

# Los retos sostenibilistas del sector textil

**Enric Carrera i Gallissà (\*)**

Profesor Titular de Universidad

Sección de Ingeniería textil del Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica

Universitat Politècnica de Catalunya

(\*): [enric.carrera@upc.edu](mailto:enric.carrera@upc.edu)

## Resumen

En 1950 la población mundial era de unos 2.500 millones de habitantes y el consumo de textil per cápita era de 3,7 kg por habitante y año. En 2015 la población ha alcanzado los 7.400 millones de personas y el consumo textil per cápita llegó a los 13,1 kg/hab/año. Si las proyecciones de crecimiento de la población se cumplen y en el año 2.050 alcanzamos los 14.000 millones de habitantes, la demanda de productos textiles se duplicará. Será necesario cultivar el doble de algodón, duplicar la población de ovejas, extraer el doble de celulosa para obtener fibras artificiales o extraer el doble del petróleo necesario para obtener fibras sintéticas. Lo mismo sucederá con la cantidad de agua y energía necesarias para abastecer esta nueva demanda.

El consumo de recursos naturales sigue una dinámica de crecimiento exponencial produciendo una huella ecológica que sobrepasa peligrosamente la capacidad de carga de la mayoría de los ecosistemas. Sin embargo nuestro planeta tiene límites físicos y en un mundo finito, el crecimiento no puede ser infinito.

En este artículo se analizan los principales impactos ambientales, sociales y económicos de la industria textil y de la confección así como los principales retos de futuro que plantea el paradigma sostenibilista.

## 1. Desarrollo sostenible: ¿de qué estamos hablando?

Cuando el 24 de diciembre de 1968 la nave espacial Apolo VIII dio por primera vez la vuelta alrededor de la Luna, tomó una fotografía donde podía apreciarse el perfil de nuestro planeta emergiendo atrás del horizonte lunar. Dicha imagen, fue considerada por la revista *Life* como una de las cien fotografías más relevantes del siglo XX.

Dicha foto, más allá de los aspectos estéticos, nos permitió observar la realidad desde una nueva perspectiva puesto que, por primera vez, nos vimos a nosotros mismos, desde fuera de nuestro planeta. La imagen nos ayudó a comprender varias realidades que por obvias son habitualmente olvidadas. La primera es que la mayoría de la superficie de la Tierra es agua, la segunda que el color verde de la vegetación junto con azul del mar nos indica la existencia de vida y tercera -quizás la más importante- que la Tierra es muy grande pero tiene límites físicos. Por cierto, el único planeta habitable que conocemos actualmente.



Figura 1. Fotografía *Salida de la Tierra* tomada por astronauta William Anders el 24 de diciembre de 1968 desde Apolo VIII. Fuente: NASA.

En 1972, Donella y Denis Meadows presentaron su famoso informe “*Los límites del crecimiento*” (1), obra que socavó la conciencia de economistas, políticos y ciudadanos en general al afirmar otra obviedad “*en un mundo finito, el crecimiento no puede ser infinito*”. En pleno siglo XX, dichos autores pusieron en duda la viabilidad del modelo de desarrollo basado en el paradigma del crecimiento infinito. Tres décadas después de la publicación de su primer libro, el matrimonio Meadows realizó un nuevo informe “*Los límites del crecimiento 30 años después*” (2) donde demostraban que muchas de las predicciones realizadas en el primer informe no sólo se cumplieron sino que incluso quedaron cortas.

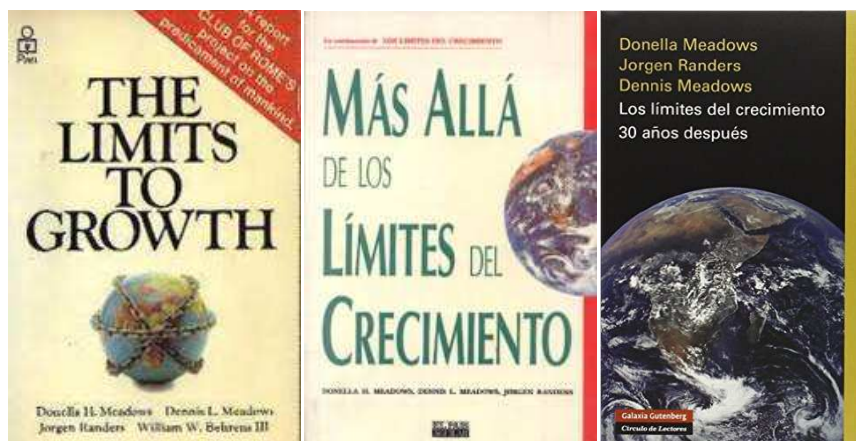


Figura 2. Las tres ediciones de los límites del Crecimiento (1972-2004)

Actualmente vivimos en un mundo con una población de unos 7.500 millones de habitantes que sigue una dinámica de exponencial con una tasa de duplicación de 40 años aproximadamente. El consumo de recursos naturales sigue igualmente una dinámica de crecimiento exponencial produciendo una huella ecológica que sobrepasa la capacidad de carga de la mayoría de los ecosistemas. El consumo masivo y continuado de estos recursos tiene unos efectos bien conocidos: acumulación de residuos, contaminación atmosférica, cambio climático, agotamiento de los acuíferos, pérdida de biodiversidad, etc.

Este modelo de desarrollo generado un notable progreso científico y tecnológico así como una substancial prolongación de la esperanza de vida media de la población, sin embargo ha generado también una notable pobreza y grandes desigualdades sociales. Recientemente, Credit Suisse (3) ha revelado que el 1% más rico de la población mundial acumula más riqueza que el 99% restante. Al mismo tiempo, la riqueza en manos de la mitad más pobre de la humanidad se ha reducido en un billón de dólares a lo largo de los últimos cinco años. En 2015, sólo 62 personas poseían la misma riqueza que 3.600 millones (la mitad más pobre de la humanidad). No hace mucho, en 2010, eran 388 personas. La riqueza en manos de estas 62 personas más ricas del mundo se ha incrementado en un 45 % en apenas cinco años, algo más de medio billón de dólares desde 2010, hasta alcanzar 1,76 billones de dólares. Mientras tanto, la riqueza en manos de la mitad más pobre de la población se redujo en más de un billón de dólares en el mismo periodo, un desplome del 38 % (4). Ésta es sólo la última evidencia de que actualmente la desigualdad en el mundo ha alcanzado unos niveles sin precedentes.

Una forma de evaluar el impacto de una actividad humana sobre el territorio es mediante el uso de la ecuación de sensibilidad siguiente (5):

$$\text{Impacto} = \text{Población (personas)} \cdot \text{Consumo} \left( \frac{\text{número de productos}}{\text{personas}} \right) \cdot \text{Tecnología} \left( \frac{\text{Impacto}}{\text{producto}} \right)$$

Es decir, el impacto de la actividad humana depende de la población existente en el territorio, de los bienes y servicios consumidos y de la tecnología utilizada. Dicho de otra manera, el impacto ( $I$ ), depende de cuántos somos ( $P$ ), de que es lo que hacemos ( $C$ ) y de cómo la hacemos ( $T$ ). El principal problema es que la población está creciendo de forma exponencial y hay pocas posibilidades de revertir esta tendencia, el consumo lo tenemos disparado y tampoco será fácil revertirlo. La tecnología, o mejor dicho la eficiencia tecnológica, en la medida que  $P$  y  $C$  son de difícil control, juega por lo tanto un papel determinante. El profesor Karel Mulder de la Universidad de Delft, Holanda, calculó cual debería de ser el incremento a nivel mundial en la eficiencia tecnológica ( $T$ ), para que en el año 2050, y a pesar de producirse un incremento de la población del 50 % respecto a la actual, incrementándose al mismo tiempo el nivel de consumo de los países más pobres hasta alcanzar el de los más ricos, se mantenga constante el impacto ambiental, concluyendo que debería de ser de 32,4 veces (6). Este debería de ser, por lo tanto, desde la perspectiva de Mulder, el objetivo principal del desarrollo científico y tecnológico: incrementar la eficiencia tecnológica para compensar el inevitable incremento de  $P$  y  $C$ . Con anterioridad Weiszacher ya había propuesto la

estrategia de la eficiencia denominada *Factor 4* (duplicar el bienestar con la mitad de los recursos), para solventar los retos de la humanidad (7).

En el contexto de esta compleja realidad, surge a finales de los años 80 del siglo XX, la necesidad de replantear el modelo de desarrollo occidental para ajustarlo tanto a los límites biofísicos del planeta como para evitar el aumento de los desequilibrios humanos. En 1987 se presenta el Informe Brundtland, donde se afirma que la pobreza y los problemas ambientales han de abordarse en un mismo plano y las soluciones han de ser integradas (8). Por primera vez se define el desarrollo sostenible como “... *aquel que satisface las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades*”. Este nuevo paradigma nos muestra una nueva dimensión del concepto solidaridad ya que no hace referencia a los seres humanos de nuestra generación que no conocemos (intergeneracional) sino con los que todavía no existen (intrageneracional: generaciones futuras), es decir que aquello que hacemos actualmente no sólo no afecte a los humanos vivos que no conocemos sino también a los que todavía no han nacido. Conviene notar que hablamos de desarrollo y no de crecimiento. Desarrollo es una mejora cualitativa que implicar pasar por diversos estadios, mientras que crecimiento es una acumulación física. La expresión “*crecimiento sostenible*” no deja de ser un oxímoron puesto que en un entorno finito (planeta tierra) no puede sostenerse un crecimiento de forma indefinida sin llegar a sus límites (en un entorno finito nada físico puede crecer de forma indefinida). En francés la expresión desarrollo sostenible se denomina *développement durable*, es decir un desarrollo que pueda mantenerse de forma indefinida en el tiempo. Los argentinos diferencian entre desarrollo sostenible (que puede mantenerse de forma indefinida en el tiempo con la ayuda de elementos externos al sistema) y desarrollo sustentable (que puede mantenerse de forma indefinida por las características propias del sistema y sin necesidad de ayuda externa) (9).

Desarrollo sostenible, por lo tanto, no es lo mismo que crecimiento sostenible y menos aún que crecimiento sostenido, a pesar de que algunas personas y medios de comunicación abonen esta confusión de forma intencionada.

Desarrollo sostenible es el proceso o camino y la dirección a seguir mientras que la sostenibilidad es el objetivo y/o etapa final del proceso seguido.

La sostenibilidad es una propiedad emergente de un sistema complejo. Una propiedad o atributo que surge como resultado de la interacción de todos los componentes del sistema y que no se reconoce a nivel de las propiedades de los componentes singulares. La sostenibilidad, por lo tanto, es una propiedad del sistema, no de las partes. Una empresa sólo puede mantenerse en la medida en que la economía en la que se encuentra inmersa se mantiene. Una camiseta de algodón orgánico o un panel solar no pueden ser en sí sostenibles. Como mucho podríamos denominarlos sostenibilistas (puesto que contribuyen a la sostenibilidad). Por lo tanto no hay empresas o tecnologías sostenibles sino sostenibilistas.

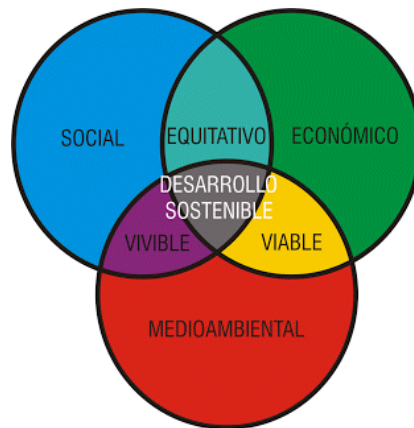


Figura 3. La intersección de las tres dimensiones del desarrollo sostenible. Fuente: <http://www.desarrollosustentable.co/2013/04/que-es-el-desarrollo-sustentable.html>

La sostenibilidad es el resultado de la adecuada intersección de sus tres dimensiones: la ambiental, la social y la económica (figura 3). Así por ejemplo, una empresa con emisiones cero, que trate bien y de forma justa a sus trabajadores pero que no tenga beneficios económicos no podrá sostenerse de forma indefinida en el tiempo y por lo tanto no será sostenibilista. Lo mismo sucede con las otras tres dimensiones. En definitiva y asumiendo que comporta un cierto reduccionismo terminológico, podemos afirmar que una sociedad humana o bien una empresa será sostenibilista si es ambientalmente limpia, socialmente justa y económicamente viable.

## 2. Impactos de la industria textil y confección

### 2.1 Principales impactos ambientales

En Europa las fases correspondientes al proceso de producción textil y su posterior uso son las principales responsables del impacto ambiental de este sector industrial. Los impactos producidos durante las fases de distribución y de fin de vida son menos significativos. A pesar de ello la creciente deslocalización de la producción en la lógica de la globalización tenderá a aumentar la huella de carbono de la distribución.

El principal impacto en la fase de producción se refiere a la eutrofización de las aguas, la ocupación de tierras agrícolas y la transformación natural de la tierra. Esto puede explicarse porque el algodón representa aproximadamente el 40 % de la producción mundial de fibras textiles. Esta fibra se produce utilizando grandes cantidades de fertilizantes. El nitrógeno, el fósforo y el potasio, contenidos en los abonos, contribuyen especialmente a la eutrofización.

Con la excepción de la ecotoxicidad terrestre, la mayor parte de las emisiones tóxicas que afectan a los seres humanos y los ecosistemas acuáticos se asocian con la fase de uso. Los daños a la salud humana y a los recursos corresponden en partes iguales a las fases de producción y uso.

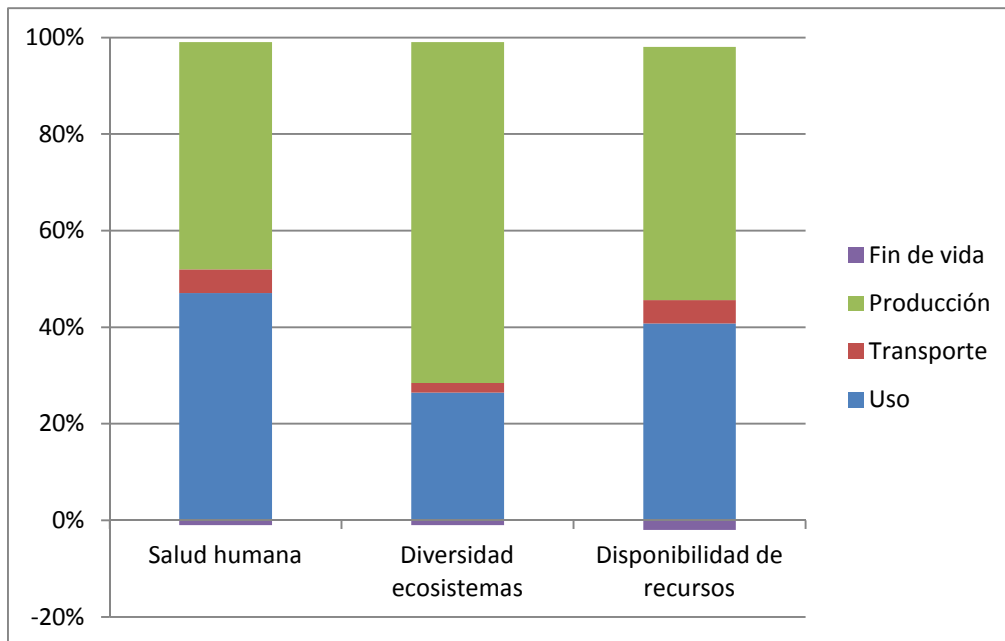


Figura 4. Impactos del consumo de productos textiles en la Europa de los 27 (10)

### 2.1.1 Contribución al cambio climático

La industria textil consume combustibles fósiles -y por lo tanto genera gases de efecto invernadero- para el funcionamiento de la maquinaria agrícola utilizada en los procesos de obtención de las fibras naturales. Usa energía eléctrica obtenida mediante combustibles fósiles para el funcionamiento de la maquinaria industrial utilizada en el largo proceso textil (obtención de fibras químicas, hilatura, tisaje, ennoblecimiento y confección), o bien en la generación de vapor en el encolado y ennoblecimiento. También la utiliza en el proceso de lavado, secado y especialmente el planchado doméstico de la ropa. Algunas prendas de vestir consumen más energía durante la fase de uso (mantenimiento doméstico) que no durante el proceso de extracción de materia prima y fabricación textil (11) (figura 5).

El consumo energético del transporte, tanto de materias primas como la producción intermedia deslocalizada, de las distintas etapas del proceso textil derivada de la lógica de la globalización es también un fenómeno a considerar. Transportar una tonelada en barco a lo largo de 100 Km emite 0.7 Kg de CO<sub>2</sub> mientras que la misma cantidad por avión alcanza los 158.0 Kg (12)

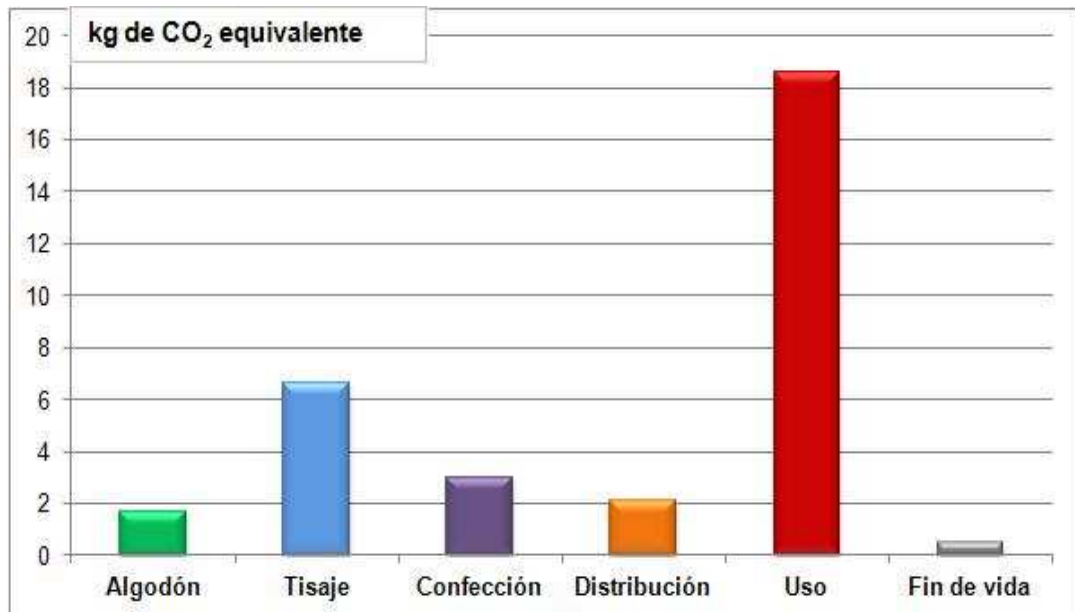


Figura 5. kg de misiones equivalentes de CO<sub>2</sub> de unos jeans a lo largo de su ciclo de vida (de la cuna a la tumba). (11).

Un estudio realizado por la Universidad de Cambridge (13) concluía que de forma general por cada kg de producto textil producido se consumen 0,6 kg equivalentes de petróleo de energía primaria, y se emiten 2 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Un estudio más preciso sobre una industria textil algodonera peruana concluía que por cada kg de producto acabado (prenda) se emitían 3,6 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Pero si se considera toda la cadena de valor, desde producción de las materias primas hasta la distribución en el país de destino, el impacto podía alcanzar los 10,8 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por cada kilogramo de producto exportado (14).

Una simple multiplicación de estos valores con la producción mundial de textiles nos da una idea aproximada de la magnitud del impacto ambiental de la industria textil y de la confección.

### 2.1.2. Uso de productos tóxicos

El cultivo convencional de algodón es un gran consumidor de agroquímicos la mayoría de los cuales tienen un elevado impacto ambiental. Aunque su cultivo sólo ocupa el 2,4 % de la superficie cultivable mundial, consume el 24% mundial de los insecticidas y el 11% de los pesticidas (15)

Sólo recordar el desastre de Bhopal (India), ocurrido el 3 de diciembre de 1984 donde murieron 15.000 personas y otras 150.000 quedaron afectadas por la fuga de 30 toneladas de Isocianato de metilo de una empresa que fabricaba plaguicidas para el cultivo del algodón (16).

La Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU. (EPA) considera a 7 de los 15 insecticidas más utilizados en el cultivo de algodón en este país como “posible”, “probable” o “conocido” carcinógeno. Tampoco podemos olvidar los

problemas asociados a los excesos del abono químico. Especialmente los nitrogenados que son una fuente de contaminación de aguas subterráneas y superficiales. Provocan la eutrofización de ríos y lagos impidiendo el correcto desarrollo de la vida acuática. A esto hay que añadir los efectos sobre el cambio climático y el efecto invernadero del N<sub>2</sub>O, 150 veces más potente que el CO<sub>2</sub>.

En la India el 54% de los pesticidas utilizados provienen del cultivo de algodón que sin embargo representa únicamente un 5% de la producción agrícola total del país (17)

Los procesos de ennoblecimiento textil (descrudado, blanqueo, tintura y acabado) utilizan también una elevada cantidad de productos químicos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente, según puede verse en la tabla 1 (18, 19).

<b>Substancias</b>	<b>Consumo (t/año)</b>
Sales	200.000 - 250.000
Impurezas de fibras textiles (incluidos biocidas) y otros materiales asociados	50.000 - 100.000
Agentes de encolado	80.000 - 100.000
Ensimajes (aceites minerales y ésteres)	25.000 - 30.000
Tensoactivos	20.000 - 25.000
Espesantes	10.000 - 15.000
Urea	5.000 - 10.000
Complejantes	< 5.000

Tabla 1. Cargas ambientales de la industria textil de la UE. Fuente: IPPC 2003 Datos extrapolados de estudios realizados en Alemania y Austria (19)

El número de productos químicos utilizados en la industria textil es difícil de definir. Según Lacasse y Baumann, en los procesos de ennoblecimiento textil, se utilizan hasta 2.500 productos distintos (20).

En el Catálogo "Textilhilfsmittelkatalog" (21) de la asociación de fabricantes de productos auxiliares textiles, curtido de pieles y detergentes se identifican hasta 7.000 productos distintos basados en aproximadamente de 400 a 600 sustancias químicas diferentes (21).

### **2.1.3. Consumo de agua**

La industria textil consume una gran cantidad de agua en el proceso de producción de las fibras textiles (principalmente el cultivo de algodón y el lavado de la lana en bruto), en los procesos de tintura y acabado (puesto que utiliza el agua como medio de transporte para la aplicación de colorantes y otras sustancias) y en la fase de uso durante el lavado doméstico.



Alrededor del 53 % de la superficie cultivada de algodón es de regadío, obteniendo mediante esta técnica agrícola el 73 % de la producción mundial de algodón. Según la UNESCO, el algodón es el responsable del 2,6 % del consumo mundial de agua, asimismo el 20 % de la contaminación industrial de las aguas dulces proviene del tratamiento y tintura de productos textiles (22,23)

Se estima que el volumen medio de consumo de agua en los procesos de descudado, blanqueo, tintura, estampado y acabado se sitúa, en promedio, alrededor de los 150 m<sup>3</sup> de agua por tonelada de tejido. Otros autores afirman que se necesitan aproximadamente 11.000 litros de agua para producir 1 kg de tejido de algodón (23).

En cualquier caso la huella hídrica de los tejidos algodón varía muchos según los países y las técnicas de cultivo y producción locales (24), tal como puede verse en la tabla 2.

<b>País</b>	<b>Huella hídrica en litros por kg de tejido</b>
China	6.000
EUA	8.100
Pakistan	9.600
Uzbekistan	9.600
India	22.500

Tabla 2. Huella hídrica del algodón según países (24)

#### **2.1.4. Generación de residuos**

En el Reino Unido se consumieron 35 kg de productos textiles por habitante en el año 2004. Teniendo en cuenta que en este país se genera aproximadamente 1 kg de residuo sólido por cada kg de textil producido, podemos deducir fácilmente la magnitud que comporta la gestión de los residuos sólidos generados únicamente por este sector. De los 1,15 millones de toneladas de residuos textiles generados en este país, un 13 % se recicla, otro 13% se incinera y un 76 % se deposita en basureros (13).

En Europa se generan anualmente 3 millones de toneladas de residuos textiles, lo cual supone en el caso de España hasta un 5% de la composición de los residuos municipales. Esta fracción de residuos presenta un gran potencial tanto para el sector de los residuos como el de la moda. En primer lugar por la oportunidad de reducir los costes derivados de la gestión de estos residuos, que en el 85% de los casos acaban mezclados en los flujos de residuos destinados a vertedero o incineración, y en segundo lugar por el potencial que representa el reciclado de las fibras presentes en los residuos municipales como materia prima para la industria textil.

Se calcula que los norteamericanos tiran más de 30 kg de ropa i textiles por habitante y año, siendo esta cantidad el 4 % de la fracción de los residuos municipales, cifra que va aumentando con el paso del tiempo (13).

## 2.2 Impacto social

La industria textil y de la confección tiene un elevado impacto social positivo en la medida que ocupa mucha mano de obra y es la fuente principal de ingresos de la población en muchos países.

Se calcula que 26,5 millones de personas trabajan en todo el mundo en este sector industrial. Cifra a la que debemos añadir alrededor de 100 millones de personas que trabajan solamente en el cultivo del algodón (13). Si a todo ello le añadimos las personas que trabajan en la venta al detalle la cifra todavía aumenta mucho más.

En el mundo existen 36 países que ocupan a más de 100.000 personas cada uno es este sector, 4 países ocupan a más de 1 millón, siendo China el que ocupa a más personal con un total de 7,5 millones. Brasil, Federación rusa, Estados Unidos, Italia y Japón ocupan a más de medio millón de personas (13).

Europa ocupa a 2.250.000 personas en este sector distribuidas en 223.000 empresas (25).

Sin embargo no todos los impactos sociales del sector son positivos. Se ha documentado una gran cantidad de abusos en las condiciones laborales, derechos sindicales, discriminación de género (cerca del 70 % de los trabajadores del sector de la confección son mujeres -costura, plancha y empaquetado-, en cambio los supervisores, encargados y técnicos acostumbran a ser hombres y tienen un mejor salario), explotación de mano de obra infantil en muchos países, principalmente asiáticos y latinoamericanos. Sólo hay que recordar el trágico balance de víctimas mortales sucedidas por el derrumbe de un edificio en Bangladesh donde trabajaban centenares de personas en diversos talleres de confección, algunos de los cuales trabajaban para firmas españolas (26).



Figura 6. Explotación de mano de obra infantil. (26)

Los residuos y emisiones generadas por la industria textil o los productos químicos que utiliza pueden generar riesgos notables sobre la salud de las personas, especialmente los productos utilizados en el cultivo del algodón. Según la OMS cada año mueren 20.000 personas en Países en desarrollo por los productos tóxicos que hay en los pesticidas utilizados en el cultivo del algodón (27).



Figura 7. Condiciones laborales insalubres (26)

El polvo de fibra generado en la hilatura del algodón produce problemas respiratorios (bisinosis). Los elevados niveles sonoros producidos tanto en hilatura como tisaje genera problemas de agudeza auditiva y el trabajo monótono y repetitivo de los talleres de confección incrementa los riesgos de accidentes.

### 2.3 Impacto económico

La importancia económica del sector textil y de la confección en la economía mundial es muy notable. En el año 2.000 los consumidores del mundo gastaron cerca de 1 billón de \$ ( $10^{12}$  \$) en la compra de ropa (1/3 Europa Occidental, 1/3 Norteamérica y 1/4 Asia) (13).

El 7 % del total de las exportaciones mundiales de mercancías son productos textiles y de confección.

En algunos países el sector textil y de la confección, es la base de la economía nacional. Así por ejemplo en Bangladesh, Haití y Camboya el 80 % del total de todas sus exportaciones, son productos textiles (13).

La industria textil y de la confección representa en conjunto el 3% del valor añadido total de la fabricación en la UE.

El mercado global de las prendas de vestir se estima que constituye casi el 1,8% del PIB mundial. Casi el 75% de este mercado se concentra en la UE-27, Estados Unidos, China y Japón. En términos de población, estas regiones son el hogar de sólo un tercio de la población mundial (28).

Se espera que el tamaño del mercado de la ropa de China e India supere en el 2025 el tamaño de mercado combinado de EE.UU. y Europa. La tasa de crecimiento del consumo de prendas de vestir en los países desarrollados se ralentizará mientras que las economías emergentes impulsarán el crecimiento del mercado; pero el gasto per cápita destinado a indumentaria en los países desarrollados seguirá siendo mucho más elevado que el de las naciones en desarrollo. Los que más gastan por persona son los noruegos, ingleses, suecos, daneses y alemanes (28).

### **3. Retos**

#### **3.1 Consumo textil y dinámica de crecimiento de la población**

Actualmente el volumen de consumo de productos textiles se sitúa alrededor de los 91 millones de toneladas y la tasa de crecimiento es del 3% anual. Dicha tendencia está relacionada tanto con la tasa de crecimiento de la población mundial como con el crecimiento de consumo textil per cápita (29).

En 1950 la población mundial era de unos 2.500 millones de habitantes y el consumo de textil per cápita era de 3,7 kg por habitante y año. En 2015 la población se había multiplicado por 3 alcanzando los 7.400 millones de personas y el consumo textil per cápita se multiplicó por 3,5 alcanzando los 13,1 kg/habitante/año (30).

Si las proyecciones de crecimiento de la población de NNUU se cumplen y en el año 2.050 alcanzamos los 13-14.000 millones de habitantes en el mundo, la demanda de productos textiles se duplicará. Será necesario cultivar el doble de hectáreas de algodón, duplicar la población de ovejas destinada a producir lana y extraer el doble de celulosa para obtener fibras artificiales o extraer el doble del petróleo necesario para obtener fibras sintéticas (30).

La figura siguiente nos muestra uno de los dilemas más preocupantes al que nos enfrentamos como humanidad. La población está creciendo a un ritmo del 20% en las dos últimas décadas y en paralelo también lo hace la demanda de alimentos y fibras textiles, pero en cambio la superficie cultivable disminuye. Cerca del 1% del total de tierras cultivadas se pierde anualmente por el incremento de la superficie urbanizada. En 1.960 la superficie cultivable per cápita era 4.400 m<sup>2</sup>, 30 años más tarde era de 2.700 m<sup>2</sup> y en 2.025 lo más probable es que sólo sea de 1.700 m<sup>2</sup> por habitante (31). Este gap se ha ido solucionando hasta el momento mediante la intensificación del uso de agroquímicos o bien mediante la ingeniería genética (el 81% de la soja, el 64% del algodón, el 29% del maíz y el 23% de canola cultivados actualmente en el mundo son genéticamente modificados) (31) lo cual ha permitido mejorar el

rendimiento agrícola por hectárea, sin embargo el uso de estas tecnologías tiene sus límites e impactos (32).

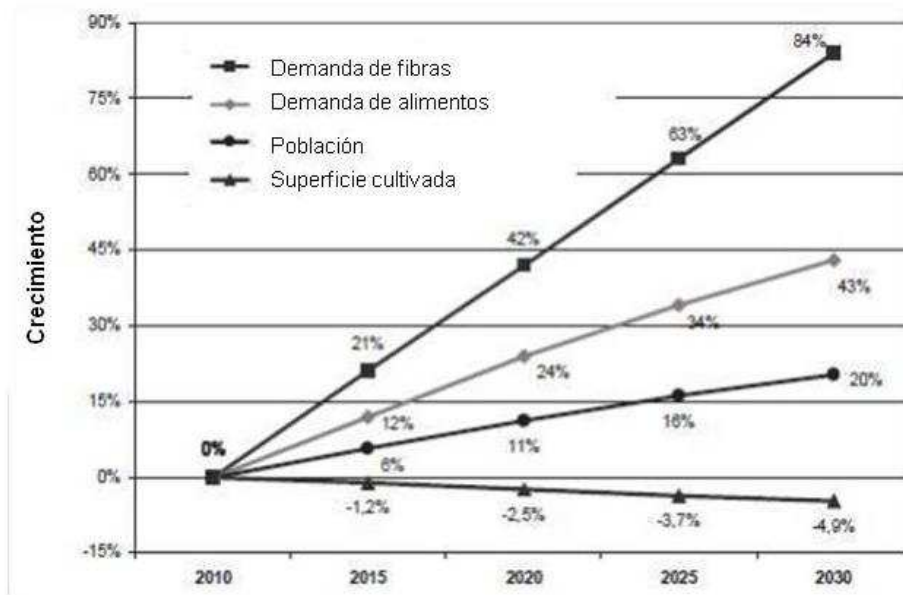


Figura 8. Demanda de fibras textiles, alimentos, población y superficie cultivable (32)

A pesar de que la demanda de algodón aumente, la presión a la que se verán sometidos los agricultores para priorizar la producción alimentos, será muy elevada, particularmente en los países productores de algodón que al mismo tiempo tengan problemas de seguridad alimentaria. En consecuencia la tendencia es que se produzca una disminución de la superficie cultivada de algodón que podría compensarse, en buena parte, con un incremento del rendimiento por hectárea mediante técnicas de cultivo más intensivas.

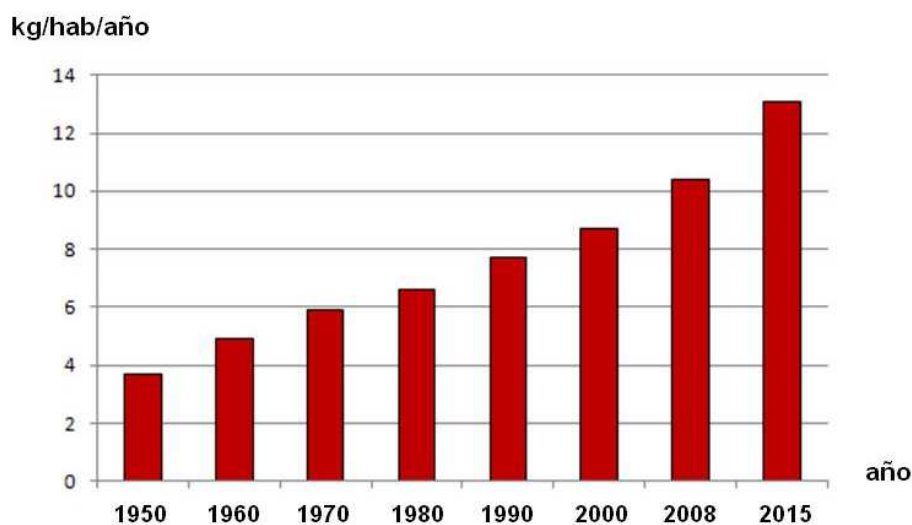


Figura 9, Evolución del consumo mundial medio de kg de textil por habitante y año. Fuente: elaboración propia a partir de fuentes distintas. (33)

Pero además de crecer la población, el consumo de textiles per cápita también lo hace. Los países más desarrollados del mundo son los que concentran la mayor parte del consumo textil. Estados Unidos, Japón, y la Unión Europea son responsables del 40% de dicho consumo (países que concentran solo el 13% de la población mundial). Las diferencias de consumo entre países es abismal. Mientras que en Estados Unidos se consumen cerca de 40 kg/hab/año, en África apenas alcanza los 5 kg/hab/año.

Cerca del 16 % de la población mundial consume anualmente más de 10 kg per cápita (los países más ricos consumen entre 20 y 40 kg anuales) mientras que el 86 % restante consume entre 3 y 10 kg. Todo apunta que a mediados del siglo XXI se supere holgadamente una media mundial de 15 kg/hab/año (34).

### 3.2 Repensar el modelo

El principal problema de fondo en clave sostenibilista, es que el actual modelo económico dominante se basa en el crecimiento continuado. El contexto lo favorece puesto que como se ha visto, el crecimiento exponencial de la población aumentará la demanda de productos textiles.

El modelo de negocio dominante en el sector textil y de la confección se basa en la mejora de la competitividad y aumento de las ventas para incrementar el beneficio económico. La estrategia del modelo se basa en el consumo continuado y el caso de las prendas de vestir es el ejemplo más paradigmático de la llamada obsolescencia percibida. Compramos ropa no porque esté gastada o en mal estado, sino porque ha pasado de moda, generando como consecuencia una dinámica de hiperconsumo perversa convenientemente alimentada por la publicidad.

Sin embargo cabe recordar que el planeta Terra es un planeta finito, y en un mundo finito, el crecimiento no puede ser infinito.

En este momento del artículo, conviene recordar la ecuación  $I = P \times C \times T$  que se expuso al principio (5). Si la población crece de forma exponencial y el consumo lo hace también al mismo ritmo, la tecnología deberá de aportar unas mejoras extraordinarias para compensar los incrementos incontrolados de P y C.

Este es el gran reto de la industria textil y de la confección: hacer más con menos, alargar la vida útil de los productos textiles y cuando finalice, reintroducirlos en la cadena textil asumiendo la lógica de la economía circular. Estos retos han de abordar también y con la misma intensidad, las condiciones humanas en que se producen los textiles. En definitiva repensar los productos, su proceso de producción, distribución, uso y fin de vida utilizando la nueva lógica de la sostenibilidad. Tal como dijo Albert Einstein *“los problemas relevantes a los que nos enfrentamos no pueden solucionarse aplicando el mismo nivel de pensamiento que los ha creado”*

El Informe sobre los Indicadores ambientales publicado por la Agencia Europea de Medioambiente en 2014 (enfocado a bienes de consumo del sector alimentario, electrónica y moda), apunta a los conceptos de Ecodiseño y Ecoinnovación como factores cruciales capaces de condicionar los hábitos de producción y consumo, ya que más del 80% del impacto ambiental de un producto, se define fundamentalmente su fase de diseño (35).

#### **4. Tendencias en clave sostenibilista**

El análisis de la situación que se ha realizado anteriormente nos conduce a visualizar cuales serán los retos de futuro a los que tendrá que hacer frente la industria textil y de la confección en las próximas décadas.

##### **4.1 Biomimesis**

Consiste en diseñar los sistemas y/o constructos humanos siguiendo el modelo de funcionamiento de los ecosistemas y organismos vivos. Este diseño trata de inspirarse en las soluciones de la naturaleza para solventar nuestros problemas tecnológicos.

Las flores de Loto se caracterizan por su impermeabilidad, donde ni siquiera el agua o incluso miel, son capaces de mantener contacto con las hojas, siendo las gotas repelidas por éstas. El estudio de científicos acerca de la flor de Loto llevó a la creación de productos de limpieza e incluso pinturas de exteriores, las cuales eran capaces de repeler el agua o cualquier otro tipo de agente que ensuciara la superficie de los materiales tratados.

La estructura de la piel del tiburón, dotada de millones de escamas con pequeñas costillas que canalizan el agua, permite que su velocidad bajo el agua sea superior a cualquier otro animal. El fabricante de prendas deportivas *Speedo* imitó dicha estructura y la implantó en sus trajes de baño de competición, con lo que la misma compañía asegura y comenta orgullosa, que 13 de los 15 récords mundiales de natación, han sido nadadores que utilizaban su prenda.

George de Mestral, ingeniero suizo nacido a principios de 1.900, paseaba un día con su perro por el campo. A la vuelta de dicho paseo, observó como se habían adherido a sus pantalones de lana y al pelo de su perro unos pequeños cardos alpinos y lo difícil que era de desengancharlos del tejido. Estudiando algo mejor el diseño que tenían los cardos, este ingeniero creó el *Velcro* tal como hoy lo conocemos.

Los sistemas naturales trabajan en ciclos de materia cerrados, y por lo tanto no se generan residuos sino que se aprovechan como materia prima. Éste es el principio de la llamada economía circular.



## **4.2 Ecoeficiencia**

Puesto que vivimos en un planeta finito donde los recursos no renovables son limitados será conveniente utilizar la mínima cantidad de recursos para obtener un producto. Mientras que hasta hace poco la tecnología buena era aquella que era capaz de explotar la mayor cantidad de un recurso natural por unidad de tiempo, hoy en día la tecnología buena bajo la perspectiva sostenibilista es aquella que con una unidad de materia de recurso natural es capaz de obtener una mayor cantidad de productos y aplicaciones distintas (36).

Por otra parte la reducción de la cantidad de agua, energía y materiales utilizados para la obtención de productos manufacturados, acaba comportando un ahorro económico.

En definitiva, el desarrollo y uso de tecnologías ecoeficientes es el camino para cumplir este objetivo (hacer más con menos).

## **4.3 Materias primas renovables y/o sostenibilistas**

El uso de fibras naturales obtenidas de forma ambientalmente adecuada como es la agricultura orgánica o ganadería ecológica certificada contribuye de forma muy notable a minimizar los efectos negativos de la agricultura y ganadería intensivas que como hemos visto tienen un elevado impacto ambiental.

Usar materias primas renovables como el algodón, lino, cáñamo o plantaciones certificadas tipo FSC para la obtención de fibras químicas de base celulósica es también una tendencia en aumento. Lo mismo sucede en otras materias primas naturales de uso creciente como las algas, proteínas animales, colorantes naturales, etc.

La tendencia “bio”, “orgánico” o “verde” ha llegado también al sector textil y su demanda crece especialmente en los países con una mayor sensibilidad con los problemas ambientales.

## **4.4 Biorefinerías**

Las biorefinerías son instalaciones que transforman de una forma sostenibilista biomasa en un amplio espectro de productos energéticos, alimenticios, piensos, fertilizantes o bioplásticos.

La biomasa es la materia prima de una biorefinería del mismo modo que el petróleo lo es en una refinería tradicional. En las biorefinerías, la materia prima son recursos biológicos como los cultivos tradicionales, residuos orgánicos de origen agrícola, ganadero, forestal, industrial o urbano, o incluso microalgas.

Las biorefinerías integran en una misma instalación distintos procesos que pueden ser físicos, químicos, termo-químicos o biotecnológicos. Los productos intermedios que se generan tras las transformaciones primarias de la biomasa,



se denominan “plataformas” a partir de las cuales se aplican procesos de transformación o refinado secundarios hasta alcanzar los productos finales.

Habitualmente la biorefinerías se asocian a productos bioenergéticos (biocombustibles sólidos, líquidos como el biodiesel o el bioetanol, y gaseosos como el biogás) pero también en ellas se obtienen productos no energéticos como alimentos, piensos, fertilizantes y la versión “bio” de numerosos productos de consumo o materiales de origen fósil, como por ejemplo los bioplásticos, biofibras, biopinturas, bioadhesivos, biolubricantes, etc. Los productos finales de las biorefinerías pueden sustituir a productos ya existentes en el mercado, generalmente de origen fósil, o bien convertirse en nuevos incorporando funcionalidades diferentes o mejoradas.

La utilización de enzimas como alternativa a determinados productos químicos tradicionales en los procesos de ennoblecimiento textil se corresponde con el concepto y principio de trabajo de las biorefinerías.

#### **4.5 Alargar la vida útil de los productos textiles**

Diseñar productos textiles durables y fácilmente reparables, es la mejor forma para contribuir la disminución de la creciente demanda de materias primas para la obtención de nuevos productos. Esto entra en claro conflicto con un modelo de negocio basado en productos textiles de vida corta. Pensemos que la mayoría de las prendas de consumo masivo están diseñadas para una vida útil de unos 20-25 lavados domésticos.

Una forma de alargar la vida útil a las prendas de vestir es fomentar la comercialización de la ropa de segunda mano. Esta práctica sin embargo tiene aceptaciones culturales muy distintas según los países. Mientras que en el Reino Unido llevar ropa de segunda mano está bien visto e incluso puede considerarse tendencia en según qué franjas de edad, en otros países como en España más bien está mal visto o muy circunscrita a los circuitos familiares como la ropa de bebé.

La crisis económica, por una parte, y la aparición, por otra, de cadenas bien organizadas y serias de ropa de segunda mano ha contribuido a desmitificar la mala imagen que en España y otros países tenía esta gama de productos. En cualquier caso es una tendencia en aumento.

Otra forma de alargar la vida útil de las materias que forman parte de los productos textiles es facilitar su reciclado. En este sentido los productos textiles monocomponentes son más fácilmente reciclables que los multicomponentes (ya sea debido a la mezcla de fibras o bien a las multicapas de productos distintos difícilmente separables).

El diseño y fabricación de productos industriales diversos a partir de fibras textiles recicladas también es una tendencia en aumento.



Figura 10. The Uniform project (37)

Un experimento ciertamente interesante en la línea de la optimización de los recursos en prendas de vestir es la provocativa propuesta de *The Uniform Project*. La diseñadora Sheena Matheiken demostró en la práctica que podía vivir todo un año entero utilizando cada día el mismo vestido cambiando únicamente los complementos. Se trataba de un vestido reversible y abierto de color negro de seda/algodón, estructurado en dos piezas que permitía una cantidad increíble de combinaciones con los complementos. Obviamente el vestido se lavaba periódicamente. El proyecto, ampliamente difundido por internet tuvo una cantidad de seguidores espectacular y sirvió además para una causa social ya que consiguió recaudar fondos para ayudar a niños necesitados de la India (37). En cualquier caso se trata de una experiencia seria e interesante de minimalismo sostenible que no se puede despreciar.

#### 4.6 Utilización de materias primas recicladas

La industria textil y de la confección tiene una larga tradición de aprovechamiento de los subproductos generados a lo largo del ciclo textil para su posterior reciclado. Desde fibras cortas recogidas en el proceso de hilatura a los restos de hilos sobrantes del tisaje como los retales de tejidos generados en el corte de patrones durante la confección industrial. Esto ha generado incluso el desarrollo del subsector industrial de los regenerados textiles.

El aprovechamiento de polímeros usados de origen diverso para la obtención de fibras químicas es también una práctica habitual ya muy consolidada, como es el caso del aprovechamiento de los envases de PET para la obtención de fibras de poliéster destinadas a la fabricación de forros polares, camisetas deportivas, etc. Lo mismo sucede en el caso del aprovechamiento de redes

usadas de pesca de poliamida para su fusión y obtención de nueva fibra para otros usos textiles.

En cualquier caso todo lo que represente el aprovechamiento de los subproductos generados en el largo proceso textil es una realidad necesaria cuya tendencia no decrecerá.

#### **4.7 Economía circular y de servicios**

Mientras el modelo de negocio se base en la venta de productos, como es el caso de la industria textil actual, la demanda de materias primas seguirá en aumento. No sucede así en modelos de negocio basados en la economía de servicios, puesto que optimiza mejor el uso de materiales.

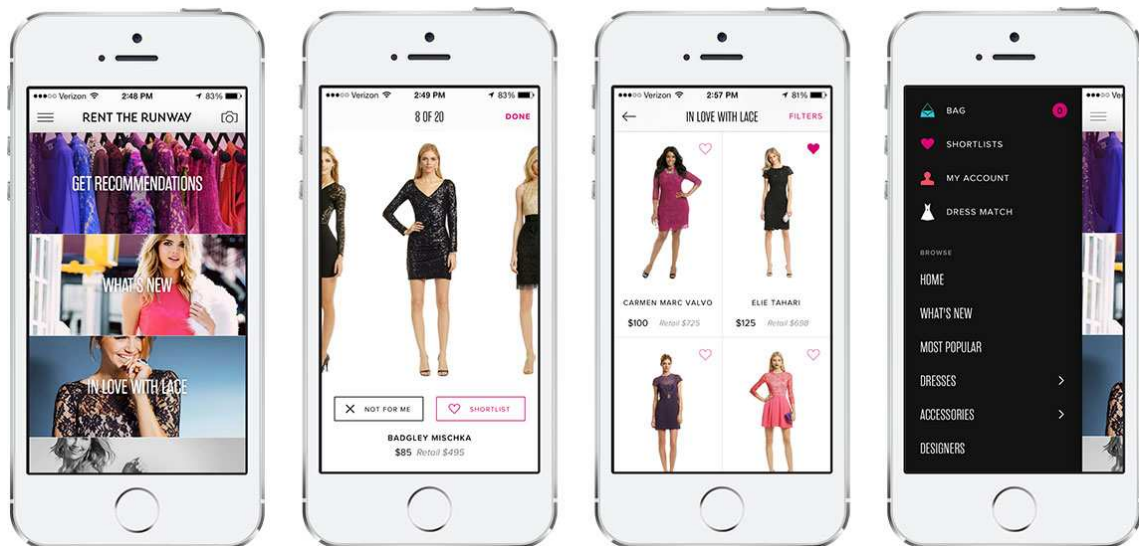
Hace unos años el modelo de negocio de los fabricantes de fotocopiadoras se basaba en la venta de este tipo de máquinas. Cuando estas empresas empezaron a ofrecer un servicio de alquiler, la consecuencia inmediata es que las máquinas fueron diseñadas para que duraran mucho más, por razones obvias y por lo tanto la extracción de materias primas para la fabricación de nuevas máquinas disminuyó.

En el sector textil existen experiencias exitosas de este modelo de negocio. La empresa *Interface* empezó fabricando moquetas de polipropileno y actualmente ofrece un servicio *renting* encargándose la misma empresa a recoger a domicilio la moqueta vieja que será fundida para la obtención de un nuevo producto (38).

La economía de servicios contribuye también a la extensión de los principios de la economía circular al reaprovechar los productos que finalizan su vida útil.

Una tendencia muy interesante y atractiva, de momento en determinados sectores sociales es las empresas dedicadas al alquiler de ropa. Un caso muy conocido es el de "*Netflix for clothes*". Esta empresa, radicada en Londres, permite al usuario que paga una cuota anual de unos 1.000 \$, cambiar semanalmente un número determinado de prendas que escoge a través de una página web. El cliente puede tener hasta un máximo de 18 piezas distintas en su armario. Las prendas devueltas a la empresa son lavadas y acondicionadas para su uso inmediato por otro cliente. Por supuesto existen diversos tipos de tarifas que dan lugar a condiciones distintas de alquiler (39).

Esta estrategia tiene varias ventajas, la primera es que el tamaño del armario personal de ropa es pequeño y especialmente adecuado para pisos de tamaño reducido debido a los altos alquileres, como es el caso de Londres. La segunda es que el usuario puede cambiar las prendas según la época del año y vestir siempre a la moda sin aumentar las dimensiones de su armario. La tercera es que al compartir su uso, se minimiza el impacto generado para la fabricación de nuevas prendas textiles. El negocio de Netflix no es la venta del producto textil sino su alquiler temporal.



*Rent the Runway  
for iPhone*

TAKE YOUR DREAM CLOSET WHEREVER YOU GO

Download Now



Figura 11. Diversas propuestas de empresas de alquiler de prendas de vestir

Este modelo de negocio se ha ido extendiendo y otras empresas que ofrecen servicios similares (40, 41).

Las posibilidades del crecimiento de este modelo de negocio, especialmente en gente joven es muy notable según indican los expertos (42)

#### 4.8 Huella de carbono y fiscalidad ambiental

La deslocalización de la producción textil para aprovechar la ventaja competitiva de los salarios conlleva un incremento muy notable de la circulación alrededor del mundo de los productos intermedios del largo ciclo de la cadena textil. La consecuencia de ello es un incremento muy notable de la huella de carbono derivada de los infinitos viajes intermedios.

A corto plazo el objetivo de la descarbonización del transporte de mercancías, será muy difícil de alcanzar puesto que en Europa la mayor parte de la

distribución se realiza por carretera. Si a ello le añadimos el incremento de las emisiones de la distribución final vinculada a la creciente venta on-line individualizada, el problema se agrava.

El cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivados de los acuerdos internacionales sobre el clima obligará a replantear muy en serio la estrategia de la producción deslocalizada. El día, no muy lejano, que se empiecen a pagar impuestos sobre el carbono se constatará que la proximidad, además de ser más económica, también es ambientalmente más limpia.

#### 4.9 Transparencia y RSC

La transparencia i la ética de la actividad económica, además de la conducta ambiental, es una exigencia cada vez mayor que los consumidores plantean a las empresas del mundo y particularmente las textiles. Los lamentables accidentes producidos en Bangladesh en talleres confección que trabajaban para conocidas marcas españolas han aumentado la sensibilidad de los consumidores y ha engrosado también la plantilla de profesionales que trabajan en los departamentos de RSC de dichas empresas (43).

En los próximos años, además de las eco-etiquetas dispondremos muy probablemente de etiquetas de certificación social.



Figura 12. Derrumbe del edificio textil en Savar, Daka, Bangladesh (44)

#### 4.10 Algunos retos tecnológicos a corto plazo

- a) Acortar el largo ciclo textil: El ciclo de producción textil, desde la fibra a la venta al detalle de la prenda confeccionada es extremadamente largo y costoso. Cualquier medida destinada a acortar el proceso comportará sin duda mejoras ambientales y económicas. La hilatura open-end acorta el proceso de hilatura, las tricotasas circulares para tallas y *seamless* ahorran el proceso de corte y costura de la confección, lo

mismo sucede con no tejidos tipo spunbonded, etc. El principal reto será el desarrollo de nuevas técnicas de producción textil que además de la dimensión ambiental aborden necesariamente un acortamiento del ciclo industrial.

- b) Planchado doméstico: La plancha es uno de los electrodomésticos menos eficientes que tenemos en nuestro hogar y uno de los mayores consumidores de energía. En determinadas prendas de vestir, que precisan de un planchado regular, esta es la operación que consume más energía a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto (11). Cualquier medida que comporte una reducción de la necesidad de planchado o bien la utilización de un sistema de planchado más eficiente comportará una mejora ambiental muy notable. Este es un reto tecnológico muy interesante.
  
- c) Lavado doméstico: Además del consumo de agua y energía hay que considerar la contaminación derivada de sus efluentes y la aparición de un fenómeno emergente y preocupante como es la generación de microplásticos durante el lavado y secado domésticos (44). Estos problemas nos obligarán a replantear el propio concepto de mantenimiento doméstico de las prendas. ¿Realmente es necesario lavar las prendas de uso diario con tanta agresividad térmica y química?. El reto tecnológico de éste ámbito es desarrollar procesos o productos que fomenten el autolimpiado y un mantenimiento doméstico menos exigente de las prendas que facilite además una prolongación de su vida útil.

## Bibliografía

1. Behrens, W.W., Randers, J., Meadows, D., Meadows, D. *The Limits to Growth*. Massachusetts Institute of Technology. 1972.
2. Meadows, D., Randers, J., Meadows, D. *Los límites del crecimiento 30 años después*. Galaxia Gutenberg. 2006.
3. Credit Suisse (2015) "Global Wealth Databook 2015". Total de la riqueza neta a un tipo de cambio constante (miles de millones de dólares americanos). <http://publications.credit-suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=C26E3824-E868-56E0-CCA04D4BB9B9ADD5> (consultado el 17 de enero de 2017)
4. OXFAM. Una economía al servicio del 1 %. [https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file\\_attachments/bp210-economy-one-percent-tax-havens-180116-es\\_0.pdf](https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp210-economy-one-percent-tax-havens-180116-es_0.pdf). (Consultado el 18 de enero de 2017).
5. Ehrlich, P. y Holdren, J. (1971). Impact of Population Growth: Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. *Science, New Series*, Vol. 171 (3977). 1971: 1212-1217.
6. Mulder, K. Desarrollo sostenible para Ingenieros. Colección POLITEX 172. Edicions UPC. Barcelona, 2007.



7. Weizsäcker, E.U., Lovins, A.B., Lovins, L.H. *FACTOR 4. Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*. Galaxia Gutenberg. Madrid, 1977.
8. Naciones Unidas. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. 1987.
9. Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales (FLACAM). <http://www.redflacam.com> (consultado el 11 de enero de 2017)
10. Beton, A., Dias, D., Farrant, L., Gibon, T., Le Guern, Y., Dasaxce, M., Perwuelz, A., Boufateh, I. *Environmental Improvement Potential of Textiles (IMPRO-Textiles)*. JRC Scientific and Technical Reports. European Commission. 2014. [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/textiles/docs/120423%20IMPRO%20Textiles\\_Publication%20draft%20v1.pdf](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/textiles/docs/120423%20IMPRO%20Textiles_Publication%20draft%20v1.pdf)
11. Levi Strauss & Co. *A product Lifecycle Approach to Sustainability*. San Francisco, CA March 2009.
12. Defra. *Guidelines for Company Reporting on Greenhouse Gas Emissions.2005*.
13. Julian M Allwood, J.M., Laursen S.E., Rodriguez, C.M., Bocken, N.M.P.. *Well dressed?. The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom*. University of Cambridge. Institute for Manufacturing. Cambridge 2006.
14. Salas, G. Huella de carbono de la industria textil. *Rev.Per.Quím.Ing.Quím*. Vol 12 (2): 25-28,
15. WWF. *Cotton farming*. [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/about\\_freshwater/freshwater\\_problems/thirst\\_y\\_crops/cotton/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/freshwater_problems/thirst_y_crops/cotton/) (consultado el 20 de enero de 2017).
16. Bhopal disaster. <https://www.theatlantic.com/photo/2014/12/bhopal-the-worlds-worst-industrial-disaster-30-years-later/100864/> (consultado el 2 de febrero de 2017)
17. Environmental Justice Foundation and Pesticide Action Network, 2007. <http://ejfoundation.org/report/deadly-chemicals-cotton> (consultado el 7 de febrero de 2017)
18. Walters, A., Santillo, D. & Johnston, P. *El tratamiento de textiles y sus repercusiones ambientales*. Greenpeace 2005.
19. IPPC. Reference document on best available techniques for the textiles industry (adopted July 2003).
20. Lacasse K, Baumann W. *Ecological exposition of chemical substances used in the textile finishing industry*. Institut for Environmental Research, University of Dortmund, UFOPLAN 201 67 426, ed. Umweltbundesamt Berlin 2003.
21. Textilhilfsmittelkatalog. <http://www.tegewa.de/> (consultado el 24 de enero de 2017)
22. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., Gautam, R. *The water footprint of cotton consumption*. Value of Water Research Report Series No. 18. UNESCO-

- IHE. 2005. <http://doc.utwente.nl/58372/1/Report18.pdf> (consultado el 24 de enero de 2017)
23. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G., Gautam, R. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* 60, 2006: 186–203
24. Waterfootprint. <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/> (consultado el 23 de enero de 2017).
25. Martinuzzi, A., Kudlak, R., Faber, C., Wiman, A. *CSR Activities and Impacts of the Textile Sector*. RIMAS Working Papers, No. 2/2011. Vienna University of Economics and Business.
26. SETEM. Campanya Roba Neta. <http://www.setem.org/site/cat/catalunya/roba-neta/> (consultado el 24 de enero de 2017)
27. <http://www.cool-organic-clothing.com> (consultado el 24 de enero de 2017)
28. <http://gabrielfariasiribarren.com/tendencias-globales-del-sector-textil/> (consultado el 24 de enero de 2017)
29. Plastina, A. *Perspectivas del Mercado Algodonero mundial*. Comité Consultivo Internacional del Algodón. Santa Fe. Argentina. 29 de agosto de 2013. <https://www.icac.org/getattachment/55caf4dd-c4cf-4d5b-8da8-f380fdffa360/2013-ICAC-Perspectivas-Mercado-Algodonero-Mundial.pdf> (consultado el 25 de enero de 2017)
30. Carrera, E. *Els reptes de la sostenibilitat del sector tèxtil*. 41 Simposium AEQCT. Barcelona, 14 de abril de 2016.
31. World Resources Institute. *Arable Land per Capita*. <http://www.wri.org/> (consultado el 25 de enero de 2017).
32. Hämmerle, F.M. The cellulose gao (the future of cellulose fibers). *Lenzinger Berichte* 89, 2011: 12-21.
33. [http://www.youthxchange.net/main/b164\\_ff1\\_textile-fibres-intro\\_b.asp](http://www.youthxchange.net/main/b164_ff1_textile-fibres-intro_b.asp) (Consultado el 30 de enero de 2017)
34. <http://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/> (Consultado el 30 de enero de 2017)
35. <http://www.eea.europa.eu/es/pressroom/newsreleases/el-medio-ambiente-en-europa> (Consultado el 30 de enero de 2017)
36. Carrera, E., Sabater, A., Cayuela, D., Stahel, A. *Paradigma Sostenibilista*. Tecnologia i Sostenibilitat. Càtedra UNESCO de Sostenibilitat. Universitat Politècnica de Catalunya. <http://tecnologiaisostenibilitat.cus.upc.edu/continguts/concepte-de-desenvolupament-sostenible.-paradigma-sostenibilista> (Consultat el 3 de febrer de 2016)



37. The Uniform Project. <http://www.theuniformproject.com/> (consultado el 7 de febrero de 2017).
38. <https://www.fastcompany.com/33906/sustainable-growth-interface-inc> (consultado el 6 de febrero de 2017)
39. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2012#> (consultado el 6 de febrero de 2017)
40. <https://www.letote.com/> (consultado el 6 de febrero de 2017)
41. <https://closet.gwynniebee.com/> (consultado el 6 de febrero de 2017)
42. <http://www.independent.co.uk/life-style/fashion/news/clothing-rental-new-subscription-service-allows-customers-to-rent-clothes-from-high-street-shops-a6863406.html> (consultado el 6 de febrero de 2017)
43. [https://es.wikipedia.org/wiki/Colapso\\_de\\_un\\_edificio\\_en\\_Savar\\_en\\_2013](https://es.wikipedia.org/wiki/Colapso_de_un_edificio_en_Savar_en_2013) ((consultado el 6 de febrero de 2017)
44. Torre, M., Digka, N., Anastasopoulou, A., Tsangaris, C., Mytilineou, C. Anthropogenic microfibres pollution in marine biota. A new and simple methodology to minimize airborne contamination. *Marine Pollution Bulletin* 113, 2016: 55–61