilustra en la Tabla 1.7.1.

Las fibras de vidrio (hilos, mechas) son las fibras de alto rendimiento más comunes utilizadas en el refuerzo de materiales compuestos. Se caracterizan por su dureza, resistencia a los agentes químicos, estabilidad e inercia, bajo peso, aunque tienen ciertos problemas en el procesamiento debido a su fragilidad en estado natural.

Tabla 1.7.1. Principales características de algunas fibras de alto rendimiento utilizadas en la fabricación de compuestos.

	Fibra	Densidad relativa [g/cm ³]	Módulo de Young [GPa]	Resistencia a la tracción [GPa]
1	Carbono (PAN)	2.0	400	2.0-2.5
2	Boro	2.6	400	3.4
3	E-Glass	2.5	70	1.5-2.0
4	S-Glass	2.6	84	4.6
5	Kevlar 29	1.44	60	2.7
6	Kevlar 49	1.45	60	2.7

Hay diferentes tipos de fibras de vidrio en función de su composición química: E-Glass, con buena resistencia a la tracción y alta resistencia eléctrica, común en materiales compuestos; S-Glass, con alta resistencia a la tracción, común en aplicaciones militares; y AR-Glass, caracterizado por su resistencia al álcali, utilizado en determinadas matrices.

Resinas utilizadas para la matriz

La matriz da unidad al material compuesto y garantiza la transferencia de carga dentro de él. Hay dos tipos de resinas utilizadas como matrices- termoestable (una vez tratado el material, la resina no volverá a estar viscosa) y termoplástica (la resina puede fundirse y extraerse del material compuesto después de haber realizado el tratamiento). La Tabla 1.7.2 presenta los tipos de resina más comunes utilizados en la producción de compuestos y sus principales ámbitos de aplicación. Las resinas termoestables epoxy y poliéster se extienden ampliamente debido a sus accesibles costes y buenas características.

Tabla 1.7.2. Las resinas más comunes en los materiales compuestos

Tipo	Matriz	Aplicaciones
1. Resinas termoresistentes	Epoxy	Industria aeroespacial, aviación, equipamiento deportivo, industria automotriz
	Poliéster y vinil éster	Industria automotriz, industria naval, instalaciones químicas, instalaciones eléctricas, productos para el usuario
	Poliuretanos y poliuria	Componentes de automóviles
	Fenoles	Industria aeroespacial, industria automotriz
	Bismaleimida, poliiimida, etc.	Industria aeroespacial, aplicaciones a altas temperaturas
2. Resinas termoplásticas	Nylon 6, nylon 6,6, poliéster (PET y PBT), etc.	Compuestos reforzados con fibras cortas
	Polietercetona (PEEK), sulfuro de polifenileno, poliamida imida, poliéter imida, etc.	Compuestos reforzados con fibras cortas y filamentos para aplicaciones a temperaturas relativamente altas

Fracción de volumen

La fracción de volumen de fibra (FVF) representa la relación entre el volumen de fibra y el volumen completo del material compuesto. Su importancia proviene de la influencia directa en la resistencia del material compuesto.

La fracción de volumen de fibra se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$FVF = \frac{V_f}{V_c} = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_m / \rho_m} = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + [(1 - W_f) / \rho_m]}$$

Dónde:

W_f = peso de las fibras incluidas en el compuesto (g)

W_m = peso de la resina incluida en el compuesto (g)

ρ_f = densidad de la fibra (g/cm^3)

ρ_m = densidad de la matriz (resina) (g/cm^3)

El valor óptimo para el FVF que garantiza la calidad del material compuesto y su resistencia mecánica, varía entre el 50-70% del volumen total. Un FVF menor dará como resultado un material compuesto de baja calidad, mientras que un FVF mayor también afectará al rendimiento ya que la resina no podrá penetrar completamente en el refuerzo.

Producción de compuestos

En general, los materiales compuestos se producen introduciendo la matriz (resina) en el sistema de refuerzo (material textil), seguido de un tratamiento, haciendo que los dos componentes se unan de modo que formen el material compuesto. Al principio del proceso, el material de refuerzo se coloca en/sobre un molde que dará la forma final del producto, seguidamente se procede a la introducción de la resina. Según el tipo de molde, se distinguen dos tipos de procesos de fabricación de los materiales compuestos:

- **Procesos de molde abierto**, la colocación del refuerzo en el molde es unilateral. Comúnmente, estos procesos incluyen el bobinado de filamentos y la pultrusión.
- **Procesos de molde cerrado**, ambos lados del refuerzo están en contacto con el molde. Los procesos más utilizados son: moldeo por transferencia de resina (RTM) y moldeo por transferencia de resina al vacío (VARTM).

El termoformado en el que se utiliza estructuras híbridas fibras/resina es uno de los procesos de fabricación más interesantes (de molde cerrado), ya que elimina la etapa separada destinada a la introducción de resina en el refuerzo. Las estructuras híbridas se calientan (radiación NIR) y luego se someten a presión para lograr la forma preestablecida en una prensa.

La Colocación Automática de las Fibras es otro ejemplo basado en estructuras híbridas (bandas de fibras con resina). Permite la construcción de capas de refuerzo controlando la colocación de las bandas a través de un brazo robótico. La banda se calienta antes de la colocación y la capa se consolida mediante presión (a través de la utilización de un rodillo de presión).

La colocación de fibras adaptada utiliza la técnica de bordado para colocar y fijar las fibras (mechas) en un soporte textil híbrido que llevará la resina hasta el proceso.

Sostenibilidad de los compuestos reforzados con textiles

La sostenibilidad es una cuestión que está comenzando a ganar importancia e influirá significativamente en el desarrollo de los futuros compuestos. El principal problema de los compuestos reforzados con textiles es su eliminación. Los compuestos se eliminan mediante procesos mecánicos y químicos, así como por incineración, todos ellos con grandes costes adicionales. Si no se procesan (reciclan), los compuestos terminan en vertederos, lo que crea graves problemas ambientales.

Los compuestos termoresistentes son particularmente difíciles de procesar, ya que la resina no se puede recuperar. Un pequeño porcentaje del compuesto termoresistente se procesa mecánicamente (Powder Filler) o se incinera. Los

compuestos termoplásticos se eliminan mediante procesos térmicos- incineración, separación de la resina del refuerzo y pirolisis / gasificación.

La solución para alcanzar mayor sostenibilidad, es el desarrollo de compuestos ecológicos que utilicen componentes sostenibles que se puedan eliminar fácilmente sin afectar al medio ambiente. Actualmente, la solución más mencionada para el refuerzo textil sostenible es el uso de fibras naturales (como lino, cáñamo, yute, etc.). Aun así, se debe considerar la aplicación y sus requisitos, ya que las fibras naturales no alcanzan las propiedades mecánicas de las HPF.

Referencias

1. Advani, S., Kuang-Ting Hsiao (editors), Manufacturing Techniques for Polymer Matrix Composites (PMCs), Woodhead Publishing, 2012
2. Boisse, P. (editor), Advances in Composites Manufacturing and Process Design, Woodhead Publishing, 2015
3. Green guide to composites an environmental profiling system for composite materials and products (<https://netcomposites.com/media/1207/greenguidetocomposites.pdf>, accessed 8.11.2018)
4. Hu, J. (editor), 3-D fibrous assemblies, Woodhead Publishing, 2008
5. Rana, S., Figueiro, R. (editors), Fibrous and Textile Materials for Composite Applications, Springer, 2016

Videos tutoriales (en Youtube)

1. <https://www.youtube.com/watch?v=IRuIR3uhkX8> (3D weaving, Braiding & Preforming - Robotics & Textile Composites Group)
2. <https://www.youtube.com/watch?v=kF82pnsK9eE> (3D woven RTM composites)
3. <https://www.youtube.com/watch?v=kaoq8Mc4xxw> (An Inside Look at BMW's Carbon Fiber Manufacturing Process)
4. <https://www.youtube.com/watch?v=HuoO99oFQYQ> (New BMW 7 Series Composite Production)
5. <https://www.youtube.com/watch?v=tZhH2B-EI1I> (NASA 360 - Composite Materials)
6. <https://www.youtube.com/watch?v=haYuTANzzS8&list=PL3B2C07E01F72869B> (Composites Materials)
7. <https://www.youtube.com/watch?v=NZwvRRoR1xw> (Advanced Composites Inc: Excellence in Filament Winding)
8. <https://www.youtube.com/watch?v=sxWtzlitq1A> (How it works: Pultrusion)
9. <https://www.youtube.com/watch?v=J6roJsBcPQQ> (Composites Tutorial - VARTM Materials, Supplies, and Process)
10. <https://www.youtube.com/watch?v=ycdDyEKrseE> (A Fundamental Shift in Composites Manufacturing)

1.8. Materiales e-Textiles

Evangelos Louris, Universidad de Ática Occidental, Grecia

Introducción

En los últimos años, se ha visto una intensificación de la investigación en el nuevo ámbito interdisciplinar de los textiles electrónicos (e-Textiles o Textronics) y un rápido crecimiento del interés en el mercado por productos innovadores que combinen textiles con aplicaciones electrónicas. Este capítulo proporciona una descripción general de los materiales utilizados en las aplicaciones de los e-textiles, presentando algunos ejemplos típicos y destacando los principales inconvenientes y problemas asociados con las implementaciones de e-textiles. Después de completar este tema, el lector estará en condiciones de: dar definiciones básicas y usar términos básicos relacionados con los textiles electrónicos, nombrar las categorías básicas de los diferentes materiales que se utilizan en los textiles electrónicos, saber qué categorías de materiales se pueden utilizar para una aplicación particular de e-textiles, y describir las ventajas, los inconvenientes y los problemas de procesamiento relacionados con materiales específicos.

Materiales conductores de electricidad

Los materiales conductores de electricidad son la base de cualquier implementación de e-Textiles. Los materiales conductivos para los e-Textiles se pueden dividir en las siguientes categorías:

- Fibras metálicas
- Fibras recubiertas con metales, óxidos metálicos o sales metálicas
- Compuestos de polímeros conductores (CPCs)
- Polímeros conductores por naturaleza (ICPs)
- Tintas conductoras

Las fibras metálicas son monofilamentos delgados producidos mediante un proceso de trefilado convencional. Se pueden mezclar con otras fibras textiles para formar hilos conductores o se utilizan directamente en los procesos de tejeduría de calada y de malla. Las fibras metálicas de cobre (Cu), aluminio (Al), plata (Ag 99%), cobre plateado (Cu/Ag), aluminio revestido de cobre (CCA), acero inoxidable y bronce están comercialmente disponibles.

La segunda categoría más común se asocia al recubrimiento de fibras textiles convencionales con metales, óxidos metálicos o sales metálicas. El recubrimiento se puede realizar en fibras, hilos o directamente sobre tejidos utilizando métodos como revestimiento por inmersión, enchapado iónico, revestimiento sin electricidad, metalización al vacío, pulverización catódica y deposición química de vapor (CVD).

La categoría de los compuestos poliméricos conductores (CPCs) se refiere a las fibras orgánicas sintéticas en las que partículas conductoras como plata, níquel, acero inoxidable, aluminio, grafito o carbono y nanotubos de carbono (CNTs) se han dispersado en su matriz polimérica durante su preparación. La dispersión se realiza mediante procesos mecánicos de mezcla en la masa de polímero fundido. A mayor concentración de partículas conductoras se obtendrán mejores resultados de conductividad, pero las fibras serán más frágiles.

El interés por los polímeros conductores por naturaleza (ICP) está en constante crecimiento debido a su compatibilidad con las fibras textiles convencionales tanto en términos de propiedades como de procesamiento. Los ICP típicos son: poliacetileno (PA), polipirrol (Ppy), politiofeno (PT), polianilina (PANI), poli(perinaftaleno) (Pna) y poliestireno sulfonato de poli (3,4-etilendioxitiofeno) (PEDOT-PSS). La conductividad de los ICPs se obtiene por la presencia de agentes dopantes, que proporcionan más o menos electrones en su cadena conjugada. Esto ofrece la posibilidad de regular la conductividad de los ICP cambiando la cantidad del agente dopante. Esto es de suma importancia porque de esta manera podemos preparar materiales orgánicos semiconductores críticos para la fabricación de dispositivos electrónicos totalmente orgánicos, tales como transistores o condensadores.

Las tintas conductoras son otra clase de materiales que se utilizan en la producción de e-Textiles. Por lo general, las tintas conductoras contienen rellenos metálicos como nanopartículas de Ag, Cu, y Au (NPs) incorporadas en un soporte polimérico, pero también pueden contener materiales conductores orgánicos. Las tintas conductoras se pueden aplicar en la superficie de los tejidos mediante los métodos de impresión textil tradicionales como la serigrafía, la impresión en rollo y la transferencia de revestimiento por rodillos, o mediante un método más moderno basado en la impresión por chorro de tinta. Los métodos tradicionales de impresión son económicos y más productivos ya que pueden aplicar capas de pasta gruesas con motivos- como materiales en grandes áreas. La impresión, normalmente y dependiendo del tipo de sustrato textil, esta seguida por un proceso. La impresión por inyección de tinta es adecuada para materiales solubles de baja viscosidad ya que los materiales de alta viscosidad crean problemas de obstrucción en las boquillas.

Fibras ópticas

Una fibra óptica de plástico o de polímero (POF) consiste típicamente en una fibra de núcleo dieléctrico transparente cubierta por un material revestido dieléctrico, también transparente, con diferente índice de refracción. La luz, en el interior del núcleo, se refleja internamente y se transmite a largas distancias sin pérdidas. Los POFs típicos están hechos de un núcleo de poli(metil metacrilato) (PMMA) y un

fluoropolímero como material de revestimiento. Los POFs son inmunes a los campos electromagnéticos, por lo tanto, son ideales para transferir señales de datos. Aunque no son muy flexibles, se pueden integrar con éxito en estructuras textiles, principalmente en tejidos de calada. Además de la transmisión de datos, se pueden utilizar para efectos de iluminación y visualización, sensores ópticos, sensores mecánicos, sensores químicos, bio-sensores y aplicaciones fototerapéuticas. Al utilizar tecnologías de detección de fibra óptica, como “Fibre Bragg Gratings” y “Brillouin and Raman”, es posible detectar la posición en la que se produce un cambio en la transmisión de luz, debido a una reflexión de la fibra o un cambio de temperatura, por ejemplo [6]. Al eliminar el revestimiento en ubicaciones seleccionadas a lo largo de la fibra, mediante un tratamiento mecánico (abrasión), químico (solvente) o térmico (plasma, láser), es posible crear vías de escape para la luz logrando así la iluminación o incluso efectos de visualización por pantalla (Figura 1.8.1).

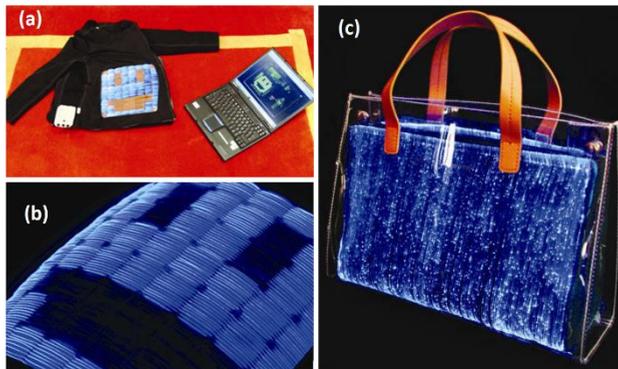


Figura 1.8.1 (a) Prototipo de France Telecom de pantalla comunicativa flexible basada en POFs, (b) Pixels independientes formados por POFs, (c) Bolsa iluminada de Luminex [9]

Luz emisora de diodos

Un diodo emisor de luz (LED) típico consiste en dos electrodos, el ánodo y el cátodo, y entre ellos una capa de material electroluminiscente. Cuando la corriente eléctrica pasa a través del LED, hace que el material electroluminiscente emita luz. Durante los últimos años, los LEDs convencionales se han reemplazado por LEDs Orgánicos (OLEDs). En los OLEDs, las capas cristalinas rígidas de los LEDs se han reemplazado por capas finas de materiales orgánicos, las cuales son más flexibles, ligeras, económicas y requieren menos energía para la emisión de luz. El agua puede dañar los OLEDs, pero mediante una encapsulación con un revestimiento impermeable de película delgada se puede lograr su protección. Hoy en día, la industria manufacturera de pantallas OLED delgadas sobre films de polímero está bien establecida. Sin embargo, la transferencia de esta tecnología de films de

polímero a los sustratos textiles sigue siendo un desafío. La actual investigación textil sigue dos direcciones: el desarrollo de pantallas electroluminiscentes directamente sobre sustratos textiles (Figura 1.8.2a) de una manera similar a la de los films de polímero y el desarrollo de una fibra OLED multicapa que posteriormente se integrará en la estructura del tejido (Figura 1.8.2b). Los OLEDs se pueden utilizar en muchas aplicaciones de los e-textiles, pero principalmente se ven como componentes prefabricados unidos a la estructura textil mediante unión mecánica, bordado, adhesión, soldadura y soldadura ultrasónica. Además de las capacidades estéticas y de visualización, los OLEDs integrados en los e-textiles se pueden utilizar para aplicaciones médicas en el área de fototerapia o terapia fotodinámica (PDT).

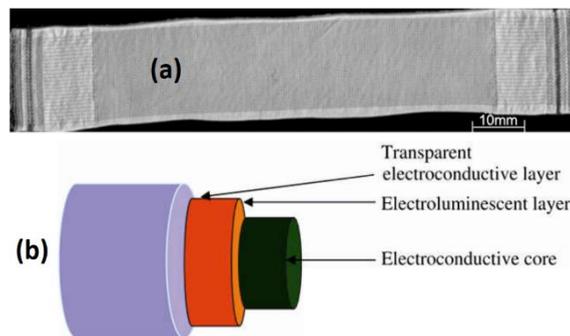


Figura 1.8.2 (a) Estructura de pantalla electroluminiscente tejida, (b) Estructura de la fibra multicapa OLED [9]

Materiales recolectores de energía

El término recolección de energía se refiere a la recogida de energía del entorno para transformarla y reutilizarla como energía eléctrica para diversas aplicaciones. Para este propósito se pueden utilizar varias fuentes de energía renovable, incluyendo la luz solar, el calor, el aire, las olas, las vibraciones y los movimientos corporales. En cuanto a las aplicaciones de captación de energía en los e-textiles, los materiales con mayor interés son los piezoeléctricos (PE), triboeléctricos y fotovoltaicos (PV).

La investigación en el ámbito de los e-textiles para la recolección de energía se encuentra en una etapa temprana, mientras que las implementaciones hasta ahora muestran un bajo rendimiento de recolección. Sin embargo, desarrollos adicionales en los materiales de e-textiles, combinados con el consumo de energía en disminución constante de los dispositivos electrónicos modernos, pueden llevar a algunas soluciones efectivas en un futuro cercano.

Materiales piezoeléctricos

Los materiales piezoeléctricos pueden generar carga eléctrica como resultado de la tensión mecánica aplicada por fuerzas externas. De esta manera, la energía cinética del viento o del cuerpo humano puede convertirse en corriente eléctrica. Los materiales piezoeléctricos se pueden dividir en materiales naturales y artificiales, mientras que los artificiales se pueden subdividir en tres categorías: materiales piezoeléctricos basados en cristal, en cerámicas y en polímeros. Los materiales piezoeléctricos a base de polímeros son los más apropiados para aplicaciones con e-textiles. Los materiales basados en cerámicas pueden producir fibras con mejor rendimiento piezoeléctrico, pero son rígidos e incompatibles con los requisitos de los e-textiles. Algunos ejemplos de materiales piezoeléctricos basados en polímeros son: polifluoruro de vinilideno (PVDF), polifluoruro de vinilideno-co-trifluoroetileno P(VDF-TrFE), poliimida, poliamidas de números impares y polipropileno celular.

Materiales triboeléctricos

Los materiales triboeléctricos generan cargas eléctricas cuando dos materiales diferentes entran en contacto y se presionan o deslizan uno contra otro, causando fuerzas de fricción. La cantidad de carga que genera depende de los materiales que entran en contacto. Se pueden diseñar varias estructuras textiles como generadores triboeléctricos (TGE) que apuntan a la máxima interacción entre los materiales y, por lo tanto, al máximo rendimiento del generador. En la Figura 1.8.3 se presenta un ejemplo de generador triboeléctrico basado en textiles. Los generadores textiles triboeléctricos pueden proporcionar altos voltajes de salida. El generador triboeléctrico de la Figura 1.8.3 proporciona voltajes máximos de salida de 28.13V, 119.1V y 11.2V en movimiento de estiramiento, prensado y frotamiento, respectivamente.

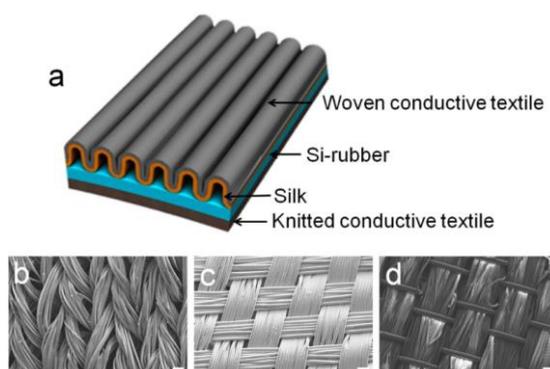


Figura 1.8.3. Estructura y morfología de TEG a base de textiles corrugados. (a) Ilustración esquemática del CTTEG, imágenes SEM de (b) tejido de calada conductor, (c) tejido de punto conductor i (d) seda [13]

Fotovoltaicos

Los materiales conocidos como células fotovoltaicas (PV) pueden absorber fotones con suficiente energía, como sucede bajo luz solar directa, y convertir esta energía en corriente eléctrica. Una forma comercial simple de las telas PV disponibles actualmente son las células solares convencionales fabricadas sobre un sustrato de plástico y posteriormente unidas a la superficie de la tela, generalmente mediante costura. La investigación para hacer que la tela funcione por sí misma como fotovoltaica sugiere la fabricación de fibras PV que luego pueden tejerse obteniendo un tejido PV. Un ejemplo de este enfoque sería al desarrollo de capas PV alrededor de una fibra con núcleo de polipropileno flexible (PP), como se presenta en la Figura 1.8.4. Hasta ahora, el rendimiento de los tejidos PV es menor que las células solares convencionales, pero los desarrollos futuros podrán aumentar el rendimiento de recolección de energía de los tejidos PV.

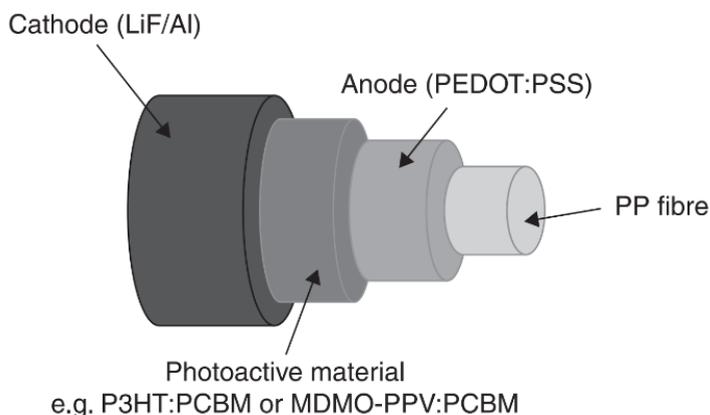


Figura 1.8.4. Vista esquemática de una fibra fotovoltaica coaxial (Bedeloglu, 2010) [11,12]

Almacenamiento de energía – Condensadores textiles

Un condensador, comúnmente conocido como batería, es un componente eléctrico pasivo que puede almacenar energía en el campo eléctrico entre un par de conductores. El interés por baterías ligeras y flexibles aumenta continuamente, por lo que la investigación de condensadores textiles se vuelve más intensiva. Un ejemplo interesante es la fabricación de una batería impresa en una superficie textil, realizada por un equipo de investigación alemán en el Instituto Fraunhofer en Berlín. La batería se fabrica mediante la serigrafía de una gruesa capa de pasta a base de óxido de plata y aplicando, a continuación, una capa de sellado delgada. El resultado final es una batería de AgO-ZN con un grosor de 120 μm impresa sobre un sustrato textil. Este método permite una alta velocidad de producción de baterías textiles flexibles a bajo coste y aplicable a diferentes telas.

Resumen

El desarrollo de e-textiles se puede considerar que se encuentra en una etapa temprana. Los materiales tradicionales para la electrónica no son adecuados para las aplicaciones de los e-textiles por lo que se debe crear una nueva generación de materiales compatibles con las propiedades textiles y de procesamiento. Parece ser que, en la era de los nuevos materiales, los polímeros conductores y los materiales híbridos orgánicos-inorgánicos son los líderes. Aparte de los desarrollos en los materiales también debemos tener en cuenta los métodos de manufacturación, los cuales son muy críticos en la transición de los prototipos de laboratorio a la producción a escala industrial de los e-textiles.

Referencias

1. Simon, C., Potter, E., McCabe, M., Baggerman C. Smart Fabrics Technology Development - Final Report, NASA, 2010, 17-18.
2. Stoppa, M., Chiolerio, A., Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review. *Sensors*. 2014, 14, 11957-11992.
3. Kim, B., Koncar, V., Dufour, C., Intelligent Textiles and Clothing, Mattila, H.R., Ed., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2006, Chapter 16, 308.
4. Harlin, A., Ferenets M., Intelligent Textiles and Clothing, Mattila, H.R., Ed., Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2006, Chapter 13, 221.
5. Bonaldi R.R., High-Performance Apparel - Materials, Development, and Applications, McLoughlin, J., Sabir, T., Ed., Woodhead Publishing, 2017, 245.
6. Mecnika, V., Hoerr, M., Krievins, I., Schwarz, A., Smart textiles for healthcare: applications and technologies, *Proceedings of the International Scientific Conference, Latvia University of Agriculture*, 2014, 150-161.
7. Pfeiffer, M., Rohs, M., Smart Textiles-Fundamentals, Design, & Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 6, 103.
8. Lorussi, F., Carbonaro, N., De Rossi, D., Tognetti, A., Smart Textiles - Fundamentals, Design, and Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 4, 49.
9. Cochrane, C., Meunier, L., Kelly, F.M., Koncar, V., Flexible displays for smart clothing: Part I - Overview, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 2011, Vol.36, 422-428.
10. Bayramol, D.V., Soin, N., Shah, T., Siores, E., Matsouka D., Vassiliadis, S., Smart Textiles - Fundamentals, Design, and Interaction, Schneegass, S., Amft, O., Ed., Springer International Publishing AG, 2017, Chapter 10, 199.
11. Beeby, S.P., Cao, Z., Almussalam, A., Multidisciplinary know-how for smart-textiles developers, Kirstein, T., Ed., Woodhead Publishing, 2013, Chapter 11, 221.
12. Bedeloglu, A. (Celik), Demir, A., Bozkurt, Y., Sariciftci, N. S., A Photovoltaic Fiber Design for Smart Textiles, *Textile Research Journal*, 2009, 80(11), 1065-1074.
13. Choi, A. Y., Lee, C.J., Park, J., Kim, D., Tae Kim, Y., Corrugated Textile based Triboelectric Generator for Wearable Energy Harvesting, *Nature Scientific Reports*, 2017, volume 7, Article number: 45583, <https://www.nature.com/articles/srep45583> retrieved on 01.11.2018

CAPÍTULO 2

Métodos avanzados de fabricación

Editado por:

Aileni Maria Raluca

y

Rimvydas Milašius

2.1. Electrohilado

Rimvydas Milašius, Universidad de Tecnología de Kaunas, Lituania

El electrohilado es un proceso por el que, a partir de las fuerzas electroestáticas, se forman fibras poliméricas finas. La formación de fibras electrohiladas es posible a partir de una solución de polímero o a partir de la fusión de este. Por lo general, se forman fibras de 20 nanómetros hasta 2 micras. Las fibras cuyo diámetro está entre 20nm hasta 500nm, en la literatura textil, se denominan nanofibras mientras que las fibras más gruesas se nombran de diferentes maneras- microfibras, submicrofibras, nano-microfibras, así como nanofibras, aunque esta última se usa de manera errónea. Es necesario señalar que, de acuerdo con la descripción de los nanomateriales, las fibras finas pueden nombrarse nanofibras sólo en el caso que más del 50% de todas las fibras tengan un diámetro inferior a 100nm. Por lo tanto, surgen algunas discordancias en la descripción de qué tipo de fibras podemos llamar nanofibras. En la mayoría de la literatura textil, se usa la siguiente percepción- las fibras cuyo diámetro es próximo a 1 nanómetro (hasta 500 nanómetros) se llaman nanofibras y las fibras cuyo diámetro es próximo a 1 micrómetro (superior a 500 nanómetros) se denominan microfibras o submicrofibras. En la Figura 2.1.1., se presenta la típica vista de la red de electrohilados, el ejemplo se fabrica a partir solución acuosa de alcohol de polivinilo y en este caso nanofibras creadas a partir de alcohol polivinilo.

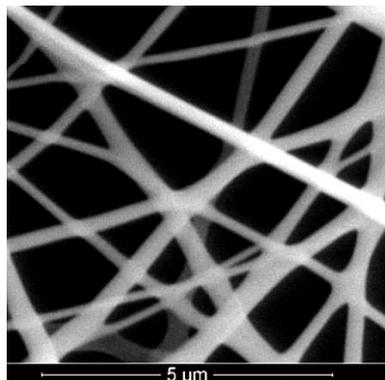


Figura 2.1.1 Típica vista de una red de electrohilados

Es necesario tener en cuenta que, en la mayoría de los casos, los diámetros de las nanofibras creadas se distribuyen en muy alto nivel y su distribución en la red, por lo general, no está cerca de la distribución normal Gaussiana. Este fenómeno crea algunas dificultades para la estimación de la estructura de la red de nanofibras con lo que no es suficiente mostrar el valor medio del diámetro de las nanofibras, sino que se necesita mostrar también la distribución exacta de los diámetros. La

distribución de los diámetros de las nanofibras típica, se presenta en la Figura 2.1.2 (el ejemplo presentado es de nanofibras de alcohol polivinilo).

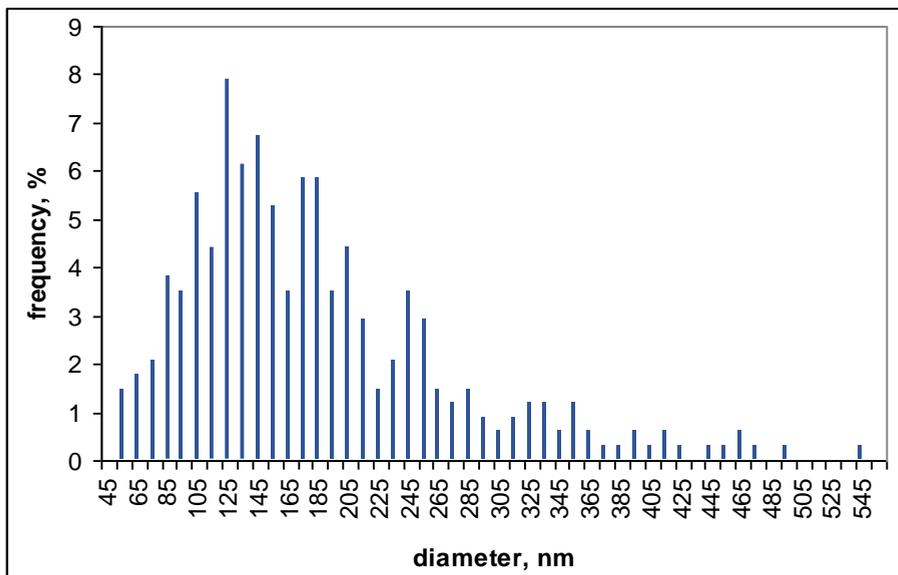


Figura 2.1.2. Típica distribución de los diámetros de nanofibras electrohiladas

El proceso de electrohilado es conocido desde hace más de 100 años, desde 1900 cuando se patentó el primer equipo de electrohilado por J. F. Cooley. Desde ese momento, las investigaciones en electrohilado resultan interesantes para varios investigadores. Sin embargo, las raíces del proceso de electrohilado se remontan en el renacimiento. El primer científico que notó la forma específica de una gota de agua influenciada por las fuerzas electroestáticas creadas por el ámbar eléctrico fue el científico inglés Willian Gilbert (a veces conocido como Gilberd) quien es considerado por varios investigadores como “padre de la electricidad y del magnetismo”. Posteriormente, el comportamiento de una gota en el campo electroestático fue observado por el famoso físico Robert Hook, que en su mayoría es conocido por su descripción de la “Ley de Hooke” determinando que la fuerza necesaria para extender un resorte es linealmente dependiente al valor de la extensión. Más tarde, algunos investigadores analizaron el comportamiento de la gota en el campo electroestático y las obras más significativas a finales del siglo XIX fueron creadas por el famoso físico británico John William Stratt, más conocido como Lord Rayleigh. Explicó el fenómeno de la forma de la gota en un campo electroestático y describió, de manera teórica y empírica, la carga requerida para la deformación de las gotas. Él constituye la base científica para el desarrollo del proceso de electrohilado y de los equipos.

Como se ha señalado anteriormente, el primero equipo fue patentado por Cooley en 1900 y el siguiente en 1902 y, muy pronto, después de unos meses en el mismo 1902, W. J. Morton también patentó su propio aparato para el electrohilado. El checo-estadounidense J. Zenely realizó un trabajo muy significativo en 1914 con la publicación de su primera obra. El modelo desarrollado por Zenely, con algunas mejoras, es el que se ha utilizado hasta ahora. Algunos de los trabajos más importantes de este temprano período del desarrollo del proceso de electrohilado, fueron realizados por A. Formhals que, desde 1934 a 1944 patentó algunas obras sobre los hilos textiles obtenidos mediante este proceso. En 1936, C. J. Norton patentó el primer equipo de electrohilado a partir de la fundición del polímero. En 1939, dos científicos rusos, N. D. Rozenblum y I. V. Petryanov – Sokolov, desarrollaron el proceso para la fabricación de filtros fibrosos no tejidos, también conocido como filtro Petryanov o tela Petryanov. Este material fue fabricado en la antigua USST y actualmente se fabrica en Estonia. Un trabajo muy significativo en la evolución del desarrollo del proceso de electrohilado fue realizado por G. Taylor, quien en 1964 modeló matemáticamente la forma de la gota en el campo electroestático. Esta forma, en el momento del electrohilado, ha sido nombrada como la moneda de Taylor, descripción utilizada también actualmente. En la Figura 2.1.3 se presenta el tradicional esquema del electrohilado.

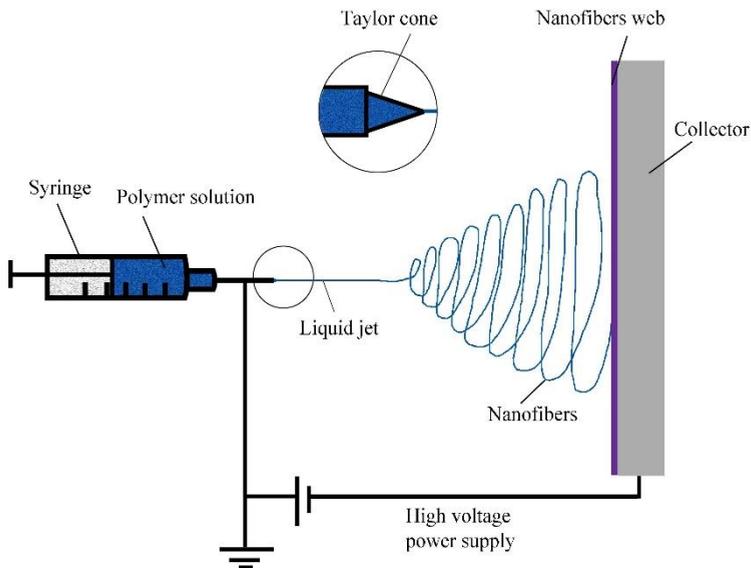


Figura 2.1.3. Tradicional esquema del electrohilado

A pesar de la gran cantidad de interesantes trabajos teóricos y de equipos patentados, el proceso de electrohilado hasta el final del siglo XX todavía no era bien conocido por la mayoría de investigadores textiles. El interés en el electrohilado creció a partir del 1990 y cada año se comenzaron a publicar más y más artículos en las revistas científicas más importantes citadas en la base de datos Clarivate Analytics Web of Science. El número de artículos en las últimas dos décadas hasta 2016 aumentó cada año, sin embargo en 2017 disminuyó más de un 20%. El progreso en el número de artículos, se representa en la Figura 2.1.4.

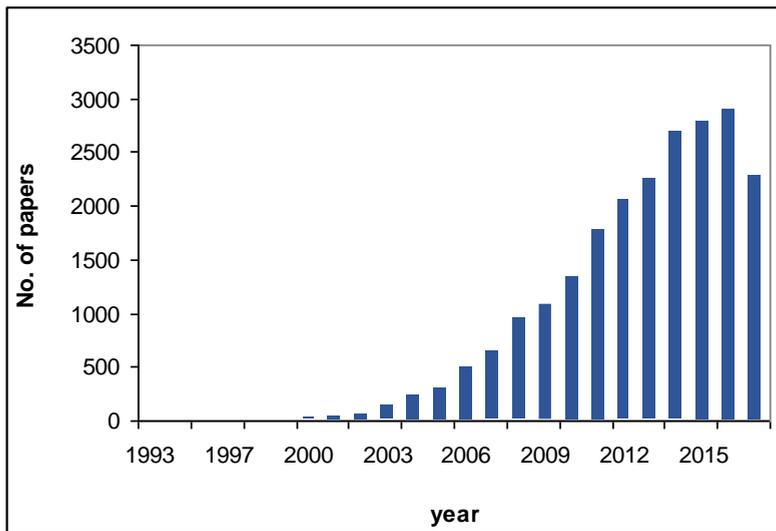


Figura 2.1.4. El progreso año tras año de números de artículos citados en la base de datos Clarivate Analytics Web of Science

Las obras publicadas se centran en diversos problemas- en el uso del electrohilado de varios polímeros y sus mezclas, en la concentración de la solución de polímero, en la influencia de la distancia entre los electrodos, en el voltaje utilizado y el material de apoyo en el que la red nanofibrosa se recogerá, en las investigaciones del uso de materiales cubiertos por fibras electrohiladas para diversas aplicaciones, especialmente en medicina y atención médica, etc. La mayoría de los artículos se publican en revistas no textiles- física, química aplicada, medicina y otros. Esto muestra la gran importancia del electrohilado y las nano- o microfibras electrohiladas para los diversos tipos de materiales avanzados y sus aplicaciones.

La importancia del proceso de electrohilado se planteó significativamente cuando se entendió la importancia de los nanomateriales y cuando los materiales nanofibrados a base de textiles se volvieron muy interesante para diversos campos de la física y en especial, en la electrónica. Estos materiales también son muy

importantes para usos medicinales debido a que la estructura de la red nanofibrosa de los electrohilados es muy similar a la estructura del tejido humano.

Además, una estructura nanored electrohilada puede tener poros tan pequeños que hace que dicho material se vuelva impermeable, pero a su vez sea transpirable. Sin embargo, la red nanofibrosa se puede utilizar como material de barrera para la protección de heridas contra infecciones, ya que los poros también pueden ser más pequeños que las bacterias, los virus o las células rojas de la sangre. Los materiales electrohilados nanofibrosos se utilizan en la medicina quirúrgica para los implantes, la regeneración de algunas partes de órganos y tejidos humanos, vendas y apósitos, filtros de alta precisión, dispositivos electrónicos y micro baterías solares. Son especialmente importantes para el desarrollo de tejidos inteligentes. Los campos de la aplicación de las nanofibras electrohiladas son muy amplios y no se cierran-varios tipos de nuevos materiales o prendas de vestir incluyen en su estructura algún tipo de nanofibras electrohiladas que aportan a la prenda alguna nueva propiedad específica. La importancia de las nanofibras electrohiladas crece debido a su baja masa y muy alta superficie. Como la masa de este material es muy baja, los materiales muy caros se pueden utilizar específicamente para la fabricación y la creación de propiedades funcionales.

El principal inconveniente del electrohilado es la muy baja productividad de los equipos conocidos actualmente, lo cual aumenta el coste del material. De todos modos, esta tecnología es muy importante para el desarrollo y la fabricación avanzada y para las prendas de vestir.

Referencias

1. Ramakrishna, S. An introduction to electrospinning and nanofibers. World Scientific Publishing Co., 2005.
2. Brown, P. J., Stevens, K. Nanofibers and nanotechnology in textiles. Woodhead Publishing Limited, 2007.
3. Andrady, L. A. Science and technology of polymer nanofibers. A John Wiley & Sons, Inc, 2008.
4. Cooley, J. F. Improved methods of and apparatus for electrically separating the relatively volatile liquid component from the component of relatively fixed substances of composite fluids. Patent GB 06385, 19th May 1900.
5. Cooley, J. F. Apparatus for electrically dispersing fluids. U.S. 692631 A. 1902-0204.
6. Morton, W. J. Method of dispersing fluids. US 705691A. 1902-07-39.
7. Zeleny, J. The electrical discharge from liquid points, and a hydrostatic method of measuring electrical intensity at their surfaces. The Physical Review, 1914, 3(February) 69-91.
8. Formhals, A. Process and apparatus for preparing artificial threads. US 1975504 A. 1934-10-02.
9. Norton, C. L. Method and apparatus for producing fibrous or filamentary material. US 2048651 A. 1936-07-21.

10. Taylor G., Disintegration of water drops in an electric field. *Proceedings of the Royal Society of London Series a Mathematical and Physical Sciences*, 1964, July(280), 383-397.
11. Doshi, J., Reneker, D. H. Electrospinning process and applications of electrospun fibers. *Journal of Electrostatics*, 1995, 35(2-3), 151-160.
12. Milašius, R., Malašauskiene, J. Evaluation of structure quality of web from electrospun nanofibers. *Autex Research Journal*. 2014, 4(14), 233-238.

2.2. La funcionalización textil para la tecnología de plasma

Surdu Lilioara, Radulescu Ion Razvan, Aileni Raluca Maria, INCDTP, Romania

La perspectiva de la tecnología de plasma en la industria textil

La industria textil está siendo transformada por los desarrollos técnicos a lo largo de toda la cadena de fabricación, desde la fibra hasta el producto acabado. La indumentaria casual, la ropa informal y la ropa deportiva han crecido en importancia durante los últimos años y han requerido más demanda de innovación en el sector de la fibra y el acabado. La clave para la ventaja competitiva en el siglo XXI es el desarrollo de productos textiles con un nivel creciente de funcionalidad. Hay tres apelaciones básicas de los textiles funcionales: confort, salud y seguridad [1-3]. Los materiales textiles tienen propiedades intrínsecas que los hacen muy valiosos, flexibles, ligeros, fuertes, con gran relación superficie/volumen, buen tacto, suavidad, etc. Debido a esto, son excelentes para impartir funcionalidades adicionales como hidrofobia, oleófobia o efecto antibacteriano. Los métodos húmedos tradicionales para la aplicación de estos acabados requieren el uso de grandes cantidades de productos químicos, agua y energía. El plasma es una técnica de procesamiento en seco que proporciona una solución para reducir el uso de los tres recursos mencionados.

La tecnología de plasma es una de las ramas de la ciencia con un rápido desarrollo que está reemplazando numerosos métodos húmedos convencionales con productos químicos, tanto en laboratorios como en industrias, con un gran impacto en las energías renovables, la protección del medio ambiente, las aplicaciones biomédicas, la nanotecnología, la microelectrónica y otros campos. El plasma, la compleja mezcla de iones, radicales, electrones y moléculas excitadas, ha sustituido a los métodos convencionales para desarrollar diversos materiales nanoestructurados con morfología compleja y propiedades avanzadas como la producción de CNTs alineados verticalmente, difícil de lograr con otros métodos sintéticos.

Hoy en día las plantas de plasma están disponibles a presión atmosférica, así como en sistemas de línea para plantas de fabricación *roll-to-roll*. Artículos literarios declararon que, si las fibras de lana son tratadas en un entorno de plasma su resistencia a la contracción se reduce y mejora la capacidad de tintura.

En el algodón, los tratamientos de plasma con HMDSO dan como resultado una superficie con efecto flor de loto, lo que significa una capacidad de limpieza altamente mejorada, mientras que el comportamiento a la penetración del agua no se ve influenciado. En las fibras sintéticas el carácter hidrófilo/hidrófobo se podría cambiar en cualquier dirección y también es posible la aplicación de revestimientos para la mejora de la resistencia a la hidrólisis.

Los tratamientos húmedos convencionales aplicados en el proceso textil para la modificación superficial de las fibras, entre otras aplicaciones, están asociados a muchas restricciones. Estos tratamientos reflejan grandes problemas en el consumo de energía, económicos y medioambientales. La aplicación de la tecnología de plasma a baja temperatura en el proceso textil puede resultar la mejor alternativa para estos problemas. A diferencia de los procesos húmedos convencionales que penetran profundamente en las fibras, el plasma sólo reacciona con la superficie del tejido sin alterar la estructura interna de las fibras. La tecnología de plasma modifica la estructura química, así como las propiedades superficiales de los materiales textiles, deposita material químico (polimerización por plasma) para añadir propiedades funcionales, o elimina sustancias (grabado de plasma) de los materiales textiles para una mejor aplicabilidad. Las propiedades funcionales del tejido pueden ser modificadas por el grabado superficial a escala nanométrica mediante partículas de gas plasma. En el procesamiento textil esta tecnología se puede ver en diversas áreas como en el pretratamiento, la tintura y el acabado a través de diferentes metodologías. La tecnología de plasma es aplicable a la mayoría de los materiales textiles para el tratamiento superficial y es beneficioso respecto al proceso convencional, ya que no altera las propiedades inherentes de los materiales textiles. Es un procesamiento de tratamiento textil en seco sin ningún coste de tratamiento de efluentes siendo un proceso ecológico y simple. Esta tecnología puede generar nuevos productos para satisfacer las necesidades y requisitos del cliente.

La tecnología de plasma ofrece una manera atractiva de añadir nuevas funcionalidades a los textiles mediante transformaciones químicas y físicas:

- Cambios en las propiedades químicas de las capas superficiales
- Cambios en la estructura de la capa superficial
- Cambios en las propiedades físicas de las capas superficiales

Los materiales textiles sometidos a un entorno de plasma adquirirán nuevas características funcionales como propiedades de antisuciedad, hidrofobidad, conductividad, biocompatibilidad, así como propiedades mecánicas y ópticas nuevas o mejoradas. Todos estos logros ofrecerán un alto beneficio a los textiles tradicionales. Las ventajas del tratamiento de plasma son de origen económico, cualitativo y ambiental.

Aplicaciones de los tratamientos de plasma en el ámbito de los materiales textiles

El tratamiento de plasma se puede realizar en fibras naturales y en fibras sintéticas para lograr efectos como el desengrasado de la lana, estabilidad dimensional, cambios de humectabilidad de la fibra (propiedades hidrófilas, hidrófobas), aumento en la afinidad del colorante, acabado antienfieltramiento para la lana o esterilización.

El tratamiento con plasma puede mejorar la funcionalidad de los materiales textiles, tales como:

- Humectabilidad: hay una gran cantidad de investigaciones sobre el tratamiento de plasma en los textiles para cambiar sus propiedades humectantes, por ejemplo, el poliéster, el polipropileno o la lana que, con tratamientos de plasma, pueden mejorar la capacidad de retención de la humedad o de las gotas de agua en su superficie.

- Acabado hidrófobo: el tratamiento de fibras celulósicas, lana, seda y PET con gas plasma identificado como el HMDSO, fluorocarbonos, proporciona una superficie lisa incrementando el ángulo de contacto con el agua.

- Adherencia: la tecnología de plasma puede aumentar la adherencia del recubrimiento químico y mejora la afinidad de tintura de los materiales textiles.

- Calidad del producto: la enfieltración es un problema esencial en las prendas de lana debido a las escamas de las fibras. La anti-enfieltración convencional da efectos negativos en la sensación de tacto y problemas ambientales. El plasma de oxígeno aporta efecto anti-encogimiento sobre la fibra de lana sin incurrir en los problemas tradicionales.

- Funcionalidad. Cada tipo de gas de plasma proporciona una funcionalidad específica a los materiales textiles como protección UV, antibacterias, función médica, blanqueamiento, retardante de llama, etc. En lo que respecta a los textiles, se ha demostrado que esta tecnología mejora los índices de tintura de polímeros, mejorando la resistencia a la coloración y el lavado de los tejidos. La investigación ha demostrado que las mejoras en la dureza, la tenacidad y la resistencia a la contracción pueden lograrse sometiendo varias fibras termoplásticas a una atmósfera de plasma. A diferencia de los procesos húmedos, que penetran profundamente en las fibras, el plasma tan solo produce una reacción superficial, las propiedades que da al material se limita a una capa superficial. Se puede aplicar tanto a fibras naturales como sintéticas, así como a telas no tejidas, sin tener ningún efecto adverso en sus estructuras internas.

Aplicación de tratamientos de plasma en el procesamiento textil

El tratamiento de plasma se da en muchas aplicaciones dentro del ámbito textil, el proceso puede ser o no térmico. Los plasmas no térmicos son aquellos en los que no se alcanza el equilibrio termodinámico, incluso a una escala local entre los electrones y las partículas de más masa (átomos neutrales de todas las moléculas,

iones y fragmentos de moléculas neutrales). Los plasmas térmicos se caracterizan por el equilibrio, o una casi igualdad, entre los tres componentes del plasma: electrones, iones y neutrones. El plasma no térmico también se conoce como plasma frío y es especialmente adecuado para la modificación y procesamiento de superficies textiles debido a que la mayoría de los materiales textiles son polímeros sensibles al calor. Los plasmas fríos se pueden dividir en plasmas a presión atmosférica y plasmas de vacío o baja presión.

Hoy en día, la tecnología de plasma para la preparación y modificación de superficies recibe cada vez mayor atención por parte de los científicos debido a algunas de sus características especiales como la tecnología en seco y el consumo ecológico, la consumición de poca energía y de pocos productos químicos. Por otra parte, la tecnología de plasma es fácil de usar y aplicable a fibras, hilos y tejidos en el mismo equipo mediante el cambio de un dispositivo de posicionamiento.

El principio del tratamiento de plasma consiste en la exposición del material textil a un entorno muy reactivo que contiene iones, electrones, fotones, radiaciones UV, moléculas neutrales, radicales libres y átomos. Los resultados dependen de las condiciones del tratamiento: el generador de plasma, la frecuencia de plasma, la cámara de plasma, el plasma primario o secundario, el vacío, la composición de los gases de plasma, el tiempo del tratamiento, la potencia del plasma, y también, las diferencias del material y la forma de presentación de los materiales textiles.

Las reacciones generales debidas al tratamiento de plasma son el aderezamiento, la limpieza, la activación o recubrimiento, la oxidación superficial del material, la generación de grupos químicos y vellosidad superficial, el blanqueo o el proporcionamiento de carácter hidrófilo o hidrofóbico del material. Las fibras de lana que son tratadas en un ambiente de plasma exhiben un fenómeno de no-enfiletramiento debido a un aumento del coeficiente de rozamiento fibra/fibra. Hay un enorme potencial en el tratamiento de plasma para tejidos (Figura 2.2.1). El tratamiento con plasma ha demostrado ser exitoso en tratamientos de estabilidad dimensional de la lana con un efecto positivo en la tintura y la impresión. La ciencia de la lana está en continuo crecimiento, dando lugar a innovaciones.

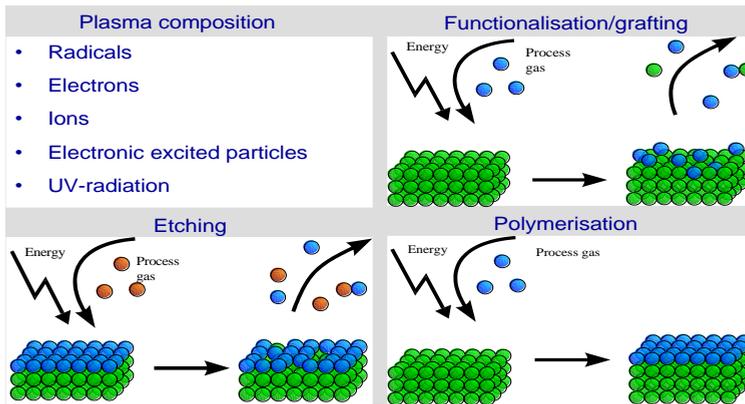


Figura 2.2.1 Tratamiento de plasma para aplicaciones con tejidos

La morfología de la lana es muy compleja, no sólo en la fibra sino también en la superficie. De hecho, es la morfología superficial la que desempeña un papel importante en el procesamiento de la lana. Las operaciones tradicionales de acabado textil de la lana se llevan a cabo con procesos húmedos. Los efectos no deseados, como el encogimiento, el enfieltamiento y la barrera de difusión, son probablemente causas de la presencia de escamas en la superficie de estas fibras. En el pasado, la modificación de la morfología superficial de la lana se realizó mediante degradación química (tratamiento oxidativo mediante cloración) o por deposición de polímeros. Sin embargo, en ambos procesos, una gran cantidad de productos químicos generados a partir de reacciones incompletas contaminan las aguas residuales. La oxidación también es necesaria para reducir la repelencia al agua y obtener una buena capacidad de tintura. La tintura representa uno de los procesos más caros en términos de energía y consumo de agua, así como de agentes químicos que se descargan en las aguas residuales o son liberados a la atmósfera. Por otra parte, la alta temperatura de los procesos puede debilitar la estructura de la fibra y, consecuentemente, sus propiedades mecánicas.

Las principales ventajas que aporta el tratamiento con plasma consisten en la mejora de la difusión del colorante en las fibras a menor temperatura en comparación con los métodos tradicionales, lo que conducirá a una reducción en el consumo de agua, energía y colorante. Respecto al efecto superficial en la fibra de lana la capa lipídica hidrófoba en la superficie es oxidada y parcialmente retirada cuando se somete a plasma. A medida que la superficie se oxida, el carácter hidrófobo cambia volviéndose cada vez más hidrófilo. La tecnología de plasma aplicada a textiles es un método seco, respetuoso con el medio ambiente y también con el operario con el que se logra la alteración superficial sin modificar las propiedades de las fibras de los diferentes materiales. En particular, los plasmas atmosféricos no térmicos son adecuados ya que la mayoría de los materiales

textiles son polímeros sensibles al calor y se puede aplicar en un proceso continuo. En los últimos años, la tecnología de plasma se ha convertido en un campo de investigación muy activo y de alto crecimiento asumiendo gran importancia en las modificaciones superficiales de los materiales disponibles en la industria textil.

La tecnología de plasma se puede utilizar para procesos de ablación y deposición. Mientras que la ablación permite una limpieza completa de los textiles eliminando los residuos de fabricación, la deposición se puede controlar a nivel nanométrico para lograr nuevas funcionalidades. Las propiedades textiles permanecen intactas con ambos tratamientos y son procesos secos y ecológicos. En comparación con los procesos de acabado estándar actuales, los plasmas tienen la ventaja crucial de reducir el uso de productos químicos, agua y energía. Además, ofrecen la posibilidad de obtener acabados textiles típicos sin cambiar las propiedades clave de los textiles.

Trabajar en el campo de la química textil es un reto debido al alto uso de energía, agua, y la gran diversidad y número de productos químicos. Aunque la química del plasma abre nuevas oportunidades, también tiene muchas desventajas.

Conclusión

La tecnología de plasma se puede aplicar a diversas áreas de procesamiento textil vis-à-vis, pretratamiento, tintura y acabado. La tecnología de plasma se puede utilizar para eliminar material de dimensiones PVA de las fibras de algodón, impartir propiedades anti-enfiltramiento a la lana o mejorar la capacidad de tintura de los textiles de fibras naturales y sintéticas. Se pueden producir textiles funcionales especiales con la ayuda de esta tecnología. Por lo tanto, a pesar de ser una tecnología inicialmente costosa, ofrece una mayor tasa de producción, menos costes de producción, mejores productos y, lo más importante, acabados textiles difíciles o imposibles de obtener mediante la utilización de otras tecnologías. Por encima de todo esto, la tecnología de plasma no confiere los problemas ambientales que plantean las tecnologías tradicionales.

La tecnología de plasma ofrece ventajas como el hecho de ser una tecnología respetuosa con el medio ambiente, un proceso seco y limpio, con poco o nulo consumo de agua y con la mínima generación de residuos. La investigación en este campo ha demostrado enormes perspectivas de esta tecnología como medio ecológico y eficiente para la modificación superficial de polímeros y materiales textiles. El acabado funcional de los tejidos de poliéster y algodón se logró mediante la deposición de un recubrimiento hidrófobo a través de la polimerización por plasma.

El tratamiento de plasma y el injerto de materiales textiles con monómeros repelentes al agua, puede ser una alternativa a los tratamientos clásicos, los cuales son muy costosos y tienen un impacto medioambiental negativo.

Referencias

1. Morshed, A.M.A., Application of Plasma Technology in Textile: A Nanoscale Finishing Process, 2010.
2. Puliyalil, H. and Cvelbar, U. Selective plasma etching of polymeric substrates for advanced applications. *Nanomaterials*, 2016, 6(6), p.108.
3. Hegemann, D. and Balazs, D.J. Nano-scale treatment of textiles using plasma technology. *Plasma technologies for textiles*, 2007, 62, p.158.
4. Buyle, G. Nanoscale finishing of textiles via plasma treatment. *Materials Technology*, 2009, 24(1), pp.46-51.
5. Shah, J.N. and Shah, S.R., 2013. Innovative plasma technology in textile processing: a step towards green environment. *Res J Eng Sci*, 2(4), pp.34-39.
6. Masaeli, E., Morshed, M. and Tavanai, H., Study of the wettability properties of polypropylene nonwoven mats by low-pressure oxygen plasma treatment. *Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films*, 2007, 39(9), pp.770-774.
7. Phan, L., Yoon, S. and Moon, M.W. Plasma-based nanostructuring of polymers: A review. *Polymers*, 2017, 9(9), p.417.
8. Ostrikov, K.K., Cvelbar, U. and Murphy, A.B. Plasma nanoscience: setting directions, tackling grand challenges. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2011, 44(17), p.174001.
9. Choudhary U, Dey E, Bhattacharyya R and Ghosh SK. A Brief Review on Plasma Treatment of Textile
Materials. Adv Res Text Eng. 2018; 3(1): 1019.
10. Zille, A., Oliveira, F.R. and Souto, A.P., 2015. Plasma treatment in textile industry. *Plasma processes and Polymers*, 12(2), pp.98-131.
11. Sparavigna, A.C. and Wolf, R.A., 2008. Atmospheric plasma treatments in converting and textile industries. *Lulu Enterprises*, 2008, 155:1-112.
12. Seki, Y., Sarikanat, M., Sever, K., Erden, S. and Gulec, H.A., 2010. Effect of the low and radio frequency oxygen plasma treatment of jute fiber on mechanical properties of jute fiber/polyester composite. *Fibers and Polymers*, 11(8), pp.1159-1164.
13. Chinta, S.K., Landage, S.M. and Kumar, M.S., 2012. Plasma technology and its application in textile wet processing. *Int. J. Eng. Res. Technol.(IJERT)*, 1(5), pp.1-12.
14. Tang, K.P.M., Kan, C.W. and Fan, J.T., 2014. Evaluation of water absorption and transport property of fabrics. *Textile Progress*, 46(1), pp.1-132.
15. Zhang, Z., Han, S., Wang, C., Li, J. and Xu, G., 2015. Single-walled carbon nanohorns for energy applications. *Nanomaterials*, 5(4), pp.1732-1755.
16. Bo, Z., Yang, Y., Chen, J., Yu, K., Yan, J. and Cen, K., 2013. Plasma-enhanced chemical vapor deposition synthesis of vertically oriented graphene nanosheets. *Nanoscale*, 5(12), pp.5180-5204.
17. Filipič, G. and Cvelbar, U., 2012. Copper oxide nanowires: a review of growth. *Nanotechnology*, 23(19), p.194001.

18. Ashik, U.P.M., Daud, W.W. and Abbas, H.F., 2015. Production of greenhouse gas free hydrogen by thermocatalytic decomposition of methane—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, pp.221-256.
19. Mariotti, D., Mitra, S. and Švrček, V., 2013. Surface-engineered silicon nanocrystals. *Nanoscale*, 5(4), pp.1385-1398.
20. Park, S.H., Chae, J., Cho, M.H., Kim, J.H., Yoo, K.H., Cho, S.W., Kim, T.G. and Kim, J.W., 2014. High concentration of nitrogen doped into graphene using N₂ plasma with an aluminum oxide buffer layer. *Journal of Materials Chemistry C*, 2(5), pp.933-939.
21. Kumar, A., Lin, P.A., Xue, A., Hao, B., Yap, Y.K. and Sankaran, R.M., 2013. Formation of nanodiamonds at near-ambient conditions via microplasma dissociation of ethanol vapour. *Nature communications*, 4, p.2618.
22. Attri, P., Arora, B. and Choi, E.H., 2013. Retracted Article: Utility of plasma: a new road from physics to chemistry. *Rsc Advances*, 3(31), pp.12540-12567.
23. Meyyappan, M., 2009. A review of plasma enhanced chemical vapour deposition of carbon nanotubes. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 42(21), p.213001.
24. Meyyappan, M., 2011. Plasma nanotechnology: past, present and future. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 44(17), p.174002.
25. Vasilev, K., Griesser, S.S. and Griesser, H.J., 2011. Antibacterial surfaces and coatings produced by plasma techniques. *Plasma Processes and Polymers*, 8(11), pp.1010-1023.
26. Jhala, P.B., 2008. Innovative atmospheric plasma technology for improving angora cottage industry's competitiveness. In *Conference on leveraging innovation and inventions enhancing competitiveness.*, October-13, 2008. NRDC.
27. Sarmadi, M., 2013. Advantages and disadvantages of plasma treatment of textile materials. In *21st International Symposium on Plasma Chemistry*.

2.3. Fabricación de E-Textiles

Aileni Raluca Maria INCDTP, Rumania

E-textiles - Visión general

Los E-textiles (textiles electrónicos o inteligentes) son textiles con piezas electrónicas incorporadas (actuadores, baterías, sensores o pequeñas computadoras). E-textil define un producto en la frontera común entre el textil y la electrónica (Figura 2.3.1). El objetivo de los e-textiles es obtener un producto flexible y cómodo para el usuario, con funciones como detección, accionamiento o generación de energía eléctrica, que son útiles en áreas médicas, militar/defensa, protección, espacios deportivos y seguridad.

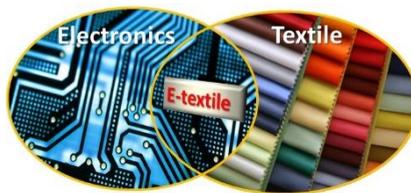


Figura 2.3.1 E-textil → textiles – barrera electrónica

Un textil electrónico es un tejido capaz de conducir electricidad debido a su fabricación con el uso de hilos metálicos, fibras, recubrimiento con micro/nanopartículas o con polímeros conductores. Los textiles electrónicos (e-textiles) son tejidos que tienen electrónica e interconexiones tejidas dentro de los mismos. Un textil electrónico se refiere a una superficie textil que incorpora capacidades sensoriales (señales biomédicas o parámetros medioambientales), comunicativas (inalámbricas), transmisión de potencia y tecnología de interconexión permitiendo así que los sensores o elementos como dispositivos de procesamiento den señal y usar esta señal dentro del tejido a través del IoT (*Internet de las cosas*). Los E-textiles suelen contener hilos conductivos hilados o retorcidos y contienen material conductor (plata, cobre o acero inoxidable) para permitir la conductividad eléctrica.

Las tecnologías para los E-textiles deben permitir:

- La producción en masa de E-textiles flexibles
- La fabricación a bajo coste
- La fabricación del producto con los parámetros requeridos de comodidad y capacidad de desgaste (conductividad térmica, conductividad eléctrica, permeabilidad, resistencia, resistencia de lavado)

Los E-textiles son productos basados en partes textiles y electrónicas. Hay dos grupos de productos e-textiles:

- E-textiles con dispositivos electrónicos clásicos incrustados en prendas de vestir, como conductores, circuitos integrados, LEDs y baterías convencionales.
- E-textiles con electrónica integrada directamente en los sustratos textiles como electrónica pasiva (conductores y resistencias) o componentes activos (transistores, diodos y celdas solares).

E-textiles – métodos de fabricación avanzados

El principal requisito para los métodos de fabricación utilizados es generar un tejido con propiedades electro-conductoras con el fin de obtener conductores eléctricos o semiconductores de los circuitos, sensores, actuadores, protectores de EM o EMI. Las tecnologías más importantes utilizadas para obtener e-textiles (textiles con electrónica incrustada o superficie textil con propiedades electro-conductoras) son:

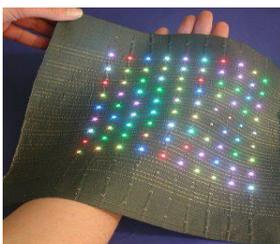
- **Tecnologías clásicas** basadas en la integración de hilos conductivos dentro del tejido a través de un nuevo desarrollo en las tecnologías de bordado, tejeduría de calada y de punto. (Figura 2.3.2).
- **Tecnologías avanzadas- el tejido se convierte en obleas de silicio:** Las tecnologías de impresión como la impresión 3D y 4D tienen unas altas perspectivas para la revolución de la fabricación de e-textiles.

- La tecnología de **impresión 3D** implica la fabricación aditiva y se puede utilizar para fabricar componentes conductores (circuitos, sensores, escudos EMI y RF) directamente sobre el tejido utilizando diferentes procesos:

- ➔ Procesos FDM (Figura 2.3.3), que implican una extrusión capa por capa de materiales de filamento fundido;
- ➔ Procesos LDM, para la fabricación de nanocompuestos 3D conductivos (Figura 2.3.4) basados en microestructuras.
- ➔ Procesos SC3DP, para la fabricación de nanocompuestos CNT/PLA conductores (Figura 2.3.5) utilizados en aplicaciones de protección EMI.



a. Máquina de bordado STICTRONIC añadiendo hilos conductores al tejido [9]



b. Tejido emisor de luz con LEDs: hilos conductores entrelazados con hilos de poliéster



c. Tejido emisor de luz con LEDs: hilos conductores entrelazados con hilos de poliéster

Figura 2.3.2. Tecnologías clásicas – nuevos desarrollos

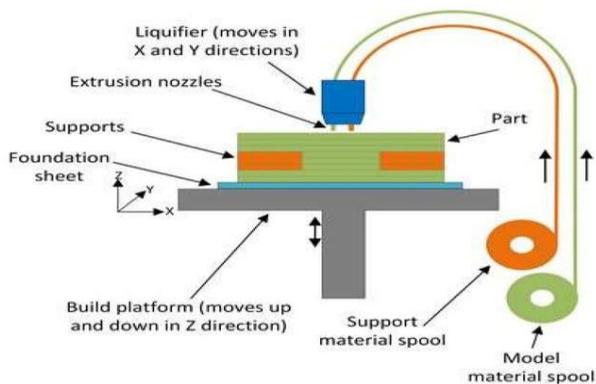


Figura 2.3.3. Proceso de modelado por deposición fundida (FDM) [12]

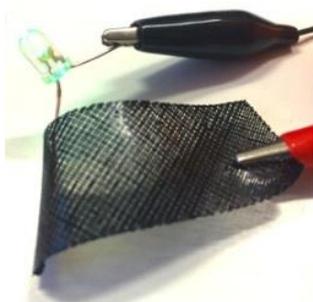


Figura 2.3.4. Estructura tejida impresa en 3D de nanocompuestos basados en MWCNT, utilizada como elemento conductor en un circuito eléctrico simple [11]

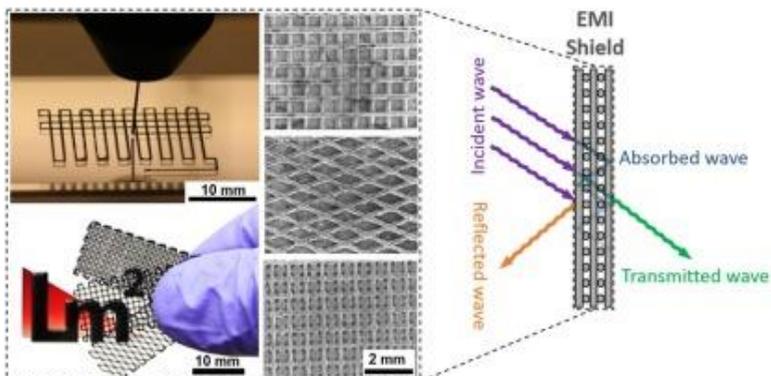


Figura 2.3.5. Impresión 3D de nanocompuestos CNT/PLA para la protección EMI [13]

- La tecnología de **impresión 4D** (Figura 2.3.6) se utiliza para materiales compuestos y representa una combinación de tecnología de impresión 3D y la dimensión de la transformación a lo largo del tiempo (materiales inteligentes).

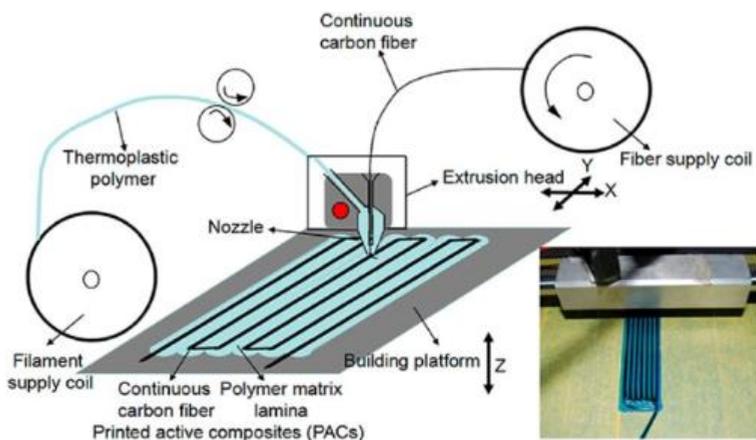


Figura 2.3.6. Impresión 4D – proceso FDM modificado para PACs [14]

- Las tecnologías de **recubrimiento superficial**, como PVD (pulverización por plasma), CVD (deposición química de vapor), revestimiento en metal acabado (plata, cobre y níquel, oro) y laminación, se utilizan para la fabricación de e-textiles.

→ El recubrimiento sin electrolíticos es un método de deposición en envases electrónicos. Sin embargo, la estabilidad del recubrimiento sin electrolíticos depende del material del sustrato, el proceso de pretratamiento, el pH y la temperatura durante el revestimiento y el tipo de solución utilizada. En el recubrimiento sin electrolíticos con plata (Figura 2.3.7), las capas de plata tienen una buena adherencia y sólo las fibras de níquel tienen resistencia al lavado.

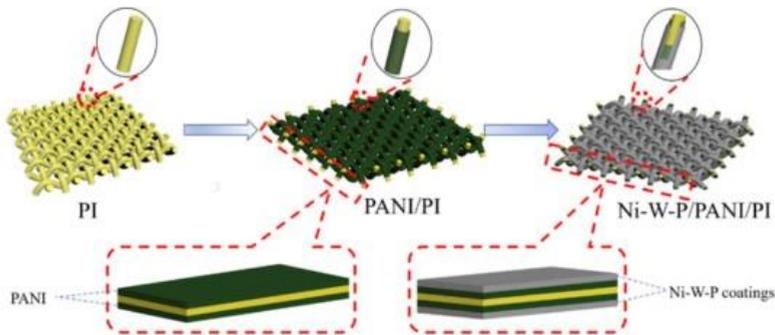


Figura 2.3.7. Tejido EMS preparado para el recubrimiento sin electrolíticos de níquel-tungsteno-fósforo [16]

→ La pulverización de plasma (Figura 2.3.8) es una tecnología respetuosa con el medio ambiente que puede utilizarse para la metalización textil mediante la deposición de metales como cobre (Figura 2.3.9) o plata con el fin de mejorar la conductividad eléctrica de los textiles. La deposición de metal por pulverización de plasma permite la limpieza y la deposición de metal en un solo paso con baja cantidad de plata. La pulverización es un método de deposición mediante vapor de partículas (PVD) y se basa en las colisiones de iones que desalojan nanopartículas del material y se depositan sobre la superficie textil. La deposición de la pulverización se realiza en una cámara de vacío mediante gas de argón y un sustrato metálico.

→ La **laminación** de una película fina y elástica transistora (TFT) que produce una laminación de la pantalla LED en los textiles desarrollados por Holst Centre, IMEC y CSMT- Figura 2.3.10.a.

→ Fibras de recubrimiento con capas LED/OLED (Fraunhofer IZM)- Figura 2.3.10.b.

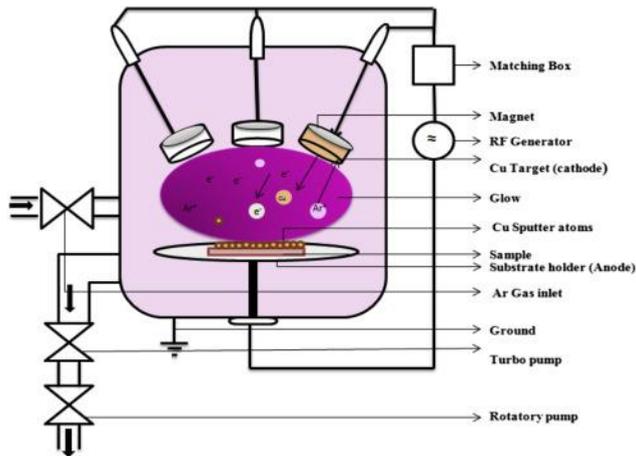


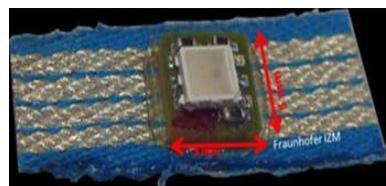
Figura 2.3.8. Diagrama esquemático de la pulverización de plasma [17]



Figura 2.3.9. Telas de fibra sin recubrir / recubiertas [17]



a. Textil laminado TFT [18]



b. Smart pixel LED enlazado a un textil utilizando NCA [19]

Figura 2.3.10. Textiles con revestimiento laminado con TFT/ LED / OLED

- El electrohilado es “una técnica que impulsa voltaje implicando un proceso de accionamiento electrostático utilizado para crear fibras electrohiladas”, se puede utilizar para fabricar nanofibras transparentes para los e-textiles con transparencia LED (Figura 2.3.11 y 2.3.12). Además, utilizando estas tecnologías, se están obteniendo e-textiles como:

- Sensores basados en propiedades modificadas de detección superficial (capacitiva, resistiva, óptica)
- Actuadores basados en propiedades modificadas de accionamiento superficial (tejidos electroactivos y auxéticos)
- Baterías y recolectores de energía (tejidos que actúan como condensadores almacenando energía cinética, piezoeléctrica y térmica para generar energía eléctrica).

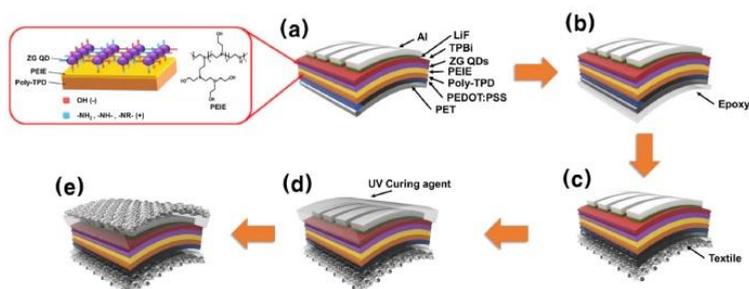


Figura 2.3.11. El proceso de fabricación de textiles de nanofibras transparentes con ZnO intercalado @graphene QD LEDs (a-e) [20]



Figura 2.3.12. Emisión de luz azul desde dispositivos de estructura textil/LED/textil y después de la reflexión (radio de curvatura: $R=1$ cm) [20]

Referencias

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/E-textiles>
2. JUR, Jesse S., et al. Flexible Interconnects, Systems, and Uses Thereof. U.S. Patent Application No 15/174,677, 2016.
3. An, Sizhe, Azat Meredov, and Atif Shamim. Flexible, Stretchable and Washable Filter Printed Directly on Textile. 48th European Microwave Conference (EuMC). IEEE, 2018.
4. Mosallaei, M., Jokinen, J., Honkanen, M., Iso-Ketola, P., Vippola, M., Vanhala, J., Kanerva, M. and Mäntysalo, M. Geometry Analysis in Screen-Printed Stretchable Interconnects.

- IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology. 2018, 8(8), pp.1344-1352.
5. Mosallaei, M., Khorramdel, B., Honkanen, M., Iso-Ketola, P., Vanhala, J. and Mäntysalo, M. Fabrication and characterization of screen printed stretchable carbon interconnects. In *Microelectronics Packaging (NordPac), 2017 IMAPS Nordic Conference on* (pp. 78-83). IEEE.
 6. Schlesinger, M. and Paunovic, M. eds. *Modern electroplating* (Vol. 55). John Wiley & Sons, 2011.
 7. Ali, A., Baheti, V., Javaid, M. U., & Militky, J. Enhancement in ageing and functional properties of copper-coated fabrics by subsequent electroplating. *Applied Physics*. 2018, A, 124(9), 651.
 8. Liu, C., Li, X., Li, X., Xu, T., Song, C., Ogino, K., & Gu, Z. Preparation of Conductive Polyester Fibers Using Continuous Two-Step Plating Silver. *Materials*. 2018, 11(10), 2033.
 9. <http://www.stfi.de/en/stfi/research/innovation-center-of-technical-textiles/woven-knitted-and-composite-products.html>
 10. Pieterse, L. V., Bouten, P., Krieger, K., & Bhattacharya, R. Robust fabric substrates for photonic textile applications. *Research Journal of Textile and Apparel*. 2010, 14(4), 54-62.
 11. Postiglione, G., Natale, G., Griffini, G., Levi, M. and Turri, S. Conductive 3D microstructures by direct 3D printing of polymer/carbon nanotube nanocomposites via liquid deposition modeling. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2015, 76, pp.110-114.
 12. Gebisa, A.W. and Lemu, H.G. Investigating Effects of Fused-Deposition Modeling (FDM) Processing Parameters on Flexural Properties of ULTEM 9085 using Designed Experiment. *Materials*. 2018, 11(4), p.500.
 13. Chizari, K., Arjmand, M., Liu, Z., Sundararaj, U. and Therriault, D. Three-dimensional printing of highly conductive polymer nanocomposites for EMI shielding applications. *Materials Today Communications*. 2017, 11, pp.112-118.
 14. Yang, C., Wang, B., Li, D. and Tian, X.,. Modelling and characterisation for the responsive performance of CF/PLA and CF/PEEK smart materials fabricated by 4D printing. *Virtual and Physical Prototyping*. 2017, 12(1), pp.69-76.
 15. Hashmi, S. *Comprehensive materials finishing*. Elsevier, 2016.
 16. Ding, X., Wang, W., Wang, Y., Xu, R. and Yu, D. High-performance flexible electromagnetic shielding polyimide fabric prepared by nickel-tungsten-phosphorus electroless plating. *Journal of Alloys and Compounds*. 2018.
 17. Hegemann, D., Amberg, M., Ritter, A. and Heuberger, M. Recent developments in Ag metallised textiles using plasma sputtering. *Materials Technology*. 2009, 24(1), pp.41-45.
 18. Rani, K.V., Sarma, B. and Sarma, A. Plasma sputtering process of copper on polyester/silk blended fabrics for preparation of multifunctional properties. *Vacuum*. 2017, 146, pp.206-215.
 19. <http://www.eenewseurope.com/news/imec-laminates-stretchable-led-display-garments>
 20. Lee, K.S., Shim, J., Park, M., Kim, H.Y. and Son, D.I. Transparent nanofiber textiles with intercalated ZnO@ graphene QD LEDs for wearable electronics. *Composites Part B: Engineering*. 2017, 130, pp.70-75.

2.4. Tecnologías de punto avanzadas

Mariana Ursache and Luminita Ciobanu, "Gheorghe Asachi" Universidad Técnica de Iasi, Rumania

Introducción

La tejeduría de estructuras de punto es uno de los dos métodos de procesar las estructuras textiles además de la tejeduría de estructuras de calada. En el caso de la tejeduría de tejidos de punto, el tejido se realiza convirtiendo el hilo en bucles interconectados en dirección trama o urdimbre. Además de su uso más importante en prendas de vestir, los tejidos de punto están ganando cada vez más importancia en el área de los textiles técnicos como geotextiles, textiles para la automoción, médicos, deportivos, agrícolas, industria aeroespacial, de protección, y así sucesivamente.

Los tejidos de punto se dividen en dos grandes grupos, por urdimbre y por trama, según la alimentación de hilo y la dirección de movimiento del este respecto a la dirección de formación del tejido. En los tejidos por trama, la técnica de bucles se forma horizontalmente a partir del mismo hilo, tal y como muestra la Figura 2.4.1.a. En los tejidos por urdimbre, la técnica de bucles se conecta en dirección trama y el movimiento del hilo también es en esta dirección, tal y como muestra la Figura 2.4.1.b.

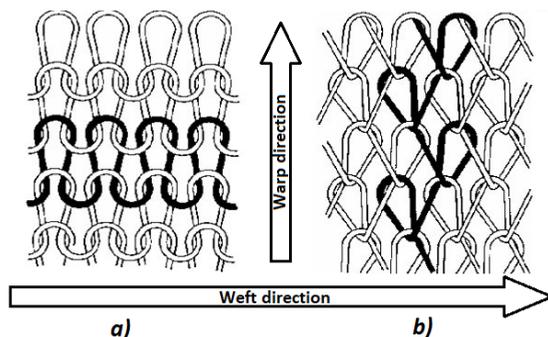


Figura 2.4.1. Estructuras básicas por urdimbre y por trama

En correlación con estos dos grupos de estructuras y técnicas de punto, hay dos amplias tecnologías en la tejeduría de mallas, llamadas tejeduría de punto por urdimbre y tejeduría de punto por trama. Una clasificación general de las tecnologías de tejeduría de punto que tiene en cuenta los dos grupos de estructura, así como las máquinas, la forma y el número de agujas, se ilustra en la Figura 2.4.2.

Con los desarrollos técnicos innovadores y un entorno de producción moderno, los procesos de tejeduría de punto actuales permiten la fabricación de una amplia gama de productos de punto para cubrir las tendencias actuales de su uso final.

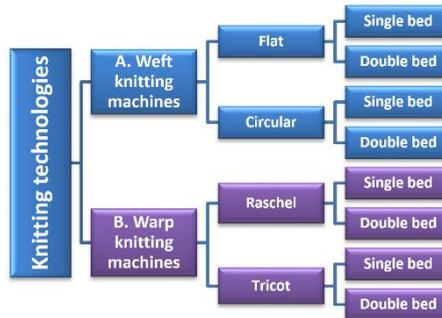


Figura 2.4.2. Clasificación general de las tecnologías y las máquinas de género de punto

Los siguientes párrafos presentan los avances significativos en la tecnología de punto considerando los últimos desarrollos relativos a las aplicaciones de los productos de malla, así como las problemáticas técnicas que se deben tener en cuenta en las máquinas de fabricación.

Los avances en las tecnologías de los tejidos por trama

En las últimas décadas, los principales fabricantes de máquinas de tejeduría de punto han incluido en su portafolio de productos de punto 3D máquinas de tejer y software de patrones que se utilizan en la producción de tejidos para moda, así como para aplicaciones técnicas.

Los desarrolladores de productos van a los fabricantes de maquinaria para producir tejidos industriales y técnicos con forma de punto 3D para ámbitos médicos, ropa deportiva, automoción, aviación y tapicería.

a) Desarrollos en las tecnologías planas de los tejidos de punto

- *Desarrollos relacionados con la industria de la moda*

Durante los últimos 20 años ha habido unos desarrollos técnicos espectaculares en las máquinas y los softwares de la producción de tejidos de punto para prendas de vestir, especialmente en las máquinas planas. Estos desarrollos han hecho posible racionalizar el diseño y la producción de las prendas de punto.

Los procesos de fabricación de prendas de punto planas, se pueden dividir en tres métodos de producción diferentes (tal y como presenta la Figura 2.4.3):

- Corte y costura/ corte de formas de punto;
- Prendas completas / Productos integrales de moda
- Tecnologías sin costuras / Prenda de vestir entera / Tejer y vestir

Las tecnologías sin costuras se han vuelto cada vez más populares siendo vistas como una alternativa al tejido de punto convencional. Sus principales beneficios incluyen un mejor ajuste y comodidad a través del modelado 3D, una cobertura mejorada a través de la eliminación de las costuras, una producción de respuesta rápida y el uso mínimo de material a través de la construcción de una sola pieza.

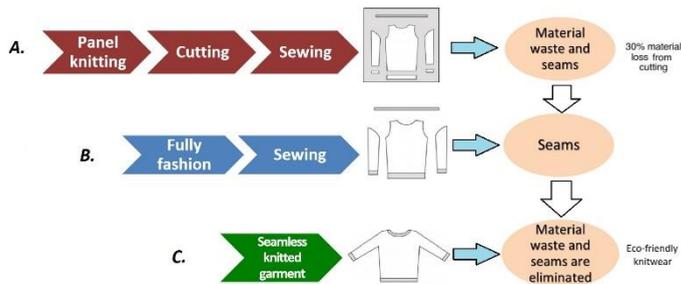


Figura 2.4.3. Comparación de las tres tecnologías diferentes para la producción de prendas de punto planas

Shima Seiki es considerado el pionero de esta tecnología lanzando, en 1995, la tecnología patentada *Wholegarment* que permite la conformación tridimensional de prendas de vestir. Una tecnología similar, bajo el nombre "*kniw and wear*", fue lanzada por Stoll en 1997, el principal competidor de Shima Seiki.

- *Innovaciones técnicas para incrementar el potencial de las máquinas*

Al mismo tiempo, las nuevas tecnologías no solo están considerando la capacidad de producir productos sin costuras, sino que utilizan todo el potencial mejorando drásticamente a través de la aplicación de las innovaciones técnicas más recientes, tales como: configuración con cuatro agujas, agujas deslizantes, contra platinas, resortes de tipo elástico, retención inferior de la platina, prénsatelas, elementos de transferencia, prénsatelas de bucles, prensaletas de puntada, nuevo sistema de desmontaje controlado por ordenador, mecanismo de desmontaje auxiliar, etc. A continuación, se presenta una selección de estas innovaciones.

La configuración con cuatro agujas de las máquinas modernas de tejer controladas por ordenador MACH2XS de Shima Seiki amplía significativamente las capacidades de punto y transferencia permitiendo el diseño y el patrón de la producción de prendas integrales. Esta nueva configuración de agujas (ver Figura 2.4.4) consiste en dos lechos extras (1 y 3) en la parte superior de los lechos V convencionales (2 y 4). Los cuatro lechos están equipados con las nuevas agujas deslizantes. Las

máquinas son capaces de tejer la prenda de punto de forma integral utilizando todas las agujas en el área de trabajo.

La nueva aguja deslizante de Shima Seiki es un diseño de aguja completamente nuevo que permite diseños de mallas prácticamente ilimitados (Figura 2.4.5). Un deslizamiento flexible de dos piezas, que reemplaza el pestillo, se divide y se extiende más allá del gancho de la aguja y amplía el potencial de tejeduría de punto facilitando especialmente las transferencias complejas [4]. La acción de transferencia no requiere clip de transferencia en la aguja, por lo tanto, las agujas se colocan centralmente en las ranuras de la aguja (Figura 2.4.6.b). Este posicionamiento da una formación del bucle perfectamente simétrica y tejidos de alta calidad.

Las nuevas contra-platinas con su contramovimiento reducen el movimiento total de la aguja deslizante, derivando en mejoras significativas en la productividad y una mayor calidad de los tejidos mientras que permite la utilización de una variedad más amplia de hilos.

El nuevo sistema de desmontaje controlado por ordenador es la innovación técnica más reciente aplicada para retirar el tejido cuando se teje género de punto con aplicaciones 3D o prendas integrales. El sistema permite controlar la tensión con la que se retira el tejido por ambos lados y permite la conformación tridimensional obteniendo prendas con dimensiones más precisas que se ajustan mejor al cuerpo.

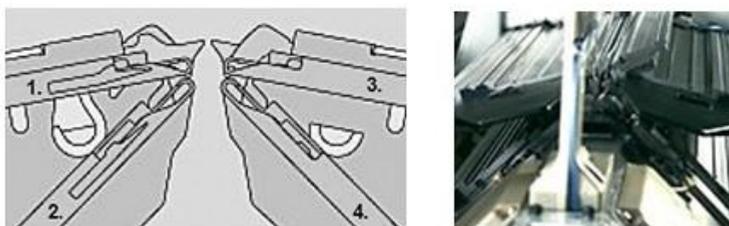
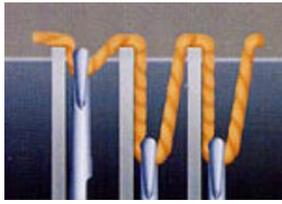


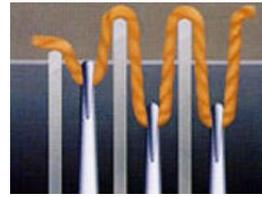
Figura 2.4.4. Configuración de cuatro lechos de agujas



Figura 2.4.5. La nueva aguja deslizante de Shima Seiki



a) Enganche convencional de las agujas y las platinas



b) Desprendimiento de las agujas y las contra-platinas

Figura 2.4.6. Posicionamiento de las agujas y las platinas

Dos lechos de prensatelas de bucle, desarrollado por Shima Seiki en la serie SRY, mejoran la formación del bucle controlando la presión de los bucles individuales [6]. Los lechos se colocan por encima de las agujas delanteras y traseras. Esta nueva técnica presenta una gran capacidad de prendas de punto. Los hilos especiales, como los metálicos, se pueden tejer ofreciendo así grandes oportunidades para aplicaciones en otras áreas diferentes a la moda.

Nueva máquina de tejer híbrida urdimbre/trama plana controlada por ordenador, de Shima Seiki (LAPIS®), combina la capacidad de inserción de urdimbre con los últimos desarrollos en tecnología moderna por trama. La inserción de urdimbre se realiza con el uso de chapas especiales situadas a cada lado del sistema single-Knitran® en el carro delantero.

b) Desarrollos en las tecnologías de tejeduría de punto circular

Las máquinas de tejer circulares son ampliamente utilizadas en la industria para producir tejidos de punto. Se pueden construir en una gran variedad de diámetros.

- *Tecnología de tejidos de punto sin costuras*

Las máquinas de tejer punto circulares sin costuras difieren de las máquinas de tejer planas sin costuras.

Pueden producir más de un tubo que, posteriormente, se deberán de unir. Las prendas tejidas completamente en máquinas circulares pueden necesitar una operación de corte mínima. Además, las máquinas circulares sin costuras requieren diferentes diámetros para ajustarse al tamaño de la prenda. Por lo tanto, tejer sin costuras en máquinas circulares no es un verdadero proceso de tejeduría sin costuras. Los fabricantes de maquinaria más representativos en este ámbito son Santoni, Sangiacomo y Orizio Santoni. La máquina sin costuras “Santoni” es una máquina circular electrónica de un solo jersey con cuatro alimentaciones, da tejidos de punto sin costuras tubulares de dimensiones corporales y permite la creación de una prenda a partir de movimientos recíprocos. Las máquinas producen trajes de baño, ropa deportiva, prendas de vestir y ropa interior.

- *Tecnología de punto de giro*

Recientemente, tres fabricantes de maquinaria de punto circular (Mayer&Cie, Terrot y Pai Lung) presentaron sus máquinas de punto de giro que giran el hilo de las bobinas las cuales se montan cerca de la máquina y tejen el tejido con el hilo girado en la misma máquina (ejemplificado en la Figura 2.4.7). De esta manera, el proceso de producción se acorta obteniendo, en comparación con los procesos convencionales, menores costes de producción, menor consumo de energía y menor nivel de emisión de CO2.



Figura 2.4.7. Máquina de punto con giro Spinit 3.0 E de Mayer & Cie

Los avances en las tecnologías de los tejidos por urdimbre

La tejeduría de punto por urdimbre es una tecnología versátil que presenta varias ventajas: una productividad extremadamente alta (similar o incluso más alta que la tejeduría de calada); posibilidad de producir una amplia gama de estructuras, tanto cerradas como abiertas, con aplicaciones que varían desde prendas de vestir a productos de decoración y aplicaciones técnicas (como tejidos médicos, ropa deportiva, embalaje, agricultura, refuerzo de compuestos, etc.); posibilidad de insertar hilo de trama (urdimbre, trama, multiaxial); perfectamente adecuado para producir estructuras de malla; excelente control de las propiedades (en plano y a través del espesor); los tejidos tienen una muy buena estabilidad dimensional, sin riesgo a que se deshile. La tecnología tricot representa varios avances para mejorar el rendimiento de las máquinas, como incrementar la velocidad en que se teje (hasta 3000rpm), galgas más finas (hasta E44), ancho de trabajo (hasta 6.60m), control electrónico de todos los mecanismos, etc.

Las máquinas Raschel de doble barra se utilizan para producir una amplia gama de textiles tridimensionales (Figura 2.4.8). Para incrementar la productividad, las agujas convencionales son reemplazadas por agujas compuestas.



Figura 2.4.8. Máquina de doble barra – elementos de punto

Los tejidos espaciadores se producen tejiendo dos capas de punto independientes (con barras guía separadas) conectadas por hilos gruesos que alimentan 1-2 barras guía en ambas barras de agujas (Figura 2.4.9). El espacio entre los lechos determina el espesor de la tela que normalmente varía entre 1 a 15 mm. En las máquinas de doble barra (con placas falsas flexibles) a alta distancia pueden producir tejidos espaciadores con mayor espesor (20 a 65mm). Las principales aplicaciones para estos materiales son colchones, zapatos y tapicería para asientos de coche.

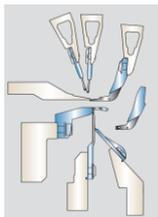


Figura 2.4.9. Tejido espaciador – sección transversal

El tejido de punto por urdimbre sin costuras es otro desarrollo con un alto potencial en el mercado: ropa deportiva funcional, lencería, medias y prendas de vestir de moda.

Además de la posibilidad de controlar la forma tubular según la forma del producto, el uso de la tecnología jacquard piezoeléctrica permite un patrón de estructuras ilimitado. Las barras jacquard tienen elementos piezoeléctricos que pueden ser desplazados individualmente, tanto overlap como underlap y de derecha a izquierda, modificando la evolución normal del hilo alimentando la aguja contigua, afectando a la compacidad de la tela. Las barras se desarrollaron primeramente para las máquinas de encaje, pero actualmente su uso se ha extendido ampliamente debido a los diferentes patrones que ofrece.

La tecnología para los tejidos de punto con urdimbre multiaxial para el refuerzo de compuestos es otro desarrollo significativo. Esta tecnología se basa en la formación de capas (3 estándar) de fibras de vidrio o carbono, una colocada a 90° (inserción de trama) y la otra a diferentes ángulos (ajustables) que se alimentan por la zona del tejido, donde se añaden hilos de relleno y las mallas de punto (evolución en columna o tricot) con los que se consigue conformar el tejido resultante (Figura 2.4.10). Las capas de hilados no prensadas se alimentan utilizando carruajes especiales que se mueven a través de la mesa, colocando los hilos en el ángulo preciso necesario en la aplicación.



a) Elementos para la tejeduría de punto



b) Portador para desenredar los hilos no prensados



c) Aspecto de las capas, con una capa de fibras cortada en la parte superior

Figura 2.4.10. Tejidos de punto por urdimbre multiaxiales no prensados

Incluso si el tejido plano es predominante, hay máquinas de tejer de punto por urdimbre circulares que utilizan cilindros de diámetros pequeños. Estas máquinas producen mallas tubulares para embalar, útiles en piscifactorías y para medias de rejilla.

Referencias

- 1.Spencer, D. J., Knitting technology. A comprehensive handbook and practical guide (Third edition), Woodhead Publishing ISBN 1 85573 333 1, 2001
- 2.Gawri, M., Flat knit production a comparative analysis, Available at: <https://apparelresources.com/technology-news/knitting-technology/flat-knit-production-comparative-analysis/>
- 3.Tait, N., Seamless Knitwear: New technology ensures one-piece construction with minimal wastage, Apparel resources, Available at: <https://apparelresources.com/technology-news/knitting-technology/seamless-knitwear/>
- 4.Knitting. Products and services for the flat knitting sector, https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Flat_knitting.pdf
- 5.Choi, W., Powell, N.B., Three dimensional seamless garment knitting on V-bed flat knitting machines, J.T.A.T.M., 2005, 4 (3), 1-33.
- 6.Shima Seiki Knitting machines, Accessed on January 2019 from <http://www.shimaseiki.com/product/knit/>

7. West, A., ITMA 2016 Technology: Knitting, <https://www.textileworld.com/textile-world/knitting-apparel/2016/02/itma-2016-technology-knitting/>
8. Xinxin Li, Gaoming Jiang, Pibo Ma, Computer-aided design method of warp-knitted jacquard spacer fabrics, Autex Research Journal, 2015 (downloaded from <https://www.researchgate.net/publication/284813222>)
9. <https://www.karlmayer.com/en/products/>
10. Nayak, R., Padhye, R. (editors), Garment Manufacturing Technology, Woodhead Publishing, 2015
11. AU, K.F. (editor), Advances in Knitting Technology, Woodhead Publishing, 2011

2.5. Tratamientos de plasma

Andrea Zille, Antonio P. Souto, Universidad de Minho, Portugal

Fernando R. Oliviera, Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil

Introducción

En los últimos años, la tecnología de plasma ha asumido una gran importancia entre los procesos de modificación superficial de los textiles disponibles. Es un método seco, respetuoso con el medio ambiente y con el trabajador para lograr la alteración superficial sin modificar las propiedades propias de los diferentes materiales. El estado de plasma, también conocido como cuarto estado de la materia, es un gas ionizado eléctricamente neutro compuesto por especies de energía neutra, iones, fotones y especies excitadas que no están ligadas a un átomo o molécula. Más del 99% del universo conocido está en estado de plasma, a excepción de los fríos cuerpos celestiales y los sistemas planetarios. La clasificación del plasma más utilizada divide el plasma en dos categorías: plasma térmico, cuando las especies están en equilibrio térmico, y plasma frío, cuando las especies no están en equilibrio térmico. Los plasmas térmicos se caracterizan por altas temperaturas de electrones y partículas pesadas cercanas a un alto nivel de ionización. Las temperaturas pueden oscilar entre 4000 K, donde especies como el cesio se ionizan fácilmente, a 2000K, para las especies de ionización difícil como el helio. El equilibrio térmico implica que la temperatura de todas las especies (electrones, iones, especies neutrales) debe ser la misma. Algunos ejemplos son: arcos eléctricos, chorros de plasma de los motores de los cohetes y reacciones de generación de plasma termonuclear. El plasma térmico se obtiene a altas presiones de gas, lo que implica muchas colisiones en el plasma ya que la trayectoria libre media de las especies es pequeña. De esta manera, el intercambio energético entre las especies del plasma es eficiente manteniendo la misma temperatura entre especies. El plasma frío, también llamado plasma no térmico, está compuesto por partículas de baja temperatura (moléculas cargadas y neutrales y especies atómicas) y temperaturas de electrones relativamente altas que están asociadas con una baja ionización. Para los plasmas fríos se utiliza baja presión, lo que proporciona colisiones entre las especies del plasma ya que la trayectoria libre media es larga. En consecuencia, ocurren ineficiencias en la transferencia de energía de las diferentes temperaturas de las especies de plasma. Los plasmas fríos son particularmente apropiados para la modificación y procesamiento de superficies textiles debido a que la mayoría de los materiales fibrosos son polímeros sensibles al calor. Los tratamientos con plasma frío se pueden utilizar para mejorar la adherencia de la matriz fibrosa mediante la introducción de grupos polares mediante la deposición de una nueva capa del mismo polímero o cambiando la rugosidad superficial del sustrato. Estas características pueden favorecer la formación de fuertes lazos entre la fibra y la matriz polimérica. Tales formas de descarga tienen la principal ventaja de impulsar significativamente modificaciones morfológicas y químicas superficiales mejorando

la hidrofilia y haciendo que las fibras sean más accesibles para diversas especies químicas sin alterar las propiedades propias del material. Los plasmas fríos pueden dividirse en plasmas de presión atmosférica y plasmas de vacío o de baja presión (Figura 2.5.1).

El plasma de baja presión sigue siendo la tecnología preferida para lograr diversos efectos mediante grabado, polimerización o formación de radicales libres en la superficie del sustrato textil, como en el caso de los recubrimientos superhidrófobos y retardantes a la llama. Por otra parte, en el caso de la etapa de tintura de tejidos de poliéster y de polipropileno, las tecnologías de plasma de baja presión mostraron los mejores resultados, especialmente con colorantes dispersos. Sin embargo, los tratamientos de plasma a baja presión requieren costosos sistemas de vacío por lo que es difícil obtener un procesado continuo y sofisticado.

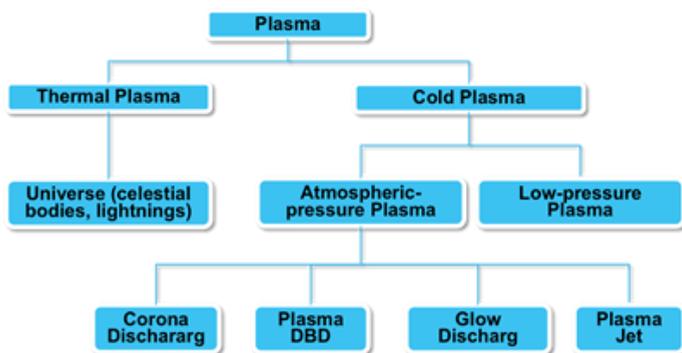


Figura 2.5.1. Clasificación del plasma

El plasma atmosférico es un método alternativo y económicamente competitivo frente los tratamientos químicos húmedos y los tratamientos de plasma a baja presión, evitando la necesidad de costosos equipos de vacío y permitiendo un procesamiento continuo y uniforme de las superficies de las fibras. La tecnología de descarga de barrera dieléctrica (DBD) es una de las fuentes de plasma atmosférico no térmicas más efectivas y ha atraído un creciente interés por las aplicaciones industriales textiles. Recientemente, tanto la activación superficial como la deposición de un delgado recubrimiento funcional mediante plasma de presión atmosférica DBD se han investigado con el fin de conferir a los textiles diversas propiedades (Figura 2.5.2), como la afinidad por los pigmentos y los colorantes, resistencia a las manchas, antibacteriano, sin encogimiento y sin enfieltramiento. Con este objetivo se han utilizado diferentes mezclas de gases de alimentación, desde no polimerizantes (aire, Ar, He, N₂, O₂, hasta los precursores de hidrocarburos, fluorocarbonos y organosilicio.

Debido a la esterilidad intrínseca de la superficie tratada, los procesos de plasma también son atractivos para aplicaciones biológicas y medicinales. En ámbitos médicos, alimentarios y textiles, la adherencia bacteriana y el posterior crecimiento superficial es un problema persistente que conduce a la infección y al fracaso biomaterial. Los textiles médicos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde vendajes, apósitos, sutura y prendas quirúrgicas hasta implantes como, estent y mallas. Las infecciones asociadas con estos dispositivos son responsables de al menos el 2-7% de las complicaciones post-operatorias que aumentan la mortalidad y los costes de salud. En la última década, debido a la operación a presión atmosférica y a condiciones leves y a la capacidad de encender plasma en pequeños volúmenes, se están ejerciendo varios esfuerzos para desarrollar los procesos de plasma de descargas de barrera dieléctrica (DBD) para aplicaciones médicas como por ejemplo recubrimientos antibacterianos ecológicos que no ensucien el medioambiente. Se han empleado varias estrategias utilizando plasma DBD para impartir propiedades antimicrobianas a los materiales textiles (Figura 2.5.3). La plata (Ag) o el ion Ag y la sal de amonio cuaternario son los agentes antimicrobianos más investigados. Hay un creciente interés en el uso de metales, especialmente plata y cobre en forma de iones y especialmente nanopartículas como agentes de acabado antimicrobiano, debido a su pronunciada actividad oligodinámica y biocida.

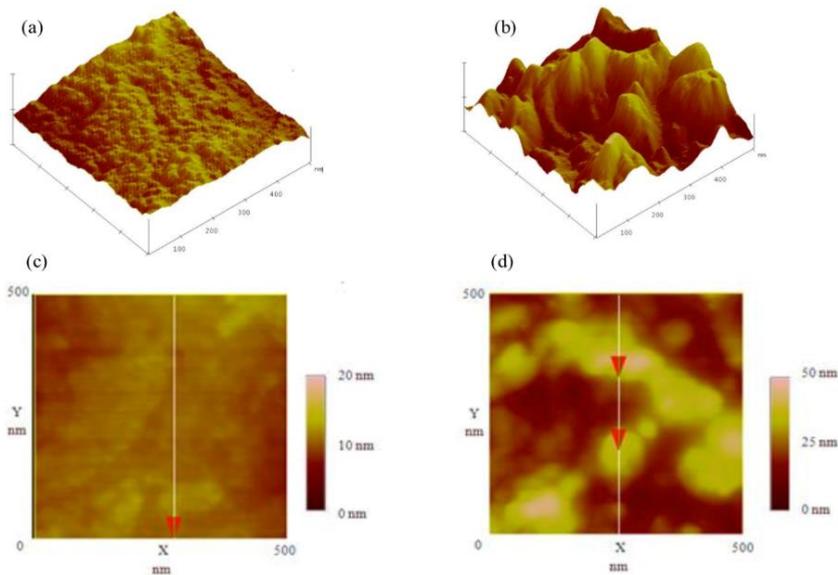


Figura 2.5.2. Ejemplo de una fibra de poliéster antes (a, c) y después (b, d) de un tratamiento con plasma DBD

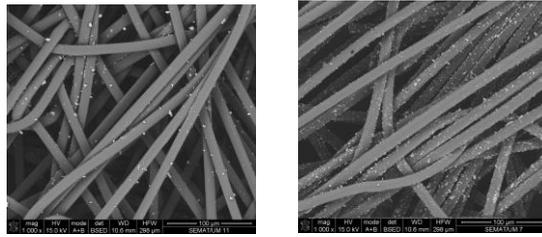


Figura 2.5.3. Ejemplo de AgNPs en una fibra de poliéster antes y después del tratamiento con plasma DBD

A pesar de las claras ventajas de la aplicación de la tecnología de plasma, su uso en la industria textil es limitado. Esto se debe a cuatro razones principales: (i) La tradición y la no apertura a la novedad del sector de la industria textil; (ii) Las contaminaciones o las diferentes condiciones superficiales de los textiles pueden influir negativamente en la limpieza superficial ya que el tratamiento con plasma sólo influye en la capa superior de los materiales; (iii) Los poros y la estructura 3D de los textiles dificultan la penetración de las especies de plasma en la estructura del tejido como sucede en los procesos húmedos; (iv) Los materiales textiles tienen una gran superficie, generalmente son más grandes que los films planos. A pesar de estas limitaciones, gracias a los constantes desarrollos tecnológicos y científicos, la tecnología de plasma actualmente se utiliza para varias aplicaciones específicas en la industria textil técnica y su uso en dispositivos mejorados para una aplicación más amplia está cerca de lograrse. En la industria textil, la tecnología de plasma al vacío está más avanzada que la tecnología de plasma a presión atmosférica porque es más fácil controlar la concentración, el gran volumen de plasma, la composición y los procesos químicos del gas atmosférico en un sistema cerrado al vacío. Varias empresas de plasma a baja presión ya comercializan equipos para la industria textil: fabricantes italianos (HTP Unitex, SAATI), belgas (Europlasma), ingleses (P2i) y austriacos (Textilveredelungs GmbH Grabher) producen y comercializan sistemas *roll-to-roll* de plasma de gas a baja presión para la activación superficial de los textiles con la finalidad de mejorar la humectabilidad y adherencia, y para un acabado hidrófobo/oleófobo con polimerización de plasma. Otros proveedores europeos de estos equipos también desarrollan productos de plasma a baja presión para el mercado textil como Grinp, Softal, Iplas, Ahlbrandt Systems, y Arioli. En los tratamientos de plasma a baja presión al vacío, largos equipos de *roll-to-roll* son, en general, económicamente viables. El coste completo tradicional para la activación de plasma es de alrededor de 0.02€ m². Por otro lado, los costes de recubrimiento de plasma a baja presión son más altos (0.05€ m²) debido a la baja velocidad de la red y los procesos más costosos de los gases. A pesar de la obvia ventaja del plasma a baja presión en numerosas aplicaciones, el plasma al vacío debe funcionar fuera de línea siguiendo un modo por lotes. Los plasmas de presión atmosférica tienen una gran ventaja en el proceso textil, opera a mayores

velocidades de procesamiento, para el tratamiento de textiles de ancho completo (2 metros o más) en modo continuo en línea que permite una fácil integración en las líneas de acabado textiles convencionales. Están disponibles algunos ejemplos comerciales de las tecnologías de plasma a presión atmosférica basadas en corona, DBD, descarga incandescente y nuevos dispositivos atmosféricos: i) un prototipo industrial de equipamiento DBD construido por la empresa alemana Softal en colaboración con el departamento de ingeniería textil de la Universidad de Minho (Portugal) fue probado por una industria textil con el fin de reemplazar los pre-tratamientos de dimensionamiento, lavado y blanqueo del algodón (Figura 2.5.4). Los costes totales del DBD se compararon utilizando los métodos Jet y Pad-steam en procesos continuos. Todos los costes de los métodos convencionales (entre 0.147 y 0.055 €/kg) resultaron mayores que los del DBD (0.013 €/kg); ii) La compañía Softal, requiere un tiempo de recuperación de sólo 9 meses de operación con un solo turno para su sistema de imprimación por adherencia de plasma Aldyne en comparación al líquido convencional de imprimación; iii) La compañía suiza Sefar AG/Switzerland utiliza el sistema de plasma a presión atmosférica más grande del mundo para aplicaciones industriales en la producción de soluciones con alto rendimiento para filtración; iv) La empresa APJET (USA) comercializa una tecnología APPJ patentada para producir tejidos repelentes al aceite y al agua del exterior, conservando sus cualidades y su comodidad original en el interior; v) La compañía *The Green Theme Technologies LLC* (USA) diseñó una tecnología llamada ChemStik compatible con el plasma DBD y que puede operarse usando gases menos costosos que el helio como el nitrógeno, el oxígeno y el argón eliminando la necesidad de un sistema costoso de reciclaje de gases; vi) El plasma de no equilibrio a presión atmosférica (APNEP) desarrollado por EA Technology Ltd. y la Universidad de Surrey.

Con el aumento constante del coste de las materias primas, la energía y el agua, las crecientes ventajas económicas de los plasmas atmosféricos respecto los procesamientos húmedos en términos de consumo de baja potencia, agua y productos químicos, no hay duda de que los plasmas de presión atmosférica se sitúan en el borde de una revolución en el procesamiento textil.

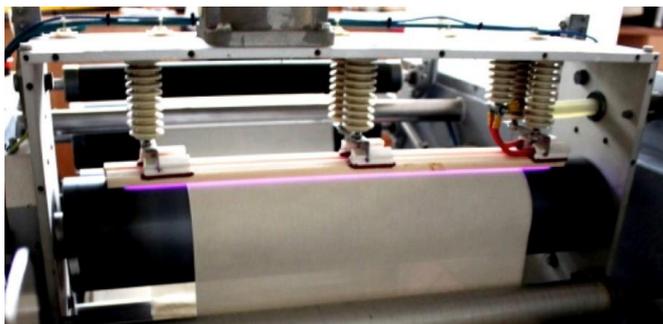


Figura 2.5.4. Prototipo semi-industrial instalado en la Universidad de Minho

Referencias

1. Fridman, A. Plasma chemistry, Cambridge University Press, New York 2008.
2. Vandencastele, N., Reniers, F., J. Electron Spectrosc. Related Phenomena 2010, 178–179, 394.
3. Xi, M., Li, Y.-L., Shang, S-y., Li, D.-H., Yin, Y.-X., Dai, X.-Y. Surf. Coat. Technol. 2008, 202, 6029.
4. Gleizes, A., Gonzalez, J. J., Freton, P. J. Phys. D: Appl. Phys. 2005, 38, R153.
5. Morent, R., De Geyter, N., Verschuren, J., De Clerck, K., Kiekens, P., Leys, C., Surf. Coat. Technol. 2008, 202, 3427.
6. Borcia, G., Dumitrascu, N., Popa, G. J. Optoelectron Adv. M 2005, 7, 2535.
7. Zille, A., Oliveira, F. R., & Souto, A. P. Plasma treatment in textile industry. Plasma processes and Polymers, 2015, 12(2), 98-131.
8. Denes, F., Macromolecular plasma-chemistry: an emerging field of polymer science. Progress in Polymer Science, 2004. 29(8): p. 815-885.
9. Ragoubi, M., et al., Impact of corona treated hemp fibres onto mechanical properties of polypropylene composites made thereof. Industrial Crops and Products, 2010. 31(2): p. 344-349.
10. Morent, R., et al., Non-thermal plasma treatment of textiles. Surface & Coatings Technology, 2008. 202(14): p. 3427-3449.
11. Borcia, G., C.A. Anderson, and N.M.D. Brown, Surface treatment of natural and synthetic textiles using a dielectric barrier discharge. Surface & Coatings Technology, 2006. 201(6): p. 3074-3081.
12. D'sa, R.A. and B.J. Meenan, Chemical Grafting of Poly(ethylene glycol) Methyl Ether Methacrylate onto Polymer Surfaces by Atmospheric Pressure Plasma Processing. Langmuir, 2010. 26(3): p. 1894-1903.
13. Leroux, F., et al., Fluorocarbon nano-coating of polyester fabrics by atmospheric air plasma with aerosol. Applied Surface Science, 2008. 254(13): p. 3902-3908.
14. Radetić, M., Functionalization of textile materials with silver nanoparticles, Journal of Materials Science 2012, 48, 95.
15. Sarghini, S., S. Paulussen, and H. Terryn, Atmospheric Pressure Plasma Technology: a Straightforward Deposition of Antibacterial Coatings. Plasma Processes and Polymers, 2011. 8(1): p. 59-69.
16. Da Ponte, G., et al., Trends in surface engineering of biomaterials: atmospheric pressure plasma deposition of coatings for biomedical applications. European Physical Journal-Applied Physics, 2011. 56(2).
17. Sophonvachiraporn, P., et al., Surface Characterization and Antimicrobial Activity of Chitosan-Deposited DBD Plasma-Modified Woven PET Surface. Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2011, 31(1): p. 233-249.
18. Mattheus, S. R. Plasma Aided Finishing of Textile Materials. North Carolina State University, 2005.
19. Roth, J. R., Nourgostar, S., Bonds, T. A., IEEE Trans. Plasma Sci. 2007, 35, 233.
20. Mohammad, H., Dirk, H., Substrate Independent Dyeing of Synthetic Textiles Treated with Low-Pressure Plasmas. in P. P. Hauser, Ed., Texile Dyeing. InTech Europe, Rijeka, Croatia 2011.

21. Souto, A. P., Os processos corona aplicados aos tratamentos de preparação e acabamentos de materiais têxteis, tese de doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães. Os processos corona aplicados aos tratamentos de preparação e acabamentos de materiais têxteis. Universidade do Minho, 2003.
22. Shishoo, R. Plasma Technologies for Textiles, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2007.
23. Gadri, R. B., Roth, J. R., Montie, T. C., Kelly-Wintenberg, K., Tsai, P. P. Y., Helfritsch, D. J., Feldman, P., Sherman, D. M., Karakaya, F., Chen, Z., Surf. Coat. Technol. 2000, 131, 528.
24. Castro, F. A., Chabreck, P., Hany, R., & Nüesch, F. Transparent, flexible and low-resistive precision fabric electrode for organic solar cells. physica status solidi (RRL)—Rapid Research Letters, 2019, 3(9), 278-280
25. Chirokov, A., Khot, S. N., Gangoli, S. P., Fridman, A., Henderson, P., Gutsol, A. F., Dolgopolsky, A. Numerical and experimental investigation of the stability of radio-frequency (RF) discharges at atmospheric pressure. Plasma Sources Science and Technology, 2009, 18(2), 025025.

2.6. Tecnología de plasma: métodos PVD en la fabricación textil

Margarida M. Fernandes, Andrea Zille, Universidad de Minho, Portugal

La funcionalización de la superficie de los materiales con capas finas, normalmente en el rango de pocos nanómetros a varios micrómetros, se aplica típicamente para impartir propiedades nuevas y únicas a un sustrato, una estrategia que se ha utilizado durante mucho tiempo en las áreas tecnológicas con rupturas frecuentes tales como dispositivos semiconductores electrónicos, desarrollo de dispositivos ópticos, láseres UV y LEDs verdes, creación de recubrimientos antirreflejantes, así como para generación y almacenamiento de energía. También se aplica en la biomedicina a través del desarrollo de sistemas de administración de fármacos con película delgada. Para obtener este tipo de películas, se ha explorado ampliamente la técnica de deposición física de vapor (PVD). Es un proceso respetuoso con el medio ambiente que consiste en la condensación de la película gaseosa de material en el sustrato. Típicamente, el proceso consiste en tres etapas de procesamiento diferentes: i) una fuente sólida se vaporiza sobre el material, asistido por alta temperatura y el vacío o plasma gaseoso; ii) transporte del vapor en vacío a la superficie del sustrato y iii) condensación del vapor en el sustrato para generar las láminas delgadas (Figura 2.6.1).

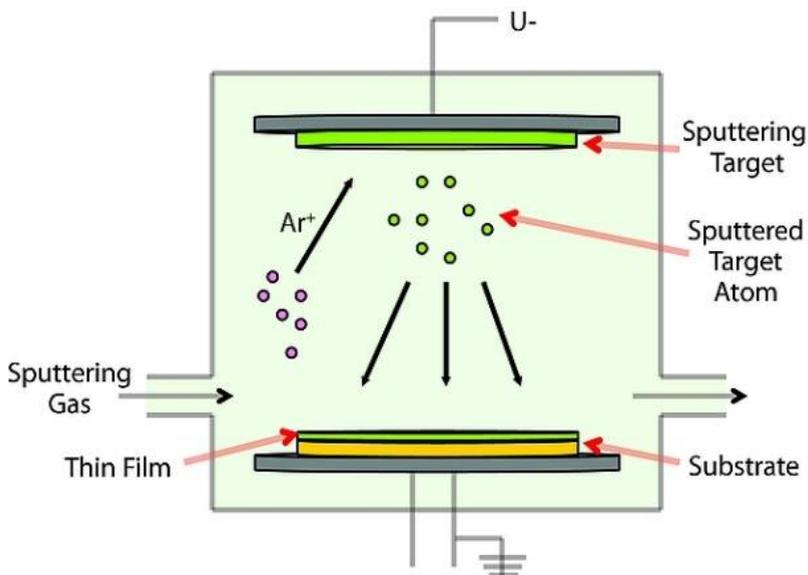


Figura 2.6.1. Representación esquemática del proceso físico de deposición de vapor asistido por plasma

La industria textil se ha estado aprovechando del uso de estas tecnologías para aportar valor añadido a sus productos haciendo que estos puedan satisfacer las grandes necesidades competitivas del mercado. Continuamente se obtienen materiales textiles altamente avanzados en la industria debido a las propiedades funcionales crecientes que los nano y micro-recubrimientos pueden impartir en los materiales.

De hecho, el desarrollo de prendas protectoras contra microbios, productos químicos, pesticidas, luz UV y contaminantes están creciendo en los últimos años. La Tabla 2.6.1 muestra las aplicaciones más frecuentes de las técnicas PVD en los textiles.

Tabla 2.6.1. Típicas aplicaciones de las técnicas PVD en los textiles

Aplicación	Tipo de PVD	Fibras y recubrimiento obtenido
Textiles antimicrobianos	Recubrimiento con chispas de magnetrón	Fibras de SiO ₂ recubiertas con plata, cobre, platina, platino/rodio y oro
	Pulverización de plasma	Tejidos de ET recubiertos con nanopartículas de plata
	RF-Plasma	Tejidos de poliéster-poliamida cargados de plata
Recubrimiento de protección a la luz UV	Recubrimiento con chispas de magnetrón	Tejidos de poliéster recubierto de plata
	Deposición de láser mediante pulsación	Tejidos de calada de algodón recubiertos con ZnO
Mejora de la hidrofobicidad-Textiles repelentes al agua	Recubrimiento con chispas de magnetrón	Tejidos de calada de seda recubiertos con PTFE (politetrafluoroetileno)
Conductividad	Recubrimiento con chispas de magnetrón	No tejido recubierto con aluminio metálico (Al)
Mejora de la tintura textil	Pulverización de plasma	Tejidos de poliéster/lana recubiertos con partículas de cobre
Recubrimiento contra las radiaciones electromagnéticas	Proceso Arc -PVD	Fibras naturales, sintéticas y artificiales recubiertas con Cu, Ti y Cr
Textiles electrónicos	Evaporación térmica	Poliimida recubierta por ambos lados con PVC
Ropa de protección	Proceso Arc –PVD	Tejidos de poliamida recubiertos con titanio y zirconio
Fotocatálisis	Deposición de láser mediante pulsación	Nanopartículas de TiO ₂ aplicadas uniformemente en la superficie de las fibras de vidrio

Las técnicas PVD se pueden categorizar en cinco tipos diferentes:

1) Deposición de chispas: el proceso de PVD utilizado de manera más común en los textiles es la técnica de deposición de chispas, a pesar de ser también ampliamente utilizada en las industrias de vidrio, cerámica y dispositivos microelectrónicos. Esta técnica se basa en la aplicación de una descarga de plasma incandescente (generalmente localizada alrededor del “objetivo” por un imán) y en bombardear el material con iones gaseosos acelerados (típicamente Argón), chisporroteando algunos como vapor para su posterior deposición. Los átomos pulverizados tienen una alta energía y cuando se dirigen a la superficie forman un recubrimiento superficial muy delgado con una adherencia superior a los sustratos. Además, es un proceso simple en el que se ahorra tiempo y es capaz de crear un recubrimiento muy fino de cerámica o metal en una gama muy amplia de sustratos. La deposición de chispas posee muchas ventajas ya que casi todas las aleaciones, elementos y compuestos pueden ser pulverizados y depositados, proporcionando una fuente de vaporización estable. Sin embargo, también poseen algunos inconvenientes, incluyendo las tasas de pulverización bajas en comparación con los métodos de evaporación térmica y los “objetivos” generalmente caros. Además, la mayor parte de la energía que alcanza al objetivo se calienta mucho durante el proceso por lo que debe ser removido.

El subtipo de tecnología de pulverización de magnetrón vence algunos de estos inconvenientes ya que utiliza poderosos imanes que restringen el plasma de “descarga incandescente” a la región de la placa deseada, mejorando la tasa de deposición. Esto se logra manteniendo una mayor densidad de iones, incrementando la eficiencia del proceso de colisión de los electrones y las moléculas de gas.

Esta técnica puede impartir conductividad a los productos textiles, propiedad que actualmente se encuentra en un área tecnológica en crecimiento debido a que los hilos conductores pueden ser aplicados en textiles electrónicos, transferencia de datos, imágenes, protección contra la corrosión y blindaje electromagnético ya que es comúnmente utilizado para depositar metales conductivos comunes incluyendo oro, platino y oro-paladio. De hecho, casi todos los elementos metálicos se pueden depositar en sustratos textiles a través de la pulverización. La plata es un ejemplo de metal de uso común para la funcionalización textil. Los recubrimientos basados en plata son unos de los más utilizados en la industria textil para proporcionar efectos de eliminación de bacterias, además de impartir conductividad, protección UV y propiedades hidrófobas a los textiles. Los materiales antimicrobianos son fundamentales para controlar los microorganismos patógenos y, por lo tanto, son muy importantes en entornos clínicos para evitar infecciones hospitalarias de los pacientes.

2) Deposición evaporativa: el proceso de evaporación térmica permite que las partículas de vapor del material se depositen directamente en el “objetivo” del sustrato, formando un recubrimiento funcional cuando estas se condensan de nuevo a un estado sólido. Por lo tanto, el proceso implica principalmente 2 pasos en el entorno industrial. Esta técnica crea recubrimientos a $0.5\mu\text{m}/\text{min}$, mediante una presión de vapor de 10 mtorr. Las películas de alta pureza que se forman y la rentabilidad de los costes son las principales ventajas de este método. La deposición evaporativa se basa en dos sencillos pasos: la evaporación del material y la condensación en el sustrato. Para prevenir la colisión de las partículas evaporadas con el gas de fondo, se utiliza el vacío. Esta técnica se utiliza principalmente para el desarrollo de sustratos flexibles en la deposición de delgadas películas conductoras, es decir, un tejido no elástico recubierto por ambos lados con PVC, y para la integración de la electrónica de los textiles.

3) Deposición catiónica de plasma por arco: esta técnica es una de las tecnologías de recubrimiento de PVD más antiguas la cual utiliza una descarga de arco eléctrico de alta potencia sobre el material a depositar produciendo un vapor altamente ionizado que se deposita en el sustrato. La deposición catiónica del arco, o Arc-PVD, ha sido ampliamente utilizada para depositar películas metálicas, cerámicas y compuestas en varios sustratos y, dado que el material está completamente ionizado con iones muy energéticos, promueve a una mejor adherencia al sustrato y a la formación de películas densas. Los nitruros y algunos óxidos se utilizan comúnmente con esta técnica para el desarrollo de recubrimientos resistentes al desgaste, a la corrosión y a la protección contra la radiación electromagnética. Los recubrimientos con Cu, Ti y Cr se utilizaron para recubrir materiales textiles con Arc-PVD y se observó que, a diferencia de otros métodos de metalización, este era capaz de ajustar el espesor del recubrimiento y, por lo tanto, la resistencia y el efecto de blindaje EMI. Con la técnica Arc-PVD es posible utilizar múltiples cátodos para poder controlar la composición de los recubrimientos. Dependiendo de las condiciones de evaporación, se ha observado un cambio químico y de textura en la superficie del sustrato, induciendo a una mejor adherencia de la capa entre el recubrimiento y las fibras.

4) Deposición física de vapor mediante un haz de electrones: en esta técnica, el ánodo “objetivo” es bombardeado con un haz de electrones que se da mediante un filamento de tungsteno cargado bajo alto vacío. El haz de electrones hace que los átomos del objetivo se transformen a fase gaseosa. Estos átomos, posteriormente, precipitarán en su forma sólida, recubriendo todo lo que se encuentra en la cámara de vacío con una capa delgada de los materiales del ánodo. La evaporación del haz de electrones se puede utilizar para desarrollar un flujo suficientemente grande gracias a la evaporación de los materiales refractores. Se ha estudiado el efecto de esta técnica en la celulosa y también su despolimerización

para la aplicación de irradiación, se ha estudiado también aumentando los grupos oxidados. Si bien esta técnica parece causar daños en los textiles, la radiación de haz de electrones se ha aplicado para mejorar la biodegradabilidad de las aguas residuales de la industria textil, activando el proceso de lodos.

5) Deposición de capas mediante pulsación: en esta técnica se aplica un rayo láser de alta potencia mediante pulsación para vaporizar el material en un entorno de plasma y luego depositar una fina película sobre el sustrato, un proceso que puede darse en un vacío ultra alto o en presencia de un gas de fondo como el oxígeno. Este último se utiliza generalmente para depositar óxidos. Los fenómenos físicos involucrados en este proceso, relacionados con la interacción láser-objetivo y el crecimiento de la película, son bastante complejos. Cuando el objetivo absorbe el pulso láser se produce una excitación electrónica que más tarde se transforma en energía térmica, química y mecánica, lo que deriva en la evaporación, ablación, formación de plasma e incluso la exfoliación. Las especies expulsadas se expanden en el entorno de vacío circundante en forma de nube que contienen muchas especies activas incluyendo átomos, moléculas, electrones, iones, agrupaciones, partículas y glóbulos fundidos, antes de depositar en el típico sustrato caliente. Se han notificado muestras de óxido como ZnO y TiO₂ para formar películas estables con esta técnica, con fines de protección UV y fotocatalíticas.

Las técnicas de plasma asistido PVD son de gran interés entre la comunidad científica ya que los nano y micro-recubrimientos obtenidos permiten una superficie mucho más grande con una mayor funcionalidad y durabilidad, y sin ningún efecto negativo en la sensación del tejido. Los tejidos son ligeros y flexibles en comparación con otros métodos convencionales de aplicación de acabados, como el pad-dry-cure que suele ir acompañado de un peso añadido excesivo, la pérdida de sensación y del drapeado y la mala durabilidad del lavado. Además, es una tecnología seca y respetuosa con el medio ambiente, que ofrece una alternativa atractiva para añadir nuevas funcionalidades como repelencia al agua, hidrofiliidad a largo plazo, y propiedades mecánicas, eléctricas y antibacterianas, así como biocompatibilidad debido a la modificación a escala nano en textiles y fibras [20]. Por lo tanto, se puede aplicar en una amplia gama de aplicaciones industriales como aeroespacial, automotriz, quirúrgico/médico y colorantes para todo tipo de procesamiento de materiales, herramientas de corte, armas de fuego, ópticas, relojes, películas delgadas (tintes de ventanas, envases de alimentos, etc.) y en la industria textil.

Referencias

1. Kenji, N., T. Akihiro, K. Toshio, O. Hiromichi, H. Masahiro, and H. Hideo, Amorphous Oxide Semiconductors for High-Performance Flexible Thin-Film Transistors. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2006. 45(5S): p. 4303.
2. Ramamoorthy, K., M. Arivanandhan, K. Sankaranarayanan, and C. Sanjeeviraja, Highly textured ZnO thin films: a novel economical preparation and approachment for optical devices, UV lasers and green LEDs. *Materials Chemistry and Physics*, 2004. 85(2): p. 257-262.
3. Xi, J.Q., M.F. Schubert, J.K. Kim, E.F. Schubert, M. Chen, S.-Y. Lin, W. Liu, and J.A. Smart, Optical thin-film materials with low refractive index for broadband elimination of Fresnel reflection. *Nature Photonics*, 2007. 1: p. 176.
4. Bloss, W.H., F. Pfisterer, M. Schubert, and T. Walter, Thin-film solar cells. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 1995. 3(1): p. 3-24.
5. Bates, J.B., N.J. Dudney, B. Neudecker, A. Ueda, and C.D. Evans, Thin-film lithium and lithium-ion batteries. *Solid State Ionics*, 2000. 135(1): p. 33-45.
6. Karki, S., H. Kim, S.-J. Na, D. Shin, K. Jo, and J. Lee, Thin films as an emerging platform for drug delivery. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2016. 11(5): p. 559-574.
7. Dudek, M., O. Zabeida, J.E. Klemberg-Sapieha, and L. Martinu, Effect of substrate bias on the microstructure and properties of nanocomposite titanium nitride – based films. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2009. 37(2): p. 5.
8. Shahidi, S. and J. Wiener, *Antibacterial Agents in Textile Industry*. 2012.
9. Shahidi, S., B. Moazzenchi, and M. Ghoranneviss, A review-application of physical vapour deposition (PVD) and related methods in the textile industry. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, 2015. 71(3): p. 31302.
10. Wang, L., X. Wang, and T. Lin, 6 - Conductive coatings for textiles, in *Smart Textile Coatings and Laminates*, W.C. Smith, Editor. 2010, Woodhead Publishing. p. 155-188.
11. Vihodceva, S. and S. Kukle, LOW-PRESSURE AIR PLASMA INFLUENCE ON COTTON TEXTILE SURFACE MORPHOLOGY AND evaporated COPPER COATING ADHESION. 2013.
12. Lacerda Silva, N., L.M. Gonçalves, and H. Carvalho, Deposition of conductive materials on textile and polymeric flexible substrates. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 2013. 24(2): p. 635-643.
13. Tomasino, C., J.J. Cuomo, C.B. Smith, and G. Oehrlein, Plasma Treatments of Textiles. *Journal of Coated Fabrics*, 1995. 25(2): p. 115-127.
14. Subbiah, R., B.Q. Cai, and K. Kyunghoon, *Controlled vacuum arc material deposition, method and apparatus*, U.o. Minnesota, Editor. 1993: US.
15. Henniges, U., M. Hasani, A. Potthast, G. Westman, and T. Rosenau, Electron Beam Irradiation of Cellulosic Materials—Opportunities and Limitations. *Materials*, 2013. 6(5): p. 1584.
16. Han, B., J. Kim, Y. Kim, S. Kim, M. Lee, J. Choi, S. Ahn, I. Makarov, and A. Ponomarev, *Construction of Industrial Electron Beam Plant for Wastewater Treatment*. 2018.
17. Schou, J., Physical aspects of the pulsed laser deposition technique: The stoichiometric transfer of material from target to film. *Applied Surface Science*, 2009. 255(10): p. 5191-5198.
18. Vaseashta, A., *Technological Innovations in Sensing and Detection of Chemical, Biological, Radiological, Nuclear Threats and Ecological Terrorism*. 2012.

19. Wiener, J., S. Shahidi, M.M. Goba, and J. Šašková, A novel method for preparing the antibacterial glass fibre mat using laser treatment. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, 2014. 65(2): p. 20501.
20. Hegemann, D., M.M. Hossain, and D.J. Balazs, Nanostructured plasma coatings to obtain multifunctional textile surfaces. *Progress in Organic Coatings*, 2007. 58(2): p. 237-240.
21. Scholz, J., G. Nocke, F. Hollstein, and A. Weissbach, Investigations on fabrics coated with precious metals using the magnetron sputter technique with regard to their antimicrobial properties. *Surface and Coatings Technology*, 2005. 192(2): p. 252-256.
22. Yuranova, T., A.G. Rincon, A. Bozzi, S. Parra, C. Pulgarin, P. Albers, and J. Kiwi, Antibacterial textiles prepared by RF-plasma and vacuum-UV mediated deposition of silver. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2003. 161(1): p. 27-34.
23. Jiang, S.X., W. Qin, R. Guo, and L. Zhang, Surface functionalization of nanostructured silver-coated polyester fabric by magnetron sputtering. Vol. 204. 2010. 3662-3667.
24. Huang, F., Q. Wei, Y. Liu, W. Gao, and Y. Huang, Surface functionalization of silk fabric by PTFE sputter coating. *Journal of Materials Science*, 2007. 42(19): p. 8025-8028.
25. Deng, B., Q. Wei, W. Gao, and X. Yan, Surface functionalization of nonwovens by aluminum sputter coating. Vol. 15. 2007. 90-92.
26. Motaghi, Z. and S. Shahidi, The Effect of Plasma Sputtering on Dye Ability of the Polyester/Wool Blends Fabrics. *Journal of Textile Science & Engineering*, 2012. 2(112).
27. Prudnik, A., Y. Zamastotsky, V. Siarheyev, V. Siuborov, E. Stankevich, and I. Pobol, Electromagnetic interference shielding properties of the Cu, Ti and Cr coatings deposited by Arc-PVD on textile materials. Vol. 88. 2012. 81-82.

CAPÍTULO 3

Economía circular y sostenibilidad

Editado por:

Sofia Papakonstantinou

y

Rimvydas Milašius

3.1. Materiales circulares en el sector textil y de confección- Una introducción a los nuevos materiales para la circulación de la moda.

Anna Pellizzari, Director Ejecutivo MCI, Italia

Introducción

La industria de la moda es un sistema complejo basado únicamente los materiales que forman las prendas: materiales para textiles, usualmente agrupados en 5 categorías principales (algodón, lana, lino, celulósicas artificiales y sintéticas basadas en petróleo); pieles y pelos; materiales para otros componentes (cremalleras, botones, cintas, etiquetas, etc.), como varios tipos de plásticos, metales, cristales y más. De todos estos materiales, los textiles representan la mayor parte del consumo. Los datos muestran que a partir de los sesenta, la producción de textiles para la industria de la moda ha experimentado un aumento dramático, particularmente evidente en los últimos 15 años. Actualmente estamos alrededor de un consumo textil anual de 13kg per cápita, comparado con 5 en el 1960 y 8 en el 2000. Este aumento se debe a varios factores: al aumento del ingreso medio en los países anteriormente pobres (lo que deriva en más personas que acceden a un estilo de vida “occidentalizado” con sus patrones de consumo), y a un gasto general superior en moda, surgido por la llamada “moda rápida”, impactando a una velocidad muy elevada en el modelo lineal de producción-consumo-eliminación de las prendas. Según la Fundación Ellen MacArthur, el número medio de veces que se usa una prenda antes de dejarla de utilizar ha disminuido un 20% en los últimos 15 años, mientras que, al mismo tiempo, las ventas de ropa se casi duplicaron.

Es una tendencia que está estresando seriamente el sistema productivo en toda su cadena de suministro: desde la materia prima, hasta el uso de energía y agua durante las diversas etapas de fabricación (fibras, hilos, tejidos, prendas de vestir), hasta el final de la vida de los productos. Según la mayoría de las instituciones públicas y asociaciones privadas de fabricantes, el cambio a un modelo de economía circular parece ser la única opción viable para corregir esta dirección y ayudar así a reducir el agotamiento de los recursos naturales fundamentales.

La aplicación de políticas de economía circular significa intervenir en todo el ciclo de vida del producto- desde el diseño, la fabricación, la logística, el comercio minorista y el uso, incluso después el uso, con una serie de prácticas para gestionar la postvida del producto, como la reutilización, reparación y reciclaje. Las estrategias adicionales de la economía circular incluyen el establecimiento de una cadena de suministro circular; la extensión de la vida del producto; el desarrollo de plataformas de compartición; y el cambio de productos a servicios. De todo este sistema complejo de acciones y políticas, este capítulo se centra en los materiales,

y específicamente en la innovación de los materiales aplicada a la implementación de prácticas de economía circular y en la reducción del impacto medioambiental de la industria de la moda en su conjunto.

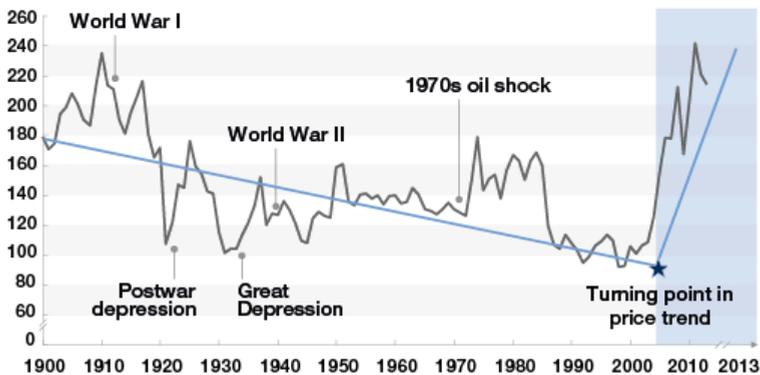


Figura 3.1.1. Los aumentos bruscos de los precios de los productos desde 2000 han erradicado todas las disminuciones del precio real del siglo 20.

Ya están disponibles una serie de materiales, y muchos más están en desarrollo, para apoyar el enfoque circular de la industria de la moda mediante:

- El desarrollo de hilados a partir de fuentes biológicas diferentes al algodón, lo que ha demostrado tener un impacto medioambiental significativo;
- La sustitución de las sustancias químicas nocivas por alternativas biológicas y biodegradables;
- La introducción de materiales reciclados en los nuevos procesos de reciclaje
- La utilización de resinas biodegradables y compostables (de base biológica o no), tanto para crear hilos de filamento como para fabricar accesorios.

A pesar de que el porcentaje de “materiales circulares” es todavía muy bajo, es interesante notar cómo los materiales mencionados a continuación no son sólo productos experimentales especializados. A menudo son propuestos por las corporaciones internacionales y los principales actores en el polímero, la fibra, el hilo y los mercados textiles, y puede proporcionar actuaciones similares y en algunos casos incluso superiores a los estándares.

Los materiales cómo pieza clave

¿Por qué los materiales? El material es el “protagonista físico” de la fabricación industrial y, como tal, lleva consigo su responsabilidad en términos de consumo de recursos primarios, siendo el componente clave de un producto- por ejemplo, una prenda- y un producto por él mismo. Por lo tanto, los materiales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de prácticas de economía circular. El libro

“*Neomaterials in the circular economy*” trata de cómo se producen los materiales y de dónde provienen y propone una taxonomía de materiales circulares definiendo tres categorías principales:

- *De base biológica*, los materiales innovadores que derivan de una materia prima orgánica y viva, y por lo tanto renovable como tal, pueden reemplazar de manera eficaz los materiales basados en petróleo, lo que deriva en una contención o reducción del uso de plásticos y productos químicos en general;
- *Neo-clásico*, aquellos materiales derivados de flujos de reciclaje bien establecidos, como los obtenidos con papel, aluminio, acero, vidrio, y recientemente también PET y otros plásticos regenerados;
- *Ex-novo*, todos los materiales, en su mayoría experimentales, obtenidos a partir de los desechos del final de la cadena de reciclaje, como por ejemplo los polvos de incineración, argamasa de papel, lodos y gases de alcantarillado y gas, desechos de diversas industrias que no se pueden ser reintroducidos en el ciclo de fabricación a través de los procesos de reciclaje estándar, y que actualmente no tienen aplicación.

Además, los materiales para la industria de la moda, y en particular los textiles, se pueden ver en esta perspectiva. Los siguientes capítulos proporcionarán una visión general de las innovaciones recientes de los materiales disponibles en el mercado, o en una etapa de desarrollo avanzado.

De base biológica: sustituyendo a los basados en petróleo con soluciones renovables

Los materiales naturales y renovables son ampliamente utilizados en la industria de la moda. El algodón es la segunda fuente más grande de fibras después del petróleo y, aunque su consumo ha crecido poco en los últimos 15 años, reduciendo su porcentaje respecto la cantidad total de fibras utilizadas en prendas de vestir al 27% en 2015, sigue siendo una pieza importante con más de 27m toneladas de materia prima comercializadas en 2016. A pesar de ser un material renovable, el algodón es conocido por su impacto devastador en el medio ambiente, especialmente por su enorme consumo de agua a lo largo de su proceso de transformación para la obtención de prendas, y particularmente en las etapas de cultivo, limpieza, hilatura y tintura. De hecho, se necesitan 2.700 litros de agua para hacer una camiseta, una cantidad que corresponde al consumo medio de agua potable de una persona durante 2 ½ años.

Los textiles innovadores que responden a la necesidad de un algodón más sostenible incluyen los que utilizan fibras de plantas cultivadas orgánicamente o mezclas de algodón con otras fibras naturales como el cáñamo. Los tejidos de punto y de calada de mezclas de cáñamo y algodón orgánico (hasta 55% de cáñamo), por ejemplo, puede proporcionar una buena transpirabilidad, durabilidad, control de

olores, y propiedades antibacterianas. El cáñamo es una de las fibras naturales más respetuosas con el medio ambiente en términos de uso de tierra, agua y pesticidas, y sus fibras tienen mejores propiedades de resistencia, durabilidad y antibacterianas que el algodón. Las investigaciones también abordan nuevas fuentes de materias primas para hilos de base biológica. Estos incluyen hilos de filamento celulósicos de base biológica procedentes de maderas blandas cosechadas de manera sostenible proporcionadas a través de fuentes forestales certificadas (FSC). Las fibras celulósicas se producen a partir de la pulpa de la madera y productos químicos acetilados que, el conjunto, es extruido en hilo de filamento continuo, utilizados para textiles sostenibles y provistos de propiedades inherentes incluyendo manejo de la humedad, tacto frío, fácil cuidado, propiedades hipoadérgicas y baja formación de pilling.

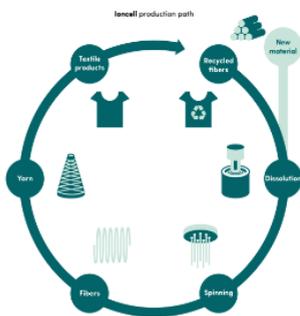


Figura 3.1.2. Ruta para la producción del Lyocell



Figura 3.1.3. Textil fabricado con hilo de Lyocell-F

Otra materia prima interesante y no tradicional, que está siendo estudiada y experimentada, es el Kelp. El Kelp tiene un contenido natural de alginato, un biopolímero fácilmente abundante, que puede convertirse en hilo a través de un proceso que se inicia con la adición de agua y biopolímeros complementarios para mejorar la fuerza del material y formar una pasta. El filamento obtenido puede ser tejido por punto o calada para producir un textil acabado, y las pruebas demuestran que el filamento tiene suficiente fuerza y estiramiento para ser tejido a mano o mediante máquinas de tejeduría. La “seda de araña” es un ejemplo de una nueva fibra con una elasticidad, durabilidad y suavidad impresionantes. La producción de seda artificial refleja el proceso biológico que las arañas utilizan para la creación de sus fibras. Durante el proceso de fabricación, el material genético de las arañas se inserta en la levadura para formar proteínas que pueden ser hiladas en fibras.



Figura 3.1.4. Hilo hecho de Kelp



Figura 3.1.5. Hilo formado por seda de araña

Neo-clásico: la importancia de una cadena de suministro funcional

Hoy en día, los textiles difícilmente pueden incluirse en la categoría neoclásica del reciclaje, a pesar de las recientes acciones para apoyar la moda circular puestas en marcha por marcas importantes, todavía representa porcentajes mínimos de producción. La industria de la moda emplea sólo un 2% de materias primas recicladas de otras industrias (típicamente PET), a las que se puede añadir un 1% de reciclaje de ciclo cerrado. El 12% de las fibras de los textiles de moda se reciclan en otras aplicaciones de menor valor, mientras que el 76% acaban en vertederos o se incineran. Si se trata de reciclaje químico de los tejidos y prendas de vestir después de su consumo, el único proceso comercialmente disponible actual en el mercado es el ECO CIRCLE de Teijin: un proceso de reciclaje de prendas de vestir de ciclo cerrado. Aunque técnicamente es posible saber exactamente el contenido del poliéster (composición, acabados) hace que sea imposible el reciclaje químico de los desechos de las telas genéricas de orígenes diferentes y no trazables, como los desechos post-consumo. Actualmente Teijin recircula sólo su propio poliéster que está libre de sustancias químicas. Teijin trabaja con empresas seleccionadas que utilizan su poliéster ECO CIRCLE13 en su gama de productos. Aquafil SpA desarrolló un proceso de regeneración y purificación radical para reciclar los desechos de nylon y volver de nuevo a su pureza original; ECONYL®, su nylon regenerado, tiene exactamente la misma calidad que el nylon virgen.

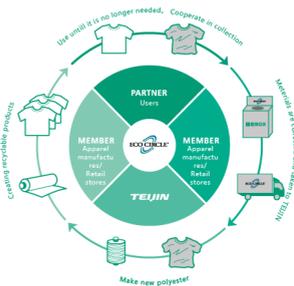


Figura 3.1.6. ECO CIRCLE de Teijin



Figura 3.1.7. Proceso de regeneración del ECONYL®

El reciclaje también es particularmente valioso para aquellos materiales naturales que tienen un valor inherente, como las lanas preciosas o los plumones. Recuperar plumones se basa en una cadena compleja de suministro y son proporcionados por varias empresas que los obtienen de cojines, ropa de cama y otros artículos usados que no pueden revender. Algunas empresas están desarrollando programas de certificación específicos para identificar sus plumones como reciclado post-consumo con el fin de diferenciarlo de los que se derivan de los desechos pre-consumo, los restos industriales. Los plumones reciclados puede alcanzar estándares de calidad comparables a los vírgenes (poder de llenado en el rango de 700-800). El mercado de cachemira también está desarrollando cadenas de suministro para reintroducir lana de cachemira usada en varios sectores. La cachemira, de hecho, tratada como un material exclusivo y de lujo, ha sido expuesta a un aumento en el consumo debido a la llamada “moda rápida”, resultando una amenaza ambiental para las especies de cabra que proporcionan este material y también para las regiones donde estas se crían. Por lo tanto, varias empresas introducen mezclas de cachemira usada y virgen o el uso de cachemira recuperada y reprocesada para el relleno de prendas de abrigo de alta calidad.

Ex-novo: diseño de nuevos materiales a partir de residuos

Debido a su envergadura y a sus cantidades implicadas en esta industria, la moda es un sector en el que se desarrollan varios proyectos experimentales sobre el diseño de materiales. El diseño de materiales se puede abordar desde una perspectiva bioquímica, mediante la creación de nuevos procesos para “cultivar” materiales, utilizando usualmente bacterias alimentadas con desechos agrícolas; o desde una perspectiva artesanal, remodelando las sobras en objetos con un alto contenido de creatividad. En el primer caso, algunos ejemplos interesantes incluyen el uso de naranjas para cultivar polímeros adecuados para la extrusión de hilos de filamento que, recientemente, se han convertido en telas de primera calidad aplicadas a colecciones de alta costura. Agraloop Bio-Refinery convierte los desechos de los cultivos alimentarios en biofibras que complementan las fibras existentes de base celulósica, y estima que los desechos, fácilmente accesibles, de cinco cultivos (piña, plátano, lino, cáñamo y caña) tienen el potencial suficiente para crear suficientes fibras y superar la demanda actual de fibras mundial.



Figura 3.1.8. Hilo 100% de cachemira reciclada de Jade Sapphire



Figura 3.1.9. ISPO TEXTRENDS Otoño/Invierno

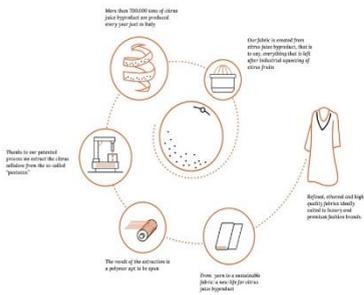


Figura 3.1.10. Proceso de fibras de naranja



Figura 3.1.11. Colección de fibras de naranja de Ferragamo

La industria de la moda también produce restos y desechos que difícilmente pueden ser reintroducidos en la cadena de valor de las prendas, ya sea por falta de demanda o por la pérdida de las propiedades mecánicas post-consumo que hace que el material sea inadecuado para su reutilización. Estos restos se utilizan a menudo para crear bio-compuestos para accesorios o filtros en nuevos materiales para interiores, utilizados normalmente para la absorción de sonido o aislamiento. Otro enfoque es aprovechar el valor estético inherente de los materiales reciclados sugiriendo aplicaciones donde el contenido de material reciclado es claramente identificable y compone una característica distintiva del producto final.



Figura 3.1.12. Línea de productos de hilo reutilizado Muji (camiseta, calcetines, juguetes)



Figura 3.1.13. Hilos y tejidos fabricados con algodón reciclado

Referencias

1. Danka, B. et al. Influence towards a sustainable cashmere supply chain: a case study of a medium sized luxury fashion manufacturer in Scotland. Blekinge Institute of Technology, 2017.
2. Ellen MacArthur Foundation. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. 2017
3. Global Fashion Agenda and The Boston Consulting Group. Pulse of the fashion industry, 2018.
4. Ricchetti, M. Neo-materials in the circular economy - Fashion. Edizioni Ambiente, 2017.
5. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains, WEF 2014.
6. World Apparel Consumption Fiber Survey, FAO-ICAC, 2013.
7. Textile Exchange, Preferred Fiber & Materials Market Report, 2016.
8. Nantong Teijin CO., Lt. Environment and society. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.teijin.com.cn/en/society/index.html>.
9. Spider silk - Bolt Threads – Microsilik. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://boltthreads.com/technology/microsilik/>.
10. Cotton – Statistics & facts. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.statista.com/topics/1542/cotton/>.
11. Research Ioncell. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://ioncell.fi/research/>.
12. China Average Yearly Wages. Trading economics. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://tradingeconomics.com/china/wages>.
13. Drew, D., Yehounme, G. The Apparel Industry's Environmental Impact in 6 Graphics. World Recourses Institute. Retrieved on July 05, 2017, URL <http://www.wri.org/blog/2017/07/apparel-industrys-environmental-impact-6-graphics>, source: Planet Retail (2016).
14. Regenerated nylon. Econyl. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.econyl.com/>.

15. Biorefineries. Aalto University. Retrieved on December 03, 2018, URL http://bio2.aalto.fi/en/research_groups/biorefineries/ioncell/,rif.MC.9463-01.
16. Sustainable Textiles. Orange Fiber. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://orangefiber.it/en>.
17. Upcycled Denim. The New Denim Project. Retrieved on December 03, 2018, URL www.thenewdenimproject.com.

3.2. Sintéticos de base biológica

Gancho Kolaksazov, ITTI, Bulgaria

Introducción

Los tejidos son hechos, típicamente, con fibras naturales o sintéticas. El consumo global de fibras se estimó en 95.6 millones de toneladas en 2015. La mayoría de las cuales son fibras de poliéster- comprenden la mayor parte con un 62.1% seguidas por el algodón con un 25.2%, según un informe de Lenzing AG, fabricante líder de fibras sintéticas.

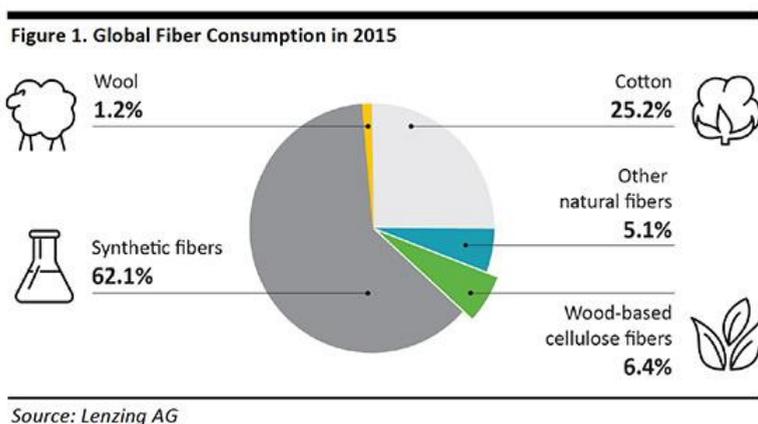


Figura 3.2.1. Consumo global de fibras en 2015

La vista panorámica de los materiales que conforman los tejidos se ha transformado en las últimas dos décadas con innovaciones continuas en nuevos o mejorados materiales para tejidos. Una de las innovaciones clave en los materiales textiles, en el siglo 20, fue el poliéster. Desde entonces, el tejido de poliéster ha proliferado gradualmente la industria textil. Superó el algodón como material más producido en 2002, con 20,8 millones de toneladas fabricadas en todo el mundo. La producción de fibras de poliéster ha continuado creciendo, se ha más que duplicado alcanzando una cifra estimada de 48 millones de toneladas en 2015. Para el 2025, se espera que alcance 90,5 millones de toneladas, un aumento de cuatro veces mayor respecto el valor de 2002.

También han surgido muchas otras innovaciones en los materiales durante las dos últimas décadas, desde el aislamiento térmico a tejidos a prueba de agua, creando nuevas posibilidades en el diseño y en la producción de prendas de vestir. La principal diferencia entre los sintéticos de base biológica y los sintéticos convencionales radica en las materias primas utilizadas. Los sintéticos de base biológica, como su nombre indica, están hechos de materias primas de base

biológica como la caña de azúcar, los azúcares del maíz y los desechos agrícolas. Los sintéticos convencionales como el poliéster, el nylon y la acrílica utilizan materias primas derivadas de combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón.

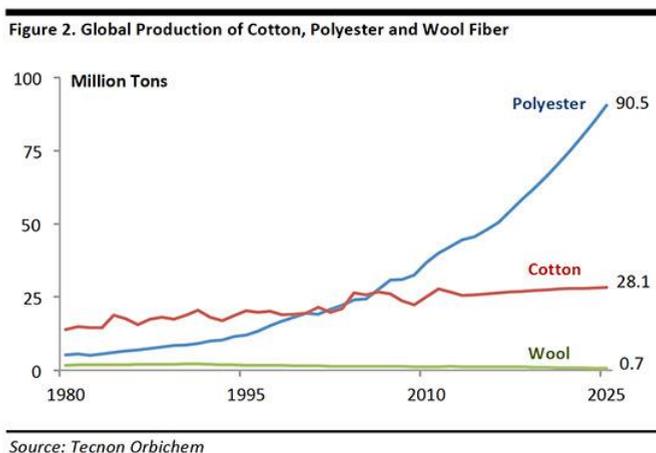


Figura 3.2.2. Producción global de las fibras de algodón, poliéster y lana

Poliéster de base biológica (PBB)

Virent, una empresa estadounidense de productos químicos de base biológica, exhibió la primera camisa en el mundo hecha 100% de poliéster de base biológica en el TESC (Asociación de Sostenibilidad de Intercambio Textil). El rendimiento del poliéster de base biológica es similar al poliéster convencional y se puede procesar utilizando el mismo equipo, según Ralph Lerner, director de desarrollo de negocios de la compañía.

El proceso de producción comienza con el BioFormPX paraxleno de Virent, un compuesto producido a partir de azúcares vegetales que se asemeja a los componentes químicos del petróleo. El paraxleno de base biológica se convierte entonces en tejido de bio-poliéster. Virent trabaja con *Far Eastern New Century* (FENC), el fabricante líder de poliéster taiwanés.

Seda de araña sintética

La seda de araña es considerada como uno de los materiales más maravillosos de la naturaleza debido a sus extraordinarias propiedades mecánicas. Es más resistente que el Kevlar- una fibra sintética de alta resistencia utilizada en neumáticos de competición y armaduras corporales- y tienen una resistencia a la tracción comparable al acero de aleación de alta calidad, pero es mucha más ligera.

La primera referencia al uso de la seda de araña se remonta a principios del siglo 18 en Francia, donde se hicieron varios intentos para utilizarla en la fabricación de medias y guantes. La producción masiva de aplicaciones comerciales, sin embargo, fue un obstáculo durante siglos. Las arañas con caníbales y tienden a comerse entre sí cuando están encerradas en un área pequeña, por lo que es imposible cultivarlas tal y como se hace con los gusanos de seda. Esto ha hecho que la seda de araña sea un importante objeto de investigación durante muchos años, con importantes trabajos de investigación que se remontan a principios de la década de 1960.

Figure 4. Physical Properties of Spider Silk, Kevlar and Steel

Material	Material Toughness	Tensile Strength	Weight
Spider Silk	120,000–160,000 J/kg	1,100–2,900 MPa	1.18–1.36 g/cm ³
Kevlar	30,000–50,000 J/kg	2,600–4,100 MPa	1.44 g/cm ³
Steel	2,000–6,000 J/kg	300–2,000 MPa	7.84 g/cm ³

Source: Kraig Biocraft

Figura 3.2.3. Propiedades físicas de la seda de araña, del Kevlar y del acero

Se han hecho varios intentos para producir seda de araña, uno de ellos se realizó en 2009. Se trató 1 millón de arañas del tipo orbe dorada para producir 80 pies de seda o, dicho de otra manera, se trataron 14.000 arañas para girar una onza de seda.

En otro intento, se utilizaron cabras genéticamente modificadas para producir leche que contenía proteína similar a la de la araña orbe dorada. Sin embargo, no tuvo éxito, ya que la calidad de la seda producida estaba muy por debajo de la calidad de la seda natural de la araña. Desde entonces, varias compañías han estado compitiendo para comercializar fibra de seda de araña, basadas también en la utilización de técnicas de ingeniería genética, pero con un enfoque diferente. Se explicarán tres de estos casos: Kraig Biocraft, Bolt threads y Spider Inc.

Gusanos de seda transgénicos (TS)

Kraig Biocraft, empresa con sede en Michigan, ha insertado genes de araña modificados en gusanos de seda para producir seda de araña. A diferencia de las arañas, los gusanos de seda pueden ser domesticados y se han utilizado para producir en masa fibras de seda durante siglos. Esto permite a la empresa producir una gran cantidad de seda de araña de manera eficiente y económicamente rentable.

Kraig Biocraft ha creado de manera genética aproximadamente 20 fibras de seda de araña diferentes basadas en diseños genéticos. Dragon Silk es el producto principal de la compañía, con una alta resistencia a la tracción y elasticidad, convirtiéndola en una de las fibras más duras y un material ideal para muchas aplicaciones, según Jon Rice, COO de la empresa.

Su seda de araña sintética ya ha visto una aplicación potencial en ropa militar- la compañía recibió un contrato de alrededor de 1 millón de dólares de los militares estadounidenses en julio de este año. Kraig Biocraft entregará paquetes para el disparo balístico basados en Dragon Silk para testar su rendimiento. Las fuerzas armadas han estado confiando en el nylon por su fuerza, pero este es peligroso para los soldados ya que a altas temperaturas se derrite en lugar de quemarse, según Steve Arcidiacono, microbiólogo en el US Army's Natick Soldier Systems Center.



Source: Kraig Biocraft

Figura 3.2.4. La ingeniería genética de polímero de última generación con capacidades sin precedentes

Microorganismos transgénicos (TM)

Las empresas emergentes Bolt Threads y Spiber Inc. toman un enfoque diferente para producir seda de araña. En lugar de modificar los genes de los gusanos de seda para producir el material, han aprovechado los microorganismos de ingeniería genética para producir la proteína a través de la fermentación, que sirve como materia prima para realizar la seda de araña sintética. La principal diferencia entre las dos empresas es el microorganismo que utilizan- Bolt Threads utiliza levadura genéticamente modificada mientras que Spiber utiliza bacterias de E.coli modificadas genéticamente.

Bolt Threads es una empresa emergente con sede en California fundada en 2009 con el objetivo de producir seda de araña sintética asequible. La empresa afirma tener un menor coste de materia prima mediante el uso de levadura significativamente menos costosa que el E.coli, según Sue Levin, director de marketing de la empresa. Bolt Threads pretende producir hilo de seda de araña a un precio de 100 \$/kg, comparable y competitivo con fibras naturales de alta gama como la cachemira, la seda y el mohair en un rango de precio similar. En mayo de 2016, Bolt Threads anunció su asociación con la compañía de indumentaria exterior Patagonia para desarrollar aún más el tejido, y ya ha comenzado a producir seda de araña sintética a gran escala.

Spiber Inc. es una empresa emergente con sede en Japón fundada en 2007 con el objetivo de reducir drásticamente el coste de producción de la seda de araña para que sea práctica para el uso comercial. Aunque el coste absoluto de producción no se ha divulgado, Spiber afirma que la productividad ha aumentado 4.500 veces, y su coste de fabricación es sólo 1/53000 en comparación con el coste de ocho años atrás, cuando la empresa comenzó a investigar el proceso de fermentación. En septiembre del 2015, la empresa colaboró con *The North Face* para crear la primera chaqueta de abrigo en el mundo hecha con seda de araña sintética, la *Moon Parka* que se vende por 1.000\$. La chaqueta se basa en la *Antarctica Parka* de *The North Face*, que utiliza material convencional y se vende por 736\$, aproximadamente un tercio más barata que la *Moon Parka*.



Figura 3.2.5. Moon Parka

Crecimiento de la tendencia por la investigación de la fibra

Las fibras sintéticas, una innovación del siglo pasado, representan más de la mitad del consumo global de fibras. Sin embargo, como las sintéticas se producen a partir de material a base de petróleo, el suministro finito del carburante significa que el coste de producción de los tejidos sintéticos podría estar sujeto a la volatilidad del mercado.

Más importante aún, los productos basados en el petróleo dejan una huella de carbono significativa durante su proceso de producción. Tampoco son biodegradables y causan daños significativos en el medio ambiente. Las diminutas fibras de las telas sintéticas también tienen potencial nocivo. Según un estudio realizado por la Universidad de Nueva Gales del Sur en 2011, las microfibras conforman el 85% de los desechos generados por el hombre que se encuentran en las costas de todo el mundo.

Los consumidores se han vuelto cada vez más conscientes de la sostenibilidad del producto, especialmente cierto entre los millennials. Tal y como muestra el informe de GRT (Global Retail Trends) de 2016, los millennials colocan una ponderación más alta a la responsabilidad corporativa y la sostenibilidad en sus decisiones de compra que otras generaciones. Los sustitutos de los tejidos sintéticos incluyen sintéticos de base biológica y de base proteica de la seda de araña, que se basan en recursos renovables como plantas y microorganismos. Las telas de algodón resistentes al agua y a las manchas también ayudan a promover la sostenibilidad, ya que pueden reducir el consumo de agua y energía utilizado en el proceso de lavado.

Las nuevas innovaciones implican inversiones en R&D y, en la mayoría de los casos, un mayor coste de fabricación. Por ejemplo, el coste de producción de la seda de araña sintética es de 100\$/kg, mientras que el precio umbral para la adaptación masiva es de 20-30\$/kg, según las cifras estimadas por Spiber. A pesar de que los consumidores están dispuestos a pagar un suplemento por las ofertas sostenibles, es importante lograr un equilibrio entre el incremento del precio y la asequibilidad, y muchas innovaciones en las fibras todavía no son relevantes para el mercado de indumentaria.

Referencias

1. Fibfab project. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://fibfab-project.eu/>.
2. Prah, A. Designer's choice: Bio-based textile innovation. Retrieved on January 30, 2018, URL <https://www.knittingindustry.com/designers-choice-biobased-textile-innovation/>.
3. Henze, R. Bio-Based Textiles For Apparel End-Uses. Retrieved on July 18, 2017, URL <https://www.textileworld.com/textile-world/features/2017/07/bio-based-textiles-for-apparel-end-uses/>.

4. Biobased Xorel | Carnegie Fabrics. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://carnegiefabrics.com/xorel/biobased-xorel>.
5. Bio-based World News. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.biobasedworldnews.com/fabrics-made-from-coffee-grounds-and-castor-beans-among-bio-based-innovations-at-the-outdoor-show>.
6. Delivering innovative, biobased solutions throughout the textiles value chain. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.dupont.com/products-and-services/industrial-biotechnology/uses-applications/carpet-apparel-textiles.html>.
7. INVISTA Unveils Renewable, Bio-Based LYCRA Material. Retrieved on December 03, 2018, URL https://www.sustainablebrands.com/news_and_views/chemistry_materials/jennifer_elks/invista_unveils_renewable_bio-based_lycra_material.
8. Br4: bio-based. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.brugnoli.it/eco-sustainable-fabrics/br4%20bio-based>.
9. Innovations in Fabric Materials - Coresight Research. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.funglobalretailtech.com/research/innovations-fabric-materials/>.
10. Transforming the Fashion Industry One Bio-Based Fibre At A Time. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/7858/transforming-the-fashion-industry-one-bio-based-fibre-at-a-time>.

3.3. La cadena de valor: problemas de sostenibilidad desde la producción de fibras textiles hasta su uso como producto final

Sofia Papakonstantinou, CRE.THI.DEV., Grecia

Introducción

La Moda Sostenible se puede definir como “un conjunto emergente de filosofías de diseño y prácticas comerciales para la gestión de los impactos en tres ámbitos (económico, social y medioambiental) vinculados al ciclo de vida de prendas de vestir, calzado, accesorios y otros artículos de moda”. Al mismo tiempo, el Consumo de Moda Sostenible es: “el uso de prendas de vestir con fines más allá de las necesidades utilitarias, sus fines incluyen ‘la elaboración de identidad’, y se logra sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades”.

El sistema de ropa actual ‘take-make-dispose’ es extremadamente derrochador y muy contaminante. Más allá de los esfuerzos loables en curso, se necesita un nuevo sistema para la economía textil y este informe propone una visión alineada con los principios de la economía circular. En este modelo, la ropa, el tejido y las fibras vuelven a entrar en la economía después de su uso y nunca terminan como desechos. Esta visión depende de cuatro ambiciones que conducirían a mejores resultados económicos, ambientales y sociales, capturando oportunidades perdidas por el actual sistema textil lineal.

- *Eliminación gradual de sustancias de preocupación y liberación de microfibra*, mediante la alineación de los esfuerzos de la industria y la coordinación de la innovación para crear ciclos seguros de materiales.
- *Transformar la manera en que se diseña, vende y utiliza la ropa para desvincularse de su creciente naturaleza como desecho*, mediante el aumento del alquiler de ropa; haciendo la durabilidad más atractiva; e incrementando la utilización de ropa mediante políticas y compromisos de las marcas.
- *Mejorar radicalmente el reciclaje mediante la transformación del diseño, la recolección y el reprocesamiento*; persiguiendo la innovación para mejorar la economía y la calidad del reciclaje; estimulando la demanda de materiales reciclados; y la implementación de la colección de ropa a escala.
- *Hacer un uso efectivo de los recursos y pasar a contribuciones renovables*.

Economía circular y eficiencia de los recursos

Aprender a hacer más con menos

La industria T&C, como cualquier otro sector de fabricación, está involucrada en el negocio de transformar los recursos- materiales, energía, agua, productos químicos- en productos con valor añadido para usuarios finales tanto profesionales como privados. Varios procesos de la producción textil, como la tintura y el acabado, requieren muchos recursos. Como el consumo de estos no es gratuito, las empresas tienden a utilizarlos de la forma más eficiente posible. Además, la legislación restrictiva sobre la eficiencia energética, las emisiones de CO₂, el uso del agua, la calidad de las aguas residuales o la contaminación atmosférica hace que la industria busque una mejor tecnología para combinar los beneficios económicos y ecológicos cumpliendo con la ley. Por último, un mayor rendimiento medioambiental en la producción comienza a ser cada vez más recompensado en el mercado debido al aumento del interés de los consumidores por los productos textiles sostenibles.

Para alcanzar los objetivos de eficiencia de los recursos más exigentes la industria textil persigue enfoques de innovación tanto incrementales como radicales. Los enfoques incrementales incluyen la actualización de la tecnología de producción regular, el empleo de mejores sistemas de monitoreo y control, el uso de instalaciones de ahorro de energía o recuperación de esta, sistemas de reutilización de agua o químicos, mejores instalaciones de los tratamientos de las aguas residuales o una mayor eficiencia de recursos, todo ello impulsado por la planificación de la producción y la educación social. Los enfoques de innovación tecnológica radical implican el cambio de los procesos textiles húmedos a los secos, reemplazando la tintura convencional, la impresión o el acabado por procesos de impresión digital, tintura supercrítica de CO₂, plasma, láser o recubrimiento. Además, los desechos se pueden reducir radicalmente mediante el cambio del montaje de corte y costura hacia la fabricación sin fisuras, por ejemplo, en prendas de punto o en la producción directa de 3D sin uniones de los textiles técnicos o de piezas compuestas.

Formar una cadena de movimiento circular

Cuando se habla de innovación y potencial de mercado, “la Economía Circular” se está convirtiendo rápidamente en uno de los términos más utilizados en la industria europea del sector textil y de confección. Proporciona una directriz para la industria al hacer inversiones en tecnología de producción (más limpia y menos consumidora de recursos), en el desarrollo de productos (más sostenibles, enfocados al reciclaje) y en la selección de materiales textiles (más centrados en el uso de fibras sostenibles). Sin embargo, la industria todavía enfrenta desafíos difíciles en la transmisión de un modelo de producción y consumo lineal tradicional (take-make-dipose) a un modelo circular.



Figura 3.3.1. Enfoque esquemático de la economía circular

En un modelo circular es esencial cooperar con todas las partes interesadas en la producción, el comercio minorista y el procesamiento de desechos. Debido a su fragmentación y su estructura dominada por las SMEs, la industria carece de autoridad para hacer cumplir dicha cooperación entre las partes interesadas esenciales de la cadena de valor. Por lo tanto, las innovaciones esenciales aún no se han implementado a gran escala, debido a las incertidumbres de las inversiones requeridas y la viabilidad económica a largo plazo de los modelos de negocio circulares y la ausencia de compromisos a largo plazo con los minoristas y los procesadores de desechos. Además, el marco legislativo europeo no es (de momento) favorable para los sistemas circulares, aunque la hoja de ruta de la economía circular de la UE podría desencadenar cambios en la adquisición y la legislación ecológica (responsabilidades del producto).

Sin embargo, también hay importantes obstáculos que deben superarse para un reciclaje eficaz de los textiles post-consumo a través de nuevas tecnologías para la clasificación y el reciclaje de desechos textiles, mejores sistemas de recogida textil utilizados en Europa, mayor concienciación de los consumidores y fácil acceso de los diseñadores y desarrolladores de productos a los materiales textiles reciclados de alta calidad y competitivos económicamente.

Soluciones naturales para proteger el medio ambiente

Aproximadamente el 70% de todas las fibras textiles producidas en el mundo, así como la mayoría de los productos químicos de procesamiento textil, están basados en fósiles. Las fibras naturales, claramente renovables, no son la solución automática más sostenible, por ejemplo, en el caso del algodón convencional que se desarrolla en algunas de las regiones más respetuosas con el medio ambiente, necesita una gran cantidad de agua y pesticidas para su crecimiento.

El interés del mercado por las fibras naturales cultivadas en la UE, como el lino, el cáñamo, la lana europea y el algodón, está aumentando debido a la apreciación de sus perfiles favorables para la sostenibilidad y su interesante potencial de aplicación en los mercados finales de fibras textiles, como compuestos para el sector de la construcción y del automóvil, la ropa funcional y los interiores para alérgenos o consumidores preocupados por la salud o el material ignífugo natural (como la lana) para la ropa de protección. Igual que los productos agrícolas, las fibras naturales suelen encontrarse en desventaja de la eficiencia de producción en comparación con las fibras artificiales que se producen en procesos industriales controlados a gran escala. También sufren mayor variabilidad debido al impacto del clima de cambio constante y otras condiciones naturales más allá del control del productor. El rápido progreso de la productividad agrícola y las nuevas tecnologías de transformación de la biomasa representan un sólido enfoque de dos vertientes para mejorar la posición competitiva de las fibras textiles europeas de base biológica. Los recursos europeos de desechos agrícolas y forestales son una materia prima abundante, sostenible y económica para las fibras textiles, así como la bioquímica utilizada en la elaboración y la funcionalización de textiles. Además de ser totalmente renovable, estas rutas de bio-economía de productos y prendas textiles también ayudan a reducir los productos químicos peligrosos y tóxicos de la industria textil y facilitan los conceptos de economía circular a través de un mejor reciclaje o biodegradación de residuos materiales y un fácil tratamiento de las aguas residuales.

Desafíos de la sostenibilidad

Existen cuatro claves para el Desbloqueo de la Contribución de los Consumidores al Consumo Sostenible de la Moda. Cada uno de ellos tiene un enfoque diferente hacia el consumidor, así como diferentes requisitos para que la industria se comprometa, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.3.1 Enfoques hacia la Moda Sostenible

	Enfoques hacia el consumidor	Compromiso de la industria
<p>Re-Pensar: La sustentabilidad se convierte en una parte fundamental de la mentalidad del consumidor (por ejemplo, al vestir y comprar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar la enseñanza de la moda - Aumentar la calidad y la longevidad del producto - Cambiar las actitudes hacia los productos usados anteriormente 	<ul style="list-style-type: none"> - Financiar el desarrollo de la educación secundaria - Asociaciones para ejecutar campañas de consumidores utilizando la gamificación/tendencia - Estandarizar y requerir etiquetas de calidad - Incentivar las garantías

<p>Reducir: Disminuye los impactos relacionados con las etapas de producción y consumo</p>	<p>-Producción: contabilidad del impacto ambiental y social - Consumo: mejor cuidado y reparación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Legislar la transparencia del producto - Reforzar la regulación de los productos químicos - Mejorar/estandarizar las etiquetas de cuidado y reforzar la adherencia de fabricación - Financiar el desarrollo de la educación primaria/habilidades/artesanía
<p>(Re-)Usar: Mejorar administración del vestuario y mayor intercambio/compartición y reventa de prendas de vestir</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitar el intercambio social y actualizar los mercados y las tiendas de segunda mano 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar mercados/instrumentos para el intercambio - Desarrollar programas para la asistencia de las pequeñas empresas
<p>Reciclar: Extender la vida útil de las prendas desviándolas de su fin en vertederos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reciclar y suprarreciclar - Remanufacturaación 	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar colecciones de prendas no vestibles - Desarrollar mercados/instrumentos para los materiales recuperados

Sostenibilidad a través de la durabilidad

Existen dos tipos de durabilidad:

1. **Durabilidad física.** Diseño y formación de prendas para crear productos que puedan resistir daños y desgaste. En una prenda de punto, por ejemplo, la durabilidad física vendrá determinada por el grado de pilling que se produzca a lo largo del tiempo; en los calcetines, se puede medir la degradación del color.
2. **Durabilidad emocional.** Diseño de la prenda que tiene en cuenta la relevancia y la conveniencia para el consumidor- ¿todavía se adapta, o ya no es de su agrado?

En el momento en que muchos modelos de negocio de indumentaria se basan en compras frecuentes y de bajo coste, la fabricación para la durabilidad puede parecer contraproducente. Sin embargo, esta visión pierde la oportunidad de negocio que viene con la toma de la iniciativa. La ropa diseñada para resistir al desgaste y a su vez atraer al cliente durante más tiempo también ayuda a promover la lealtad de la marca, la confianza y la satisfacción del cliente. En un mercado saturado, la calidad y la durabilidad ayudarán a retener a los clientes mientras se atraen nuevos compradores provenientes de los competidores.

La sostenibilidad y los productores

Consideraciones tecnológicas y de diseño: los diseñadores y los tecnólogos tienen un papel clave que desempeñar para mejorar la sostenibilidad de la ropa. Deben trabajar de manera conjunta para asegurarse de la selección de los materiales más adecuados (hilos, telas y componentes) de proveedores de renombre que

entienden los requisitos de rendimiento de la marca. Investigar e identificar los procesos más adecuados también es clave para garantizar el buen funcionamiento del producto. La etapa de diseño es fundamental para la eventual durabilidad de una prenda, con opciones de estilo y corte, ajuste, fibras e hilados, construcción y recortes, teniendo en cuenta que todos estos parámetros tienen un impacto en el producto final. La durabilidad física se rige a menudo por el eslabón más débil de la cadena- quizás no por el tejido o la fibra elegida, sino por un aspecto mal especificado de la construcción o fabricación.

Estilo y corte: las prendas a medida o semi-adaptadas duran más debido a la estética enmarcación de la figura, mientras que los tejidos de gran tallaje y las formas de kimono, que se pueden usar con un cinturón, son versátiles y cómodos y, por lo tanto, potencialmente usables por más tiempo. Desde una perspectiva de moda, los estilos 'clásicos' (como un vestido corto negro, camisas entalladas, faldas ajustadas, pantalones de estilo traje, jerséis con cuello en v) tienden a ser más duraderos, especialmente si se utilizan colores como negro, blanco, marino, gris o rojo.

Ajuste: los clientes no vienen en tamaños estándar y todos tienen las mismas preferencias en términos de comodidad y ajuste. Una forma de afrontar estas diferencias es ofrecer un ajuste de tamaño integrado. Esto podría implicar el uso de cierres estratégicos, por ejemplo, para aumentar o disminuir el tamaño o la longitud de las costuras laterales o dobladillos.

Materias primas: la calidad del tejido depende de muchas variables, como el tipo de fibras, las mezclas de hilados, la estructura del hilo, la construcción del tejido, la tintura y el acabado; los tejidos con la misma descripción (por ejemplo, 100% algodón) a menudo varían mucho en rendimiento y durabilidad. Una forma en que los equipos de diseño pueden influir en la durabilidad de la prenda es identificando los estándares clave que debe cumplir el tejido- y luego es tarea de los compradores asegurarse que los tejidos han sido testados para cumplir los estándares. La especificación de los estándares ajustados a la forma en que se utilizará el producto puede actuar como red de seguridad, confirmando que los fallos de los componentes no disminuyen los beneficios de un tejido bien especificado. Por ejemplo, la especificación del tipo de construcción del cuello y las hombreras para minimizar la abrasión, el uso de tejidos de calada en lugar de no tejidos y el repaso de los botones, pueden garantizar la máxima durabilidad de una camisa.

Selección del colorante y la tintura: el color es una de las influencias más importantes cuando se está eligiendo ropa nueva; también desempeña un papel significativo en la decisión cuando una prenda llega a su final de vida. La selección

del colorante, los métodos de aplicación y las condiciones del proceso (como el pH, la temperatura y el uso de agentes de nivelación) tienen un gran impacto en la velocidad de tintura. El uso de métodos de pruebas estándar para determinar las características del colorante seleccionado antes de la producción a granel es rápido y barato de completar. Por ejemplo, la decoloración producida por la acción de los polvos de lavado se puede testar mediante pruebas de blanqueo oxidativo. El soporte técnico para la selección, prueba y rendimiento del colorante se puede solicitar a varios fabricantes de colorantes.

Acabados del tejido: los procesos de acabado se utilizan para mejorar el aspecto, rendimiento o mano (tacto) del tejido o prenda final. Muchos de los tratamientos de acabado pueden afectar al rendimiento y la durabilidad, ayudando a prolongar el uso activo de la prenda. Para muchas marcas y minoristas, un mayor uso de algodón y de sus mezclas en artículos y prendas de punto ha llevado a un aumento en el número de prendas que se rechazan prematuramente o se desechan debido al pilling. El pilling es causado por la abrasión que altera la superficie de la tela, generando *bolitas* antiestéticas de fibras enredadas. El tratamiento de tejidos con un proceso adicional llamado bio-pulido puede reducir la abrasión que causa el pilling, alargando la vida del producto.

Fabricación: los diseñadores tienen numerosos tipos de puntada, hilos de costura, modelos de máquinas y ajustes donde elegir, así como una serie de métodos para la construcción de prendas. Cada técnica será más adecuada a un tipo de tela o prenda en particular y se puede explotar para lograr mayor durabilidad. La coordinación del diseño y la fabricación para alinear las especificaciones también mejorarán la durabilidad del producto. Por ejemplo, la correcta elección de la densidad de puntadas para las costuras minimizará el deslizamiento de la tela y las arrugas, mientras que asegurarse de la correcta operación de los procesos de aplicación de revestimientos ayuda a evitar la delaminación.

Test del producto: actualmente existen una serie de pruebas estándar de la industria para tejidos y prendas. Estas abarcan pruebas físicas, solidez del color, pruebas químicas e inflamabilidad y pueden formar parte de las especificaciones del producto. Las pruebas físicas incluyen: ruptura de costura; resistencia al desgarro; resistencia a la fatiga; pilling; resistencia a la abrasión; elasticidad; y el deslizamiento de las costuras. Los estándares pueden ser británicos (BSI), europeos (CEN) o internacionales (ISO), e incluso específicas para minoristas. Marks & Spencer, por ejemplo, lideró el desarrollo de estándares de tecnología para la ropa. El uso de protocolos de ensayo claramente definidos para componentes y elementos de fabricación se pueden incorporar en las especificaciones del producto para asegurar la consistencia de la calidad que conduce a una durabilidad estable

del artículo, no solo dentro de los lotes de fabricación individuales sino en muchos envíos.

Ensayos de uso: una buena manera de averiguar cuán adecuado puede ser el tejido para su uso es a través de pruebas de preproducción del uso. Este método se puede utilizar para evaluar una serie de problemas que afectan directamente a la durabilidad de la prenda, tales como: resistencia al lavado; susceptibilidad a las manchas; durabilidad del tejido; y comprensión de las instrucciones de cuidado.

La sostenibilidad y los consumidores

Educación del consumidor y mensajería: dándole unas mínimas directrices el cliente sería capaz de evaluar la calidad y la durabilidad potencial de las prendas antes de comprarlas. Las instrucciones incluyen:

- Evaluación de costuras, incluyendo consejos para busca hilos sueltos y puntadas rotas. Los consumidores podrían ser conscientes de que una mayor densidad de puntadas por pulgada es generalmente mejor, que debe ser relativamente apretado, y que las costuras dentadas o dobles costuras rectas son generalmente más fuertes y pueden durar más que un equivalente con costuras rectas simples;
- Examinar revestimientos y armaduras de la prenda. Por ejemplo, mirando alrededor de cremalleras, botones u otras áreas de alto uso;
- Entender que el contenido de la fibra se es gran importancia para la durabilidad de la prenda. Por ejemplo, las fibras naturales pueden durar más y lavarse de una manera más sencilla en algunas aplicaciones en comparación con las alternativas sintéticas.
- Lectura de las instrucciones de mantenimiento y asegurar su seguimiento- las prendas deben limpiarse en seco cuando sea necesario, lavado frío y/o seco si es apropiado;
- Buscar manchas, rasgaduras, costuras y
- Otros daños evidentes causados en la tienda o en el transporte antes de la venta.

Instrucciones de lavado y uso: la forma en que la población lava domésticamente su ropa tiene potencial suficiente para cambiar las características de las fibras y tejidos y, como resultado, reducir la durabilidad. A pesar de las campañas de marketing, la evidencia sugiere que muchas personas todavía no separan los colores según el tipo de lavado, y a menudo lavan tejidos delicados a una temperatura errónea. Mejorar la información de atención en las etiquetas, el embalaje y el punto de compra o portales de información online es una manera económica para aumentar la durabilidad. La investigación sugiere que los consumidores son a menudo receptivos a las problemáticas que surgen de no seguir las instrucciones de mantenimiento. Los consejos deberían incluir:

- Lavar los productos juntos (por ejemplo, los trajes, los conjuntos de ropa interior o la lencería), y retirar los accesorios antes de lavar;
- Limpiar las prendas en seco si es necesario;
- Considerar las opciones de limpieza con vapor;
- Lavar cuando es necesario y no después de cada vez que se viste la prenda;
- Airear las prendas como medio de ventilación;
- Evitar la frotación de manchas y marcas para evitar causar daños en el tejido;
- Evitar el uso de disolventes para la limpieza de manchas, ya que pueden causar decoloración;
- Almacenar de manera apropiada, por ejemplo, en perchas; utilizando cualquier asa de la ropa u otras características que proporcione; plegado y eliminación de la luz solar cuando la prenda no se use;
- Usar dispositivos antipolillas en el almacenamiento;
- Usar una bolsa de ropa especializada para artículos delicados; y
- Planchar las prendas a una temperatura adecuada y revertir aquellas que presenten motivos para evitar daños.

Referencias

1. Bain and Company. *Luxury Goods Worldwide Market Study Fall-Winter, 2014*.
2. Business of Fashion (BOF) McKinsey & Company. *The State of Fashion, 2018*.
3. Carbonaro, S., Goldsmith D. *Branding sustainability: business models in search of clarity. 2015*.
4. Ellen MacArthur Foundation. *A new textiles economy: Redesigning fashion's future. 2017*.
5. Fernie and Perry. *The international fashion retail supply chain. 2011*.
6. Wencke, G., Steensen, N. K., and Müller, T. *An Environmental Perspective on Clothing Consumption: Consumer Segments and Their Behavioral Patterns. 2017*
7. Ehrenfeld, J., R. *The real challenge of sustainability. 2015*.
8. Ljungkvist, H., Watson, D., Elander, M. *Developments in global markets for used textiles and implications for reuse and recycling. Mistra Future Fashion, 2018*.
9. Lopez and Fan. *Internationalization patterns in fashion retail distribution: Implications for firm results. 2009*.
10. Morgan and Birtwistle. *An Investigation of Young Fashion Consumers' Disposal. Habits Retail Week, 2014*.
11. Roos, S., Sandin, G., Zamani, B., Peters, G., Svanström, M. *Will clothing be sustainable? Clarifying sustainable fashion. In Textiles and Clothing Sustainability; Muthu, S.S., Ed. Springer, 2017*.
12. Wallinger, S. R. *A history of sustainability in fashion. 2015*.
13. Shephard and Pookulangara. *Slow fashion movement: Understanding consumer perceptions - An exploratory study. 2013*.
14. Swen, L. *The 7 trends that will shape apparel retail in 2017. 2017*.
15. Tokatli and Kizilgün. *Coping with the changing rules of the game in the global textiles and apparel industries. 2010*.
16. Tungate. *Fashion Brands: Branding Style from Armani to Zara. WRAP report Design for Longevity, 2008*.

3.4. RSC para empresas de moda: definiciones, razonamiento y las mejores prácticas

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Introducción

Dentro de este tema aprenderá sobre el concepto RSC (Responsabilidad Social Corporativa) y sobre su objetivo. Por otra parte, descubrirá algunos ejemplos de lo que pueden hacer las empresas textiles y de confección en este sentido y qué se ha hecho en este campo por algunas de las marcas más famosas en textiles y prendas de vestir. Por último, se le informará sobre la evolución del concepto RSC y sobre los pasos necesarios para seguir las nuevas tendencias.

RSC para empresas de moda: definiciones, razonamiento y las mejores prácticas

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) implica lograr el éxito empresarial de forma honrada según los valores éticos y el respeto a las personas, las comunidades y el entorno natural. No existe una definición común y completa de RSC, pero podemos centrarnos en la de la Comisión Europea: *“La Responsabilidad Social Corporativa es un concepto importante creado para ayudar a las empresas a integrar cuestiones sociales y medioambientales en las actividades empresariales y las partes interesadas.”*

En la definición dada por la Comisión Europea se pueden encontrar dos aspectos: en primer lugar, el reconocimiento de que la empresa no puede limitarse a la búsqueda de beneficios y el respeto por la ley, sino que debe operar éticamente responsable y desarrollar una “sensibilidad social” hacia los temas de interés colectivo; en segundo lugar, la consciencia de que cada socio se establece en medio de una red de relaciones, cada una de las cuales involucra a actores que deben tenerse en cuenta según van influyendo en la dinámica de la empresa.

La sociedad y las empresas dependen las unas de las otras: las empresas proporcionan trabajo, productos, e impuestos mientras que la sociedad proporciona trabajadores, consumidores, e infraestructuras. Ninguno de los dos puede sobrevivir sin el otro, por lo que tiene sentido para los negocios y la sociedad trabajar juntos en beneficio de ambos.

Por lo tanto, el desarrollo de la RSC debe ser guiado por las empresas, pero otros factores desempeñan un papel clave junto a ellas. Las autoridades públicas, tanto nacionales como locales, pueden intervenir creando incentivos de mercado para apoyar la conducta empresarial responsable y fomentar la llamada “retención de cuentas corporativa”, es decir, la actitud de las empresas para responder a sus comportamientos hacia las partes interesadas y los consumidores. Los sindicatos

También los consumidores están cada vez más preocupados por cómo las empresas obtienen su dinero y esperan que estas sean responsables de su impacto social, ético y medioambiental en la sociedad y la comunidad. Preferentemente, eligen empresas textiles que toman medidas concretas en este aspecto y las comunican a los clientes tanto existentes como potenciales.

La primera área de aplicación de la RSC es sin duda dentro de la empresa, refiriéndonos a la gestión responsable de los recursos humanos y las inversiones destinadas a mejorar las condiciones de los trabajadores y sus familias. Con esta filosofía, las compañías deben contribuir al aumento del nivel de bienestar psico-físico de sus empleados, salvaguardar su seguridad y proporcionar un entorno de trabajo seguro; también deben ayudarles a aumentar sus habilidades y mejorar su estilo de vida. Esto incluye también iniciativas de “Responsabilidad Familiar Corporativa” destinadas a crear un mejor equilibrio entre el trabajo y la vida privada de los trabajadores y, sobre todo, de las trabajadoras.

El compromiso de la empresa con la comunidad local y su aportación al desarrollo socioeconómico del territorio, así como la creación de actividad económica, pueden lograrse mediante el patrocinio de eventos culturales y deportivos, iniciativas de solidaridad social y la concesión de contribuciones filantrópicas.



Figura 3. 4. 2. Árbol RSC

Las mejores prácticas

Brunello Cucinelli y su “empresa humanista”

Un excelente ejemplo de “gestión responsable de la empresa”, de “mejora del capital humano” y de “respeto e integración con el territorio” está representado por Brunello Cucinelli Spa, una empresa de moda italiana especializada en cachemira. Hoy en día es una de las marcas más exclusivas del mercado internacional de la moda. Brunello Cucinelli siempre ha buscado un modelo emprendedor con vocación ética y humanista tanto dentro como fuera de la empresa, donde parte del beneficio se reinvierte en iniciativas destinadas a mejorar

la condición de los trabajadores y de la comunidad, prestando mayor atención a valores como la legalidad, la transparencia, la calidad, la sostenibilidad y la responsabilidad hacia la comunidad.

“En mi organización, el punto focal es el bien común, que es la fuerza que guía hacia la búsqueda de acciones prudentes y valientes. En mi negocio, la gente está en el centro de cada proceso productivo, porque estoy convencido de que la dignidad humana se restaura únicamente a través del redescubrimiento de la conciencia. El trabajo eleva la dignidad humana y los lazos emocionales que derivan de ella”, dice Brunello Cucinelli.

Entre las iniciativas más significativas orientadas al desarrollo socioeconómico local, la rehabilitación de la villa medieval de Solomeo se enmarca dentro de lo que el empresario ha logrado a lo largo de los años, tanto de manera directa como a través de colaboraciones con instituciones y organizaciones públicas.



Figura 3.4.3. La comunidad local y los empleados en el centro de las acciones de RSC

El compromiso de la compañía con la comunidad local también es visible en el “Foro delle Arti”, un sistema creado para la reunión, la creatividad y la cultura, diseñado para dejarlo como patrimonio en las futuras generaciones. El Foro delle Arti representa un lugar en que el Teatro Cucinelli encontró voz en los últimos años; acoge eventos culturales y actuaciones al aire libre y un conjunto de terrazas aéreas llamadas “Giardino dei filosofi” con vistas al valle de Umbría; finalmente la “Accademia Neuomanistica” con una biblioteca en su interior.

En una visión de respeto e integración con el territorio, la compañía está también en la lista de empresas que participan en “Impronta Ambientale”, un programa promovido por el Ministerio de Medioambiente italiano destinado a experimentar y optimizar las diferentes metodologías para medir el rendimiento medioambiental de las empresas, particularmente el cálculo de la huella de carbono y la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero a fin de poder armonizarlas y hacerlas replicables.

Por otra parte, la renovación del territorio y las actividades culturales y humanísticas conexas, junto con la protección precisa del paisaje y del medio ambiente y la cuidadosa gestión de la relación con los empleados, que trabaja junto con la calidad de producción, representan un elemento fuertemente distintivo y característico de la empresa con importantes ventajas en términos de imagen.

H&M y la RSC

H&M Hennes & Mauritz es una sociedad sueca de acción conjunta con sede en Estocolmo y fundada en 1947. El éxito de la compañía empieza en Vasteras, una ciudad del sudeste de Suecia, donde se inauguró la tienda de ropa femenina Hennes. La filosofía del Sr. Persson, propietario de Hennes, era “vencer la competencia y hacer que el mundo de la moda sea accesible a todos sin descuidar la calidad”, creencia que actualmente la compañía persigue. En 1952, el éxito inesperado y precoz del establecimiento convenció a Persson para invertir en una nueva tienda en Estocolmo, permitiendo a la empresa aumentar su visibilidad y generar más ventas. Desde la década de 1970, el camino hacia el éxito de H&M se ha logrado siempre de manera excelente.

A pesar de la transición de una pequeña tienda a un coloso global, el objetivo de la compañía es siempre el de superar las expectativas de sus clientes ofreciéndoles productos de moda, con un diseño innovador y un precio asequible, manteniendo la calidad de los materiales y los procesos de producción. Esta filosofía, con la que la empresa ha obtenido una ventaja competitiva, está apoyada apropiadamente por diferentes estrategias de negocio.

El éxito de la compañía también proviene de saber cómo adaptarse a la dinámica del mercado de la moda, caracterizado actualmente por un modelo de negocio de moda rápida y económica basado en la velocidad de diseño y la producción a costes muy bajos. La planificación flexible y la logística eficiente son, por lo tanto, las bases del éxito de la empresa; permiten un ajuste continuo de la gama de productos para los clientes. Además, a lo largo de los años, la marca ha podido mejorar su oferta de forma estratégica creando nuevas marcas y ampliando su objetivo.

H&M Group está actualmente presente en 55 países con más de 3500 tiendas. H&M ha estado activo en el ámbito de la sostenibilidad durante muchos años y, desde 2002, escribe un informe anual que permite a las partes interesadas aprender sobre las acciones tomadas por la empresa y sobre los objetivos alcanzados en el ámbito ambiental y social. Como confirmación de su compromiso y de sus considerables inversiones en estos temas, la compañía ha estado presente

durante muchos años dentro de los principales rankings de las empresas más sostenibles del mundo.

Karl-Johan Persson, CEO de H&M e hijo del actual presidente, emitió recientemente una entrevista sobre el concepto de sostenibilidad para la empresa y las acciones tomadas en este sentido.

“Mi abuelo [...] ha hablado a menudo de la importancia del pensamiento a largo plazo y no sólo de maximizar los beneficios a corto plazo. Quería mirar a nuestros clientes y amigos y sentirse bien con la compañía, ver que todo se había hecho de la manera correcta. Esto, para mí, significa que ofrecemos a nuestros clientes una excelente relación calidad-precio, pero también que tenemos un impacto positivo en el mundo. Nuestra idea de negocio es ofrecer moda y calidad al mejor precio. Es el mejor valor, no el precio más barato. La sostenibilidad es una parte importante de esto.

Sabemos que nuestros clientes, así como nuestros amigos, están cada vez más preocupados con este tema, [...] estoy convencido de que se convertirá en una importante diferenciación en el futuro. La industria de la moda es muy dependiente de los recursos naturales [...] queremos pasar de un modelo de producción lineal a uno circular. Al mismo tiempo, debemos asegurarnos de que nuestro crecimiento ayude a millones de personas a lo largo de toda nuestra cadena de valor. La producción de ropa puede ser un desarrollo para mostrar a las comunidades una manera de salir de la pobreza. Crear puestos de trabajo es un buen comienzo, pero debemos asegurarnos de que sean buenos y contribuyan al desarrollo de las personas y sus comunidades.

Continuamos con nuestro diálogo con los gobiernos, por ejemplo, para establecer salarios mínimos y crear marcos legales para los procesos de negociación colectiva justos y funcionales. Hicimos otro paso importante para alinearnos con otras marcas con un enfoque común hacia los salarios de vida. Por último, pero no menos importante, estamos invirtiendo una gran cantidad de recursos para proporcionar, a los trabajadores con mejores habilidades, negociar salarios y condiciones de trabajo directamente con sus propios jefes.”

La transparencia es otro objetivo clave para la empresa. H&M trabaja con otras marcas de la Coalición de Indumentaria Sostenible, la alianza más importante de la industria textil para la producción sostenible. El objetivo principal de la coalición es la construcción de la Higg Index4, una herramienta de medición de la cadena de suministro, estandarizada para todos los operadores del sector, la cual permite evaluar los impactos ambientales y sociales de la producción y venta de productos y servicios. Al medir el rendimiento de la sostenibilidad la industria puede abordar las ineficiencias, resolver prácticas nocivas y lograr la transparencia ambiental y

social hacia los consumidores. Uniendo fuerzas en la coalición las compañías son capaces de enfrentar desafíos urgentes que no pudieron resolver por sí solas. Entre las iniciativas más importantes tomadas por la compañía, es interesante mencionar la iniciativa “Recicla tu ropa”. H&M fue la primera marca en lanzar esta iniciativa a gran escala, con cajas de recolección de prendas de vestir en todas las tiendas del mundo. La ambición siempre ha sido facilitar a los clientes dar a sus prendas una nueva vida.

Fundación Prada

En 2015, Prada introdujo una nueva estrategia integrada para la responsabilidad social y medioambiental y para una nueva ética de la empresa. El proyecto de sostenibilidad, que se supervisa a través de un sitio web dedicado a ello, se refiere a la sostenibilidad, la cultura y el respeto por las tradiciones y el territorio. Por otra parte, el proyecto de Prada aspira especialmente a la construcción de una cadena de valor integrada, que se considera fundamental para combinar calidad e innovación. Según el presidente del Consejo de Administración del Grupo Prada, Carlo Mazzi, este resultado conducirá al redescubrimiento del valor real de la compañía, que es la responsabilidad social, a través del control de calidad y los estándares éticos.

"Al ver el impacto de nuestras activitats, creemos que es parte de la responsabilidad social corporativa ampliar los horizontes para dirigir el desarrollo económico hacia equilibrios más sostenibles. Es un objetivo ambicioso que queremos perseguir no sólo a través de la atención constante en la gestión de la empresa, sino también como promotores de cultura en sus diversas formas: como fuente de inspiración y como una oportunidad para la expresión y el intercambio de intereses entre la población".

La web contiene una sección introductoria, “Responsabilidad Social Corporativa” que proporciona una visión general de las actividades a través de textos, infográficos, mapas, informes y cifras. Se divide en tres secciones principales:

- "Trabajo" como expresión de artesanía e innovación, salvaguardar los conocimientos y transmitir las habilidades: en esta sección, se pueden encontrar imágenes de los empleados creando bolsos y ropa, ejemplos de productos de alta calidad. Por otra parte, también está la introducción de un futuro proyecto: la Academia Prada, para capacitar a los jóvenes técnicos a aprender y transferir su conocimiento en el sector de la fabricación de lujo.
- “Territorio” como una cura para los lugares en los que la empresa opera a través de un diálogo respetuosos entre la arquitectura y el medio ambiente. Al hacer clic en él se puede iniciar una visita virtual de los establecimientos de Montecarchi y Valvigna (Toscana) y de Montegranaro

(Marche): “fábricas en jardines” reales donde los artesanos trabajan bajo luz natural filtrada desde el techo.

- "Cultura" como patrimonio para el futuro, salvaguardando el patrimonio artístico, difundiendo cultura y revitalizando zonas urbanas periféricas, para apoyar a los jóvenes talentos. Un ejemplo de todo esto es la restauración de la Galería y la nueva Fundación Prada en Milán.

Referencias

1. Cucinelli B., Solomeo: Brunello Cucinelli, a Humanistic Enterprise in the World of Industry, by De Vico Fallani M., Quattroemme, 2011.
2. Brunello Cucinelli. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.brunellocucinelli.com/en/my-creed.html>.
3. Sites-bc-corporate-Site - Brunello Cucinelli. Retrieved on December 03, 2018, URL
4. <https://www.brunellocucinelli.com/en/corporate>.
5. Responsabilità Sociale - Prada Group. Retrieved on December 03, 2018, URL
6. <https://www.pradagroup.com/it/group/social-responsibility.html>.
7. Corporate Social Responsibility (CSR) European Commission. Retrieved on December 03, 2018, URL https://ec.europa.eu/growth/industry/corporate-social-responsibility_en.
8. H&M Conscious Actions Sustainability Report 2014. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://about.hm.com/it/About/sustainability.html#cm-menu>.
9. The Higg Index. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://apparelcoalition.org/the-higg-index>.
10. Future textile and clothing managers starting kit. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.udemy.com/future-textile-and-clothing-managers-starter-kit>.
11. Manager of an Innovative Leather Company. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.udemy.com/manager-of-an-innovative-leather-company/>.
12. Handbook. Retrieved on December 03, 2018, URL http://responsalliance.eu/wp-content/uploads/2015/10/E-handbook_EN.pdf.
13. H&M group | Recycle your clothes. Retrieved on December 03, 2018, URL
14. <https://about.hm.com/en/sustainability/get-involved/recycle-your-clothes.html>.

3.5. RSC y la producción y el consumo ético

Sofia Papakonstantinou, CRE.THI.DEV., Grecia

Introducción

La pirámide de la Responsabilidad Social Corporativa es una herramienta con forma triangular que sugiere qué tipo de actividades son fundamentales para la RSC y cuáles deben priorizarse. Las cuatro responsabilidades sociales que construyen la pirámide son la responsabilidad económica, legal, ética y filantrópica. Estas capas ayudan a los gerentes de las empresas a ver los diferentes tipos de responsabilidades que la sociedad espera de ellos.

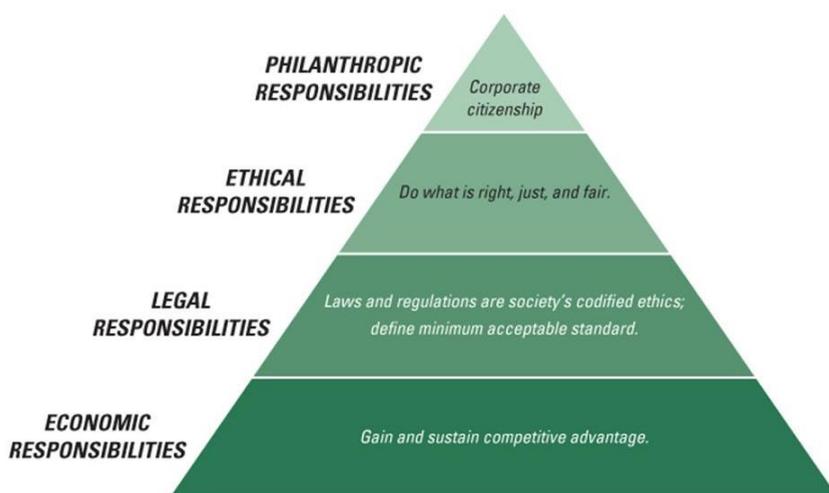


Figura 3.5.1. Pirámide de Responsabilidad Social Corporativa

Una de las principales preocupaciones respecto al cambio hacia la moda rápida ha sido la sostenibilidad de un método de producción de este tipo en términos de mano de obra y recursos materiales. Como los artículos comprados son tan baratos, los consumidores compran artículos más frecuentemente, pero los usan con menos veces. Esto se traduce en un incremento anual de los residuos textiles que terminan en vertederos y la moda rápida se asocia con el término de “moda desechable”. El cambio hacia la producción en el extranjero y el bajísimo precio de los productos ha llevado a nuevas preguntas sobre la ética y la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) entorno a la producción de moda rápida, sobre todo referente a las condiciones de trabajo en las fábricas y el uso de niños como mano de obra. Aunque muchos consumidores parecen defender las prácticas socialmente responsables que afectan a sus percepciones de las marcas de moda, la moda rápida es la excepción de esta regla. Estas afirmaciones han sido confirmadas por recientes

investigaciones indicando que los consumidores son muy conscientes de las cuestiones éticas, pero se sienten atraídos por las ofertas más modernas y orientadas a los precios bajos, derivando en “la estética triunfa sobre la ética”.

A finales de la década de los 2000, el término “slow fashion”, moda lenta, comenzó a ser utilizado como una alternativa a la moda rápida, de la misma manera que los mercados agrícolas y los alimentos orgánicos fueron una reacción a la revolución de la comida rápida. Algunas de las interpretaciones de la moda lenta se refieren a productos artesanales de calidad local y/o a través de la adopción de principios de RSC, especialmente los principios ambientales en la producción y el reciclaje. No es sorprendente que al mirar la calidad y la artesanía del patrimonio asociado nos conduzca a asociaciones con minoristas de lujo. El proceso de moda lenta abarca prácticas sostenibles y socialmente responsables que se aplican en los tres niveles de diseño, producción y consumo. Esto significa que la moda lenta se puede aplicar al sector de la moda rápida, empresas como Zara y H&M han incorporado algunos elementos de la moda lenta en sus cadenas de suministro. Como ejemplo, H&M ha desarrollado iniciativas en cada etapa de la cadena de suministro: desde incentivar a los diseñadores a considerar los impactos a largo plazo de los productos elegidos, apoyar las prácticas de RSC en la producción textil, para finalmente educar a los consumidores en eliminación y reciclaje de prendas. Como ejemplo práctico, H&M anima a los clientes a traer su ropa desechada para reciclar a cambio de un descuento en los nuevos artículos. Por otra parte, H&M produce un informe anual de sostenibilidad y es relativamente transparente a su estrategia de abastecimiento a través de la publicación de una lista de todas las fábricas y calificaciones de cumplimiento de los proveedores.

Producción y consumo ético

Las cadenas de suministro de moda están impulsadas predominantemente por la moda rápida y la disponibilidad; se basan en la capacidad de adaptación de los fabricantes para cambiar la producción intermitente y la capacidad de la marca para reubicarse a la velocidad del mercado al margen de las presiones. Sin embargo, la presión pública de los activistas y las ONG (organizaciones no gubernamentales) ha creado una fuerza importante para el cambio. Los minoristas se ven obligados a prestar más atención en cómo se producen sus productos: la mala publicidad que rodea la ética no es buena para los negocios.

Los minoristas y los fabricantes de moda deben considerar sus impactos globales a medida que continúan desarrollando productos en el extranjero y expandiéndose en nuevos mercados (tanto en términos de venta como de fabricación). La ética del suministro local y global, las cuestiones laborales asociadas y su impacto sobre las comunidades locales, son cada vez más importantes.

El desarrollo de buenas relaciones entre minoristas y marcas de indumentaria, fabricantes y externalizaciones es crucial para el éxito de la gestión de la cadena de suministro. Es necesario que todas las partes trabajen conjuntamente para formular la mejor manera de trabajar. A veces, esto no es una dinámica fácil, sobretodo cuando la presión para reducir los costos y optimizar la velocidad es el criterio principal en un entorno competitivo de venta minorista. Sin embargo, en la actual sociedad ambientalmente afectada es sencillamente inaceptable explotar a aquellos, como trabajadores de fábricas en los países en vías de desarrollo, que tienen menos voz.

Millones de personas trabajan en la industria de la moda y hay una serie de cuestiones importantes que deben ser atendidas.

Derechos humanos

Trabajo forzoso, trabajo infantil, acoso sexual, discriminación y condiciones de trabajo peligrosas. Estas son algunas situaciones que las personas que producen nuestra ropa pueden estar sufriendo. A pesar de que existen normas internacionales y leyes nacionales protectoras de los empleados, los abusos contra los derechos humanos prevalecen en toda la industria de la moda. El Índice de Esclavitud Global estima que actualmente 36 millones de personas viven bajo alguna situación de esclavitud moderna; algunas de estas personas trabajan fabricando ropa para marcas occidentales.

Remuneración justa: El salario mínimo legal en la mayoría de los países productores de prendas de vestir raramente es suficiente para que los trabajadores puedan vivir. Por ejemplo, en Bangladesh, se estima que el salario mínimo sólo cubre el 60% del coste de vida en un barrio marginal. Los bajos salarios mantienen a los trabajadores en un ciclo de pobreza a lo que se le debe sumar la presión de trabajar largas horas extras, lo que repercute en su salud y seguridad, así como en la calidad de la ropa.



Figura 3.5.2. Cuestión de salario bajos

Artesanía: la ropa y los accesorios producidos en masa han erosionado la artesanía, habilidades artesanales del patrimonio que se transmiten generación tras generación en comunidades de todo el mundo. Millones de personas del mundo desarrollado- principalmente mujeres- dependen del comercio artesanal. Pero ahora mismo, ese comercio tiene un futuro incierto.

La demanda de productos éticos

Las opiniones de los consumidores pueden influir y presurizar a los minoristas y a sus proveedores. Existe una mayor demanda del mercado del comercio justo y los productos orgánicos y la trazabilidad de las materias primas. Según un informe del 2009, la industria de la moda ética del Reino Unido valía aproximadamente 175 millones de libras y, según la Co-operative (2008), la moda ética en el Reino Unido está creciendo más rápido que casi cualquier otro sector ético, 71% cada año.

Sin embargo, los consumidores a menudo pueden decir una cosa y hacer otra, especialmente cuando se quiere comprar artículos de moda a un buen precio. A menudo, los factores decisivos son el estilo y el precio de la prenda y no la ética. En términos de incertidumbre económica, la demanda de ropa barata por parte de los consumidores sigue siendo alta y las expectativas son de inmediatez o de gratificación instantánea en la compra minorista. Uno de los aspectos más importantes para los minoristas sigue siendo proporcionar a los clientes los productos adecuados a un precio real.

RSC y ética empresarial

La RSC y la ética empresarial se utilizan a menudo indistintamente, pero son bastante diferentes. La RSC está relacionada con el contrato social entre una empresa y la sociedad en la que opera. Establece las intenciones de la empresa de comportarse y operar de manera responsable en su cadena de abastecimiento y suministro y, en general, en su estrategia comercial. La mayoría de las grandes empresas, tales como Marks & Spencer, Monsoon, H&M y Gap, tienen una política de RSC dentro de la estrategia corporativa y de marketing y esto es, generalmente, ampliamente promovido. La política de RSC se puede encontrar, generalmente, en el sitio web de la empresa, ilustrando cómo esa marca o minorista la implementa dentro de su negocio. Las empresas están utilizando cada vez más la RSC como parte de sus medidas clave para el rendimiento y esto puede tener un impacto al final de la línea: ganancias.

El marketing relacionado con la causa (CRM) es una rama de la RSC. La idea es la alineación de empresas con ciertas causas que derivará en la creación de capital social en el negocio. Un gran ejemplo de esto es la campaña RED que ayuda a aquellas personas con SIDA en África, en la que GAP, American Express y Motorola están involucrados, entre otros. Muchos minoristas de moda utilizan iniciativas

éticas y las convierten en una valiosa estrategia corporativa y de marketing, que se puede utilizar para con el fin de obtener una ventaja competitiva.

Es evidente que algunas marcas de moda hacen mucho más que otras para mejorar la visibilidad y la naturaleza ética de sus cadenas de suministro. Sin embargo, si los minoristas responsables toman una postura ética en sus campañas de marketing, y se juntan con una demanda de moda rápida puede presentar desafíos: ambos conceptos serán difícilmente compatibles.

El papel de las ONGs

Las ONGs son definidas por el Banco Mundial como “organizaciones privadas que persiguen actividades para aliviar el sufrimiento, promover los intereses de los pobres, proteger el medio ambiente, proveer servicios sociales básicos, o emprender el desarrollo de la comunidad.”

Las cuestiones laborales en la industria de la confección están bien documentadas y el papel de las ONG es trabajar con los minoristas de la moda para establecer y mejorar sus políticas laborales y ayudar a proteger los derechos de los trabajadores. Algunos ejemplos son: Oxfam, que trabaja para la creación de derechos de los trabajadores y las condiciones en el extranjero; la organización internacional del trabajo (OIT), agencia de las Naciones Unidas establecida en 1919, está regida conjuntamente por representantes gubernamentales, empleados y trabajadores, su misión es concienciar a nivel mundial y comprender las problemáticas laborales, eliminar el trabajo forzoso e infantil; *Labour Behind de Label*, es una red de organizaciones que apoya a los trabajadores de todo el mundo, ayudándoles a “mejorar sus condiciones de trabajo a través de la sensibilización y la provisión de información y fomentar la solidaridad internacional entre los trabajadores y los consumidores”. Además de trabajar en la industria, *Labour Behind* trabaja con colegios y estudiantes de moda para promover el conocimiento y la comprensión de los temas que pueden afectar a compradores, comerciantes, diseñadores y cualquier otra persona involucrada en el proceso.

La Iniciativa del Comercio Ético

Las políticas de los minoristas de la moda varían enormemente, pero deben basarse en las directrices establecidas por la Organización Mundial del Comercio (OMC). Una organización miembro llamada Iniciativa del Comercio Ético (ETI) es un buen ejemplo de ONG que está influyendo y ayudando a dar forma a la política minorista. La iniciativa, lanzada en el Reino Unido en 1997, basa sus políticas en las directrices de la OMC.

Es importante señalar que existe poca legislación en vigor para obligar a los minoristas y fabricantes a unirse a una organización como ETI y a adherirse a las

directrices. Al convertirse en miembro la empresa genera un compromiso para abordar los problemas de sus cadenas de suministro. Se espera que las empresas miembros de ETI informen anualmente sobre sus esfuerzos y resultados y que muestren una mejora en su desempeño en el comercio ético. Los miembros de la compañía incluyen a Asda (propiedad de Walmart), Debenhams, Gap, Inditex (propietario de Zara), Levi Strauss, Marks & Spencer, Monzón, Mothercare, Next, New Look, Primark y Tesco.

Algunas marcas de moda hacen mucho más que otras con el fin de hacer los cambios necesarios y mejorar las condiciones de los trabajadores. La política de abastecimiento varía entre los diferentes minoristas y marcas y, aunque existen códigos de práctica similares a los de la ETI, están abiertos a la interpretación.

Es esencial que los minoristas trabajen estrechamente con los proveedores, dándoles tiempo y ayuda para poder lograr los estándares requeridos. Monitorear los proveedores, minimizar el riesgo y resolver los problemas a corto plazo juntos, puede hacer que las empresas de moda sean más eficientes y éticas. Puede significar un aumento de los costes, pero también debe significar un aumento en los márgenes de ventas y beneficios.

Referencias

1. Carroll, A.B. Business and Society. Ethics and Stakeholder Management, 1993.
2. Global Green Growth Forum. Copenhagen Changing Production and Consumption Patterns – through Transformative Action, 2014.
3. Grayson. Embedding corporate responsibility and sustainability: Marks & Spencer. 2011.
4. Mintel report global consumer trends. 2009.
5. Parker, L. Fashion brands and workers' rights. 2015.
6. Perry et Towers. The International Fashion Supply Chain and Corporate Social Responsibility. 2013.
7. Routledge Handbook of Sustainability and Fashion Edited by Kate Fletcher and Mathilda Tham. 2015.
8. Russo et Perrini. Investigating Stakeholder Theory and Social Capital: CSR in Large Firms and SMEs. 2009.
9. Szczanowicz et Saniuk. Evaluation and reporting of CSR in SME sector. 2016.
10. Wickert. Corporate Social Responsibility in Small- and Medium-Sized Enterprises. 2014.

3.6. Sistemas de monitorización ambiental y el impacto de los procesos textiles en el medioambiente

Laura Chiriac, Ion Razvan Radulescu , INCDTP, Rumania

Introducción

En los últimos años, las cuestiones medioambientales se han integrado en las estrategias empresariales de todas las compañías. Cada unidad económica busca lograr y demostrar, junto con el crecimiento económico, un alto nivel de protección del medioambiente cumpliendo con la legislación medioambiental.

Las políticas medioambientales son un conjunto de objetivos y prioridades medioambientales, métodos reglamentarios y herramientas de implementación diseñadas para garantizar el uso sostenible de los recursos naturales y prevenir la degradación del medioambiente. La política medioambiental europea se basa en los principios de precaución, prevención, corrección de las fuentes de contaminación y tasas por contaminación. La gestión ambiental es la gestión de aquellas actividades que tienen impacto medioambiental.

Sistemas de monitorización medioambiental

La Organización Internacional para la Normalización (ISO) define un sistema de monitorización medioambiental (EMS) como “parte del sistema de gestión utilizado para gestionar los aspectos medioambientales, satisfacer las obligaciones de cumplimiento normativo y abordar riesgos y oportunidades”. La EMS de la organización tienen como objetivo lograr su política de medioambiente, implementar su programa de gestión medioambiental y alcanzar los objetivos propuestos.

Una de las actividades más importantes del mundo es el desarrollo de normas medioambientales, especialmente las del Comité Técnico de la Organización Internacional de Normalización 207 (series ISO 14000). La gestión medioambiental se presenta en dos grupos principales: uno referido a la organización (por ejemplo, Sistemas de gestión medioambiental- ISO 14001, ISO 14004; Evaluación del rendimiento medioambiental- ISO 14031; Auditoría medioambiental e investigaciones medioambientales conexas- ISO 19011), y otra referida a productos y tecnologías (por ejemplo, Análisis del ciclo de vida- normas ISO 14040; Etiquetado medioambiental- normas ISO 14020; Aspectos medioambientales en las normas del producto- ISO 14060).

Los sistemas de gestión medioambiental se abordan directamente en un conjunto de tres normas: ISO 14001, ISO 14004 e ISO 19011. De estas, la única que contiene requisitos auditables es la ISO 14001. Es el estándar de referencia para las EMS, lo

que significa que sólo sus requisitos son obligatorios para la certificación. Los otros dos estándares apoyan esta norma, la ISO 14004 con recomendaciones y técnicas de aplicaciones y la ISO 19011 con la metodología de auditoría de las EMS.

La ISO 14001 especifica los requisitos para la EMS de una empresa que busca aumentar su rendimiento medioambiental, gestionar sus responsabilidades medioambientales de manera sistemática y lograr los resultados previstos con el objetivo de contribuir al pilar medioambiental de la sostenibilidad. La ISO 14001 se puede utilizar dentro de un enfoque *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) para la mejora continua.

La nueva edición de 2015 de la norma ISO 14001 tiene una nueva estructura y presenta nuevos requisitos de estrategia, liderazgo, problemas medioambientales, evaluación, comunicación y nuevos términos como: desarrollo sostenible, ciclo de vida, rendimiento medioambiental, indicador de rendimiento, riesgos y oportunidades, cadena de valor, cadena de suministro, etc. La ISO 14001:2015 cubre las siguientes secciones: contexto de la organización, liderazgo, planificación, soporte, operación, evaluación del desempeño y mejora.

Otras herramientas de gestión medioambiental desarrolladas por la ISO/TC 207 se refieren a la EMS en pequeñas y medianas empresas (ISO 14005:2010), gestión del ecodiseño como parte de una EMS (ISO 14006:2011), evaluación del desempeño ambiental (ISO 14031:2013), las etiquetas y declaraciones medioambientales, incluidas las ecoetiquetas, las reivindicaciones medioambientales autodeclaradas y la información medioambiental cuantificada sobre productos y servicios (serie de normas ISO 14020), abordando los aspectos medioambientales y los potenciales impactos sobre el medio ambiente durante el ciclo de vida de los productos y servicios (ACV) “desde la materia prima hasta la eliminación final” (ISO 14040), sistemas para la evaluación de la eficiencia ecológica de productos (ISO 14045:2012), la evaluación de la huella hídrica del producto, los procesos y las organizaciones basadas en ACV (ISO 14046:2014 e ISO/TR 14073:2017), cuantificación, reporte y reducción de gases de efecto invernadero (GEIs) asociados a productos- evaluación de la huella de carbono de los productos (ISO 14060).

Una de las técnicas desarrolladas de la protección del medio ambiente y los posibles impactos asociados con los productos manufacturados y consumidos es el ACV. Esta se presenta en la familia de normas ISO 14040 y se puede utilizar en la industria textil para identificar, cuantificar y evaluar el impacto de los productos textiles en el medio ambiente. Su objetivo es recoger los datos de entrada (como materias primas, energía y recursos naturales) y los de salida (como las emisiones al agua, suelo o aire) del sistema y realizar la computación basada en software de estos datos, con el fin de obtener el impacto medioambiental. Hay muchos programas de

software de ACV disponibles, con varias prestaciones. Este tipo de software está aborda una base de datos con productos y procesos elementales y su impacto en el medio ambiente y realiza enlaces y cálculos a la entrada y la salida del sistema. Un ejemplo de base de datos es el Swiss ECOINVENT v. 3, que contiene más de 10.000 procesos. Ejemplos de programas de software ACV con diversas características y relaciones precio-rendimiento son: sima-Pro, DaBi, EarthSmart, sustainable Minds, Enviance sistema y Umberto. Estos programas de software generalmente transforman los datos de entrada/salida en impacto ambiental en diversas categorías de impacto. Las categorías de impacto se agrupan dentro de los métodos. Por ejemplo, el método Eco-indicator 99(E) describe el impacto medioambiental de las siguientes categorías: cancerígeno, orgánicos respiratorios, cambio climático, radiación, capa de ozono, eco toxicidad, minerales y combustibles fósiles. Los datos de la Análisis del Impacto del Ciclo de Vida (AICV) se evalúan mediante la interpretación de los diagramas proporcionados por el software.

El Programa de Eco-Gestión y Auditoría (EMAS) es la herramienta voluntaria de la UE diseñada para que las empresas y otras organizaciones se comprometan a evaluar, gestionar, reducir su impacto medioambiental y mejorar continuamente su rendimiento. EMAS es el sistema de gestión medioambiental más creíble y robusto del mercado. Con el fin de inscribirse en EMAS, las organizaciones deben llevar a cabo los pasos descritos en el reglamento EMAS de la [UE](#).

Los principales beneficios que ofrece EMS son: prevención de la contaminación, mejora de la eficiencia de los procesos, cumplimiento de obligaciones legales, credibilidad, nuevas oportunidades de negocio, captación de inversiones, mejora de las relaciones con todos los socios, mejora de la gestión global y del rendimiento económico y reducción del riesgo de accidentes ambientales.

La etiqueta ecológica de la UE es otra herramienta de política medioambiental de la UE, diseñada para alentar a los operadores económicos a comercializar bienes y servicios con un bajo impacto medioambiental. La etiqueta ecológica de la UE identifica el rendimiento medioambiental de un producto o servicio basado en ACV. La etiqueta ecológica de la UE es un símbolo gráfico, acompañado o no de un breve texto explicativo aplicado al producto en el envase o de un documento informativo de acompañamiento que proporciona datos sobre el impacto medioambiental.

El impacto medioambiental de los procesos textiles

La industria textil es uno de los sectores industriales con uno de los impactos ambientales más significativos debido a las grandes cantidades de agua consumida para el procesamiento, así como las aguas residuales altamente contaminadas. Los procesos textiles que contribuyen a contaminar las aguas residuales son los que

proviene de acabados químicos, especialmente del desencolado, lavado, mercerizado, blanqueo, tintura, impresión y acabado. En el procesamiento de materiales textiles se utiliza una amplia variedad de productos químicos (detergentes, álcalis, ácidos, colorantes, resinas, polímeros, fungicidas, retardantes a la llama, emolientes, etc.). Las aguas residuales del proceso de acabado textil plantean serios problemas respecto a la cantidad de sólidos disueltos (SD), sólidos suspendidos (SS), pH, temperatura, color, demanda de oxígeno bio-químico (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), metales pesados y materia orgánica disuelta no biodegradable. Además, las aguas residuales pueden contener bacterias y otros patógenos del procesamiento de lana o pesticidas. Debido a la diversidad de la estructura de producción, la calidad de las aguas residuales varía no sólo entre empresas, sino que a veces, dependiendo del período, incluso dentro de la misma. La legislación europea requiere severas condiciones de depuración de aguas residuales industriales antes de su descarga tratándolas en plantas de tratamiento de aguas residuales. Otra fuente de contaminación ambiental son las emisiones aéreas de nitrógeno y óxidos de azufre, hidrocarburos, formaldehído y otros compuestos orgánicos volátiles (COV), vapores ácidos y alcalinos, polvo u olor de diversas operaciones como el secado, la condensación, el calandrado, la impresión o el tratamiento de aguas residuales. En la siguiente tabla se presentan los principales procesos textiles y sus impactos ambientales.

Tabla 3.6.1. Resumen de los desechos generados durante la fabricación textil y el impacto medioambiental

Procesos	Fuente	Contaminantes	Impacto medioambiental
Vaporizado tecnológico y generación de energía	Emisión de la caldera	Óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO ₂), monóxido de carbono (CO), polvos	Contaminación atmosférica, generación de gases invernadero
Preparación para la hilatura, carda, peinado y tejeduría	Emisiones por la fabricación de tejidos	Polvo y pelusa	Contaminación atmosférica, ruido
Encolado	Emisión de compuestos para el dimensionamiento	Almidón, ceras, carboximetilcelulosa (CMC), alcohol polivinílico (PVA), agentes humectantes	Aguas residuales y contaminación del aire
Hilatura por fusión	Emisiones de policondensación	Gases de escape	Contaminación del aire
Afelpado y tundido	Emisiones de los procesos	Polvo y pelusa	Contaminación del aire
Limpieza en seco	Procesamiento de disolventes	Vapores de los disolventes	Contaminación atmosférica - COV

Carbonización de la lana	Emisión del uso de productos químicos	Niebla ácida, ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, impurezas naturales como compuestos vegetales y minerales	Contaminación del aire y de las aguas residuales
Limpieza de la lana cruda	Emisiones por el uso de químicos, emisiones de las fibras de lana	Detergentes, impurezas naturales como la cera de la lana	Contaminación de las aguas residuales- altas en DBO, CDO, SS
Desencolado	Emisiones por el uso de químicos	Enzimas, agentes humectantes, almidón, glucosa, PVS, resinas, grasas y ceras	Contaminación de las aguas residuales – altas en DBO, CDO, SS, SD, toxicidad acuática
Lavado	Emisiones por el uso de químicos de lavado y emisiones de las fibras de algodón	Productos químicos APEO, EDTA, DTPA, NTA, hidróxido de sodio, cenizas de soda, grasas, ceras, fibras cortas de algodón, nieblas alcalinas, altas temperaturas del proceso	Contaminación de las aguas residuales – altas en DBO, CDO, SS, SD, toxicidad acuática, alto pH, eutrofización de las aguas subterráneas
Blanqueo	Emisión por el uso de compuestos con cloro	Cloro, dióxido de cloro, hidróxido de sodio, surfactantes, silicato de sodio, fosfato de sodio, fibras cortas de algodón.	Contaminación de las aguas residuales- pH alto, altas en SS y DBO bajo
Mercerizado	Emisión por el uso de químicos mercerizantes	Hidróxido de sodio y cera del algodón	Contaminación de las aguas residuales- alto pH, bajo DBO, alto SD
Tintura	En las tinturas con colorantes dispersos se utilizan carriers, tintura con azufre, tintura con metales complejos y con ácidos. Emisión por la utilización de colorantes y de agentes químicos.	Carriers, sulfito, urea, mordantes, agentes reductores, ácido acético, detergentes, agentes humectantes, metales pesados, electrolito neutro, colorantes no fijados	Gran volumen de agua, contaminación de las aguas residuales- muy coloreadas, alto DBO, SD, SS, alta salinidad, liberación de formaldehído, toxicidad acuática, inhibidor en sistemas de tratamiento de aguas residuales, acumulación de lodos de metales pesados.
Impresión	Emisiones de disolventes de origen mineral en pastas o tintas impresas, colorantes, espesantes y pastas residuales	Hidrocarburos, amoníacos, formaldehído, pastas, urea, almidones, aceites, aglutinantes, ácidos, espesantes, agentes reductores, álcalis, agentes ligantes	Contaminación de las aguas residuales- muy coloreadas, altas en DBO, aspecto graso, SS, ligeramente alcalinas. Contaminación atmosféricas- COV

Lavado y enjuagado	Emisiones de los principales procesos	Altas temperaturas del proceso, productos químicos, productos reactivos y fibras cortas	Alto consumo de agua, contaminación de las aguas residuales
Acabados	Emisiones por el uso de resinas, polímeros y catalizadores	Fomaldehído, carriers, polímeros tóxicos, lubricantes, aceites, reactivos N-metilol, compuestos clorados, biocidas, compuestos perfluorados con más de 8 átomos de carbono, agentes antiestáticos, agentes ignífugos	Contaminación de las aguas residuales, toxicidad acuática, potencial de bioacumulación, baja DBO
Recubrimiento, secado y curado	Emisión por las altas temperaturas de los hornos	VOC	Contaminación del aire, liberación de formaldehído, alto consumo de energía
Tratamientos de aguas residuales	Emisiones de tanques y recipientes de tratamiento	VOC, emisiones tóxicas, aguas residuales con alta COD, SS y SD	Olores, desechos sólidos, contaminación del aire- COV

La Directiva de Emisiones Industriales de la UE (DEI) establece el marco general para el control de la contaminación industrial, basado en el concepto de Mejores Técnicas Disponibles (MTD). El objetivo general de la DEI es prevenir y controlar las emisiones en el aire, el agua y el suelo, la gestión de residuos, la eficiencia energética y la prevención de accidentes medioambientales para instalaciones industriales, a través de un enfoque integrado. Las mejores técnicas disponibles se describen en los documentos de referencia MTD (BREF). Las MTD, en la industria textil, se refiere a las tecnologías más eficientes para la prevención de la contaminación, el tratamiento de aguas residuales, el logro de un alto nivel de protección del medio ambiente en su totalidad. En el BREF, la industria textil cubre el sector del lavado de lana, de acabado textil (excluyendo el revestimiento de suelos) y el de alfombras. Dentro de cada uno de estos sectores, se aplica una variedad de procesos húmedos. Se elaboran MTDs para cada uno de los procesos. Además, hay algunas MTDs que son genéricas, como la selección y el uso de productos químicos, gestión de agua y energía, etc.

Se pueden aplicar las siguientes medidas para todas las actividades relacionadas con el proceso industrial textil para prevenir la contaminación:

- Control de la contaminación mediante las MTDs;
- Optimización del proceso y de los equipos;
- Optimización de los productos químicos y del uso de soluciones de acabado respetuosas con el medio ambiente;
- Utilización de tecnologías no convencionales innovadoras;
- Reducción del consumo de agua y energía

- Tratamiento de efluentes y eliminación de desechos;
- Mejora de la eficiencia energética,
- Mejora continua de la gestión medioambiental;
- Cumplimiento de la legislación medioambiental.

Referencias

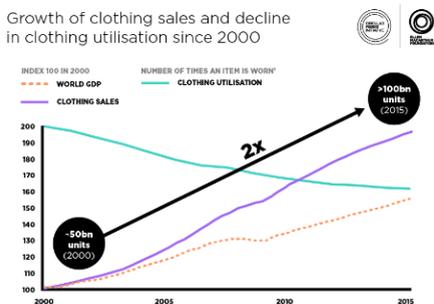
1. ISO 14001:2015, Environmental management systems — Requirements with guidance for use, ISO/TC 207/SC1 – Environmental Management Systems.
2. ILCD Handbook – International Reference Life Cycle System, General guide for LCA, JRC-IES, Italy, 2010.
3. Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC, OJ L 342 .
4. Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel, OJ L 27.
5. A. Popescu, F. Pricop, L. Chiriac, L. Alexandrescu, M. Teodorescu, V. Daescu, „Specific pollutants to textile and leather industry - possible technological solutions to limit pollution”, Publisher CERTEX, Bucharest, ISBN 978-973-1716-08-4, 2007.
6. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), OJ L 334.
7. Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, European Commission, July 2003.
8. [ISO/TC 207/SC 1 - Environmental management systems. Retrieved on December 03, 2018, URL https://www.iso.org/committee/54818/x/catalogue/.](https://www.iso.org/committee/54818/x/catalogue/)

3.7. Recuperación de los residuos textiles: estrategias y tecnologías para cerrar el ciclo en el sector textil y de confección

Micol Costi, Veronica Sarbach, MCI, Italia

Introducción

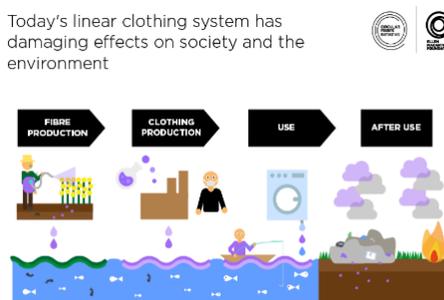
Con la tierra, el agua y los recursos energéticos finitos, la industria textil y de confección necesita reducir considerablemente sus residuos. Mover la industria hacia una economía circular puede producir grandes beneficios medioambientales para la industria de la moda, al mismo tiempo que mitiga los efectos de una mayor demanda de prendas a causa del crecimiento de la población mundial. En las últimas décadas, la industria se ha concienciado sobre los riesgos a los que se deberá enfrentar durante los próximos años si el sector T&C continua con un modelo de economía lineal y, por lo tanto, se está investigando en gran medida estrategias y tecnologías para poder producir textiles de una manera más sostenible: se desarrollan nuevas tecnologías de reciclaje y regeneración de las fibras existentes, se invierte en la investigación y el desarrollo de nuevas fibras procedentes de fuentes renovables y que se autofinancian, se introducen procesos de tintura y acabado menos nocivos y se estudian nuevos modelos de negocio para evitar la sobreproducción. En este contexto, el reciclaje previo y posterior al consumo de los desechos textiles, se identifica como el eslabón perdido para cerrar el ciclo e implementar un modelo de economía circular a escala industrial. En las siguientes páginas, se realiza un breve resumen resaltando los problemas de las tecnologías aplicadas actualmente y se indica algunas rutas sobre cómo superarlas a través de soluciones innovadoras.



Average number of fibres a garment is worn before it needs to be used
Source: European Commission, Accipiter, Modis, 2016. © Ellen MacArthur Foundation, 2016
Image: iStock.com, iStock.com, iStock.com, iStock.com, iStock.com, iStock.com

tiny.cc/fibres

Figura 3.7.1 Crecimiento de las ventas de ropa y disminución de la utilización de estas desde 2000



tiny.cc/fibres

Figura 3.7.2. El sistema de la ropa actual es extremadamente derrochador y contaminante

Calidad del reciclaje: diferentes niveles de reciclaje desde la fabricación hasta el consumo

El reciclaje textil es una actividad extremadamente desafiante por varias razones: desde la recogida y la clasificación hasta las dificultades tecnológicas para obtener una materia prima capaz de proporcionar un rendimiento suficiente. Es necesario implementar un nuevo enfoque sistemático con el fin de ofrecer materiales reciclados que garanticen una segunda materia prima capaz de competir con los materiales vírgenes, tanto en coste como en calidad. Por otra parte, el reciclaje puede darse en diferentes momentos durante la vida útil del producto, desde la producción, al uso y después del uso, donde la calidad de la segunda materia obtenida depende esencialmente de la pureza de las materias primas del material reciclado, es decir, del nivel de transformaciones y tratamientos sufridos por el material virgen.

La materia prima de los procesos de reciclaje textil puede originarse en la postproducción o en la alimentación post-consumo. Debe hacerse una distinción clara entre estas dos fuentes de materias. El material textil de postproducción se genera durante los procesos productivos y a menudo consiste en fibras, hilos y recortes de tejido, mientras que los materiales post-consumo son prendas de vestir o textiles domésticos que los consumidores han descartado. Estas prendas pueden ser no usadas, usadas o mutiladas.

Existe una enorme diferencia técnica entre el reciclaje textil de post-producción y el de post-consumo. Para el reciclaje textil de post-producción, la información sobre la mezcla y la composición es fácil de encontrar, ya que es una especificación del material recibido que se puede recuperar directamente del productor. Los textiles post-consumo, por el contrario, consisten en una mezcla de fibras y la información sobre su composición, grabada originalmente en una etiqueta adjunta a la prenda, suele faltar o inducir a error.

Centrándonos en los productos textiles, se pueden identificar varias etapas de transformación del producto donde se puede dar el reciclaje, desde una prenda o producto textil acabado a subproductos resultantes de la producción de tela, hilos y fibras e incluso hasta el nanonivel de polímeros y monómeros, cada uno exigiendo diferentes enfoques y presentando diferentes dificultades:

- *Reciclaje de prendas*, se refiere principalmente a la reutilización de prendas intactas a través de la reventa en mercados de segunda mano o la donación a la caridad. Según dicen los consumidores de los países occidentales (EU + USA), estos contribuyen en gran medida a proporcionar una segunda vida a sus prendas vestibles desechadas. Este comportamiento también es explotado por las empresas que interactúan con sus consumidores a través

del reciclaje de prendas ofreciendo descuentos en futuras compras. El reciclaje total de prendas no vestibles sería posible si la industria de la confección pudiera suministrar productos monomateriales en los que todos los componentes estuvieran fabricados totalmente con el mismo material, por lo que serían reciclables mediante una sola corriente de material.

- *Reciclaje de tejidos*, toma piezas de tela completas y se recosen para crear (partes de) una nueva prenda. Este nivel de reciclaje se conoce también como “remanufacturación”. Se pueden utilizar recortes de fábrica y materiales sobrantes o se pueden utilizar grandes partes de prendas post-uso que son desmontadas y reutilizadas en una nueva prenda, manteniendo la tela intacta. Si se necesita un cambio de color, el tejido puede tratarse con blanqueadores o tintes a lo largo del proceso. Este tipo de reciclaje no requiere tecnologías avanzadas, pero tienen aplicaciones limitadas, es laborioso, el suministro es inconsistente impidiendo la producción en masa y el tejido a menudo es demasiado pequeño o la calidad es demasiado baja para rehacerse como otra prenda.
- *Reciclaje de hilos*, se refiere a desenredar de los hilos utilizados para fabricar prendas de punto. Para poder desenredar una prenda, se debe tejer de tal forma que sea posible recuperar el hilo en un pequeño número de piezas. Por lo tanto, el reciclaje de hilados sólo es factible para algunos tipos de prendas de vestir específicas que deben recogerse por separado o separarse.

La diferenciación más importante es entre el “reciclaje mecánico de fibras”, que las degradará en cada ciclo de reciclaje, mientras que, el “reciclaje químico de fibras”, en algunos casos, aportará producción de fibras con la misma calidad que las vírgenes.

- El *reciclaje mecánico de fibras* se indica tradicionalmente como un proceso de reciclaje textil. La tela se rompe mediante máquinas desgarradoras para obtener fibras. Las fibras naturales sufren particularmente este reciclaje, ya que la longitud de las fibras se acorta en el proceso generando hilos más débiles después de la hilatura. Se están estudiando, y recientemente han entrado en el mercado, nuevos e interesantes procesos que utilizan trozos de algodón junto con madera para obtener fibras celulósicas regeneradas mediante el reciclaje químico. Otros fabricantes han desarrollado procesos para proporcionar hilados sin incluir fibras vírgenes, como los hilados Ecotec producidos por Marchi & Fildi que transforma los recortes previos al consumo (residuos de producción de las empresas tejedoras de punto y

calada) en un hilo de algodón 100% aplicando un proceso exclusivo de producción rastreable y certificado con ahorros récord en consumo de agua y energía. Debido al diseño, los procesos de reciclaje mecánico de fibras no pueden separar mezclas ni filtrar colorantes ni contaminantes, dependiendo así de los proveedores para obtener información sobre los materiales y las sustancias químicas.

- El *reciclaje químico de fibras* significa esencialmente romper las fibras a nivel molecular, refiriéndonos a procesos para polímeros y monómeros: el reciclaje de polímeros lleva las fibras a nivel polimérico, destruyendo las fibras, pero conservando intacta la estructura química del material. En el *reciclaje químico de polímeros* se disuelven los textiles con productos químicos después de que las prendas hayan sido desabrochadas, abiertas, trituradas y, en algunos casos, decoloradas. Esta tecnología se puede aplicar a fibras cuya base sea polimérica, celulósica o mezcla de ambas. La celulosa- el polímero principal del algodón- y el poliéster se extraen por separado para el posterior tratamiento. La pulpa de la celulosa se puede transformar en nuevas fibras de base celulósica y los polímeros de plásticos se tratan por separado para darles una calidad equivalente a los vírgenes. Durante el proceso se pueden eliminar los colorantes y pigmentos, las fibras contaminantes en pequeñas cantidades y otros contaminantes.

Hoy en día, la fibra sintética reciclada más comúnmente disponible es el poliéster hecho a partir de botellas de plástico. Con el fin de obtener fibras de una botella, primero se aplica un proceso mecánico (triturar la botella en escamas) seguido de un proceso de reciclaje químico que consiste en descomponer el material a nivel molecular y luego volver a polimerizar la materia prima. Mientras que el reciclaje químico consume más energía que la tracción mecánica, la fibra resultante tiende a tener una calidad más predecible. La actual fibra de poliéster obtenida del reciclaje químico puede llegar a obtener la misma calidad que las fibras de poliéster vírgenes.

La innovación en el reciclaje a menudo se encuentra más en el propio proceso de reciclaje que no en las fibras que se obtienen de este. El *reciclaje mecánico de polímeros* se lleva a cabo mediante la fusión y la extrusión de los textiles formados por fibras de plástico mono-material. Debido a su diseño, este proceso no puede filtrar los colorantes ni los contaminantes. El *reciclaje químico de polímeros* descompone los polímeros en monómeros individuales u otros materiales constituyentes que luego pueden servir de materia prima para producir polímeros con una calidad equivalente a los vírgenes.

Durante el proceso se pueden eliminar los colorantes y pigmentos, las pequeñas impurezas de fibras, y otros contaminantes. La mayoría de prendas consisten en una combinación de mezclas de fibras. Un ejemplo de ello es el polialgodón, una combinación de 35% poliéster y 65% algodón, normalmente. Separar las fibras mixtas durante el proceso de reciclaje es a menudo un desafío. WornAgain espera superar este obstáculo y proporcionar una tecnología para separar fibras, colorantes y pigmentos y otros contaminantes del tejido.

La selección manual para el reciclaje textil se lleva realizando desde hace mucho tiempo, por ejemplo, en Prato situado en Italia y en Panipat situado en India. La industria de Prato es conocida por el reciclaje de mezclas de lana y cachemira, mientras que Panipat es conocida por el reciclaje de algodón, poliéster y muchos otros tipos de textiles. Las prendas se reciclan en nuevos hilos mediante el reciclaje mecánico (trititación o desgarrar).

Este proceso de reciclaje reduce la longitud original de la fibra y, por lo tanto, el hilo producido es de menor calidad que el de fibras vírgenes. Sólo se pueden utilizar hilados producidos a partir de prendas mono-fibra (en su mayoría mezclas con fibras vírgenes) en productos textiles-a-textiles para lograr una calidad similar a la de los productos textiles vírgenes. Los hilados producidos a partir de prendas con diferentes tipos de fibras se pueden utilizar en el reciclaje textil-a-textil, pero para productos de menor calidad como en alfombras o mantas.

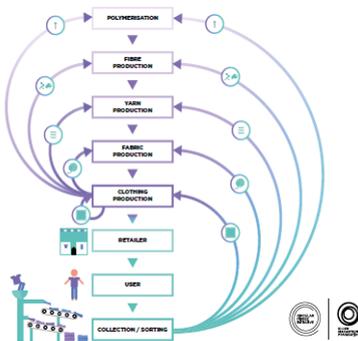


Figura 3.7.3. El reciclaje de textiles puede captar valor en varios niveles



Figura 3.7.4. «cencioli» - Los comerciantes de alfombras de Prato

Clasificación de las tecnologías de desechos de prendas y textiles hogar

Las prendas y los textiles hogar post-consumo se recogen actualmente a través de varias rutas: donaciones de caridad, contenedores municipales, colecciones de tiendas minoristas, actividades de recogida online y bolsas de recolección para la caridad puesta a puerta. Estas rutas de recogida son comunes en la mayoría de los

países europeos, pero hay que reconocer que encontramos una amplia diferencia entre países según su nivel de desarrollo y eficiencia, reflejando parcialmente las diferencias en el compromiso de los organismos públicos y de los consumidores. Por lo general, una minoría de los bienes recogidos se venden en el mercado de segunda mano, mientras que el resto se exporta a otros países. Los textiles no ponibles constituyen una gran fracción que se sitúa alrededor de la mitad de los productos. Las prendas y los textiles hogar recogidos se envían posteriormente a los evaluadores donde se ordenan manualmente de acuerdo con diferentes criterios:

- Ponibles (prendas no dañadas que pueden ser usadas de nuevo) o no ponibles (reciclables).
- Los ponibles se ordenan según su calidad/diseño/condición/estilo, utilizando hasta 350 criterios diferentes.
- Los no ponibles se clasifican según los diferentes criterios de flujo de reciclaje en función del tipo de material, como materiales fabricados con un tipo de fibra (algodón puro, lana pura, etc.), tipo de fibra mayoritaria (rico en algodón, rico en lana, etc.) o mezclas de fibras. Estos también podrían clasificarse en función del color.

Actualmente, la clasificación de las prendas y los textiles hogar post-consumo tienen una precisión para el reciclaje limitada. La clasificación manual se basa, en general, en la información de la etiqueta adjunta a la prenda y esta información suele faltar en los productos recogidos. Las etiquetas erróneas y los errores humanos en la clasificación manual se suman a las dificultades de conseguir la calidad solicitada. Un factor importante es el cumplimiento de un proceso de reciclaje de calidad. Esto es especialmente importante para el reciclaje textil-a-textil, que generalmente requiere fracciones de desechos textiles clasificados de alta calidad. Es probable que los potenciales procesos químicos de reciclaje necesiten fracciones clasificadas de alta calidad de desechos textiles post-consumo para producir nuevos textiles. Siempre que una tecnología de reconocimiento de materiales se pueda emplear en aplicaciones textil-a-textil, esta tecnología sería una solución prometedora para la industria de la clasificación textil.

La ordenación automatizada significa que una línea física de proceso se construye para manejar flujos de material, donde el software recibe señales de un conjunto de sensores y utiliza esta información para tomar decisiones autónomas sobre el destino de cada elemento. Esto podría hacer posible lograr una capacidad de alto rendimiento. Las tecnologías automatizadas que podrían ser capaces de clasificar los tipos de fibras textiles y su composición se pueden dividir en dos grupos:

- Tecnologías automatizadas espectroscópicas que pueden identificar los materiales según el tipo de fibra y el color.

- La clasificación basada en la información, como el etiquetado con código (QR o identificación por radiofrecuencia (RFID)), proporciona información sobre el tipo de fibra y el color, pero también aporta información necesaria a través de toda la cadena de valor.

Clasificación automatizada de prendas de vestir: tecnología automatizada de infrarrojo cercano (NIR)

Las tecnologías de clasificación óptica se utilizan ampliamente en muchos sectores para clasificar los procesos; inicialmente se desarrollaron para la clasificación de plásticos, las tecnologías de infrarrojo cercano (NIR), las imágenes hiperespectrales y la espectroscopia visual (VIS), posteriormente se han adaptado a los textiles con el fin de clasificar la ropa por color y material. Actualmente es el reconocimiento tecnológico favorito para la clasificación automatizada de prendas y residuos textiles hogar. Dado que el etiquetado de los productos textiles con código aún no está implementado a escala industrial, las tecnologías de infrarrojo cercano son los primeros candidatos para investigar en la clasificación de prendas en una perspectiva a corto plazo. Estos sistemas deben compararse con la clasificación manual actual, basada en la información de la etiqueta, para permitir la clasificación NIR como tecnología de reconocimiento de materiales para la clasificación textil hacia una mayor calidad.

La espectroscopia NIR se basa en las absorciones moleculares medidas en la zona infrarroja del espectro. La luz infrarroja de una fuente de luz es absorbida de manera parcial y selectiva por la superficie estudiada, y la luz reflejada crea un espectro característico de cada combinación de fibra o mezcla. El espectro se compara con una base de datos predefinida y, por lo tanto, es posible identificar la composición del producto textil.

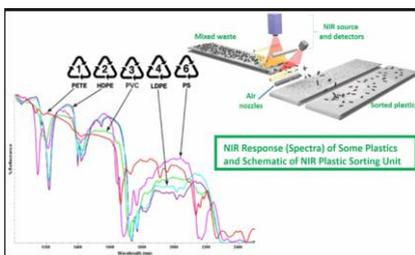


Figura 3.7.5. La espectroscopia NIR permite identificar los diferentes tipos de plásticos en segundos

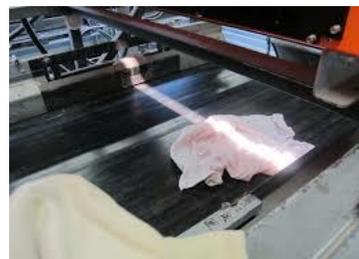


Figura 3.7.6 La espectroscopia NIR aplicada a la clasificación de prendas, AUTOSORT (Tomra Sorting)

Una limitación de la tecnología NIR es la penetración, la luz infrarroja cercana sólo puede penetrar prendas muy delgadas. En la mayoría de los casos, las prendas son

demasiado gruesas para una penetración profunda y el espectro recogido sólo refleja la capa más externa de la prenda. Esto significa que el lado de la prenda que se escanea determinará la información de la fibra. Actualmente se están llevando a cabo diferentes investigaciones por empresas individuales y proyectos con consorcios financiados públicamente que trabajan en plantas piloto para definir tecnologías industrialmente viables para el reconocimiento preciso de fibras.

Los proyectos recientemente concluidos o actualmente en ejecución incluyen:

- [SIPTex](#), proyecto de investigación sueco que involucra a Boer Group para evaluar la clasificación automatizada de textiles construyendo y operando una instalación piloto durante 12 meses. El equipo de reconocimiento y clasificación se basa en tecnología de infrarrojo cercano (NIR).
- [FIBERSORT](#), proyecto financiado a través del programa europeo *Interreg North-West Europe* para validar la tecnología Fibersort aplicando la tecnología espectroscópica NIR de Valvan para perfeccionar los modelos de software y optimizar la biblioteca de materiales.
- [RESYNTEX](#), proyecto de investigación financiado por el programa Horizonte2020 de la UE liderado por el grupo SOEX, empresa líder mundial en la recogida y clasificación de textiles desechados.

Clasificación automatizada de prendas de vestir: tecnología basada en la información

Con el fin de garantizar materiales de alta calidad para el reciclaje textil-a-textil, es necesario disponer de información detallada sobre las segundas materias primas, datos que actualmente no se proporcionan de los residuos textiles post-consumo. Las innovaciones recientes vinculadas a la gestión de datos y el Internet de las cosas (IoT) ofrecen varias tecnologías potencialmente aplicables al sector textil con el fin de proporcionar datos relacionados con la composición del material y los procesos a los que ha sido sometido. De hecho, las tecnologías digitales pueden ayudar a la clasificación más precisa de los textiles a través de un mayor acceso a la información, sin embargo, es fundamental que se considere en la etapa de diseño o fabricación para su uso eficaz; la adopción de productos etiquetados en la etapa de diseño mejoraría significativamente la recuperación del material. Si bien los productores de prendas conscientes están dispuestos a proporcionar información sobre la composición material de sus productos y, por lo tanto, incluyen tecnologías de etiqueta digital, se pueden encontrar con un obstáculo importante para difundir estas tecnologías en toda la industria en el nivel más bajo de la cadena de suministro donde se encuentra los proveedores de la materia prima. Sin embargo, los sistemas de etiquetado molecular y autenticación han sido adoptados por una amplia variedad de industrias. Las etiquetas moleculares de SigNature DNA se pueden incrustar en materias primas o aplicarse a la superficie de casi cualquier objeto. Cada etiqueta molecular personalizada está formulada específicamente

para adherirse de manera tenaz y está optimizada para admitir múltiples autenticaciones en toda la cadena de suministro. Además de estas innovaciones recientes, una vez que se adoptaron en gran medida, las tecnologías *blockchain* finalmente ofrecerán la posibilidad de identificar y rastrear el origen de las materias primas y las transformaciones después de completar la cadena de valor: las tecnologías blockchain asignan para cada producto un ID único que permite el rastreo de materiales o prendas de vestir a través de cada cadena de suministro. Guardar todos los datos en un sistema descentralizado y distribuido hace que la información a lo largo de este proceso sea incorruptible.



Figura 3.7.7. Tecnología digital para identificar y rastrear el contenido textil

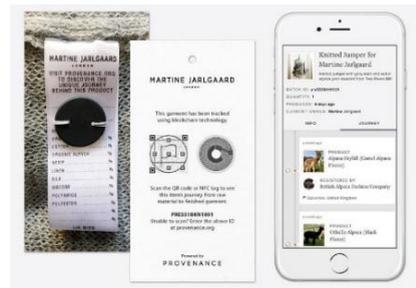


Figura 3.7.8. Trazabilidad del producto gracias a blockchain

Los futuros pasos

La clasificación de prendas post-consumo y textiles hogar según el tipo de material es un gran desafío, y los procedimientos actuales necesitan mejoras para aumentar las tasas de reciclaje/recirculación de los desechos textiles. La clasificación precisa y rápida de las prendas se podría conseguir mediante la ayuda de la tecnología de seguimiento y rastreo, universalmente alineada. Hasta que esto se implemente a escala, el desarrollo continuo y la introducción de tecnologías de clasificación óptica podrían mejorar la velocidad de clasificación de prendas que se da actualmente, en su mayoría, de manera manual. Además, se requerirían directrices mundiales comunes sobre el etiquetado de prendas para garantizar la aplicación universal de clasificación de cualquier flujo de material. Las directrices también deberían incluir información sobre la integración de las nuevas tecnologías, como los e-textiles o los RFID, de manera que permita un fácil desmontaje y recuperación después de su uso. Pero, ante todo, los diseñadores deben tener en cuenta el ciclo de vida completo de un producto para garantizar una exitosa reintegración de los desechos textiles como segunda materia prima en la industria de la moda circular. Afortunadamente, un número creciente de marcas ha comenzado a entrenar a sus equipos de diseño entorno a la durabilidad, reutilización y reciclaje de los productos, de modo que la circularidad puede convertirse en el núcleo central de los informes de diseño.

Las estrategias para superar las barreras actuales se deben implementar principalmente en la etapa de diseño, abordando:

- *Controlar la cadena de suministro*, utilizando únicamente materiales producidos en la empresa o flujos de reciclaje seguros/cerrados;
- *Rastrear los materiales*, asegurando los datos de las materias primas y los procesos de transformación a través de tecnologías digitales;
- *Diseñar para reciclar*, creando prendas monomateriales o permitiendo un fácil desmontaje y reconocimiento de las materias utilizadas del producto comercializado.

Referencias

1. Global Fashion Agenda and the Boston Consulting Group. Pulse of the fashion industry. 2018.
2. Gould, H. Waste is so last season: recycling clothes in the fashion industry. The Guardian, 2015.
3. Fletcher, K. Sustainable Fashion & Textiles: *Design Journeys*. Earthscan. 2008, p.35.
4. Wedin, H. et al. Best available techniques for large scale operational technology to automatically sort non-traceable recycled textiles. Trash-2-Cash, 2017.
5. Gwozdz, W. et al. An environmental perspective on clothing consumption: consumer segments and their behavioural patterns. Trash-2-Cash, 2017.
6. Corporate Press Release. RadiciGroup delivers a 100% nylon, 100% recyclable garment to its Ski Club athletes and coaches: a circular economy runs in the family. RadiciGroup Press Office, 24 May 2018.
7. Wedin, H. et al. Best available techniques for large scale operational technology to automatically sort non-traceable recycled textiles. Trash-2-Cash Deliverable 4.1, 2017.
8. Ellen MacArthur Foundation. A New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. 2017.
9. Eon – Group. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.eongroup.com>.
10. Provenance: Every product has a story. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.provenance.org>.
11. Ellen MacArthur Foundation. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>.
12. Allied Scientific Pro | Spectroscopy, Imaging, Lasers, Light Measuring. Retrieved on December 03, 2018, URL <https://alliedscientificpro.com/>.
13. The rag merchant | Città di Prato. Retrieved on December 03, 2018, URL <http://www.cittadiprato.it/en/Sezioni/content.aspx?XRI=296>.

3.8. Sustitución de sustancias químicas peligrosas

Josep Casamada, Ariadna Detrell, AEI Tèxtils, España

Introducción

Desde hace mucho tiempo, la industria textil ha estado utilizando diferentes productos químicos para el acabado y otros procesos textiles (colores, funcionalización). Algunos de estos productos químicos pueden tener importantes efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana, tanto para los trabajadores como para los consumidores finales en las diferentes etapas de su ciclo de vida. La presencia de estos productos químicos nocivos también delimita el reciclaje y aumenta el impacto ambiental.

La agencia química sueca identificó más de 3.500 sustancias utilizadas en la industria textil. No hay información disponible de más de 1.000 de ellas debido a la confidencialidad de las formulaciones usadas. Alrededor de un 10% de las sustancias identificadas (250+) tienen propiedades peligrosas, ya sea para el impacto medioambiental como para la salud humana.

Las principales sustancias problema incluyen:

- Formaldehído, el cual se utiliza en procesos de acabado para dar resistencia a la contracción.
- Productos químicos perfluorados usados para acabados repelentes al agua y antimanchas.
- Productos bromados y halogenados usados en retardantes de llama.
- Trióxido antimonio utilizado como producto auxiliar de retardantes de llama.
- Biocidas para proporcionar propiedades antimicrobianas y reducción de olores.
- Ciertos colorantes derivados de los químicos azoicos.
- Nanopartículas utilizadas en diversas aplicaciones.

Mientras que algunos de estos productos ya han sido eliminados, ya sea voluntariamente o mediante regulaciones y restricciones, todavía hay algunos en el mercado debido a la falta de información sobre los productos utilizados y su fuerte impacto.

La regulación de las sustancias peligrosas está de acuerdo con la Unión Europea a través de la Agencia Europea de Productos Químicos (ECHA) con el reglamento REACH y la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP).

Aproximación a la sustitución

Existen varios enfoques para mitigar los peligros, desde su eliminación física (por ejemplo, no haciendo uso de sustancias peligrosas en ningún producto) hasta medidas protectoras para reducir la exposición mediante equipos de protección personal.

Si el peligro no se puede eliminar directamente (por ejemplo, no usando los productos peligrosos) porque se necesita la característica que este proporciona, el segundo nivel para la reducción del producto es la sustitución de este riesgo por otro de menor peligro. Para abordar esta sustitución, Tickner *et al* propone el uso de los diferentes niveles para la sustitución funcional hacia la mitigación de los riesgos.

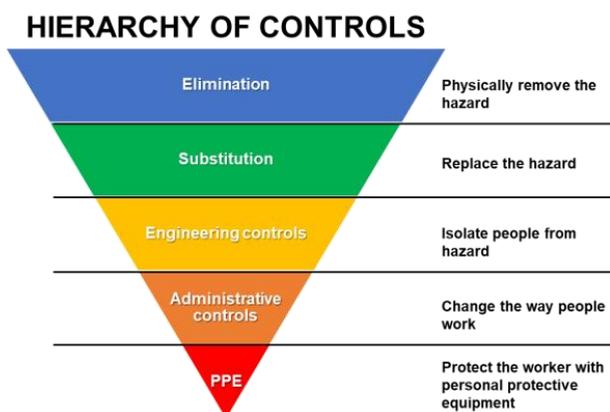


Figura 3.8.1. Jerarquía de controles

Tabla 3.8.1. Enfoque para la sustitución funcional. Adaptado de Tickner *et al*.

Nivel de sustitución funcional	Producto químico o proceso
Función química (cambio químico)	¿Existe un sustituto químico funcionalmente equivalente? Resultado: Reemplazar por el químico de sustitución
Función de uso final (cambio del material, el producto o el proceso)	¿Hay otros medios para conseguir la función de la sustancia química en el producto/proceso? Resultado: rediseñar el producto/proceso, cambio de material
Función como servicio (cambio de sistema)	¿Es necesaria la función/proceso? ¿Hay alternativas para lograr el mismo objetivo? Resultado: Sistemas/procesos alternativos

La sustitución de la función química necesita realizarse adecuadamente con estudios informados que evalúen los productos químicos alternativos con riesgo mitigado para evitar sustituciones “lamentables” en las que el reemplazo es igual o incluso más peligroso que la sustancia inicial. Un ejemplo típico de sustitución lamentable es el caso del bisfenol A (BPA) por el bisfenol S (BPS) que más tarde se ha considerado igual de tóxico. Las sustancias priorizadas para la sustitución son estudiadas y tienen los peligros identificados, pero de las alternativas se tienen poca o ninguna información disponible dificultando así la evaluación del sustituto.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un estudio adecuado de las alternativas, incluyendo aspectos técnicos y medioambientales, antes de adoptar cualquier sustitución. Esto puede ser un proceso costoso de gestionar para las pequeñas y medianas empresas. Un planteamiento para tratar con esta falta de financiación consiste en adoptar una aproximación con clústeres para encontrar las mejores soluciones disponibles colectivamente, como el caso de los proyectos MINDWOR-LIFE y LIFE-FLAREX.

Casos de estudio

Caso de estudio 1: sustitución de los PFCs en repelentes de agua y aceite, por MIDWOR-LIFE

DWORs, Impermeables al Agua y Repelentes al Aceite, son productos de acabado textil hechos principalmente de polímeros de largas cadenas de fluorocarbonos (perfluoroquímicos o PFCs) para proporcionar tejidos con propiedades hidrófobas y/o oleófobas. Los productos más utilizados hasta los últimos años se basaban en perfluorooctanoico (PFOA) y productos análogos. Se ha encontrado que estos son perjudiciales para la salud humana y para el medio ambiente debido a su toxicidad en su reproducción, su persistencia y su bioacumulación.

La liberación de PFCs en el medio ambiente se puede dar durante toda la vida de los productos textiles, desde la producción de los mismos DWORs hasta la eliminación final del producto. La gran estabilidad del enlace C-F da a los compuestos perfluorados las propiedades necesarias para sus amplias aplicaciones industriales. Esta estabilidad es responsable de la bioacumulación de PFCs a lo largo de la cadena alimentaria y su distribución global. Los mecanismos a largo plazo de transporte y oxidación han sido ampliamente analizados para determinar las posibles vías de transporte de estos compuestos, sus transformaciones y el riesgo para la salud humana y la fauna salvaje. Se han notificado PFCs en lugares muy alejados de las fuentes de emisión, como en la región ártica. A diferencia de otros contaminantes persistentes supervisados en el medio ambiente, los PFCs utilizados en productos comerciales no es lo que se ha detectado en el medio ambiente (PFCAs, PFSAs, etc). Por ejemplo, los PFCAs y los PFSAs son compuestos de degradación de productos comerciales (como surfactantes fluorados de fosfato) o

de compuestos utilizados en la fabricación de productos comerciales (como alcoholes fluorados y acrilatos). Los PFOS y los PFOA son los únicos componentes observados en el medio ambiente que se han fabricado en grandes cantidades.

Por estas razones, el PFOA y sus productos derivados se han incluido en la lista de restricciones (anexo XVII informe REACH) de la EU y han sido clasificados en el Convenio de Estocolmo como contaminantes orgánicos persistentes (POPs). Otras agencias medioambientales, fuera de Europa, también los han incluido en sus respectivas regulaciones. Los sustitutos actuales en el mercado, principalmente basados en cadenas fluorocarbonadas más cortas (C6) también están bajo un radar regulatorio y algunas autoridades nacionales han comenzado el procedimiento para incluirlos en la lista de restricción REACH debido a sus similitudes con las largas cadenas de los PFCs y su potencial por ser una sustitución lamentable.

Con el fin de apoyar a las empresas textiles que abordan este problema, tres clústeres textiles (AEI Tèxtils, Clutex y Pointex) unieron fuerzas con tres centros de investigación (LEITAT, CETIM y CSIS-IQAC) en el proyecto MINDWOR-LIFE con el objetivo de analizar las diferentes alternativas bajo un enfoque textil y sus impactos medioambientales para establecer recomendaciones a la industria y a los legisladores. El proyecto fue cofinanciado por la Comisión Europea dentro del programa LIFE. La sensibilización a la industria textil fue otro de los objetivos del proyecto para poder tomar así decisiones de sustitución.

Se seleccionó un conjunto de diferentes alternativas y productos de referencia para cinco aplicaciones textiles diferentes: automotriz, ropa de deporte, moda, ropa de trabajo y textiles hogar.



Figura 3.8.2. Características de las aplicaciones textiles y de los tejidos seleccionados

Con el fin de evaluar el impacto medioambiental de los diferentes productos en las pertinentes condiciones, el equipo realizó pruebas a escala industrial en seis empresas que colaboraron con el consorcio: Inotex y Nanomembrane, de República Checa, Biella Manifatture Tessili y Tintoria Finissaggio 2000, de Italia, e E. Cima y Hidrocolor, de España.

El impacto medioambiental de los diferentes DWORs y sus alternativas fue dirigido mediante la metodología de análisis del Ciclo de Vida (ACV) con seis escenarios para comparar la huella y el impacto de los tres DWORs fluorados (C8, C6 y perfluorosilicona) y tres alternativas libres de flúor (silicona, dendrímero y parafina). Los resultados del ACV revelaron un impacto significativamente mayor en todos los DWORs fluorados con gran contribución de toxicidad humana de los compuestos relacionados con PFC y un potente agotamiento del ozono provisto por el flúor. Por otro lado, todos los productos libres de flúor analizados tenían una huella medioambiental reducida, alcanzando un 97% menos de impacto en comparación con los productos C8. Aunque las AVC tenían algunas limitaciones debido a las incertidumbres sobre la composición exacta de los productos comerciales, sus resultados proporcionaron suficientes pruebas de impacto mitigado entre los químicos fluorados y los libres de flúor. Sin embargo, entre los diferentes productos libres de flúor analizados los resultados estaban en el mismo orden de magnitud, con lo que no se pudo identificar qué producto era mejor.

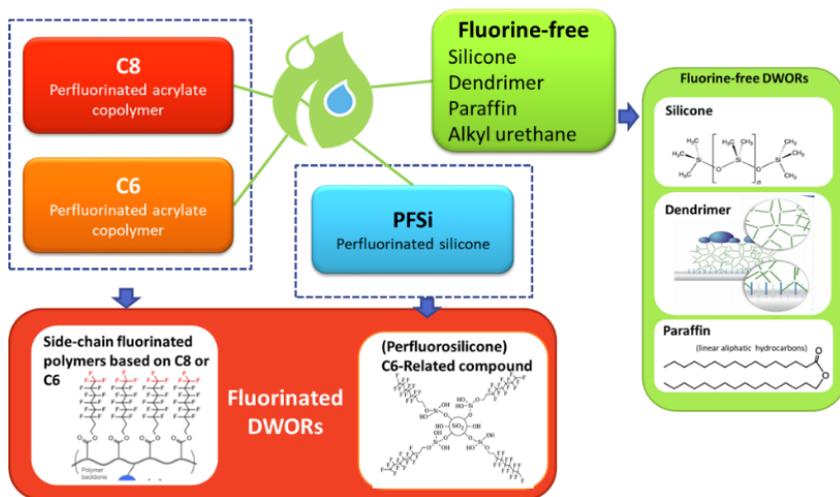


Figura 3.8.3. Productos DWOR analizados en el proyecto MIDWOR-LIFE

El rendimiento técnico de los diferentes productos se evaluó mediante pruebas de pulverización y pruebas de aceite utilizando los estándares industriales con los resultados resumidos en la Figura.3.8.4.

			AUTO	SPORT / WORK	HOME	FASHION
AATCC 22, UNE EN ISO 4920			Polyester nonwoven	Polyester knitted	Polyester woven	Wool woven
Water repellency	PFCs	C8	3,5	4,5	5	3
		C6	5	4,5	3	3
		PFSi	2,5	4,5	4,5	<i>not tested</i>
	F-free	Silicone	3	2	<i>not tested</i>	<i>not tested</i>
		Dendrimer	2,5	4,5	2,5	2
		Paraffin	2	0,5	2,5	2,5
		Alkyl urethane	2	2	4,5	<i>not tested</i>
AATCC 118, UNE EN ISO 14419			Polyester nonwoven	Polyester knitted	Polyester woven	Wool woven
Oil repellency	PFCs	C8	8	5,5	6,5	0
		C6	6,5	5,5	2	2,5
		PFSi	6,5	5	6	<i>not tested</i>
	F-free	Silicone	0	0	<i>not tested</i>	<i>not tested</i>
		Dendrimer	0	0	0	0
		Paraffin	0	0	0	0
		Alkyl urethane	0	0	0	<i>not tested</i>
		<i>Unwashed</i>	<i>10 washing cycles + ironing</i>	<i>10 washing cycles + ironing*</i>	<i>1 dry cleaning cycle + ironing</i>	

* Only the industrial samples have been ironed -- Bold indicates results from tests performed on the industrial demonstration

Figura 3.8.4. Resultados técnicos de los diferentes productos probados en el proyecto MODWOR-LIFE

Los resultados técnicos revelaron que los productos alternativos podrían igualar los rendimientos de los PFCs con la selección adecuada de producto/tejido, lo que los convierte en sustitutos viables para la funcionalidad de repelencia al agua. Sin embargo, si la funcionalidad requerida es la repelencia al aceite, ninguno de los productos libres de flúor podría llevar a cabo esta propiedad como lo hacen los PFCs. Por lo tanto, volviendo a la tabla de sustitución funcional de Tickner, uno se debe cuestionar si la funcionalidad es realmente necesaria o si se podría re-ingeniar para no necesitar tal característica. Algunas de las aplicaciones finales probadas podrían claramente evitar el requisito de funcionalidad (moda, ropa deportiva) ya que no es un aspecto imperativo. Sin embargo, la ropa de protección en el trabajo puede estar expuesta a aceites con lo que puede ser necesario continuar, por ahora, con soluciones perfluoradas. Por lo tanto, puede ser necesaria una revisión adicional de la exposición de los trabajadores al aceite mediante, por ejemplo, controles ingenieriles para poder eliminar la necesidad de este acabado final.

Caso de estudio 2: LIFE-FLAREX hacia retardantes de llama más seguros

Los retardantes de llama (FR) son productos que inhiben, suprimen y/o retrasan la generación de llamas previendo la propagación del fuego y pueden ser aplicados en los procesos de acabado textil. Esta propiedad es muy importante para aumentar la seguridad al permitir un mayor tiempo de escape en caso de incendio. Muchos de los productos químicos FR de alto rendimiento basados en bromo, liberando formaldehído o con contenido de antimonio, actualmente son reconocidos como contaminantes globales y están asociados con efectos adversos

para la salud en animales y humanos, incluyendo trastornos endocrinos y tiroides, inmunotoxicidad, toxicidad reproductiva, cáncer y efectos adversos sobre el desarrollo fetal e infantil y la función neurológica. ECHA ya ha restringido o prohibido varios FRs bromados (PentaBDE, OctaBDE, TRIS, PBB, Deca-BDE, ácido bórico, parafinas cloradas de cadena corta, TCEP, HBCD).

Los productos alternativos disponibles para reemplazar esos productos incluyen formulaciones basadas en compuestos de fósforo y nitrógeno, nanotecnología (como nanoarcillas), productos libres de formaldehído, entre otros, ya que se han posicionado como alternativas menos perjudiciales para el medio ambiente. Sin embargo, su rendimiento podría no ser suficiente en aplicaciones de máxima exigencia.

AEI Tèxtils lanzó el proyecto LIFE-FLAREX (cofinanciado por el programa LIFE de la Comisión Europea) en cooperación con otros tres clústeres (ATEVAL, Clutex y Pointex) y tres centros de investigación (LEITAT, CSIC-IQAC y Centexbell). La metodología del proyecto se basa en los resultados del MIDWORD-LIFE con el objetivo de contribuir en la mitigación de los impactos medioambientales y sanitarios en los ecosistemas europeos causados por compuestos FR tóxicos utilizados en la industria textil focalizados en los textiles hogar de los edificios públicos (*contract*). Además de la evaluación técnica y medioambiental de las alternativas, LIFE-FLAREX también considera el impacto en la salud y la migración de los productos utilizando modelos in-vitro. La novedad adicional que LIFE-FLAREX ha utilizado es la organización de un *workshop* con las partes europeas interesadas en una etapa anterior, permitiendo la participación de varias empresas químicas para probar y evaluar los posibles sustitutos y convirtiéndolas en probadores tempranos de los sustitutos.

Este proyecto ha adoptado varias aplicaciones finales relevantes para poder demostrar las alternativas FR más seguras: cortinas, tapicería, colchones y sábanas. Estos usos finales han sido seleccionados por su relevancia (punto de ignición o propagación de incendios) y para proporcionar una variedad de materiales textiles.

Además, el proyecto también ha seleccionado un grupo de sustitutos “intermedios”, polímeros halogenados que los fabricantes de productos químicos afirman que son más seguros que los compuestos halogenados regulares debido a su naturaleza polimérica, pero carecen de información sobre la toxicidad medioambiental y en la salud como para poder afirmar esta declaración. Estos han sido seleccionados debido a la creciente demanda, por parte de la industria textil, del uso de productos “análogos” o fáciles de colocar. Por lo tanto, el equipo del proyecto decidió añadir esta solución “intermedia” para evaluar adecuadamente tanto su rendimiento como su sostenibilidad para permitir que la industria realice una sustitución basada en información.

La amplia diversidad de los productos textiles y aplicaciones requiere el uso de evaluaciones holísticas para abordar la sustitución de los productos químicos peligrosos. Los dos casos de estudios presentan soluciones enfocadas a aplicaciones particulares que se consideran representativas. No obstante, hay muchas aplicaciones y sub-aplicaciones de estos productos dentro de esos amplios sectores, tanto en términos de materiales (otras composiciones de tejidos) como de requisitos del rendimiento.

La principal recomendación y aprendizaje de ambos proyectos es la necesidad de establecer un equilibrio y una racionalización de los requisitos en la etapa de diseño para encontrar un equilibrio entre el impacto medioambiental y las propiedades técnicas según la aplicación final del material textil a tratar.

Referencias

1. Swedish Chemicals Agency. *Chemicals in textiles – Risks to human health and the environment*. 2014, Report No. 6/14.
2. Nijkamp, M., Maslankiewicz, L., Delmaar, J.E., Muller, J.J.A. National Institute for Public Health and the Environment (NL). *Hazardous substances in textile products*. 2014, RIVM Report 2014-0155.
3. Tickner, J.A., Schifano, J. N., Blake, A., Rudisill, C., Mulvihill, M. J. Advancing Safer Alternatives through Functional Substitution. *Environmental Science & Technology*. 2015, 49 (2), 742-749.
4. Zimmerman, J. B., Anastas, P. T. *Toward substitution with no regrets*. *Science*. 2015, 347 (6227), 1198-1199.
5. Butt, C. M., Berger, U., Bossi, R., Tomy G. T. Levels and trends of poly- and perfluorinated compounds in the arctic environment. *Science of the Total Environment*. 2010, 408, 15, 2936-2965.
6. MIDWOR-LIFE project deliverables: <https://www.midwor-life.eu>.
7. OECD Chemical safety <http://www.oecd.org/chemicalsafety/>.
8. Shaw, S.D., Blum, A., Weber, R., Kannan, K., Rich, D., Lucas, D., Koshland, C.P., Dobraca, D., Hanson, S., Birnbaum, L.S. *Halogenated flame retardants: Do the fire safety benefits justify the risks?*. *Rev Environ Health*. 2011, 73, 2036-2039.
9. Beard, A. North America: An update on regulatory status and environmental assessments. Searching for safe. FR. Clariant, 2014.
10. LIFE-FLAREX project deliverables: <https://www.life-flarex.eu>.

CAPÍTULO 4

El comercio electrónico

Editado por:

Desiree Scalia

y

Rimvydas Milašius

4.1. Logística online (moda)

Sofia Papakonstantinou, CRE.THI.DEV., Grecia

Breve introducción

El ritmo de cambio en la última década hacia la compra online se ha acelerado haciendo que, actualmente, los desarrollos multicanales supongan un reto para los minoristas de la moda. Informes recientes demuestran que, en algunos países como Reino Unido, cerca del 50% de consumidores compran a través de la tienda online. La reticencia inicial de los minoristas fue debida a la falta de creencia en la venta de ropa y zapatos online, especialmente en artículos de bajo coste. Sin embargo, el auge y el éxito de las empresas que realizan operaciones internacionales online como ASOS (Reino Unido), Zalando (Alemania) y Alibaba (China) ha significado que los minoristas de moda deban de afrontar la revolución digital. Los minoristas de moda rápida fueron lentos para reconocer el potencial de las ventas online, principalmente porque sus modelos de negocio están orientados para servir en tienda física. Por ello, Zara obtuvo una entrada tardía en la venta al por menor online en 2010. Del mismo modo, las empresas de moda de lujo estaban preocupadas de que tales artículos suntuosos se pudieran vender online. Pero la presencia online aparte de vender y, como Burberry ha demostrado, también proporciona un medio para interactuar con el cliente a través de los desfiles de moda podcasting y el recibimiento de comentarios en Facebook y Twitter.

Omni-channel

Todos los sectores de la moda están adoptando la venta al por menor omnichannel en que los consumidores desean conocer los productos de diferentes fuentes y están dispuestos a comprar y devolver los artículos a través de una variedad de canales. Actualmente, el minorista tiene el desafío de adoptar esta visión en su negocio para servir a este tipo de cliente haciendo que las tiendas ya no sean solo unidades funcionales de venta de productos, sino que son centros de información, escaparates inspiradores y puntos de recogida para compras y devoluciones online.



Figura 4.1.1 Representación de la venta minorista por Omni-channel

Durante la recesión, se documentaron muchos cierres de tiendas, así como ventas que migraron hacia la venta online. Esta tendencia se está ralentizando y, de hecho, puede invertirse en el futuro. Las empresas con una fuerte presencia online están evaluando sus experiencias en tienda para maximizar las ventas a través de los canales, por lo que aquellos con una fuerte oferta clic-y-recoger esperan mejorar la marca y estimular las ventas en tienda cuando se realice la recogida.

En algunos casos se ha sugerido que, en el futuro, se abrirán dos tipos de tienda: la tienda insignia que será experiencial, innovadora y orientada al entretenimiento y centros multicanal que se focalizarán en la funcionalidad: clic, recoger y devolver.

Las redes sociales

Lograr el equilibrio correcto del uso de la tienda, el comercio online y las redes sociales conducirán al minorista de la moda a futuras ventas. Aunque la tecnología móvil se ha vuelto muy importante en muchas decisiones de compra, en relación con las compras de moda, los teléfonos son una opción poco escogida frente el uso de tablets y portátiles debido al tamaño de la pantalla y la resolución.

Sin embargo, las ventas son el resultado final de un proceso de investigación realizado por los clientes, habiendo sido influenciados por familiares y amigos, incluyendo Facebook y otras redes sociales. Los minoristas se están volviendo más proactivos en la comunicación con sus clientes con la llegada de la tecnología Web 2.0 para que los comentarios sobre las nuevas temporadas, las experiencias en tienda, los diseños de sitios web, etc, puedan ayudar a las empresas a mejorar su oferta.

Los blogs de moda se han vuelto importantes en este sector, ya que la moda y las tendencias son las impulsoras principales de la inspiración de los miembros. Mientras que las compañías de moda producen blogs corporativos para dar ideas a los nuevos desarrollos de su negocio, informando a las partes interesadas, blogueros de moda independientes están compitiendo con las revistas de moda tradicionales como formadores de opinión y una fuente de RP para la moda minorista. Los blogueros tienen una fuerte influencia en el comportamiento de compra con sus recomendaciones. Esto ha dado lugar a que los minoristas colaboren con blogueros, de la misma manera que los periodistas de moda dan asientos en primera en los desfiles de moda de diseño y les proporcionan productos para presentarlos en los blogs. A medida que los blogueros han generado más fuentes para visualizar la moda más allá de las tradicionales revistas, estas fuentes se han convertido en objetivos de las empresas con el fin de promocionar sus marcas.

Además, una primera investigación ha demostrado que, en general, las mujeres confían en lo que otras mujeres dicen acerca de la ropa y buscan la aceptación social de sus vestimentas. Muchas empresas, como Pinterest y Fitbay, están

proporcionando plataformas sociales para los compradores de moda y la conexión entre ellos. Tomando a Fitbay como ejemplo, los consumidores online pueden introducir su talla e información de la forma corporal y buscar blogueros de moda que tengan la misma talla y proporciones similares. Pinterest no se enfoca en el mercado de prendas, pero muchas mujeres usan esta plataforma para compartir su gusto por la ropa.

Vuelve la manipulación

El reto no es solo sobrevivir sino también crecer en este superpoblado y, por lo tanto, entorno competitivo. Para ello, las empresas deben recortar los costes y aumentar las ventas en una sólida plataforma de comercio electrónico. Un importante problema que enfrenta la industria, relacionado con los costes, es la alta tasa de devolución de sus ventas online. Los retornos agregan costes y complejidad, y hacen decrecer la satisfacción y las compras del cliente. Casi el 23-30% de las ventas de indumentaria online son devueltas por los compradores. El coste de devolución de cada pedido, teniendo en cuenta el re-embalado, envío y reposición, varía desde \$3 a \$12 por pedido.

Los minoristas están prestando más atención y recursos en revertir la logística a medida que buscan extraer el mayor valor posible de los productos devueltos. El coste promedio de logística inversa del minorista para bienes de consumo es, en promedio, del 8,1% de las ventas totales.

Hasta la fecha, el problema de los retornos en las empresas de indumentaria ha incrementado a 1,4 billones de dólares, con lo que se han creado enormes oportunidades de negocio. Las empresas han tenido diferentes maneras de resolver este problema, la mayoría de ellas enfocadas hacia la evitación del retorno. Considerando que cerca del 70% de los retornos de las prendas están relacionados con el ajuste de la prenda al cuerpo, una multitud de empresas se centran en mejorar la experiencia de los consumidores sobre esta adaptación.

Logística revertida minorista

Tradicionalmente, la logística inversa se ha colocado en la última posición de la jerarquía de la cadena de suministro. Hace poco, las empresas de indumentaria han empezado a entender que la gestión estratégica de la logística inversa puede tener un gran impacto en las operaciones generales. Las devoluciones han sido un agujero negro- los clientes devuelven los bienes y las empresas no obtienen información proactiva sobre los productos que vuelven a su almacén. La creciente operación online, en particular para las empresas de indumentaria, significa la necesidad de prestar más atención a este proceso.

Una interfaz de fácil uso se ha vuelto de vital importancia para que los potenciales clientes realicen la primera compra, y un servicio excelente al cliente (incluyendo la política de devoluciones) ha demostrado una alta efectividad para que los clientes vuelvan a comprar. Casi el 90% de los clientes regresarán a aquella tienda donde su experiencia de devolución fue positiva. También se ha reportado un aumento del 357% de las devoluciones lo que incrementa también el beneficio a largo plazo de la lealtad del cliente, incluso si estas devoluciones cuestan dinero por adelantado.

Los minoristas a menudo no tienen procesos de logística inversa fuertes y eficientes, y tampoco la capacidad suficiente para administrar de forma proactiva las devoluciones. La tarea a menudo recae sobre el consumidor, quien es responsable del empaquetado el pedido, del envío de vuelta y del seguimiento del estado del producto en el proceso de devolución. Los minoristas a menudo no pueden analizar los datos de las devoluciones para detectar las tendencias sobre qué mercancía se está devolviendo ni preparar su almacén con anterioridad para recibir un gran volumen de retornos.

Esta situación se convierte en una oportunidad para los expertos en logística. Hacen que sea más fácil y aorable para los clientes devolver un artículo, y reducen los costes y la complejidad para los minoristas, permitiéndoles centrarse en las ventas. Por ejemplo, SmartLabel de Newgistics está haciendo negocios más allá del sistema de devolución básico: cada pedido colocado en un sitio web de uno de sus clientes viene con un pre-pago, pre-direccionado y con un código de barras SmartLabel. Al devolver el pedido, los clientes agregan a su paquete un SmartLabel y lo dejan en cualquier lugar donde el servicio postal recupera el correo. Las devoluciones se escanean tres veces durante el ciclo: en la recogida, en las instalaciones regionales de Newgistics y en el almacén del minorista.

“El código de barras dinámico vincula el paquete a la factura del cliente y proporciona visibilidad del envío durante el proceso de devolución, lo que permite a los representantes del servicio al cliente atender de forma proactiva las necesidades de intercambio o crédito de los clientes”, dice Dampier. Este sistema también proporciona visibilidad para mantener a los consumidores actualizados sobre el estado de su devolución, y se pueden administrar las excepciones. La visibilidad de estos datos también permite a la empresa analizar las tendencias de devolución para encontrar estilos o colores con un rendimiento deficiente y prever la demanda de una forma más eficaz.

GENCO, una compañía de FedEx, ofrece su servicio a los minoristas para mejorar el procesamiento de devoluciones permitiendo a los consumidores devolver sus compras al canal de su elección, proporcionando una experiencia fluida. Esta compañía es líder en la gestión de devoluciones minoristas. En las últimas tres

décadas han ayudado a los minoristas a lograr una reducción media del 20% de los costes relacionados con el proceso de devolución. A través de un software patentado, llamado R-log, GENCO gestiona el flujo inverso de productos, información y efectivo para cualquier producto vendido. Optimiza los niveles de inventario, el tiempo de ciclo, las horas de trabajo y la gestión general de devoluciones, definiendo con cada cliente el adecuado método de disposición del producto.

Experiencia virtual del ajuste de la prenda

Muchas empresas están tratando de resolver las altas tasas de retorno proporcionando una mejor adaptación de la prenda al cuerpo. Se están utilizando varias tecnologías en este ámbito, desde escaneo 3D, realidad aumentada, realidad virtual y grandes bases de datos. Algunas empresas, por ejemplo, generan modelos 3D de los consumidores, ya sea desde mediciones corporales que entran en un ordenador o desde cabinas de escaneo. Basándose en la talla de la prenda de la base de datos del sistema y de las mediciones precisas del cuerpo, el ordenador da recomendaciones o pruebas virtuales de la ropa con la facilidad de un solo clic. Las empresas basadas en datos, como TrueFit, recopilan una enorme base de datos de los diferentes tamaños de cuerpos, preferencias e historiales de compras de los compradores pudiendo realizar un análisis de la base y dar recomendaciones.



Figura 4.1.2. Espacio vestidor

La industria de los probadores virtuales es muy concurrida y competitiva, tanto por su tecnología como por sus modelos operativos. La siguiente tabla muestra los principales competidores y algunas características clave.

Modelos de negocio en que se capitalizan las devoluciones

Hay otro conjunto de empresas que no están tratando de resolver el problema del ajuste corporal ni la optimización de logística inversa. En su lugar, están capitalizando la tradicional cultura sobre el retorno. Estas empresas realmente esperan que el cliente haga una devolución, por lo que el precio de las prendas es mayor para cubrir los costes de devolución. El cliente percibe un valor adicional con las sugerencias de estilo y las prendas sorpresa. El consumidor crea un perfil con sus preferencias de entradas y estilo. Se le sugerirán prendas y recibirá una caja con algunos de los artículos elegidos y otros ‘sorpresa’, dependiendo del plan de pago.

Otro problema al que se enfrenta la industria es la utilización de la prenda antes de devolverla. Un negocio que surge a partir de esta idea es la empresa de alquiler de ropa. En este modelo el cliente decide qué prenda alquilar y, a veces, por cuánto tiempo la tendrá. El cliente recibe una caja con la prenda alquilada en su interior y luego vuelve a enviar la caja con la prenda usada. Estas empresas cobran tasas de comisiones o un cierto porcentaje del precio de las prendas pedidas.

Las cadenas de valor al servicio del consumidor inteligente conectado

Los modelos de producción y distribución en masa a partir de los cuales los desarrolladores de colecciones, mayoristas, agentes de abastecimiento o minoristas toman decisiones sobre qué tipo de productos textiles y de confección son más consumidos por sus usuarios y dan órdenes de producción con muchos meses de antelación, antes de que el consumidor pueda ver los productos, siguen siendo en gran medida la norma en el negocio del sector textil y de confección, incluso en la llamada “moda rápida”. Esto deriva en la frustración del consumidor si no se encuentran disponibles los productos diseñados deseados o la talla necesaria. También deriva en enormes costes para las empresas cuando sus pronósticos resultan incorrectos y el producto pierde el zeitgeist de la moda o se producen desajustes climáticos inesperados. Además, son una carga para el medioambiente cuando los productos no vendidos o rebajados acaban rápidamente en los flujos de desechos o cuando grandes cantidades de materiales producidos en masa y productos terminados se encuentran en almacenes o en sistemas de transporte.

La nueva generación de consumidores, totalmente conectados de manera digital, suele **personalizar productos y servicios** o buscar experiencias de consumo auténticas y sostenibles, todo esto conducirá de manera gradual a la aparición de un paradigma diferente. Un modelo en que se espera la plena personalización de los productos, los vendedores deben ser capaces de entregar los productos en la puerta del consumidor prácticamente al día siguiente del pedido, los productos consumidos regularmente llegan automáticamente cuando es necesario a partir de una suscripción, los artículos pueden alquilarse por un período de tiempo limitado

o compartirse en una comunidad. Los productos necesitan contar una historia auténtica y transparente sobre su fabricación.

Este paradigma invertirá el negocio textil y de moda actual. Requerirá nuevas tecnologías para el **diseño impulsado por el consumidor** y el desarrollo de productos, nuevas tecnologías de manufacturación para la **producción flexible, eficiente y local bajo demanda** hasta el tamaño de lote 1, nuevos modelos de negocio que faciliten la **profunda interacción con el consumidor**, servitización, fácil devolución de los productos u opciones de intercambio y redes de diseñadores, productores y proveedores de servicios que compartan recursos, datos y culturas comerciales comunes.

Referencias

1. Amed, I. Berg, A. Brantberg, L. and Hedrich, S. The State of Fashion. McKinsey & Company, 2016.
2. Bly, S., Gwozdz, W. & Reisch, L. (2015). Exit from High Street – An exploratory study of sustainable fashion consumption pioneers. *International Journal of Consumer Studies*, 39 (2), 125-135.
3. Boyd, C. Five ways fashion brands are using AI for personalization. 2017. <https://www.clickz.com/five-ways-fashion-brands-are-using-ai-forpersonalization/112558/>. Visited 27 August 2018.
4. Cao, H. The growth of e-commerce and its impact on the fast fashion, Retailers. Haaga-Helia, University of Applied Sciences, 2018.
5. Chitrakorn, K. 5 technologies transforming retail in 2018. 2018. <https://www.businessoffashion.com/articles/fashion-tech/5-technologies-transforming-retail>. Visited 27 August 2018.
6. Clare, H. The Fundamentals of Digital Fashion Marketing. London: Bloomsbury Visual Arts, 2017.
7. Enterprise Europe Network. A guide to e-commerce in Europe. H&M press, February 2018.
8. MISTRA Future Fashion Annual Report 2017. RISE Research Institute of Sweden AB, 2017.
9. O'Shea, D. Zara to offer mobile AR experience in stores. 2018. <https://www.retaildive.com/news/zara-to-offer-mobile-ar-experience-in-stores/519286/>. Visited 27 August 2018.
10. Posner, H. Marketing Fashion: Strategy, Branding and Promotion. 2nd ed. London: Laurence King, 2015.
11. Sidhu, I. Online Clothes Shopping - An Industry Landscape Study Focusing on Returns, Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology. University of California Berkeley, 2016.

4.2. Marketing Web

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Breve introducción

Dentro de este capítulo se descubrirá qué es el marketing web, tanto en las empresas en general como en las de textiles y prendas de vestir. Se descubrirán los pasos más importantes para la creación de un sitio web y cómo explotar la potencialidad de las redes sociales con fines de marketing. Finalmente, se aprenderá más sobre las tiendas online y el comercio social.

Definición de Marketing Web

Hoy en día, el marketing web es parte de cualquier estrategia de ventas, por lo que se ha vuelto casi innecesario distinguirlo del “marketing” en general.

Pero a menudo, es posible confundirlo con otro tipo de marketing, similar a este. El marketing web, utiliza la web como herramienta de promoción digital, se posiciona como un subconjunto del marketing digital, trabajando codo a codo con las estrategias tradicionales de promoción/venta y análisis del mercado offline, permitiendo iniciar una relación con el público mediante este canal (la web).

La implementación del “marketing web” significa estudiar una estrategia que permita vender el producto online. La venta se puede llevar a cabo en la misma web o incluso en tienda física, pero la estrategia debe crear un proceso de compra eficaz y duradero. Por lo tanto, el propósito general del marketing web es atraer a los visitantes interesados en sus productos y/o servicios visibles en la web.

El marketing web ofrece muchas estrategias, dependiendo de las herramientas que se utilicen, pudiendo generar visitas e ingresos en la web, desde SEO a Facebook, desde Influencers a YouTube y así sucesivamente. Hay que entender, y es lo que marca la diferencia, los principios básicos que permiten a una empresa alcanzar sus objetivos: planificar, crear un sitio web, generar movimiento, convertir, fidelizar, analizar, mejorar. Por lo tanto, la empresa debe realizar un análisis cuidadoso del mercado que quiere abarcar, personalizar y estudiar las necesidades precisas de los clientes y, basándose en los puntos más destacados, llevar a cabo una estrategia de marketing web correcta y eficaz.

Estrategia de marketing web

Por lo general, las actividades del marketing web se traducen principalmente en la planificación de un proyecto y, a continuación, en la creación de un sitio web y su promoción, de esta manera la empresa supervisa los canales web que atraen a los visitantes interesados en productos y/o servicios.

- 1) Planificación y creación del sitio web. El diseño y el desarrollo del sitio web sigue siendo la referencia de cualquier actividad de marketing digital. Hay siete factores en los que se basa un modelo de calidad: diseño web, diseño visual (comunicación), desarrollo, marketing de contenidos, gestión web, accesibilidad y uso.

- 2) Promocionar el sitio web:
 - a. La actividad de promoción incluye todas las acciones para generar movimiento en un sitio web específico. Hay varias soluciones para promocionar la web: motor de búsqueda, publicidad, campañas, programas de afiliación, directorios, correos electrónicos, RSS, redes sociales, foros y grupos de noticias, comunicados de prensa y artículos de marketing. Los motores de búsqueda son la mejor opción estratégica para promocionar una web. El propósito es traer al sitio, a través de los motores de búsqueda, el mayor número de visitantes realmente interesados en el contenido. Esta actividad se denomina *Search Engine Marketing (SEM)*.
 - b. Con el fin de garantizar la visibilidad del sitio web se necesita una estrategia SEO. En general, el primer sitio web (o el clasificado en la primera posición en la página de resultados de búsqueda), y con una frecuencia de aparición más alta, se elige según cuantos visitantes recibe procedentes del motor de búsqueda; estos visitantes pueden convertirse en clientes.
 - c. Entre otras actividades, existen campañas publicitarias de titulares y programas de afiliación: las primeras utilizan espacios de pago dentro del contenido de interés del usuario en los que promociona un producto y/o servicio y una afiliación es un acuerdo entre dos sitios que prevé la “reventa” en el sitio afiliado de los productos o servicios.
 - d. Finalmente, para promocionar un sitio web, un blog o una marca, las redes sociales son esenciales: la Optimización de las Redes Sociales (ORS) es un excelente enfoque para el marketing web, que permite aumentar la visibilidad del sitio web explotando el potencial de las redes sociales y la comunidad de medios en línea.

- 3) Medición de los resultados de la campaña. El monitoreo y la medición de las interacciones es una de las prerrogativas de una campaña de marketing web, pero no es típica de una campaña de marketing no web. El análisis web (la actividad estadística de medición y análisis del rendimiento del sitio web) se convierte en una parte esencial de la inteligencia empresarial.

¿Qué pasa con los costes del marketing web? Como el marketing tradicional, también el web tiene un precio. Una vez establecido un presupuesto para la campaña de marketing web, se debe asegurar de que la inversión genera constantemente un resultado positivo. Una vez creado un proceso de compra estable, eficaz y repetible, para ganar más simplemente se debe invertir más.



Figura 4.2.1. Estrategias de marketing web



Figura 4.2.2. Actividades del marketing web

Hay 6 beneficios de la estrategia del marketing web a tener en cuenta:

- Fomentar la visibilidad y el conocimiento de la marca
- Obtener un público objetivo más amplio
- Adquisición de clientes
- Menor coste de marketing
- Resultados trazables y medibles
- Retención de clientes

Es importante remarcar que la estrategia de marketing web también formará parte de la estrategia de marketing. La estrategia global de marketing de la empresa debe construirse a partir de los siguientes pasos:

- Analizar la situación de la empresa y cómo se logró (Análisis de situación)
- Sincronizar sus objetivos con la estrategia de la empresa (Objetivos de marketing)
- Definir las acciones principales tanto a corto como a largo plazo (Estrategia y tácticas de marketing)
- Establecer especificaciones de rendimiento
- Estimar los costes
- Programar una fecha de entrega

The SiriusDecisions Marketing-Plan-on-a-Page Template

Business Objectives	Marketing Priorities	Marketing Goals	Marketing Strategy	Key Actions	Dependencies and Risks
<i>What the company wants to achieve</i>	<i>The top areas of focus for marketing leadership</i>	<i>What marketing will contribute to business objectives</i>	<i>The approach marketing takes to achieve its goals</i>	<i>How the marketing strategy will be executed</i>	<i>What needs to be addressed for the strategy to work</i>
					

Figura 4.2.3. Cómo construir un plan de marketing

Marketing web en empresas textiles

La industria textil incluye el diseño y la fabricación de tejidos y no tejidos. Los canales de distribución incluyen fabricantes, importadores y minoristas. Como resultados de la amplia gama de canales de distribución, así como de la variedad de productos y servicios, cada plan de marketing web variará ampliamente y se adaptará especialmente a los objetivos y metas de cada empresa.

Para redactar el plan, inicialmente la empresa textil debe identificar su mercado objetivo. El mercado objetivo representa un tipo específico de comprador que la empresa ha identificado como potencialmente interesado en el producto o servicio de la empresa. Por ejemplo, un pequeño fabricante podría adaptar sus productos de diseño y producción al mercado de textiles hogar o a consumidores conscientes del medio ambiente.

Tener una fuerte presencia online es esencial para las empresas textiles. Es muy útil realizar un sitio web SEO para clasificarlo en la posición más alta del motor de búsqueda y hacerlo fácilmente disponible para el cliente respectivo (comprador,

otro fabricante, etc). Un sitio web bien optimizado no solo dará importancia a la empresa, sino que también creará una buena impresión al cliente.

Las redes sociales se pueden utilizar de la siguiente manera:

- LinkedIn puede ser útil para las empresas de fabricación textil con el objetivo de buscar profesionales relacionados con la fabricación textil y empresas de este ámbito.
- YouTube se puede explotar mediante la publicación de videos relacionados con procesos de producción y control de calidad, estándar ético, que crean buena impresión y consciencia sobre la empresa.

Por último, la compañía puede crear contenidos relacionados con el negocio y publicarlos en blogs o foros internacionales relacionados con el ámbito textil.

En resumen, las industrias textiles necesitan aplicar técnicas de marketing digital en su estrategia de marketing. Si las empresas fusionan el marketing tradicional y el marketing digital en su estrategia de marketing, el conjunto será más eficaz. Mediante el uso del marketing digital, las empresas de fabricación textil pueden encontrar fácilmente a su cliente y crear una impresión positiva en la mente de este, con lo que favorecerá las ventas y también a mantendrá una buena relación con el cliente.

Marketing web en empresas de moda

El sector de la moda online cuenta actualmente con casi 332 billones de marcas, representando el 28% del total del mercado de comercio electrónico. Este valor está creciendo cada vez más. Para las marcas, es el momento de repensar su presencia online, construyendo sitios que sean más atractivos para los usuarios, capaces de responder a sus necesidades y entretenerlos. Además, también es hora de recuperar el control de las ventas, actualmente en manos de plataformas y mercados.

Según las últimas investigaciones, el comercio electrónico en el campo de la moda crecerá un 13,8% anual hasta el 2021. El éxito de este sector se debe a las diversas ventajas y servicios que ofrece el mundo online, como envíos y devoluciones gratuitos, entregas cada vez más puntuales y fiables, posibilidad de personalizar la experiencia de compra y recibir sugerencias y comentarios basados en preferencias. Pero, sobre todo, el crecimiento se debe al cambio en los hábitos de los usuarios que se están movilizado cada vez más de “offline” a online en la etapa de compra, pero especialmente en la de búsqueda.

Como en el mundo offline, también en el online, podemos encontrar diferentes tipos de tiendas:

- Propietarios de tiendas electrónicas de marca
- Mercados de marca (Zalando, Asos, etc.)
- Diseñar zapatos online (Yoox, Net a Porter que venden marcas de lujo de moda)
- Tiendas online generales (Amazon y Alibaba)

Entre todas ellas, las tiendas multimarca (mercado y tienda de diseño) son las que más se encuentran en la industria de la moda y las que, por ahora, mejor han funcionado. Algunos de ellos, por ejemplo, tienen tanto poder que han lanzado *colecciones cápsula* en colaboración con las principales marcas de moda. Además, poder contar con una gran cantidad de datos recopilados entre sus usuarios puede ayudar a interceptar las tendencias, deseos y preferencias de los consumidores y también desarrollar sus propias colecciones.

El triunfo del comercio electrónico multimarca se debe a varios factores: la elección “interminable”, los servicios al cliente, una mayor digitalización de los clientes y oportunidades de crecimiento para las marcas. Pero el resultado de los mercados se debe principalmente a la experiencia de navegación ofrecida: son plataformas construidas entorno al usuario, aportando contenidos y sugerencias interesantes. Las personas visitan estas plataformas por curiosidad y no sólo para completar una compra.

En los últimos años ha llegado otro elemento al marketing web de la industria de la moda derivado de la explosión del comercio social. Los usuarios se convierten en *influencers* y los clics que generan ventas se pagan a través de las redes sociales. Instagram, por ejemplo, permite volver a publicar los contenidos en la propia historia. Esta nueva característica hará cambiar la estrategia hacia el marketing de influencers para hacerlo aún más fuerte ya que aumentará la visibilidad, el tráfico y la participación de los influencers y las marcas.

Un ejemplo de comercio social es el sitio web de Chirpify: una plataforma de comercio electrónico que ofrece productos que se venden en el Twitter e Instagram de las diferentes empresas. Las compañías publican en las redes sociales las propuestas de ventas y los usuarios interesados solo tienen que comentar “Comprar” y la compra se realiza de inmediato y de manera rápida, directamente desde el sitio web de la empresa.



Figura 4.2.4. Plataforma del comercio electrónico de Chirpify

Y, para un futuro no muy lejano, el Vestuario Virtual se convertirá en una realidad en la que a través de avatares 3D será posible probarse los artículos antes de comprarlos.

Referencias

1. <https://www.webanalyticsassociation.com/>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Search_engine_optimization
3. <http://www.e-comma.eu/resources.html>
4. <https://www.pmi.org/learning/library/search-development-successful-management-7959>
5. <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/rau/jisomg/WI07/JISOM-WI07-A5.pdf>
6. <https://bizfluent.com/info-8625985-textile-industry-marketing-plan.html>
7. <http://textilelearner.blogspot.com/2018/05/digital-marketing-textile-industries.html>
8. <https://www.ljsourcing.com/role-social-media-developing-textile-brands/>
9. <http://blog.kolau.com/marketing-for-clothing-store-5-strategies-for-business/>
10. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>
11. <https://chirpify.com/>

4.3 Marcaje

Desiree Scalia, CIAPE, Italia

Una breve introducción

Dentro de este capítulo se aprenderá el concepto de marcaje y las diferentes estrategias clave para promocionar la empresa y sus productos. Además, se mostrarán algunos ejemplos y las mejores prácticas que pueden hacer las empresas de moda en este sentido. También se expondrán los consejos y conceptos de marcaje más comunes, los principales enfoques de marcaje y su evolución. Por último, se presentará el papel de los influencers y testimonios en la comercialización actual.

El **marcaje** es el proceso llevado a cabo por las empresas para diferenciar su oferta de otras similares utilizando nombres o símbolos distintivos. Su principal objetivo es promover la imagen de la marca y fomentar la lealtad del cliente. También se adoptan políticas de marcaje para facilitar los esfuerzos comerciales de la empresa, ya que la promoción de cada producto promueve indirectamente todos los demás productos comercializados con la misma marca incluyendo los nuevos productos del mercado. El uso de la marca genera beneficios, tanto para los consumidores como para las empresas. Las marcas, de hecho, ayudan a los compradores a identificar productos específicos que satisfacen sus necesidades, reduciendo el tiempo necesario para la compra. Por otro lado, desde la perspectiva de la empresa vendedora, el marcaje facilita la repetición de la compra y la introducción de nuevos productos, ya que los compradores ya están familiarizados con las marcas de la empresa.

Consejos de marcaje

En el marketing, la palabra **portfolio** se puede utilizar genéricamente para indicar el conjunto de productos o servicios ofrecidos por una empresa, o puede referirse específicamente a todas las marcas gestionadas por la organización (en este caso, toma el nombre de portfolio de marca).

En general, el concepto portfolio es similar al de **combinación de productos**, la primera se utiliza generalmente en la planificación estratégica mientras que la segunda forma parte del problema de optimización de la gestión de marketing. En otras palabras, un portafolio se refiere a una entidad relacionada con la planificación mientras que la combinación de productos de una entidad hace referencia a la administración. Los análisis de portfolio están destinados a proporcionar información para la toma de decisiones estratégica de negocio y pueden entenderse tanto como una evaluación de la oferta a través de medidas de rentabilidad actual de productos y líneas, utilizando generalmente el margen de

contribución, o como técnicas formalizadas de modelos lógicos que permiten definir la posición relativa de los productos o marcas según parámetros significativos para el desarrollo de la empresa.

Tomar decisiones sobre la estrategia de marcaje que se adoptará en los nuevos productos es muy importante para el desarrollo del portfolio de las marcas; en particular, la elección debe hacerse entre el lanzamiento de nuevas marcas o submarcas y la extensión de línea o marca. Esta elección está necesariamente influenciada por el número de artículos y líneas de productos que produce una empresa, por las características de sus principales mercados, por el número y los tipos de productos de la competencia y por la cantidad de recursos disponibles.

En la política de extensión de marca, una empresa utiliza una de sus marcas existentes para un producto mejorado o nuevo, que a menudo se encuentra en la misma categoría de productos a la que pertenece la marca existente. La política de co-marcaje se produce cuando dos o más marcas conocidas se combinan para realizar un solo producto o se comercializan juntas a través de formas de comercialización conjunta. El objetivo es aprovechar el capital de varias marcas (generalmente marcas conocidas) para aumentar el valor percibido de la oferta. Una estrategia de marca generalizada implica la concesión de licencias de la marca (**brand licensing**), un acuerdo en el que una empresa permite a otra organización utilizar su marca en otros productos a través de un precio o regalías.

El modelo más utilizado para destacar la información relevante del portfolio de la empresa es la “matriz de crecimiento del mercado/cuota de mercado relativo”, propuesta por *Boston Consulting Group* a principios de los años setenta.



Figura 4.3.1. “Matriz de crecimiento del mercado/cuota de mercado relativo” de Boston Consulting Group

El portfolio de productos de la empresa se puede analizar en diferentes niveles de agregación a partir de los productos individuales, referencias, tipos de artículos, líneas de productos y estrategias de unidades de negocio. El análisis del portafolio

de la marca se basa, en cambio, en la arquitectura de la marca (*brand architecture*), a través de la cual se definen los roles y se organizan las relaciones jerárquicas y las complementariedades entre marcas. Dentro de la arquitectura de la marca, esta puede expresar sólo un producto (y en este caso hablamos de *marcas individuales* como Nutella), un grupo de productos con la misma función (en este caso hablamos de *marcas familiares*) o un grupo de productos que realizan diferentes funciones, pero pertenecen a la misma empresa (en este caso hablamos de *marcas corporativas* como Disney)

Marcaje en moda y textil

Hoy en día, la marca es un estado de ser, una serie de elementos intangibles, donde las personas se encuentran, así como también encuentra la integridad y se sienten envueltos e involucrados, y esta totalidad está unida con la parte más interna del individuo que se busca en la forma de ser y vestirse.

La marca es vital en un contexto complejo y competitivo. Debe ayudar al producto a ser la primera opción en una determinada categoría en la que hay otros productos similares equivalentes en precio y rendimiento.

No hay recetas para crear una marca exitosa, pero sí hay un enfoque correcto basado en la capacidad de escuchar al cliente, la construcción cuidadosa de la imagen, la reputación corporativa, el liderazgo y la habilidad comunicativa para crear relaciones. La marca debe destacar por su carácter innovador.

Sin embargo, existen reglas para desarrollar una marca exitosa válida en cualquier mercado y que se pueden resumir en 4 puntos:

- Mantener la promesa inicial en términos de calidad y rendimiento del servicio;
- Ser innovador;
- Ser portador de principios y valores con los que los consumidores se sientan identificados, entrando así en una relación con la empresa;
- Tener una capacidad atractiva a través de una estrategia de comunicación bien estructurada basada en escuchar al mercado y al consumidor.

El mercado actual requiere superar la clásica visión de la marca para asumir una nueva capaz de contar historias que involucren a la marca. La identidad específica de una marca se realiza en la llamada *brand identity*: un proceso constructivo que conduce hacia la identidad de la marca.

Muchas compañías vinculan la marca a un testimonio. Esta estrategia se utiliza especialmente en la industria de la moda: las personas famosas pertenecientes al mundo del entretenimiento, el cine, la música o los deportes, se convierten en personajes asociados a marcas o productos y/o servicios específicos de una marca en particular. Otra operación exitosa, recientemente implementada por muchas

empresas, es el relanzamiento y la revisión de marcas históricas recordando marcas muy conocidas en el pasado y llevándolas a un contexto actual.

La reedición de las marcas “mito” que marcaron los años de auge económico ha sido un caso de elevado éxito y no sólo en la industria de la moda. Según las estimaciones de los expertos, el relanzamiento de una marca ya conocida permite reducir los costes del lanzamiento del producto en un 40-70%. Entre los casos más exitosos dentro del mundo de la moda encontramos Moncler y Lacoste.

Co-Marcaje

Desde el punto de vista del marketing hay varios ejemplos de colaboraciones entre empresas/marcas; cada propietario de las marcas involucradas busca lograr beneficios generados por la unión (en términos de aumento de atracción y la capacidad evocadora o la simple compartición de la reputación). Para implementar estas estrategias de manera exitosa, es importante regular algunas cuestiones como: licencias de marcas potencialmente limitadas en el tiempo y con respecto a productos y/o servicios específicos, acuerdos de exclusividad, normas de pago de cualquier regalía, distribución de los ingresos entre los propietarios de las marcas, derivados de la explotación económica de las marcas (o simplemente de la producción y comercialización de los bienes y servicios identificados).

Hay dos tipos de co-marcaje: el co-marcaje funcional (cuando dos o más propietarios de marcas producen o comercializan un producto o servicio en el que ambos participan en la creación) y el co-marcaje simbólico en el que la marca de un fabricante está relacionada con otra para dar nuevos atributos simbólicos a los productos/servicios del primer fabricante.

Un ejemplo del co-marcaje funcional son los famosos zapatos de suela roja de Louboutin y los famosos macarons de Ladurée, unidos en una caja única y exclusiva.



Figura 4.3.2. Louboutin- Ladurée co-marcaje

El co-marcaje simbólico es la asociación de marcas de moda conocidas de productos, por ejemplo, de alimentación y bebidas o automoción. A menudo se ha utilizado como estrategia de marketing para evocar en un producto aquellas características de exclusividad y lujo de la marca asociada procedente del mundo de la moda (por ejemplo, Gucci y Fiat 500).

Durante el último año se ha experimentado un nuevo tipo de colaboración, llamado co-marcaje de moda. Durante el Milan Fashion Week 2018, Fendi y Fila presentaron una fantástica innovación de la técnica de co-marcaje de moda y, de hecho, en este caso, la colaboración ascendió a un elevado nivel alcanzando una mezcla total de ambas marcas con el fin de realizar algo totalmente nuevo y original.

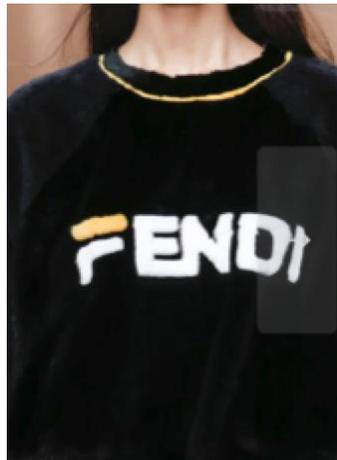


Figura 4.3.3. Fendi – Fila co-marcaje de moda

Marketing de las redes sociales de moda- Blogueros e Influencers

Todo comenzó con la web 2.0 mediante la cual el usuario pudo empezar a interactuar más fácilmente con la web: una interacción que ha llevado no sólo al surgimiento de usuarios como autores de blogs y foros sino también al establecimiento de redes sociales. Todo ello ha tenido un fuerte impacto en diversos aspectos de la sociedad, incluida la economía, y, sobre todo, en el marketing; ha surgido un nuevo tipo de marketing llamado Marketing de las Redes Sociales (*Social Media Marketing*).

El marketing de las redes sociales permite a las empresas interactuar directamente con el consumidor con el fin de ser parte activa del mensaje promocional y no solo un espectador pasivo. Por lo tanto, para llegar a un mayor número de consumidores, las empresas han comenzado a utilizar las redes sociales en las que los usuarios pasan la mayor parte de su tiempo (las estadísticas muestran que los

usuarios pasan al menos 3 horas diarias al teléfono; la mayor parte de este tiempo consultando redes sociales).

Entre las redes sociales más visitadas se encuentran Facebook e Instagram, y es en esta última, en particular, donde las marcas de moda han comenzado a invertir gran parte de su presupuesto ya que permite publicar imágenes muy precisas y creativas, similares a las fotografías profesionales. Es por ello que las influencers nacieron en Instagram: mujeres jóvenes capaces de influir con su estilo en el gusto de sus seguidores. Son importantes porque su público confía en ellas, ya sea porque son consideradas expertas en la materia o porque son percibidas como neutrales en la venta de un producto en comparación con los testimonios vinculados de manera directa a una marca específica.

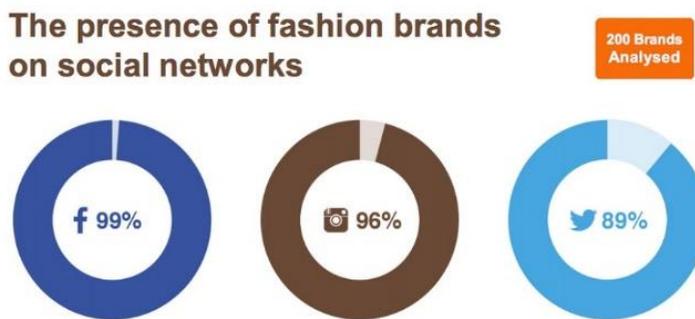


Figura 4.3.4. La presencia de las marcas de moda en las redes sociales



Figura 4.3.5. Qué dicen los consumidores sobre los influencers

Los consumidores, cada vez más frecuentemente, consideran que una campaña con influencers es más confiable que un anuncio tradicional con modelos o celebridades. Partiendo de esta afirmación, según una investigación llevada a cabo por la plataforma Launchmetrics en 2016, el 65% de las marcas de lujo optaron por la colaboración con influencers para sus campañas publicitarias con resultados sorprendentes: el 84% de las empresas entrevistadas logró visibilidad mientras que el 74% obtuvo directamente un aumento de ventas. Sin embargo, no todas las empresas de moda han optado por realizar una estrategia de marketing de este tipo debido a la falta de recursos para gestionar la colaboración.

Otro tipo de colaboración exitosa es la narración de historias. La narración de historias se ha convertido en un mecanismo ampliamente utilizado en el marketing contemporáneo, se ha pasado de la orientación hacia el producto único a la historia de la marca: la palabra marketing casi no se utiliza y ha dejado en su lugar conceptos como gestión de la marca, gestión de cuentacuentos, gestión de cuentas digitales, diseño estratégico o marketing de contenidos. Todas estas palabras, que a primera vista parecen tener algo misterioso, en realidad tienen el mismo significado; quieren contar de la manera más sincera los valores de una marca o empresa asegurándose de que sean creíbles para el consumidor final. La narración de historias se utiliza, en la práctica, para entrar en contacto directo con el comprador final. Pero, ¿son los blogueros e influencers los nuevos medios?

Referencias

1. <https://www.launchmetrics.com/>
2. <https://www.socialmediamktg.it/2015/12/96-brand-fashion-su-instagram.html>
3. Future textile and clothing managers starting kit - <https://www.udemy.com/future-textile-and-clothing-managers-starter-kit>
4. Manager of an Innovative Leather Company - <https://www.udemy.com/manager-of-an-innovative-leather-company/>
5. <https://www.strategicmanagementinsight.com/tools/bcg-matrix-growth-share.html>
6. <https://www.monclergroup.com/en/group/overview>
7. <https://www.lacoste.com/us/lacoste-brand/about-lacoste.html>
8. <http://www.luxuo.com/lifestyle/gastronomy/christain-louboutin-laduree.html>
9. <http://www.italymagazine.com/italy/gucci/fiat-partners-gucci-special-500-edition>
10. <https://hypebae.com/2018/2/fendi-fila-karl-lagerfeld-milan-fashion-week-2018>
11. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>

4.4 Web analítica para la moda online

António Dinis Marques y João Pedro Bernardes, 2C2T – Centro de Ciencia y Tecnología Textil, Universidad de Minho, Portugal

Una breve introducción

La creciente importancia del mundo digital en la economía y la sociedad es innegable e irreversible. Los consumidores utilizan cada vez más las diferentes plataformas digitales para interactuar con sus marcas favoritas, buscando más información (y transparencia), más opciones y experimentar procesos de compra cada vez más seguros y eficaces. Las empresas tratan de maximizar el potencial de esta nueva realidad digital, teniendo que lidiar con un enorme conjunto de datos con velocidades de procesamiento impensables hace unos años y que requieren nuevas habilidades de las organizaciones y sus recursos humanos. La designación de la Industria 4.0 aparece en este contexto de creciente digitalización como un gran paraguas que abarca múltiples dimensiones estructurales y funcionales de las empresas a través de los sistemas ciber-físicos (CPS), la robótica, el análisis del Big Data, el Internet de las cosas, la realidad aumentada o la inteligencia artificial.

La enorme importancia de esta realidad digital se ha consolidado, a lo largo de los años, de una manera muy extendida y apoyada en las redes sociales y su interfaz con los nuevos clientes.

Los datos más recientes, publicados en el informe "*Digital in 2018*" por <http://wearesocial.com>, son evidencia de esta realidad. En enero de 2018, los usuarios de Internet eran 4.201 millones (alrededor del 53% de la población mundial), con una creciente importancia en los usuarios que utilizan teléfonos móviles y teléfonos inteligentes para acceder a Internet (3.772 millones, alrededor del 49% de la población mundial). El aumento de las velocidades de acceso (en enero de 2018, la velocidad media de acceso en el mundo fue de unos 40,7 Mbps, con un máximo en Singapur de aproximadamente 161 Mbps y en Portugal de unos 54,5 Mbps) intenta mantenerse al día con las demandas de los nuevos mercados, el aumento del número de usuarios y el tiempo medio de presencia online de los consumidores/usuarios.

Con el auge de Facebook en el 2004 se abrió un nuevo capítulo en la era digital y en la forma en cómo el mundo se comunica. Las redes sociales están presentes en todos los países, con una importancia muy significativa en la mayoría de los países desarrollados y en los que se encuentran en vías de desarrollo. El contacto por teléfono y móvil ha sido reemplazado sucesivamente por WhatsApp, FB Messenger o Wechat, cada uno de ellos con más de 1.000 millones de usuarios en todo el mundo. Las redes sociales más importantes son Facebook con cerca de 2.200

millones de usuarios, seguido de YouTube con 1.500 millones y, con más diferencia, Instagram y Tumblr con unos 800 millones.

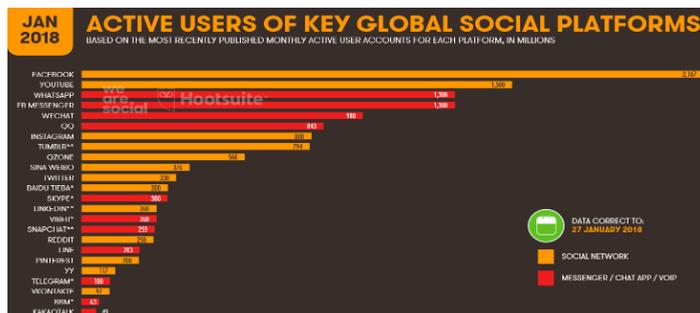


Figura 4.4.1. Usuarios activos en las plataformas sociales globales más importantes

En este escenario se hace imprescindible conocer y evaluar el rendimiento de las marcas o empresas en estas nuevas plataformas y redes sociales, estableciendo métricas y métodos de evaluación seguros y consistentes. De esta manera, los administradores/responsables de la toma de decisiones y del marketing pueden establecer correctamente sus estrategias y asignar los recursos humanos y financieros de sus organizaciones.

Avinash Kaushic fue uno de los primeros en considerar este aspecto en las organizaciones y definió el concepto análisis digital: *“El análisis digital es el análisis de los datos cualitativos y cuantitativos del propio negocio y de los competidores para impulsar una continua mejora de la experiencia online de sus consumidores y clientes potenciales, lo que se traduce en los resultados deseados (tanto online como fuera de esta)”*.

La definición propuesta por la Asociación de Análisis Digital (AAD) afirma que *“El análisis web es la medición, recopilación, análisis e informe de los datos de Internet con el fin de comprender y optimizar el uso de la web”* y destaca la importancia de analizar los datos existentes del negocio, así como los datos obtenidos de los consumidores y usuarios, independientemente de si son nativos digitales o nuevos adoptantes y *“convertidos”*.

Análisis web

La aparición de las plataformas digitales hizo posible lograr resultados y mejoras notables en varias áreas funcionales o empresas de negocio. Al final del anterior milenio surgieron las primeras soluciones de contadores web (análisis de registros web) a través de aplicaciones residentes o de Proveedores de Servicios de Aplicaciones, también conocido como ASP. Aparecieron los primeros empresarios y empresas (NetGenesis, Urchin, comScore, Nedstat, IndexTools o WebAbacus, por

ejemplo) y se introdujo la tecnología Javascript Tag (1997) que permitió un análisis segmentado de cada página, proporcionando un mejor conocimiento de los visitantes.

En el nuevo milenio se celebra la primera eMetrics Summit (2002), la Web analytics Association (WAA) cuyos fundadores son Google y Yahoo!, y se lanza la primera versión de Google analytics Platform (2005). Más tarde otras empresas tecnológicas lanzaron herramientas para el análisis y medición del rendimiento de la web. Facebook fue la primera red social en lanzar una plataforma de análisis (Facebook Insight en 2010). Youtube lanza su versión de análisis en 2011, seguida de LinkedIn, Pinterest y Twitter en 2013. Pero el dominio de Google Analytics como herramienta de análisis de datos en el mundo digital permanece intacta, convirtiendo a Google en el motor de búsqueda más importante de todo el mundo.

Medición de la actividad web (en sitios web de moda)

El flujo estructural de datos entre el sitio web y el servidor de la herramienta de análisis se organiza en tres niveles de relación y dependencia:

(Usuario) >> (Sesión) >> (Solicitud)

Durante un cierto período de tiempo, un usuario puede iniciar más de una sesión y, dentro de cada sesión, más de una acción o solicitud al servidor.

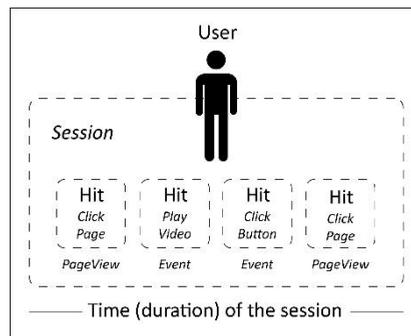


Figura 4.4.2. Flujo de datos en los tres niveles

Las cookies son estructuras de datos diseñadas para almacenar información anónima (ID) sobre el perfil de acceso del usuario y desempeñan un papel clave en todo el proceso de notificación/medición de la interacción del usuario en el contenido web. Las posibilidades tecnológicas de interacción entre los contenidos de la web y los usuarios han evolucionado con el tiempo, con una disminución de la importancia de los ordenadores y un aumento de los dispositivos móviles (tabletas y teléfonos inteligentes). Esta realidad llevó a la necesidad de encontrar criterios para la medición del usuario con dispositivos cruzados (móvil +

ordenador). Para las empresas, independientemente de los medios tecnológicos utilizados, lo más importante es determinar qué contenido de la marca o empresa ha sido el más visto y por cuántos espectadores. También es importante la tasa de rechazo (tasa de rebote) correspondiente al porcentaje de visitantes que abandonan el sitio web después de visitar la primera página, es fundamental analizarlo y entenderlo.

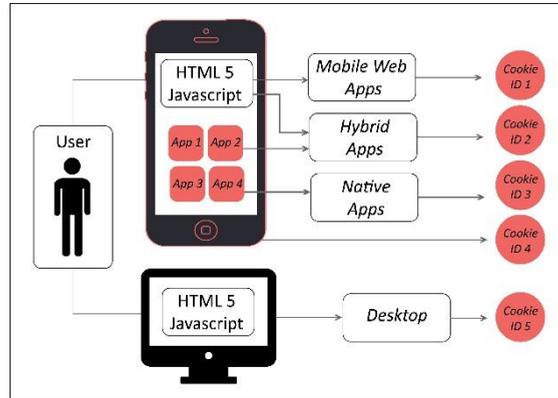


Figura 4.4.3. Medición del usuario en dispositivos cruzados (móvil + escritorio)

El acceso a la página web de una marca o empresa puede realizarse por diferentes vías o procedimientos. Así pues, también es importante conocer:

- Búsqueda orgánica: el usuario introduce palabras en los motores de búsqueda (Google, Yahoo!, Bing, etc.)
- Social: surge de anuncios o publicaciones colocadas en las diferentes redes sociales (Facebook, LinkedIn, Instagram, etc.)
- Correo electrónico: acceso mediante la recepción de correos electrónicos de marketing o boletines informativos.
- Directo: resultado de escribir la URL directa del sitio web de la marca u organización en el navegador (navegador).
- Referencias: corresponde al acceso de los visitantes que llegaron al sitio de la marca a través de otro sitio web (enlace directo).
- Búsquedas pagadas: resultantes del acceso después de hacer clic en un motor de búsqueda publicitaria u otro de pago, marcado como anuncio.

El análisis de los datos debe apoyarse con el mismo valor que el resultado, basándose en las siguientes fases: entender lo que se va a analizar; recopilar y verificar los datos; informar y comprobar los informes; analizar, comunicar y enmarcar; optimizar y predecir; demostrar el valor económico.

Pasar por estas fases optimiza el modelo de gestión teniendo como objetivos centrales, en el caso de las marcas, promover una mayor afinidad con la marca y aumentar su notoriedad.

Esta estrategia, basada en datos, puede considerarse como el resultado de un proceso evolutivo a partir de los datos y las estadísticas, seguido del análisis y finalizando en la inteligencia digital.

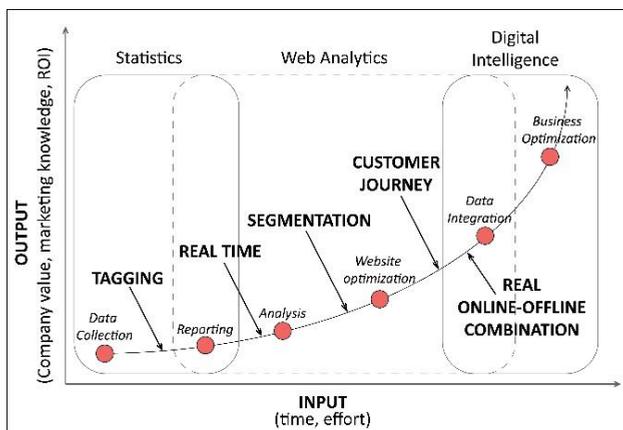


Figura 4.4.4. Modelo de inteligencia digital

Métricas e Indicadores Clave

Las métricas son normalmente números con una lectura clara y objetiva y se deben de analizar bajo un contexto con el fin de tener significado y valor para las marcas o empresas. La medición de una variable es importante para controlar y monitorear el éxito de los objetivos predefinidos. Los indicadores clave de rendimiento (KPI) presentan la evolución de un objetivo empresarial en particular bajo la perspectiva de la toma de decisiones. En la Tabla 4.4.1 se muestra un ejemplo de una marca de moda (XPTO Moda), una empresa de servicios (ABCDE Servicios) y una escuela de moda (ABCDEF Escuela).

Tabla 4.4.1 Métricas y KPI para los negocios de moda

Marca/Servicio	Objetivos de negocio	Métricas	Indicadores clave de rendimiento
XPTO Moda	Incremento del volumen de ventas	Visitas a la web Visitantes	Venta de artículos Visitas al sitio
ABCDE Servicios	Nuevos contratos	Visitantes de una única vez Visitantes de regresan	Contratos/Visitas
ABCDEF Escuela	Incremento de la matriculación de estudiantes	Tasa de rebote Tiempo en el sitio	Rendimiento de las inscripciones/visitas

La segmentación de los usuarios es muy importante para facilitar la interpretación de las métricas y maximizar la información obtenida de los KPI de una organización. Por lo tanto, la segmentación de audiencia potencial permite resaltar los datos capturados en el alcance (magnitud) de ciertas campañas dirigidas para construir comunidades. Este es el caso de las marcas de moda se busca incrementar los seguidores en las redes sociales.

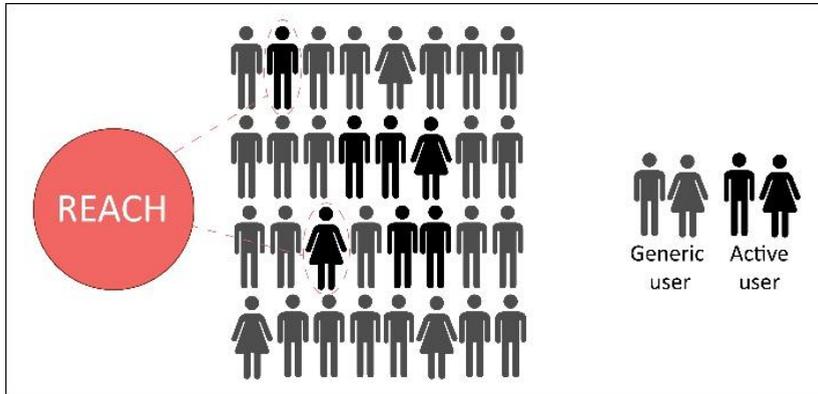


Figura 4.4.5. Audiencia potencial a través del alcance

Marcas de moda, Redes sociales y Análisis web

Las marcas de moda son muy conscientes de la importancia de las nuevas tecnologías y de la era digital, en particular de las redes sociales. Los recursos financieros necesarios para implementar una estrategia de comunicación centrada en las plataformas digitales son significativamente más bajos y con un alcance potencial muy grande.

El marketing digital en la industria de la moda hace uso de diferentes categorías de métricas: de gestión operativa, actuación estratégica y evaluación financiera. Estas métricas se pueden relacionar con tres fases principales del proceso de interfaz entre la marca y el usuario/visitante:

- Construcción/Exposición; Confianza/Participación; Acción/Conservación.
- En la fase de Construcción/Exposición, las métricas operativas más relevantes son Impresiones, Visitas, Seguidores y Alcance, y las métricas financieras son el CPM (coste por impresión) y el RCP (coste por alcance).
- En la etapa Confianza/Participación, las métricas más relevantes son: Tasa de participación, Clics y tiempo en el sitio, y las métricas financieras son CPE (coste por interacción), CPC (coste por clic) y CPV (coste por vista).

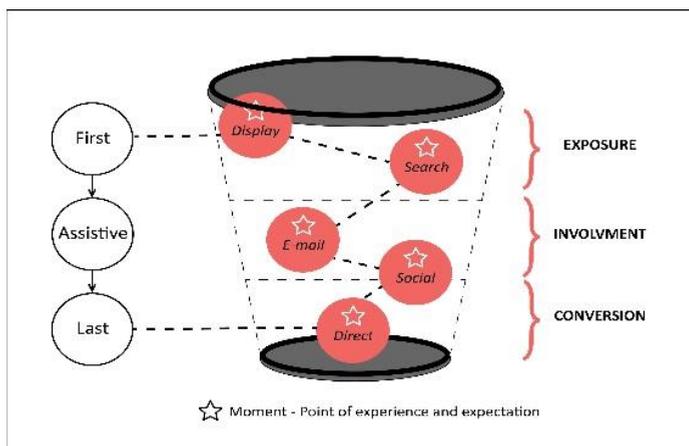


Figura 4.4.6. Recorrido desde la pantalla (ver) a la acción (comprar)

Las redes sociales más usadas por marcas y empresas de moda son Facebook e Instagram. El perfil de los usuarios de estas redes son significativamente diferentes, por lo que las marcas de moda se adaptan a su estrategia y presencia en cada una de ellas según sus colecciones y mercado. La publicación frecuente de contenidos en los sitios web y en redes sociales es el factor determinante en la interacción con sus seguidores. Las reacciones de “me gusta”, comparticiones y comentarios se desarrollan cuando las marcas exponen sus nuevas propuestas y contenidos, independientemente de su categoría.

Tabla 4.4.2 Propuesta de métricas para Facebook

CONSTRUCCIÓN > EXPOSICIÓN
Visitas a la página
Alcance posterior (pagado, orgánico)
Audiencia (demografía)
Visitas de la página (total de visitantes)
Influencers
Impresiones de anuncios
CONFIANZA > PARTICIPACIÓN
“Me gusta” de la página
Visitas de los vídeos
Segundos de las visitas en los vídeos
Publicaciones clicadas
Interacción con las publicaciones (reacciones, comentarios, comparticiones)
Tasa de interacción (total de “me gusta”, comentarios, comparticiones, clics)
“Me gusta” y alcance de “me gusta”
Comentarios

Comparticiones
Reacciones
Clics
Alcance del evento
Visitas a la página del evento
Conversaciones totales (mensajes)
Alcance de los anuncios
Frecuencia de los anuncios

ACCIÓN > CONVERSION
Acciones en la página
Pixel de seguimiento del sitio web
Pixel de seguimiento de las aplicaciones
Clics en la URL
Tasas de clics en los anuncios

Referencias

1. Angel, G. Measuring the Digital World – Using Digital Analytics to Drive Better Digital Experiences. FT Press, 2016.
2. Clifton, B. Advanced Web Metrics with Google Analytics™. Sybex, Wiley, 2012.
3. ETP – European Technology Platform, Towards a 4th Industrial Revolution of Textiles and Clothing, Textile ETP, 2016.
4. Hunt, B., Moran M. Search Engine Marketing, Inc. IBM Press, 2015.
5. Jackson, S. Cult of Analytics. Routledge, 2009.
6. Kaushik, A. Web Analytics 2.0 – The Art of Online Accountability & Science of Customer Centricity. Wiley Publishing Inc., 2010.
7. Nielsen, J., Loranger, H. Prioritizing Web Usability. New Riders Press, 2006.
8. Sterne, J. Social Media Metrics – How to Measure and Optimize Your Marketing Investment. Wiley, 2010.
9. WeAreSocial, Digital in 2018, Hootsuite, <http://wearesocial.com>, (retrived: 15 september 2018).
10. Zeferino, A. Digital Marketing Analytics. Sabedoria Alternativa Produções, 2016.

4.5. Las mejores prácticas para el ecosistema del marketing digital en moda

Gancho Kolaksazov, ITTI, Bulgaria

Una breve introducción

La industria de la moda siempre ha reflejado las circunstancias socioeconómicas en su estrategia de marketing. Es imposible para este tipo de industria no reflejar el mundo que les rodea y ser receptiva de las tendencias actuales. Esto, en sí mismo, es un mensaje perfecto para la mayoría de marcas b2c y b2b. Ser receptivo en el marketing digital no significa moldearse a la voluntad de cada usuario. Realmente es la manera perfecta de mantener una marca consistente, relacionable y, sobre todo, agradable.

A medida que entramos en una nueva era digital, dominada por influencers sociales y narrativas políticas, cada industria centrada en el cliente tiene que hacer cambios en su estrategia de marketing para adaptarse a las tendencias. La industria de la moda no es una excepción. Después de haber sido siempre una expresión indirecta de las tendencias culturales, ahora más que nunca, podemos ver la forma en que las campañas digitales se han visto afectadas y, de muchas maneras, mejoradas por los recientes desarrollos digitales.

Campañas del Marketing Digital en la Industria de la Moda

A medida que entramos en una nueva era digital, dominada por influencers sociales y narrativas políticas, cada industria centrada en el cliente tiene que hacer cambios en su estrategia de marketing para adaptarse a las tendencias. La industria de la moda no es una excepción. Después de haber sido siempre una expresión indirecta de las tendencias culturales, ahora más que nunca, podemos ver la forma en que las campañas digitales se han visto afectadas y, de muchas maneras, mejoradas por los recientes desarrollos digitales.

A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Gucci prohíbe la piel e internet se vuelve loco

En 2017, la audiencia de las redes sociales se sitúa probablemente en una de las más altas de nuestra generación. Debido al poder de la opinión abiertamente accesible para cualquiera, es natural que, si una escuela de pensamiento gana atracción en las redes a las marcas les sea casi imposible ignorar éste hecho. Ese año, vimos el ejemplo perfecto de tal situación. Después de lanzar una gama muy discutida de zapatos de cuero con un ribete de piel real, el diseñador de renombre Gucci fue atacado por PETA y otras organizaciones luchadoras por los derechos de los animales, así como una oleada de rechazo en las redes sociales liderada por influencers, obligando a la marca replantearse seriamente la campaña de

marketing promocional de un producto de este tipo. Después de haber sido famosos por el uso frecuente de pieles reales en sus colecciones, fue una reacción inesperada que la compañía decidió seguir. En octubre del 2017, Gucci publicó una declaración prometiendo prohibir las pieles en todas sus futuras colecciones, un movimiento que sacudió la industria de la moda.

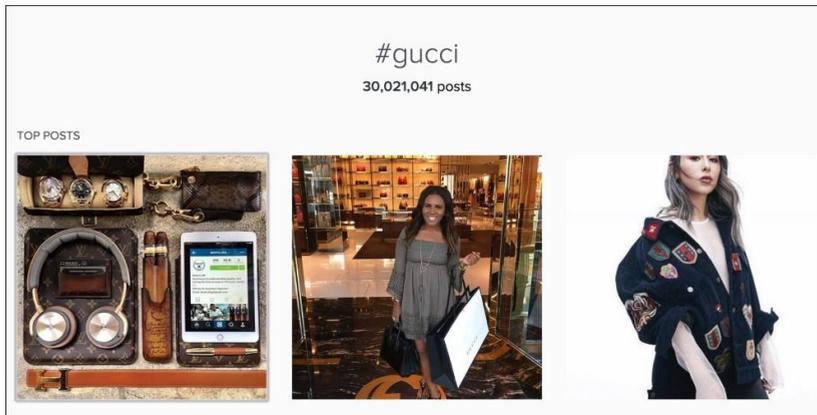


Figura 4.5.1. Publicaciones de Gucci en Instagram

¿Por qué funcionó?

Responder a los reclamos de las redes sociales para cambiar las tradiciones de la marca profundamente arraigadas no es algo que se recomiende, pero, para mantenerse como una marca relevante y consciente se debe moldear a los tiempos. Además, demostrar que se escucha la exigencia de acción de la audiencia hace aumentar la sensación de ser una marca que escucha cuando el público exige acción, la aceptación de la marca en el mercado y, por lo tanto, los ingresos.

Topshop capitaliza la moda de primera fila

Siempre encontrarás en la calle un Topshop actualizado en los avances digitales, es el equipo de redes sociales el que debe trabajar para asegurarse de que nada se pierda y que el cliente tenga siempre una actitud positiva hacia la marca. Su última acción digital tuvo lugar durante la semana de la moda de Londres, permitiendo a sus usuarios comprar tendencias a tiempo real. Las vallas publicitarias de toda la capital del Reino Unido fueron adornadas con imágenes de algunos de los nombres más importantes de la moda y la televisión luciendo las últimas piezas de Topshop, sin embargo, en lugar de simplemente promocionar las próximas colecciones, las piezas exhibidas se mostraban disponibles en todas las tiendas Topshop, animando al usuario a hacer clic y comprar la pieza al momento. En general, los productos destacados recibieron un aumento de ventas del 75% y la compañía reportó una relación de 11:1 de las devoluciones de la inversión.

¿Por qué funcionó?

El influencer social se ha convertido en un líder del mercado en el espacio publicitario global. Si se busca llegar a un público joven es importante trabajar con influencers y utilizar la figura pública para el propio beneficio de la empresa. Además, ofrecer opciones de compra a tiempo real siempre proporcionará resultados fáciles de rastrear.

Dr Marten cuenta la historia de la marca

La gran marca de zapatos Dr Marten ha ocupado siempre una parte significativa de su mercado y su nombre es sinónimo de fiabilidad, convirtiéndose en una marca omnipresente. Su reciente campaña “Stand for something” se propuso cautivar a su audiencia con una historia real de la marca. Estamos viendo un aumento real en el uso de campañas emotivas, las marcas están luchando para llegar más a sus seguidores o a unas ventas y visitas más complacientes en lugar de ir directamente a la venta directa. Su cautivador y fascinante video marcó tanto a audiencias antiguas como nuevas. Abrir el corazón de la marca como técnica de marketing influyó en un aumento del 30% en las ventas y un 500% de expectativas de impresión del mercado.



Figura 4.5.2. Campaña “Stand for something”

¿Por qué funcionó?

Ser transparente con la personalidad de la marca es una de las mejores maneras de no sólo ganar flujo social sino aumentar los ingresos. El público compra en marcas en las que cree, con tantas historias que inundan nuestro espacio de noticias entorno cómo las marcas han sido conocidas por engañar a sus clientes, mostrarse como un libro abierto a las compras resulta más favorecedor para el mercado.

H&M cierra el círculo de los looks

H&M son a menudo pioneros de campañas y acciones basadas en la actualización de la sostenibilidad. También son un gran defensor de las tácticas de marketing innovadoras y a menudo un poco pícaras. Por lo tanto, no es de extrañar que eligieran poner a la venta el mensaje de compra de moda sostenible utilizando estas tácticas. En el vídeo viral de la campaña donde se muestra una modelo de talla grande, Tess Halliday, y una modelo musulmana, Mariah Idrissi, la marca utilizó una aclamación de diferentes culturas y estéticas para resaltar un producto de moda sostenible. Ahora estamos firmemente posicionados en un estado de ánimo milenario lo que quiere decir, entre otras cosas, que no tenemos que seguir los estándares tradicionales de publicidad persiguiendo aquello definido como “atractivo”. La interpretación y la confianza corporal se han vuelto mucho más importantes y de esta manera H&M se ha permitido estar firmemente situada a la vanguardia de la mentalidad milenaria. La reacción en las redes sociales de la campaña promovió un aumento significativo en la notoriedad de la marca.

¿Por qué funcionó?

Actualmente, todo el mundo espera mucho más de sus marcas favoritas, con un público cada vez más educado en términos socioeconómicos. Como marca, se debe tener en cuenta, igual que H&M, el deber algo al público para adherirse a ellos de alguna manera.

Nasty Gal persuade por el personal

El minorista de moda online Nasty Gal tiene una rica historia digital. En lugar de reinventar constantemente su imagen, ha trabajado duro para que su personalidad sea casi tan grande (o más) que el producto en sí. El término “Girl Boss” se nombra con frecuencia en el ciberespacio, apoyando las nociones de empoderamiento del feminismo y luchando contra nociones obsoletas como la brecha salarial de género. El término “Girl Boss” nació de la historia de la marca CEO Shopia Amoruso, quien fue pionera en la estrategia ‘de los trapos a la riqueza’ y ha creado todo un imperio a partir del empoderamiento de las mujeres en el mundo de los negocios. La ideología tiene una gran cantidad de seguidores sociales y un formidable sentimiento el cual ha llevado a la marca Nasty Gal a un espacio de mercado mucho más impreciso.

¿Por qué funcionó?

Crear un lema o eslogan sinónimo a tu imagen es una cosa, crear una identidad propia es un nuevo nivel en la presencia de la marca. Subconscientemente, a través de la ideología “Girl Boss”, Nasty Gal se ha posicionado como una marca de moda online multimillonaria.

Campañas de Marketing digital en la Industria de la Moda

La industria de la moda siempre ha reflejado las circunstancias socioeconómicas en su estrategia de marketing. Es imposible para este tipo de industria no reflejar el mundo que les rodea y ser receptiva de las tendencias actuales. Esto, en sí mismo, es un mensaje perfecto para la mayoría de marcas b2c y b2b. Ser receptivo en el marketing digital no significa moldearse a la voluntad de cada usuario. Realmente es la manera perfecta de mantener una marca consistente, relacionable y, sobre todo, agradable.

Marketing digital (MD) en la Industria de la Moda- 6 tendencias del 2018

Marcas centradas en el consumidor

La comunicación con los potenciales clientes es un deber. Sin embargo, en este próximo año, las marcas están planeando ser más amigables con el consumidor. Actualmente, los consumidores se sienten más atraídos por las marcas que parecen más humanas.

Por lo tanto, dejando a un lado la etiqueta empresarial, las marcas intentarán usar tonos más suaves para comunicarse de una mejor manera con su público.

Más poder para la moda de lujo

Anteriormente, las marcas de lujo evitaban el marketing online porque no querían arruinar su exclusividad. Sin embargo, con la implementación de exitosas campañas de marketing digital, los consumidores han cambiado su atención a las plataformas online.

De aquí en adelante, el próximo año, las marcas de lujo están planeando entrar en el mercado de la moda colaborando con los vendedores.

Dominarán los influencers de las redes sociales

El 2018 fue un año afortunado para los influencers de las redes sociales. En la mayoría son fashionistas o celebridades responsables de las tendencias. A partir de ahora, las marcas intentarán atraer caras más notables con el fin de atraer la atención del público.

Además, con la tendencia reciente de promover la positividad del cuerpo, las empresas utilizarán influencers para cambiar la cara de la moda. El mercado está listo para desafiar los estándares estereotipados de belleza. Su lema es “real es hermoso”.

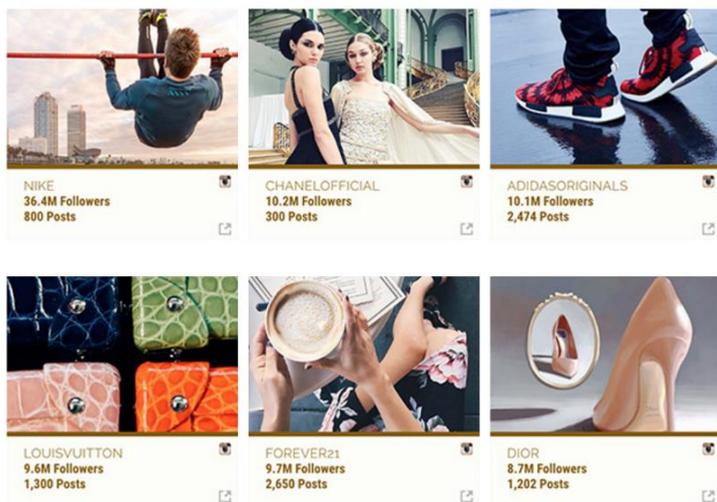


Figura 4.5.3. Principales marcas seguidas y publicaciones

El marketing de contenidos es una necesidad

El contenido en línea es parte integral de la política de marketing digital. Del mismo modo, la industria de la moda está lista para utilizar contenidos con el objetivo de influir en los consumidores. Ya sean artículos, blogs, comunicados de prensa o publicaciones en las redes sociales, los vendedores están planeando elegir agencias de marketing de contenido para ser su mano derecha para facilitar así el marketing empresarial de moda.

Instagram es el nuevo hogar

Instagram es actualmente el centro de las agencias de marketing digital. Además, la industria de la moda complementa Instagram. Con más de 7 mil millones de usuarios activos e infinitos blogs de moda, Instagram se convierte en el hogar de la publicidad de los negocios de moda.

Además, las empresas están planeando usar herramientas de Instagram y estrategias adecuadas, junto con colaboraciones, para hacer que el público pueda seleccionar su ropa. Además, se puede hacer uso del servicio de seguidores de Instagram de Buzzoid y comprar seguidores de Instagram para la página. Esto debería ayudar a mejorar la autoridad general y la sensación de la cuenta.

La moda de las compras online sigue creciendo

Anteriormente, el marketing digital de moda estaba centrado en las mujeres, sin embargo, hoy en día se han introducido muchas tácticas creativas en el mercado de ropa masculina. El objetivo del próximo año es mejorar la venta de indumentaria masculina.

Por lo tanto, se introducirán más estilos y opciones para publicitar la vestimenta masculina online. Además, con más marcas que respaldan el concepto de abarcar la belleza defectuosa, se espera que las campañas de moda digital se vuelvan creativamente controvertidas. Sin embargo, lo que es innegable es que, durante el 2018, se está promoviendo un aumento para la industria de la moda digital.

Tácticas Populares de Marketing Digital en la Industria de la Moda

Hoy en día parece que todo tiene una existencia virtual. En la industria de la moda, donde el contenido visual y las tendencias de cambio rápido son componentes clave para atraer a los consumidores, es fácil ver que un plan de marketing exitoso debe implicar asegurarse una notoria presencia online.

Las empresas de moda recurren al marketing digital para ayudar a aumentar los ingresos. Estas son las seis tácticas del marketing digital aplicadas más populares.

Intriga en el contenido para obtener el clic

- Un título intrigante y una vista previa interesante son el cebo perfecto para obtener el clic, pero no significa nada si el contenido no vale la pena como para dedicarle tiempo. Una buena estrategia de marketing incluye llamar la atención del público y asegurarse de mantenerlos enganchados a un gran contenido de marketing. Los vídeos, blogs, publicaciones en redes sociales e imágenes relevantes pueden afectar al comportamiento de compra de los consumidores.

Correos electrónicos personalizados

- Al mirar los mensajes en la bandeja de entrada, ¿cuál es el que los usuarios tienden a abrir y cuáles descartan instantáneamente: el que tienen un tema vago y general o uno con su nombre?
- Los correos electrónicos con PSL (líneas de asunto personalizadas) tienen un 26% más de posibilidad de ser abiertos en comparación con las líneas de asunto genéricas.
- Un buen paso sería personalizar los mensajes desde el asunto hasta el cuerpo de este y asegurarse de que los formularios de registro son apropiados para el destinatario. Por ejemplo, los clientes de género femenino deben recibir catálogos para mujeres. Este simple toque, aparentemente humano, puede crear importantes efectos en la forma de responder de los consumidores.



Figura 4.5.4. Marketing digital y de moda

Blogs de moda de alta calidad

- Las marcas de moda contratan profesionales para crear repercusión entre la comunidad y el mercado mediante la entrega consistente de blogs de moda de alta calidad.
- Temas que tocan la última tendencia de moda callejera, una nueva línea de marcas de diseño o los recientes looks de la alfombra roja son fácilmente recibidos. Bloguear es una buena manera de incorporar nuevos productos y bienes en el contenido.

Asociaciones Estratégicas con Influencers

- El marketing de los influencers es una de las formas más modernas de conducir una marca a un mercado más grande. Se trata de líderes clave que tienen una enorme cantidad de seguidores en las redes sociales. Los influencers de hoy en día no se limitan a grandes nombres de los deportes y Hollywood.

- Este estilo es muy aplicable a industrias como la moda. Los consumidores tienen una idea del estilo de vida de estos influencers y estos integran sutilmente marcas y productos en sus publicaciones y comentarios. Las asociaciones estratégicas con influencers pueden aumentar significativamente la equidad de la marca.

Referencias

1. <https://www.digitalvidya.com/blog/digital-marketing-for-fashion-industry-a-complete-guide/>
2. <https://uhurunetwork.com/fashion-digital-marketing/>
3. <https://www.digital-clarity.com/blog/digital-marketing-fashion-brands/>
4. <https://www.businessoffashion.com/articles/fashion-tech/the-digital-iceberg-luxury-fashion-marketing>
5. <https://www.praguepost.com/fashion/top-digital-marketing-trends-apparel-retailers>
6. <https://thenextscoop.com/digital-marketing-revolutionizing-fashion-industry/>
7. <https://www.fifteendesign.co.uk/blog/digital-marketing-campaigns-in-the-fashion-industry/>
8. <https://medium.com/@cheryljoy/how-digital-marketing-is-redefining-the-fashion-industry-7ecef7545164>
9. <https://www.neighborsgo.com/6-upcoming-digital-marketing-trends-for-fashion-industry-2018/>
10. <https://alltopstartups.com/2017/11/09/popular-digital-marketing-tactics-in-the-fashion-industry/>

4.6 E-CRM

Georgios Priniotakis, Yiannis Chronis, Universidad de West Attica, Grecia

Una breve introducción

Este capítulo trata de la gestión de las relaciones electrónicas con clientes (e-CRM). Aunque la relación con los clientes siempre ha sido un proceso importante en los negocios, el avance de la tecnología de la información y la comunicación ha transformado la forma en que se implementa y, por otro lado, ha multiplicado los beneficios prospectados, independientemente del tamaño y sector de la empresa. Al completar el capítulo, el alumno será capaz de:

- Establecer los puntos básicos de la estrategia e-CRM para el negocio
- Elegir las características y parámetros básicos de un sistema e-CRM
- Incorporar el e-CRM en el funcionamiento general del negocio e implementarlo de una forma con la que pueda “extraer el máximo”.

¿Qué es el e-CRM?

CRM es el acrónimo de *Customer Relationship Management*. Es una función estándar en una empresa u organización y se relaciona con el marketing y las ventas. Su función es transformar los datos recuperados de la base de clientes en información útil y proveer esta información no sólo a las ventas y al marketing, sino a toda la organización de la empresa.

Las E-CRM son empresas que utilizan las TIC para integrar los recursos internos de la organización y las estrategias externas de marketing para comprender y satisfacer las necesidades de los clientes. En comparación con las tradicionales CRM, la información integrada para la colaboración intraorganizacional de las e-CRM puede favorecer, de manera más eficiente, la comunicación con los clientes.

Así pues, las CRM se ocupan de los clientes (existentes y potenciales) con el objetivo de obtener “más de ellos”. Esto significa entender lo que quieren (y lo que podemos hacer que quieran) y ofreciéndoselo. Pero, además, actualmente, las CRM son el principal órgano sensorial y el cerebro del *negocio centrado en el cliente*. Aunque las CRM son en realidad un proceso empresarial que existía mucho antes de la era de las TIC. La introducción y difusión de las TIC y del software ha redefinido el término; actualmente, *CRM* significa *e-CRM*.

Una empresa que emplea sistemas e-CRM, debe esperar (y buscar) los siguientes beneficios:

- Mejor eficiencia de las acciones de marketing
- Mayor velocidad de respuesta a las necesidades y cambios del mercado

- Definición de la segmentación del mercado: ¿cuál es mi segmento de mercado (mis clientes)? ¿Dónde debo centrar mis productos y servicios, de qué manera debo acercarme a mi mercado?
- La retención de clientes y mejora de la fidelidad. Es mucho más eficiente y económicamente rentable retener a un cliente existente que obtener uno nuevo.
- Marketing personalizado que mejora la experiencia del cliente.

Funciones de un sistema e-CRM

El CRM se aplica a los clientes, no solo a los ya existentes sino también a los potenciales. Mientras que en la era pre-internet no sería tan fácil crear relaciones con los clientes potenciales, en la era de las redes sociales es mucho más fácil ya que las TIC y las redes sociales proporcionan varias herramientas relevantes.

En una visión general, el e-CRM emplea las siguientes funciones empresariales:

1. **Soporte de decisiones:** análisis de los datos del cliente y de la base de datos de los productos, seguimiento de los clientes, segmentación y análisis, análisis de productos y servicios (identificación de tendencias y patrones)
2. **Servicio personalizado:** mejora de la experiencia cliente-usuario (por ejemplo, una tienda interactiva, recomendaciones de compras)
3. **Gestión del cliente:** comunicación, recompensa de motivación (por correos electrónicos, boletines informativos, servicios de asistencia interactiva)

La C en e-CRM: Clientes

La base de datos de clientes es la base del sistema e-CRM. Cada empresa tiene una base de datos de clientes, pero el e-CRM exige un contenido más rico que la base de datos del departamento de ventas. El e-CRM debe asignar cada cliente a diversos segmentos basándose principalmente en la tipología del cliente. Puede definir los segmentos según su geografía, edad, género, tipo de cuerpo, perfil de gasto, estilo de vida, comportamiento de compra y muchos otros factores, dependiendo del mercado y los productos.

La asignación de cada cliente en segmentos, permitirá un enfoque personalizado, una mejor experiencia y, finalmente, la fidelidad del cliente. Se debe tener en cuenta que cada cliente es asignado a varios segmentos y este conjunto de segmentos crea el *perfil de cliente* específico. Y no se debe olvidar que los clientes cambian (edad, tipo de cuerpo, preferencias, comportamiento, casi todo), lo que significa que su perfil debe ser revisado y actualizado.

La R de e-CRM: Relación

e-CRM tiene como objetivo crear y gestionar la relación con los clientes, existentes y potenciales. Las relaciones con el cliente se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Lealtad de los clientes
- Retención de clientes
- Atracción de nuevos clientes
- Mejora de las relaciones existentes

Una relación con el cliente es algo más que la venta. La utilización de software con el fin de realizar un seguimiento de las ventas es un proceso de negocio antiguo y ampliamente ejercido y no forma parte del CRM. Una compañía debe ir más allá de esto.

Hoy en día, los productos de moda no cubren realmente la necesidad básica de vestirse sino más bien una necesidad social, basada principalmente en la emoción de la autovaloración y la autoconfianza. Esto tiene que cumplirse para (finalmente) promover las ventas.

Solo hace falta pensar en la comparación de Amazon y los viejos e-marketplaces. Aunque la idea de las ventas electrónicas fue introducida por el e-marketplace, es Amazon quien les ha superado y eliminado. ¿Por qué ha pasado esto? Amazon estableció más y mejores relaciones con sus clientes, dándoles varias características interactivas como la oportunidad de calificar el producto y el proveedor, proponer (añadir) productos similares o relacionados, etc. La relación entre el cliente y el vendedor se realizó de una mejor manera en términos de contenido, uso y (por qué no) diversión.

La introducción del software e-CRM en una organización es la oportunidad perfecta para introducir nuevas y novedosas relaciones innovadoras y con relación con la base de clientes. No se deben adoptar relaciones predeterminadas que el software tiene en sus características, a menos que, por supuesto, estos conjuntos existentes de relaciones se ajusten al negocio y a la estrategia de marketing.

¿Cómo identificamos estas relaciones sin sentido? Los antiguos propietarios de tiendas solían decir que incluso si los visitantes de su tienda finalmente no compraban nada, el polvo que dejaban al marchar era precioso. Por lo tanto, el tiempo que un visitante pasa en el sitio de la empresa es una métrica que puede ayudar. Lo mismo se aplica en la participación en las redes sociales. Un cliente que se involucra con los productos tal vez no gaste tanto dinero, pero puede ser un buen promotor de estos (en su propio grupo de amigos de las redes sociales o incluso con el boca a boca)

Otras relaciones podrían ser:

- Recompensa para los clientes leales
- Clientes que crean contenido en las redes sociales de la empresa
- Duración y frecuencia de compromiso con los productos
- Eventos virtuales como el lanzamiento de un nuevo producto o colección de productos que sólo está abierto a los “clientes leales antiguos”

La M de e-CRM: Gestión

Se debe recordar que el e-CRM no es responsabilidad del departamento de tecnología. Se trata de clientes y “pertenece” al departamento de marketing.

La gestión de la relación con el cliente implica los siguientes procesos:

- Una mejor comunicación con el cliente, más fácil y rica en contenido, a través de múltiples canales.
- Mejora de la participación de los clientes mediante el seguimiento de las redes sociales y las rutas de los clientes en la tienda (física) y la tienda electrónica, el sitio de la empresa.
- Servicio y soporte personalizados

La e de e-CRM: sistemas electrónicos CRM

Las tecnologías de la información y las redes proporcionan la base para el desarrollo y la amplia diseminación del e-CRM. Internet y las redes sociales han sido los catalizadores de la próxima generación de sistemas e-CRM. La utilización del software o de plataformas web para el CRM proporciona los siguientes beneficios:

- Mejor integración con otros sistemas informáticos de la empresa: ventas, contabilidad, logística, producción
- Procesamiento integrado de datos de ventas, redes sociales, análisis web
- Reducción significativa de los costes de producción de los procesos empresariales CRM
- Capacidad de nuevas e innovadoras acciones de marketing
- Respuesta rápida gracias a la información en tiempo real
- Operación transparente a través de toda la organización

Aspectos tecnológicos

El e-CRM se basa en el Sistema TIC que, por defecto, consiste en un software, un hardware y un operador humano. Los principales componentes del software son:

- La base de datos de los clientes y los servicios/productos
- El software (en estructura modular, de acuerdo con las capacidades deseadas del sistema)
- Las aplicaciones que conectan el software con otros sistemas de software, internos o externos a la empresa
- El servidor que aloja la base de datos y la aplicación

- Canales de comunicación hacia/desde otros servidores

Cada componente del sistema TIC del e-CRM puede ser comprado, contratado o arrendado y esta decisión no solo depende de la economía y el coste, sino que se elige para la operación comercial.

Propiedad o fuente pública

La consideración general aplicada al software también es válida para este dilema. Aunque las fuentes públicas parecen a primera vista una opción más barata, se debe tener en cuenta que el software de las fuentes públicas no es un “software libre”. El software de las fuentes públicas tiene grandes exigencias en soporte y servicio y tiene un coste significativo.

Alojado en el dispositivo local o en la web (computación en la nube)

Definitivamente, la tendencia es el software en la web, especialmente para las PYMEs que no tienen los recursos para poseer y operar sistemas informáticos complicados. La computación en la nube ofrece la posibilidad de transformar el coste de inversión en coste operativo y la flexibilidad de pagar según se vaya usando.

Consideremos: en la mayoría de los casos, una PYME elegirá una solución de e-CRM fuera de los grupos de suministradores existentes y con implementaciones fuera del propio suministrador. Pero si se implementa el e-CRM de la misma manera que lo hacen las otras empresas (competentes similares relevantes), ¿cómo puede ser realmente un beneficio? La gestión de los clientes será la misma entre los competidores, esto no es un factor de diferenciación ni, obviamente, una ventaja o inconveniente. En este aspecto, el e-CRM no es del todo útil.

Aspectos de la operación

Este aspecto se relaciona con la forma en que los datos del cliente se revincularan y se procesaran. No se debe olvidar que el operador de e-CRM es el usuario del sistema y los usuarios no son expertos en TIC, pero pueden ser asistidos por el servicio telefónico de atención al cliente o por ser un asistente de servicio telefónico al cliente o por trabajadores del almacén.

Aspectos empresariales

Este aspecto relaciona la conexión del e-CRM con las demás unidades del negocio y procesos de la empresa: el e-CRM producirá valor sólo si se comunica con el resto de los procesos de la empresa, es decir, recibir y entregar información de y hacia ellos. Un ejemplo obvio es aquel en el que el e-CRM recibirá datos de ventas y entregará información relevante a las personas de marketing. Otro ejemplo quizás no tan obvio es el beneficio para el departamento de logística que, con esta

información, podría ajustar las opciones de entrega de los productos de una manera más rentable (modificando las fechas de entrega, por ejemplo). No debe pasar por alto aquello que es obvio: las salidas del e-CRM no pueden ser mejores que las entradas y esto depende de la cantidad y la calidad de la entrada de datos. La entrada en el e-CRM proviene del resto de los procesos de negocio, por lo que una comunicación rica, clara y transparente entre ellos es un factor esencial para el funcionamiento eficiente del sistema e-CRM.

Obstáculos en la adopción del e-CRM

- Falta de capital para la inversión. A “nivel físico” el e-CRM es un sistema TIC y, como tal, requiere recursos e infraestructuras. Una opción es adoptar el e-CRM como un servicio (*Software As a Service*) o una edición web, lo que significa que la inversión inicial es menor y el coste es en una base temporal (mensual, anual).
- Bajo entendimiento del uso y la apropiación. Las PYMEs, especialmente, siempre se oponen a las novedades y prefieren operar de la manera que ya conocen. Esto ya no es suficiente en un mercado globalizado y en la era de las TIC e Internet. Otro malentendido puede ser que el e-CRM no sea apropiado para B2B: un cliente de negocios es (todavía) un cliente.
- Falta de recursos humanos. Es típico de las PYMEs y se relaciona con todos los aspectos de sus operaciones. En el caso del e-CRM, la falta de recursos humanos puede ser la ausencia de personal que
 - ✓ Introducirá la idea e indicará el beneficio de invertir en el e-CRM,
 - ✓ Diseñará el sistema y especificará los objetivos y las características del mismo
 - ✓ Operará el e-CRM y lo introducirá con éxito en el esquema operativo de la empresa (creará valor).

Lo que debe evitar una empresa cuando emplea el e-CRM

No se debe procesar el e-CRM antes de definir la estrategia de cliente (retención y atracción). Para definir la estrategia del cliente, se debe clasificar la base de clientes en grupos, desde los más valiosos y rentables hasta los menos. Se debe pensar sin la tecnología en mente y comenzar a responder a estas preguntas:

1. ¿Qué y cuánto debemos ofrecer a nuestros clientes con el fin de mejorar su lealtad?
2. ¿En qué medida esta propuesta es favorable y apropiada para la empresa? ¿En qué medida es realmente valioso para la empresa? (no es necesario responder en términos estrictamente económicos)
3. ¿Cuánto dinero y recursos podemos permitirnos para el e-CRM?

Siempre se debe tener en cuenta que el e-CRM no es solo un software o una plataforma TIC, es un proceso empresarial, asistido o implementado por un software.

Referencias

1. Charlie Brown, CRM Done Right, Too Many Executives Are Missing the Most Important Part of CRM, AUGUST 24, 2016, HBR, available by: <https://hbr.org/2016/08/too-many-executives-are-missing-the-most-important-part-of-crm>
2. Marketing 91 channel on youtube provides several short video on CRM and eCRM. They consist a set covers the subject fully and they are worth viewing (and taking notes too)
3. Salesforce site (<https://www.salesforce.com/eu/>) provides information on the breakthrough cloud based eCRM platform, training in eCRM and relevant topics, as well as many interesting success stories, including some on the t&C sector. Salesforce also provides free training on eCRM, for all training levels and needs.
4. The approach of Oracle on eCRM and CX (Customer eXperience) <https://www.oracle.com/applications/customer-experience/what-is-crm.html>
5. Collective, Vision and perspective of consumer behaviour and trends in clothing: a global study / executed by Kurt Salmon Associates, Textilltechnik edition, 2004
6. Sigrun Erder, Eventmarketing, Mod. Industrie, La., 2002, in German and in Greek. A good guide for event design, including digital ones.
7. Wikipedia, eCRM, available from <https://en.wikipedia.org/wiki/ECRM>, 17/11/2018
8. Simon Fong, Zhuang Yan, Serena Chan, Simon Fong, Av Padre, Tomas Antonio Pereira and Taipa U E Square, Access-Control Architecture to Support E-CRM and Distributed Data Mining, available by https://www.researchgate.net/figure/Agent-based-Framework-for-BI-and-e-CRM_fig3_228498243, 16/11/2018. A more technical description of eCRM platform.
9. Reichheld, F. F., Schefter, P. "E-loyalty: your secret weapon on the web". Harvard business review, Vol. 78, No.4, 2000, pp: 105-113
10. Expert CRM software, The Zara CRM case study, available by <https://www.expertmarket.co.uk/crm-systems/zara-crm-case-study>, 10/11/2018
11. Milton Pedraza, 10 Retail Strategies for Luxury Brands to Improve CRM, 17/10/2012, available by <https://www.luxurysociety.com/en/articles/2012/10/10-retail-strategies-for-luxury-brands-to-improve-crm/>, 15/11/2018

4.7. Ventas al por menor online

Georgios Priniotakis, Marissa Sigala, University of West Attica, Grecia

Una breve introducción

El comercio electrónico ha cambiado radicalmente la forma de comprar con millones de compras realizadas electrónicamente. Este desarrollo ofrece desafíos de empleo no solo a las grandes empresas sino también a las pequeñas para poder tener clientes alrededor del mundo, dondequiera que haya conexión a Internet. Por lo tanto, a medida que se comercializan más bienes y servicios online, se vuelve cada vez más importante para las pequeñas y grandes empresas tener presencia online en todo el mundo. Los compradores también tienen la oportunidad de comprar desde su casa allí donde se encuentren.

Las ventas al por menor online (E-retail) se definen como la venta de bienes a través de canales electrónicos o Internet a consumidores con finalidades de uso personal. Por lo tanto, se refiere únicamente al procedimiento “Empresa a Consumidor” (B2C) y no al procedimiento “Empresa a Empresa” (B2B). Según Investopedia: “la venta electrónica al por menor requiere muchas imágenes de los productos y especificaciones, para dar a los compradores una sensación personal en el aspecto y la calidad de las ofertas sin necesidad de estar presentes en tienda”. Comprar online es muy diferente a comprar un artículo en la tienda física. En la era del Internet, la era de la comercialización dirigida por los consumidores, se ha comenzado a cambiar el mercado minorista mundial transformando el mercado de vendedores a un mercado de compradores. El aumento de los minoristas online está cambiando rápidamente la perspectiva de las compras y del consumo. En el contexto del comercio electrónico, la pieza clave “pura” es aquella empresa cuyos productos o servicios son solo digitales y opera solo a través de Internet, pero al mismo tiempo la pieza clave “pura” también puede significar “aquel que sirve e invierte sus recursos en una sola línea o servicio de negocios, excluyendo otras oportunidades de mercado”. Por ejemplo, muchos minoristas electrónicos son piezas clave puras: venden un tipo particular de producto a través de Internet. En el comercio electrónico no se vende a clientes empresariales, sino a consumidores individuales que van a utilizar el producto, lo que significa que es una acción de Empresa a Consumidor (B2C) en lugar de Empresa a Empresa (B2B). El comercio electrónico también puede incluir elementos que no sean bienes físicos, como los servicios: por ejemplo, los servicios bancarios que es un comercio electrónico, pero no una función de comercio minorista electrónico. Unos de los puntos más importantes de una tienda son su ubicación y sus escaparates, pero en la venta online es importante la presentación del sitio web de la empresa, así como la presentación de los productos.

Pros y contras de la venta online al por menor: la acción de venta electrónica no es tan potente como la venta física, por lo que la presentación del producto debe ser una fuerte experiencia sensorial para el cliente con el fin de convencerlo para clicar y comprar el producto. En el procedimiento de venta electrónica, el comprador tiene una idea de lo que está comprando, por lo que la presentación y la perspectiva total de producto deben ser los puntos fuertes y no como en los otros tipos de venta en que los puntos clave son: el vendedor, la tienda-escaparate, etc.

En la venta online al por menor hay una gran variedad de productos en un entorno muy competitivo, debido a que los clientes tienen muchas opciones de sitios de venta online y tiempo ilimitado para poder comparar y elegir. Las principales ventajas de la compra online son: comodidad para ambos lados: los vendedores y los compradores pueden interactuar entre sí desde la privacidad. Además, hay una reducción de los costes generales, ya que vender en línea puede eliminar la necesidad de personal orientado al cliente y los costosos escaparates de cada temporada. Una importante ventaja para el comprador es la existente oportunidad de expandir su mercado más allá del local muy rápidamente. El coste online al por menor: el coste insostenible.

Según la investigación de Barclaycard, más de una quinta parte (22%) de los minoristas de ladrillos y morteros del Reino Unido, en 2015, optaron por no vender online debido a la preocupación por costes de gestión de las entregas y las devoluciones,- el sitio web adicional y los costes de infraestructuras, - la planificación, el diseño, la implementación, el alojamiento, la seguridad y el mantenimiento del sitio web profesional y también el coste del apoyo de los pedidos online, no son acciones económicas, -la disposición de los compradores a volver a los métodos convencionales de compra, ya que muchos todavía prefieren una comunicación física con un producto , -es difícil establecer una marca de confianza, especialmente sin un negocio físico desde el inicio, los consumidores no pueden negociar el precio y a menudo las empresas utilizan métodos de seguimiento como "cookies" con el fin de registrar las preferencias de los consumidores y orientar la publicidad de artículos relevantes sin preguntar o preocuparse por los datos personales y los derechos del consumidor.

¿Qué hace que un sitio de comercio electrónico sea bueno?

En primer lugar, se necesita un plan empresarial. Un plan empresarial para los negocios online que debe incluir el enfoque que se utilizará para la financiación, el marketing y la publicidad de la empresa. Un diseño web fácil de navegar en él con una rápida carga de las páginas y la información adecuada que analizará el comprador en el párrafo principal, es un ingrediente significativo que impulsará al cliente a quedarse y comprar. Otro punto importante es la configuración del carrito de compra: un comercio electrónico sin carrito de compra es como una tienda sin

cajero. La existencia de un comercio minorista electrónico requiere la infraestructura tecnológica adecuada (existencia de un nombre de dominio, sitio web, alojamiento, software conectado al sistema de almacenamiento, sistema de facturación, etc), y el conocimiento de marketing, así como el conocimiento de la psicología del cliente que hasta hace poco consideraba el mercado online aburrido. Por lo tanto, con el fin de tener un comercio electrónico se deben desarrollar:

- Servicios de infraestructura TIC- La logística y la facilitación del comercio como comercio electrónico requieren una entrega fiable con sistemas de seguimiento eficaces.

-Un entorno jurídico y reglamentario transparente (procedimientos claros para el pago electrónico- tasación). Esto no es responsabilidad de la empresa privada, pero tiene que proporcionar toda la información relativa a los impuestos adicionales o pagos, gastos de envío adicionales, etc. para que el cliente los tenga en cuenta.

- La existencia de una página web rápida, en la que se deben presentar los bienes y la empresa

¿Qué información se requiere para tener un negocio online al por menor completo?

- Información (términos de uso), confianza (seguridad de datos personales y financieros), información de persuasión (lenguaje similar y presencia agradable en su conjunto), información de las entregas y las devoluciones.
- Información del origen de los productos y de los materiales, así como el tamaño. Hoy más que nunca, los consumidores prestan especial interés a dónde se fabrican los productos y al origen de los materiales.
- Datos financieros de la empresa (unas palabras sobre su historia, cómo se creó, sus datos financieros en los últimos cinco años, la estrategia empresarial, así como sus miembros o accionistas).
- Varias noticias u ofertas, preguntas frecuentes.
- Interacción con el cliente, como el chat directo, las opiniones de clientes anteriores, las consultas por correo electrónico, la información de contacto, las guías en video, y varios elementos innovadores que diferencian este comercio del resto.

Según un artículo (<https://www.invespcro.com/blog/shopping-cart-abandonment-rate-statistics-infographic/>) la tasa media de abandono del carrito de compra en los sitios web es del 68,81%, lo que significa que los compradores no completaron el proceso de compra 68 veces de cada 100. ¿Cuáles son las razones de esta acción?

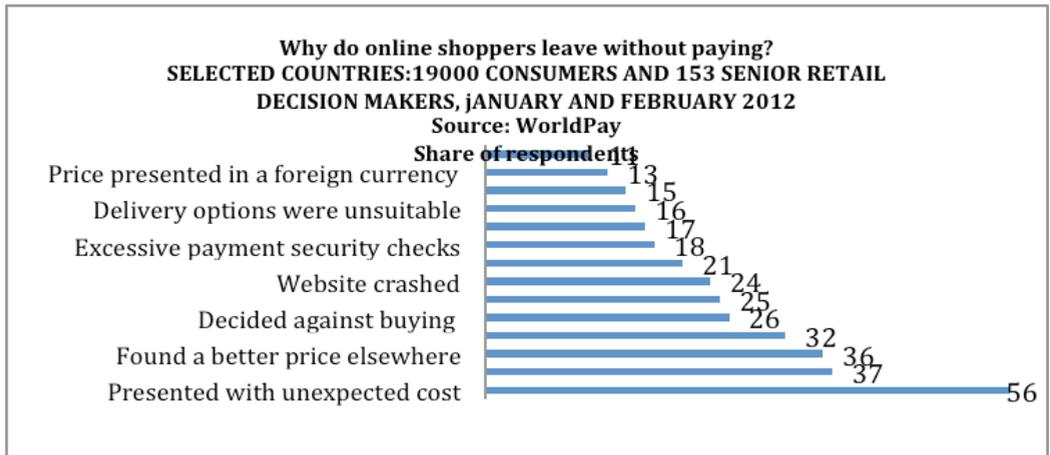


Figura 4.7.1. Los compradores abandonan sus carritos de compra

Según una investigación del Instituto Baymard (<https://www.smartinsights.com/ecommerce/ecommerce-strategy/consumers-abandoning-shopping-carts-power-retargeting/>) las razones son las siguientes: gastos de envío inesperados, procedimiento demasiado complicado, varios errores del sitio web, retraso de la entrega, política de devoluciones no clara, etc. Como podemos ver en el gráfico, las principales razones son el coste inesperado (coste de entrega- coste de impuestos, etc.), que desvía al cliente a navegar y encontrar mejores precios en otras tiendas online.

Así pues, los comercios minoristas electrónicos tratan de minimizar la pérdida de los compradores potenciales dándoles motivaciones adicionales para continuar y volver a sus carritos de compras con el fin de completar el proceso. El secreto es tratar de transportar lo que se realiza en los comercios al negocio online y aumentar la satisfacción de sus clientes.

Dominantes del comercio electrónico

Según un artículo del foro RetailWire (<https://www.retailwire.com>) con el tema: "Online y Amazon van a ser más dominantes en la próxima década", muchos expertos declaran que los consumidores realizarán más compras online, reduciendo las compras en tienda, durante la próxima década. Esta declaración está respaldada por un informe del FTI Consulting que prevé que el gasto total online de los Estados Unidos superará el trillón de dólares en el 2027 y, según las estimaciones, las ventas online aumentarán en un 22% durante los próximos 10 años y constituirán el 12% del total actual. El comercio electrónico minorista, que actualmente representa el 34,2% de las ventas online, sufrirá un incremento en su participación en más del 50% del mercado en el 2027, estima la firma. Además,

según FTI Consulting, el mayor beneficiario del cambio de clientes de los EE.UU. de tiendas físicas a online será Amazon.com. Según Statista, “la posición cada vez más dominante de Amazon en el mercado del comercio electrónico se debe, en gran parte, a la agresiva estrategia de crecimiento de la empresa”. ¿Pero como se puede medir el éxito online? Como comercio minorista electrónico, y como cualquier empresa, el principal problema es el beneficio, pero los puntos significativos para este comercio siguen siendo los mismos: el número de expectadores, la participación de los compradores y las conservaciones, la forma de comprar; a través de Internet, móviles y otros dispositivos inteligentes.

¿Qué queremos decir con “conversación”? La definición de conversación, según los manuales de MarketingSherpa, es “el punto en el que el destinatario de un mensaje de marketing realiza una acción deseada”. Por lo tanto, la conversación es conseguir que alguien responda a la llamada de la acción, por ejemplo, rellenar un formulario, abrir un correo electrónico de la empresa, etc. Esto significa que, para el éxito online, es importante cuántas personas visitan la tienda online, lo interesados que están sobre los productos, o llenar un cuestionario o formulario que hemos pedido, y cuántos de ellos finalmente hacen clic al botón de compra con el fin de completar el proceso. Se ha llevado a cabo muchas investigaciones en este sector y la conclusión es que se está produciendo un crecimiento de él. En 2017, el comercio electrónico fue responsable de aproximadamente 2,3 trillones de dólares en ventas y se espera que obtenga más de 4,5 trillones de dólares en 2021, según un informe de Aaron Orendorff. Este informe declara que en los EE.UU. el comercio electrónico representa casi el 10% de las ventas minoristas y se espera que el número crezca casi un 15% en 2018. Por lo tanto, el comercio electrónico es una de las áreas más activas del sector económico a nivel mundial.

Ejemplos exitosos: Amazon

Amazon se lanzó en 1995 como vendedor de libros y se expandió a otros productos con tres objetivos: mejores precios, una interfaz con el cliente fácil de usar y un procedimiento de entrega rápido. Inicialmente, los ingresos de la firma se duplicaban cada 2,4 meses y los ingresos del primer año de operaciones fueron de 5 millones de dólares. La innovación de Amazon fue que los clientes podían buscar un libro, tema o autor específico, o también eran libres de navegar a través de un catálogo de libros de 40 temas diferentes. Los visitantes también pueden leer reseñas de libros de otros clientes, del *New York Times*, del *Atlantic Monthly* y del propio personal de Amazon. En Amazon, todos los libros tienen descuento: los bestsellers regularmente se venden con un 40% de rebaja y el resto de libros con un 10%. Amazon ofrece envío gratuito con el fin de animar a los clientes a aumentar su compra porque para obtener el envío gratuito deben llegar a una cantidad mínima de compra.

Además, Amazon crea comunidades online= grupo de usuarios satisfechos que publican sus propias opiniones, lo que significa que Amazon impulsa al cliente a comunicarse con otros y crear comunidades online. Este movimiento se basa en los cuatro tipos de necesidades que las comunidades electrónicas deben intentar satisfacer para lograr el éxito (Amstrong y Hagel, 1996): transacción, interés, fantasía y relaciones. Este conjunto ofrece una cantidad envidiable de comentarios positivos, por lo que le da a Amazon un enorme número de críticas positivas.

Otro servicio que ofrece Amazon a sus clientes: comunicar el acuerdo de cumplimiento de varias maneras, incluyendo la información más reciente de disponibilidad del inventario, estimaciones de la fecha de entrega y opciones para la entrega expedita, así como notificaciones de entrega del envío. Amazon afirma que el mejor marketing es la promoción boca a boca de los clientes, lo cual es eficaz en la adquisición de nuevas visitas de clientes repetidores. Y esto es un hecho si pensamos en cuántos de nuestros amigos nos han hablado, descrito un producto o hecho una publicación generando así un movimiento hacia el mercado.

Ejemplos exitosos: Alibaba

Se lanzó en 1999, el Grupo Alibaba se centró inicialmente en operar un sitio web de negocio Empresa a Empresa (B2B) para pequeñas empresas exportadoras chinas. Según los últimos datos, actualmente Alibaba se extiende a 10 empresas y tiene aproximadamente 27.000 empleados e ingresos de más de 8 billones de dólares. Alibaba apoya a las empresas chinas mediante la creación de una plataforma de encuentro para las ventas internacionales (para compradores y vendedores). Comenzó a ofrecer más servicios de infraestructura a sus clientes (como logística-plataformas de computación, etc) y luego también empezó a construir Taobao Mall, una plataforma para marcas establecidas dirigida a los consumidores chinos. En 2011 la compañía se dividió en las siguientes partes: Taobao, que se centró en las transacciones entre consumidores; Tmall, centrado en las transacciones entre empresas y consumidores; y Etao, una nueva comunidad en búsqueda de productos con el fin de cubrir el futuro del sector del comercio chino online. Cuando Alibaba comenzó a operar, la implantación de Internet en China era inferior al 1%. Por lo tanto, Alibaba tiene la visión de invertir en la nueva innovación para dirigirse hacia el éxito. Actualmente, Alibaba ofrece servicios: de Empresa a Empresa (B2B), de Empresa a Consumidor (B2C) y de Consumidor a Consumidor (C2C), con una operación similar a ebay. En la última década, Alibaba se ha expandido a la mayoría de rincones del mundo. Alibaba está dominando casi el 75% del mercado de comercio electrónico.

Alibaba no vende ningún producto físico en sí sino que ofrece muchos tipos de servicios. Como afirma Alibaba en su sitio web: "Alibaba continuará desarrollando la calidad de los productos".

El comercio electrónico en el sector textil

El sector textil es un sector industrial con características únicas y, como industria, debe tener el producto correcto en el lugar correcto en el momento adecuado (Ferne 1994). Por lo tanto, los minoristas deben tratar con los fabricantes y con la compra centralizada con el fin de pactar los precios, la calidad y los horarios de entrega (Bruce y Moger, 1999).

Muchos investigadores afirman que el comercio electrónico está prosperando, y los mercados textiles y de confección deben aprovecharlo. Para apoyar esta afirmación, observamos que es probable que las ventas de textiles de Indonesia aumenten un 10% en 2017, en comparación con un crecimiento menor del 2,2% el año pasado, según la CEO de Tekstile One Indonesia, Desy Natalia Soeteja. Cada vez más, las empresas textiles se unen para introducirse en el mercado global.

De acuerdo con el artículo: “El Estado del Comercio Electrónico en la Industria: Estadísticas, Tendencias y Estrategia” de Aaron Orendorff, se espera que los ingresos de la industria de la moda online aumenten de 481.2 billones de dólares en 2018 a aproximadamente 712.9 billones en 2022. Estas cifras muestran que la industria de la moda está viva y año tras año está involucrada con la nueva tecnología, obteniendo un crecimiento anual de los clientes potenciales. Como la cadena de suministro en el sector textil es compleja, hay muchas partes involucradas.

Ejemplo de Zalando

Zalando es la plataforma líder de moda online en Europa, establecida en 2008 en Berlín, vendiendo calzado a través de Internet. Desde entonces, Zalando ofrece una variedad de artículos de moda en más de 15 países y presenta unos ingresos anuales de casi 3.600 billones de euros en sólo siete años. ¿Qué fue lo que impulsó a Zalando hacia el éxito?

El objetivo de Zalando es diseñar y construir propiedades logísticas de comercio online que ayuden a la empresa con las entregas, obteniendo el menor tiempo de distribución y el mínimo coste. Con esta estrategia, Zalando sigue ofreciendo un servicio notable a sus clientes. Su innovación es el uso de herramientas para el asesoramiento personalizado online, al que se puede acceder a través del sitio web de compras online de Zalando, y la creación de una experiencia online única para los clientes con la guía de estilo personalizado e interactivo según las necesidades específicas del consumidor.

Ejemplo de YOOX NET-A-PORTER GROUP (YNAP)

YOOX NET-A-PORTER GROUP es el minorista de moda de lujo online líder en el mundo, establecido en 2015 por la fusión de YOOX GROUP y THE NET-A-PORTER GROUP; las dos empresas habían revolucionado la industria de la moda de lujo desde su nacimiento en el 2000. En los sitios web innovadores de YNAP, todas las operaciones TIC se ejecutan en la infraestructura TIC de Hewlett Packard Enterprise (HPE). Atiende a más de 180 países, ofreciendo entrega el mismo día de compra y está incrementando las ciudades a las que atiende. En 2016, obtuvo 29 millones de visitantes y los ingresos netos combinados fueron de 1.9 billones de euros; desde entonces tratan de proporcionar la mejor experiencia a sus clientes y escalar sus operaciones de manera eficiente.

El contenido editorial está incluido en la experiencia de comercio online que se ofrece a los consumidores, es un elemento significativo. La existencia de tiendas multimarca incluidas es considerada una característica especial. En su primera aparición, se vió como una revista de moda y no como un minorista online.

Como conclusión, afirmamos que el comercio minorista online no es sólo una tienda, sino que esconde procedimientos más complejos (infraestructuras TIC, infraestructura logística, un plan estratégico claro, interoperabilidad entre sistemas, etc.). El comercio electrónico y las compras online son actualmente una forma de vida y no sólo una operación de compra, por lo que las empresas involucradas deben estar preparadas para afrontar este desafío: la nueva era del comercio minorista online y la transformación del modelo de compra físico al modelo vía Internet con nuevas aplicaciones virtuales.

Referencias

1. Investopedia, <https://www.investopedia.com>
2. Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>
3. Barclay Research about the Emergence of 'serial returners' – online shoppers who habitually over order and take advantage of free returns – hinders growth of UK businesses 18 May 2016 (<https://www.home.barclaycard/media-centre/press-releases/emergence-of-serial-returners-hinders-growth-of-UK-businesses.html>) [accessed Nov 06 2018]
4. Baymard institute (<https://baymard.com/>) [accessed Nov 06 2018]
5. RetailWire forum [accessed Nov 06 2018]
6. Fernie, J. and Sparks, L. (eds.), (1998), Logistics and Retail Management, insights into current practice and trends from leading experts, Kogan Page Ltd., London, UK.
7. The use of E-commerce in the textile and apparel supply chain | Request PDF. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228581808_The_use_of_E-commerce_in_the_textile_and_apparel_supply_chain [accessed Nov 06 2018]

8. Bruce M. and Moger S. (1999) Dangerous Liaisons: An Application of Supply Chain Modelling for Studying Innovation within the UK Clothing industry, Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 11, No 1.
9. Amazon's site www.amazon.com
10. Alibaba's site www.alibaba.com
11. YNAP's site www.ynap.com
12. Zalando's site www.zalando.com