

# CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA DE UN PRODUCTO

## TEJANO (DENIM)



Càtedra  
**MANGO**



**ESCI**   
School of International Studies

UNESCO Chair  
in Life Cycle and  
Climate Change



Catedra  
**MANGO**

## AUTORES

**Jaume Albertí**, Ingeniero Industrial y Arquitecto Técnico. Responsable de la línea de construcción sostenible y energía y de relaciones institucionales de la Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático en ESCI-UPF.

**Xavier Carbonell**, Economista y Auditor-Censor Jurado de Cuentas. Coordinador Académico, Director de Formación Continua y Director de la Cátedra MANGO de RSC en ESCI-UPF.

**Nina Fàbrega**, Licenciada en Ciencias Ambientales. Responsable de medio ambiente de MANGO.

**Josep Julià**, Licenciado en Química. Director de Auditoría de LBD.

## AGRADECIMIENTOS

Sr. Ahmed El Harchouni, director de la empresa OMAS TRADING, SARL de Tetuán.

Sr. Mohcine El Jamal, director de la empresa LAVESMA, SARL de Tánger.

Sr. Chaker Mohamed, director general de la empresa ECOLO-RENTEL, SARL de Tánger.

Sr. Mohamed Mikou, gerente y Sra. Zineb Mikou, directora general de la empresa NEO DENIM, SARL de Tánger.

Sr. Juan M. Picazo, Gerente de la empresa TECNAPLITEX (Maroc Confection), SARL de Tánger.

Sr. Nabil Ouahbi, traductor/intérprete.

Equipo de l'Association Marocaine des Industries du textile et de l'Habillement (AMITH), Tánger (Zona Norte).

Sra. Eva Rello, directora de producción (CMT) de MANGO.

Sr. Josep Lluís Bescós, director de compras de tejidos y fornituras de MANGO.

Sra. Juana Grillo, responsable de la oficina técnica de MANGO en Tánger.

# ÍNDICE

<b>01</b>	<b>ASPECTOS GENERALES</b>	<b>6</b>
1.1.	Introducción	7
1.1.1.	Antecedentes	7
1.1.2.	Objetivos	7
1.1.3.	Metodología	7
1.2.	Fuente de los datos para llevar a cabo el estudio	9
1.3.	Promotor del estudio	9
1.4.	Fecha del estudio	9
1.5.	Seguimiento de estándares	10
<b>02</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>11</b>
2.1.	Tipo de estudio realizado	12
2.2.	Huella hídrica y análisis de ciclo de vida	12
<b>03</b>	<b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b>	<b>13</b>
3.1.	Unidad funcional	14
3.2.	Fronteras del sistema	14
3.2.1.	Geográficas y temporales	14
3.2.2.	Omisiones de etapas del ciclo de vida y datos específicos	14
3.2.3.	Cuantificación de entradas y salidas de energía y materiales	14
3.2.4.	Supuestos sobre la producción de energía eléctrica	14
<b>04</b>	<b>ANÁLISIS DE INVENTARIO DE LA HUELLA HÍDRICA</b>	<b>16</b>
4.1.	Descripción de los procedimientos de recopilación de datos y equivalencias	17
4.2.	Descripción de las diferentes fases y procesos	17
4.2.1.	Esquema general de las fases y procesos	18
4.3.	Análisis de los transportes descritos en el punto 4.2 (Proceso general), correspondientes a las fases: 1.1 / 2.1 / 4 / 6 / 8	27
4.3.1.	Fuentes de información en relación a los transportes	27
4.3.2.	Uso del agua en los transportes	27
4.3.3.	Distancia recorrida	27
4.3.4.	Detalle de los diferentes tipos de transporte utilizados desde el cultivo del algodón hasta la recepción del tejano acabado en los almacenes de la empresa	28
4.4.	Detalle de las composiciones y mezclas de algodón y de los procesos de acabados-lavado y consumos de agua relacionados	31
4.4.1.	Otras fuentes de información	31

---

<b>05</b>	<b>HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA DE UN PANTALÓN TEJANO</b>	<b>35</b>
5.1.	Herramienta de cálculo de la huella hídrica (Excel) para unos pantalones tejanos	36
5.1.1.	Metodología de utilización de la Herramienta de cálculo simplificada para la cuantificación del uso de agua en procesos de fabricación de prendas basadas en DENIM	36
5.1.2.	Herramienta Excel	39
5.2.	Cuadro resumen	41
5.3.	Relación de los resultados del análisis de impactos con el inventario resultante	41
<b>06</b>	<b>ESQUEMA RESUMEN DE LA UTILIZACIÓN DE AGUA DE FORMA PORCENTUAL DESCRITA POR PROCESO</b>	<b>42</b>
6.1.	Esquema resumen del flujo de materiales	43
6.2.	Esquema resument del flujo de agua	45
<b>07</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>	<b>47</b>
7.1.	Conclusiones	48
<b>08</b>	<b>IMÁGENES DEL PROCESO</b>	<b>49</b>

---

01

ASPECTOS GENERALES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

### 1.1.1. Antecedentes

Uno de los principales retos presente actualmente en nuestras sociedades es el del uso eficiente de los recursos, cada vez más limitados, para satisfacer las necesidades y un mejor nivel de vida de poblaciones siempre crecientes. Es oportuno destacar que, aunque con ciertas dificultades localizadas geográficamente en determinadas áreas, en los últimos años se están logrando éxitos en la lucha global contra la pobreza. Así, este incremento de población mundial y de niveles de renta es de prever que generen una presión creciente sobre los recursos de que disponemos. En este sentido, las políticas europeas apuestan por una transición desde una economía lineal, extractiva de recursos y generadora de residuos, hacia una economía circular, en que se limita o anula tanto la extracción de materias primas como la generación de residuos.

Por otra parte, ya hace un tiempo que la industria textil es una de las líderes en reducir el impacto de su actividad, consciente de la importancia del volumen y del efecto que implican sus actividades. Es pues, en este ámbito en el que nos focalizaremos, estudiando el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, dado que es un aspecto esencial en cualquier modelo de población y puede ser un buen ejemplo de aplicación de la mencionada economía circular.

### 1.1.2. Objetivos

El objetivo final de esta iniciativa es incidir favorablemente en la reducción del impacto sobre la utilización del agua en la fabricación de unos pantalones tejanos. No obstante, un primer paso para ello es conocer, con un adecuado nivel de detalle, cuál es el efecto actual en una prenda concreta para, a partir de ahí, estudiar la manera de disminuirlo. En este estudio nos centraremos en la primera parte es decir, conocer con detalle cuánta agua se usa y dónde se utiliza para su fabricación. A partir de aquí, se podran establecer las bases para la reducción y/o el aprovechamiento del agua utilizada en la producción de este tipo de prendas, así como en otras similares.

Para ello se analizar  el impacto hídrico (uso del agua) de un pantalón tejano desde la producción del algodón, del tejido (DENIM), su confección y acabados en diferentes áreas así como el transporte final hasta los almacenes de la organización.

Finalmente se elaborará una herramienta de c culo (Excel) para que cualquier organización obtenga el resultado de la referida huella hídrica en la fabricación de un tejano, en base al modelo descrito anteriormente. Esta hoja de c culo ofrece diferentes niveles de aplicación y detalle en función de la amplitud de los datos que disponga e introduzca la organización en cuestión (ver páginas 36 a 40).

### 1.1.3. Metodología

En primer lugar, hay que delimitar bien el estudio que nos proponemos llevar a cabo. Tal y como ya se ha comentado en el punto anterior, nos centraremos en una prenda muy común como son los pantalones tejanos, de los que se conoce cualitativamente que tienen un impacto en el consumo de agua más apreciable y cuyo tejido se denomina técnicamente DENIM. Elegimos este tipo de prenda por dos razones: por un lado, es una de las más vendidas y, por otro lado, los datos sobre la utilización del agua empleados en su manufactura los podemos obtener, debido a las características del proceso, de forma más sencilla y completa.

También hay que delimitar adecuadamente la parte del ciclo de vida del producto que estudiaremos, que será aquella previa a su utilización por parte del cliente o consumidor final del tejano (que también tiene un impacto apreciable en el consumo de agua en el ciclo de vida del producto), y su tratamiento final una vez se ha usado y ya es inutilizable (*disposar*), ya sea tratándolo como residuo o reutiliz ndolo o recicl ndolo debido a que estas últimas partes escapan al control de la industria (aunque puede proponer buenas prácticas, por ejemplo: lavar menos, lavar a baja temperatura y establecer sistemas de recogida y reciclaje).

Como ya es conocido, existen diversos tipos de tejano, tanto en lo relativo a los diferentes estilos como al mismo gramaje/peso del tejido. En este sentido, y para facilitar el proceso, calcularemos una media ponderada de los diferentes pesos de los tejidos (ver punto 1.2 siguiente), que denominaremos tejano medio y que nos servirá de referencia para todos los cálculos.

La metodología utilizada recoge los consumos de agua, para una serie de productos, en las diferentes fases de fabricación del tejano, que son las siguientes:

#### **Producción de algodón.**

El impacto más grande sobre el agua, como veremos, es la necesaria para el cultivo del algodón con el que se fabricarán los tejanos. La utilización de fibra reciclada permitirá, pues, disminuir notablemente la huella hídrica del tejano.

#### **Fabricación del tejido.**

Podemos considerar diferentes fases: hilatura, tejeduría, tintura y acabado. En las dos primeras fases, el impacto de la fabricación del tejido sobre el consumo de agua es poco significativo, estando más relacionado con el consumo energético y, en consecuencia, con la emisión de gases y con el cambio climático (el consumo de agua considerado est  básicamente relacionado con el necesario para producir esta energía). En este punto, el ahorro estaría en la minimización de la energía requerida, en particular de la derivada del petróleo o carbón (la minería es gran consumidora de agua). La fase de tintura es la que requiere más agua, y aquí el ahorro recae en nuevos procesos más eficientes así como el establecimiento de sistemas de reaprovechamiento de las aguas utilizadas.

#### **Manufactura del tejano.**

En este ámbito se encuentran las fases de corte, confección, lavado, tintado y acabados, etiquetado y embalaje. Al igual que en el punto anterior, las fases de corte, confección, etiquetado y embalaje tienen un impacto más significativo relacionado con la utilización de la energía y las de lavado y tratamientos (desgastado, etc.) son las que utilizan más agua de todas las fases industriales, pero también puede ser la más controlada por parte de los productores. En esta fase hay ahorros posibles en el reciclaje de las aguas de lavado, y en la utilización de técnicas *water-free* por parte de la industria.

#### **Transporte y distribución.**

Entre todas las fases anteriores y entre las fábricas manufactureras finales y los centros de distribución se realizan transportes que, al requerir energía, básicamente derivada del petróleo, representan también un input aunque poco significativo. En cualquier caso, para disminuir este impacto es necesario minimizar las distancias de viaje (siempre y cuando sea posible), utilizando subcontratistas y proveedores de materia prima cercanos, minimizando los transportes entre todos ellos y escogiendo sistemas de transporte más eficientes: barco-tren antes de que avión-camión, por ejemplo. Tamb n la venta por internet (no incluida en este estudio), al desagregar pedidos, aumenta el impacto del transporte por el factor " ltimo kilómetro".

Dejamos fuera del estudio las fases de utilización (y lavado) por parte del usuario, y la de eventuales reciclaje o rechazo del tejano, con tal y como ya se ha comentado anteriormente.

## 1.2. FUENTE DE LOS DATOS PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO

Para poder llevar a cabo este estudio, la empresa MANGO nos ha facilitado todos los datos e información, correspondientes al año 2016, de las distintas fases y proveedores que intervienen en su fabricación, desde la producción del algodón y del tejido (DENIM) realizados en diferentes países y áreas y finalmente su confección y acabados en Marruecos, ya que históricamente ha sido una de sus principales áreas de producción de este tipo de prendas. Asimismo sirve, paralelamente, como base de cálculo medio ya que contiene prácticamente todos los tipos de tejano y sus procesos de confección y acabado. De acuerdo con estos datos se ha podido realizar una extrapolación (debido a las características del producto descritas anteriormente) y la citada herramienta de cálculo de la huella hídrica (utilización de agua) de forma general, con las características y adaptaciones descritas en este mismo informe.

## 1.3. PROMOTOR DEL ESTUDIO

La organización promotora del estudio es la C tedra de Responsabilidad Social Corporativa de MANGO en ESCI-UPF.

## 1.4. FECHA DEL ESTUDIO

La primera versión de este estudio se ha realizado en diciembre de 2017. El trabajo (referido a 2016) se ha llevado a cabo entre los meses de marzo a octubre de 2017.

## 1.5. SEGUIMIENTO DE ESTÁNDARES

La huella hídrica se ha calculado siguiendo el estándar ISO 14046:2014. Utilizando el software de cálculo GaBi<sup>1</sup> con la correspondiente base de datos profesional.

El concepto huella hídrica indica el "uso del agua" desde 2002 cuando se empezaron a realizar estudios al respecto. A partir de allí se creó el *Water Footprint Network* y la organización *International Standards Organization* (ISO) generó estándares que permit an aplicar el método a productos procesos u organizaciones (ISO 14046:2014). En este proyecto se han aplicado las directrices de la ISO dando como resultado de este estudio el agua usada para la fabricación de pantalones tejanos.

Por otro lado, cada organización, a parte de la metodología establecida en este estudio, debería considerar el lugar donde suceden esos "usos de agua" para estar alineados con la nueva metodología *Available WATER REMaining* (AWARE). Aware est  desarrollado por *Water Use in Life Cycle Assessment* (WULCA) quien se encuentra incluida dentro de la *Life Cycle Initiative* (LCI) programa conjunto de *United Nations Environment Programme* (UNEP) y la *Society for Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC). La metodología AWARE aplica unos factores de corrección al "uso de agua" en los distintos países o regiones en función de dos factores: el agua disponible y la demanda hídrica en dichas zonas geográficas. De esta forma, mientras que el "uso de agua" es un valor real, el método AWARE pondera ese valor en función de la escasez-abundancia y uso intensivo-moderado de este recurso natural.

Es interesante analizar y comparar ambos valores ya que el primero, uso de agua, da una información real acerca de su utilización en el sector textil (metodología utilizada en este estudio). En cambio, el segundo caso (método AWARE), aporta información acerca de la situación global del agotamiento de recursos hídricos, influenciado por la disponibilidad y uso intensivo del agua.

<sup>1</sup>Referente internacional en Análisis de Ciclo de Vida, el Software GaBi es una herramienta desarrollada por la empresa alemana PE International que contiene todos los elementos necesarios para modelar productos y sistemas desde una perspectiva de ciclo de vida.

Los usuarios pueden construir modelos para cualquier producto, hacer balances de entradas y salidas de emisiones, materiales y energía, y crear informes interactivos. GaBi 4 incorpora acceso a bases de datos ambientales -sobre la fabricación de materiales, producción y uso de combustibles y electricidad, transporte de mercancías, tratamiento de residuos, etc.- que cubren una amplia gama de necesidades de los usuarios.

02

TIPO  
DE ESTUDIO

## 2.1. TIPO DE ESTUDIO REALIZADO

El estudio tiene por objeto determinar el uso de agua asociado a la producción de tejanos para una organización, abarcando desde el cultivo del algodón, la fabricación de tejido (DENIM), su confección y acabados en diferentes países y áreas geográficas y su posterior envío a las instalaciones de la organización en concreto. No se trata de un estudio comparativo, tal y como ya hemos visto en el apartado anterior, sino de un *stand-alone assessment*<sup>1</sup>.

## 2.2. HUELLA HÍDRICA Y ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Este estudio no forma parte de un trabajo más global de análisis de ciclo de vida, sino que se ha realizado específicamente para conocer la huella hídrica en la producción y acabados (impacto en la utilización del agua) de unos tejanos para una organización determinada.

<sup>1</sup>Se ha realizado el estudio de la huella hídrica de los tejanos de una organización sin compararlo con otros elementos o aspectos relacionados (familias similares, competencia, etc.), ya que en este caso se trataría de un estudio denominado *comparative assessment*.

# 03

## ALCANCE DEL ESTUDIO

## 3.1. UNIDAD FUNCIONAL

La unidad funcional son unos pantalones tejanos que se corresponden con la media de todos los tipos fabricados con tejido DENIM durante un año a la que denominaremos, tal y como ya se ha comentado, tejano medio (ver punto 4.1). Asimismo se ha utilizado una media proporcional de todos los sistemas de acabados finales (consumos, mermas, etc.) correspondiente a ese mismo año (ver punto 1.2).

## 3.2. FRONTERAS DEL SISTEMA

Se han tenido en cuenta los siguientes límites del sistema:

### 3.2.1. Geográficas y temporales

Se han considerado todos aquellos procesos realizados para obtener unos pantalones tejanos, como los descritos en el apartado de unidad funcional, sea cual sea su localización geográfica fabricados durante el año natural 2016 (ver punto 1.2).

### 3.2.2. Omisiones de etapas del ciclo de vida y datos específicos

Se han incluido en el análisis los procesos de la cuna a la puerta (es decir, realizados desde el origen hasta los almacenes de la organización). Esto es, desde que se cultiva el algodón para la fabricación de tejido hasta que los tejanos llegan al centro logístico de la compa a. Asimismo, se han tenido en cuenta los impactos asociados a la confección de la prenda sin considerar elementos met licos o plásticos que pasen a formar parte del tejano en sí (cremalleras, remaches, bisutería, etc.), ya que consideramos que su impacto es poco relevante para el resultado final del estudio.

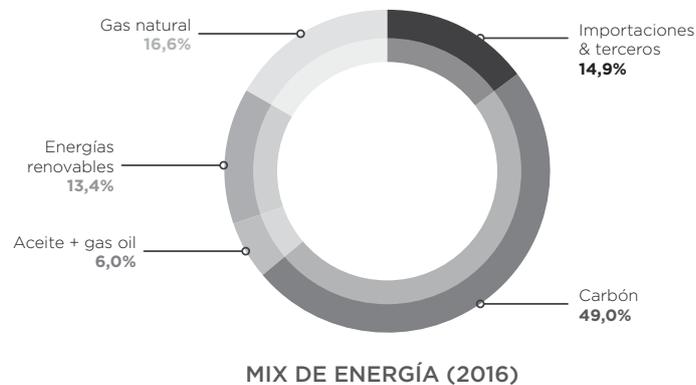
### 3.2.3. Cuantificación de entradas y salidas de energía y materiales

Los materiales que más directamente est n relacionados con el objetivo del estudio son el tejido de algodón y el agua y sus residuos. Asimismo, materiales auxiliares como tintes, jabones, o energía térmica y eléctrica, han sido contabilizados de tal forma que se contempla todo su uso, así como la energía utilizada en la cadena de producción del producto hasta el almacén logístico.

### 3.2.4. Supuestos sobre la producción de energía eléctrica

El mix eléctrico utilizado como base de cálculo para el ejemplo, se ha obtenido de las bases de datos del software GaBi anteriormente descrito. Para la mayoría de casos el mix eléctrico corresponde al propio del país donde se ejecuta el proceso concreto consumidor de energía (ver punto 1.2). En el caso del país tomado como referencia en la confección no existe mix eléctrico en la base de datos del software GaBi y hemos obtenido los datos de un organismo de referencia internacional como la Agencia Internacional de la Energía (IEA) con los que se ha creado un modelo equivalente de producción eléctrica.

De acuerdo con este criterio, y a título de ejemplo, el Mix de energía calculado se describe en el gráfico siguiente:



# 04

## ANALISIS DE INVENTARIO DE LA HUELLA HÍDRICA

## 4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS Y EQUIVALENCIAS

Los datos obtenidos eran relativos bien a un número determinado de tejanos bien a una superficie concreta de tejido. Debido a que el software de simulación (GaBi) basa sus resultados en balances de masas, se ha tenido que realizar una equivalencia entre superficie de tejido, prendas de ropa y masa (en base también con la información facilitada para el periodo de referencia, ver punto 1.2), de acuerdo con el siguiente resultado medio<sup>1</sup>:

**1 tejano medio = 1'13m<sup>2</sup> de tejido = 0'318 kg**

A partir de esta equivalencia, se han normalizado todos los datos para introducirlos en el software de simulación de forma adecuada.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES FASES Y PROCESOS

A continuación se detallan las principales fases del proceso, desde el cultivo del algodón hasta la recepción de las prendas (tejanos) acabadas en los almacenes de la organización específica.

<sup>1</sup>En general, puede llegar a oscilar entre 0,1 y 0,6 kg/prenda.

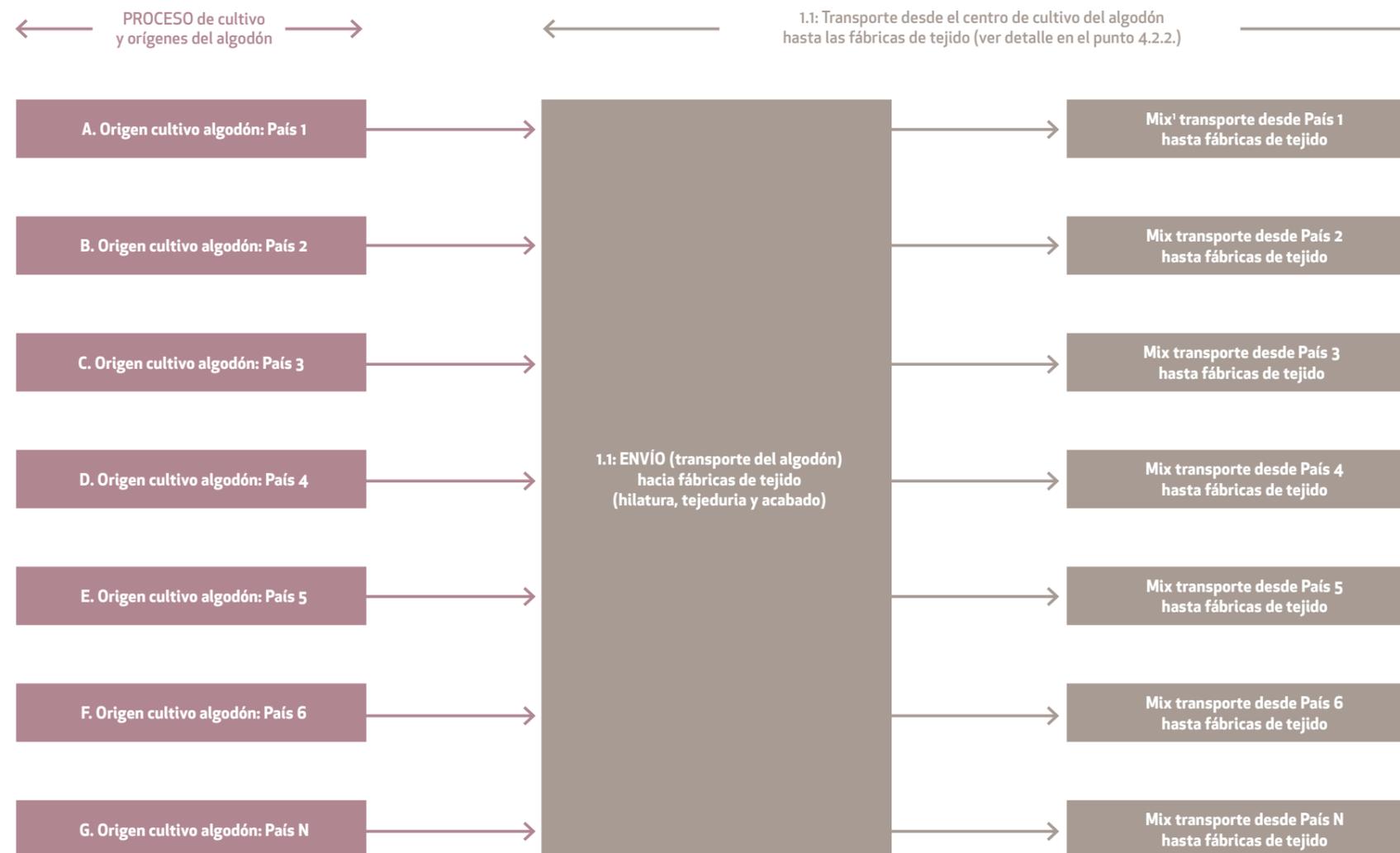
#### 4.2.1. ESQUEMA GENERAL DE LAS FASES Y PROCESOS

El esquema general del proceso de fabricación de unos pantalones tejanos para una organización, desde el cultivo del algodón hasta sus almacenes, se describe a continuación:



## 1. ORIGEN DEL CULTIVO DEL ALGODÓN Y TRANSPORTE A FABRICANTES DE TEJIDO.

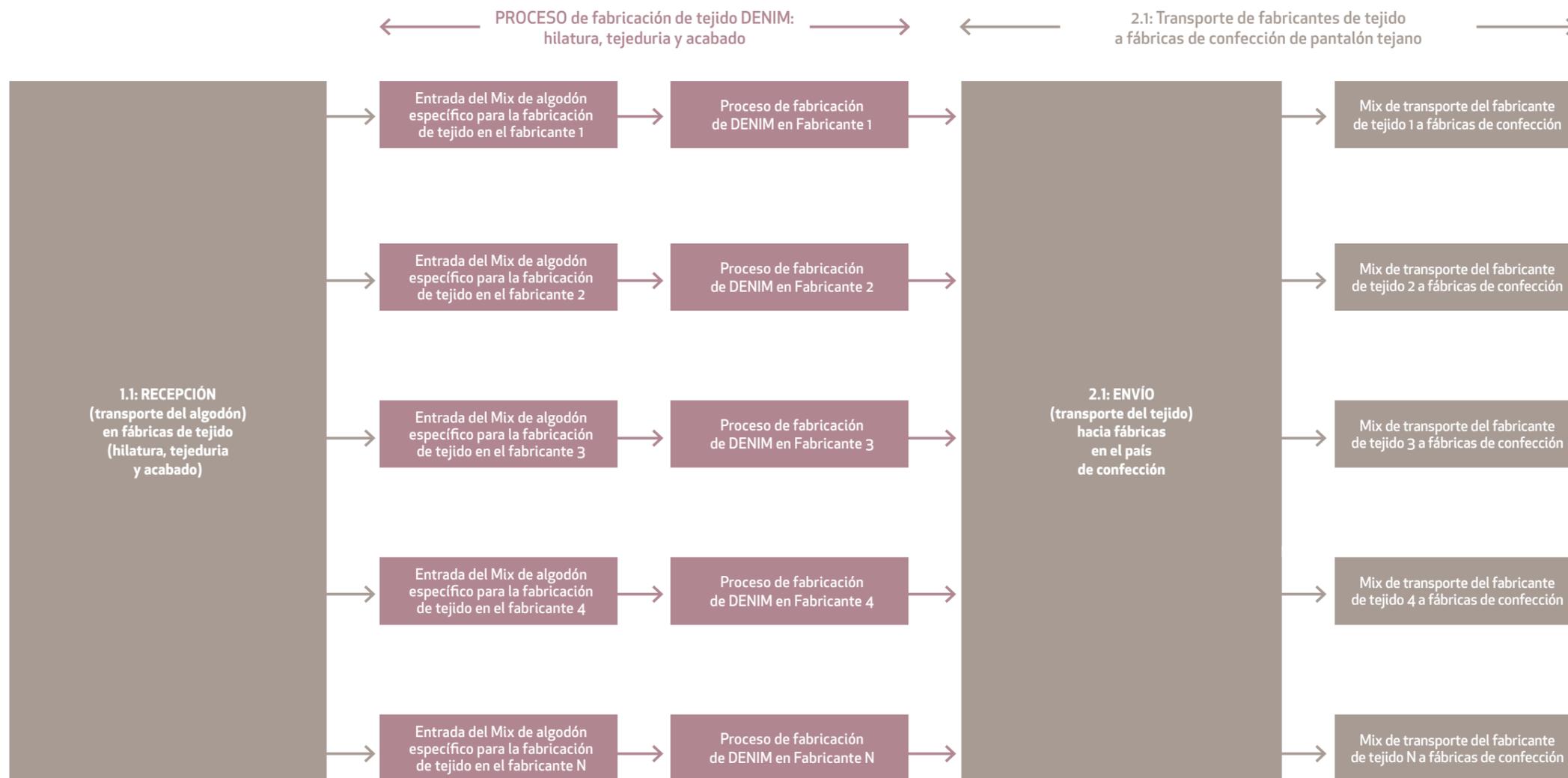
En el siguiente esquema detallamos los orígenes geográficos de los algodones utilizados para su posterior hilatura y fabricación del tejido presentado de forma agrupada. En el esquema en el punto 4.3.2 se detalla para cada fabricante de tejido en concreto, especificando su composición exacta en función de los países de origen del algodón. El diagrama general de flujo del proceso se describe a continuación:



<sup>1</sup>Mix: camión, barco y tren.

## 2. FABRICACIÓN DE DENIM EN LOS PROVEEDORES DE TEJIDO Y TRANSPORTE POSTERIOR A FÁBRICAS EN EL PAÍS DE CONFECCIÓN

El proceso de la fabricación del DENIM se compone de diversos subprocesos que se describen a continuación:



### 3. CONFECCIÓN DE TEJANO EN EL PAÍS ESPECÍFICO (CMT)

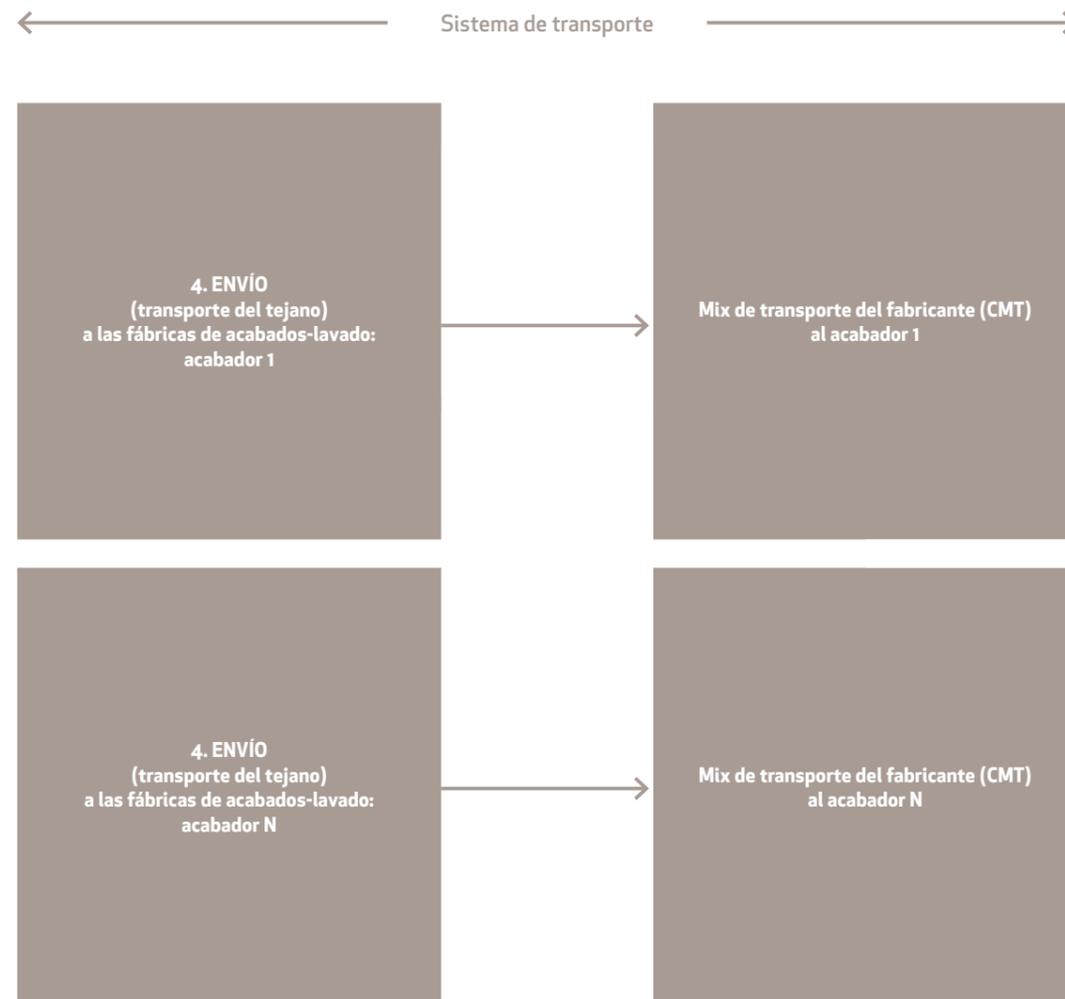
Una vez obtenido el tejido DENIM se procede a su corte y confección para obtener el tejano sin acabar.

El flujo de este proceso se describe a continuación:



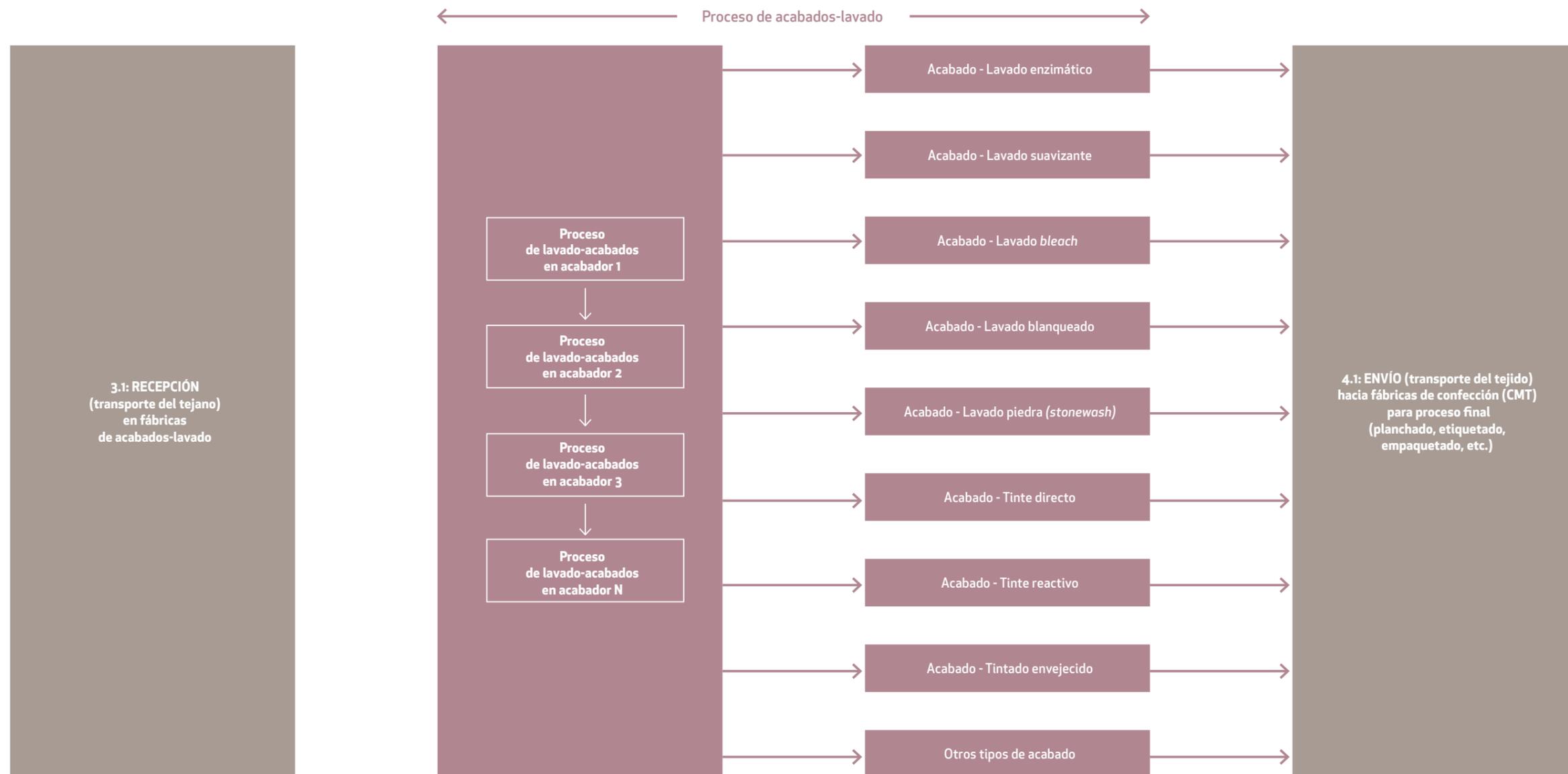
## 4. TRANSPORTE DESDE LAS FÁBRICAS DE CONFECCIÓN EN EL PAÍS ESPECÍFICO A LAS FÁBRICAS DE ACABADOS EN EL PAÍS ESPECÍFICO

A continuación se detalla la fase de transporte desde las fábricas de confección a las fábricas de acabados entre los países específicos:



## 5. PROCESO DE ACABADOS-LAVADO

Una vez obtenido el tejido sin acabar, se transporta a centros de acabado donde se realizan los procesos siguientes:



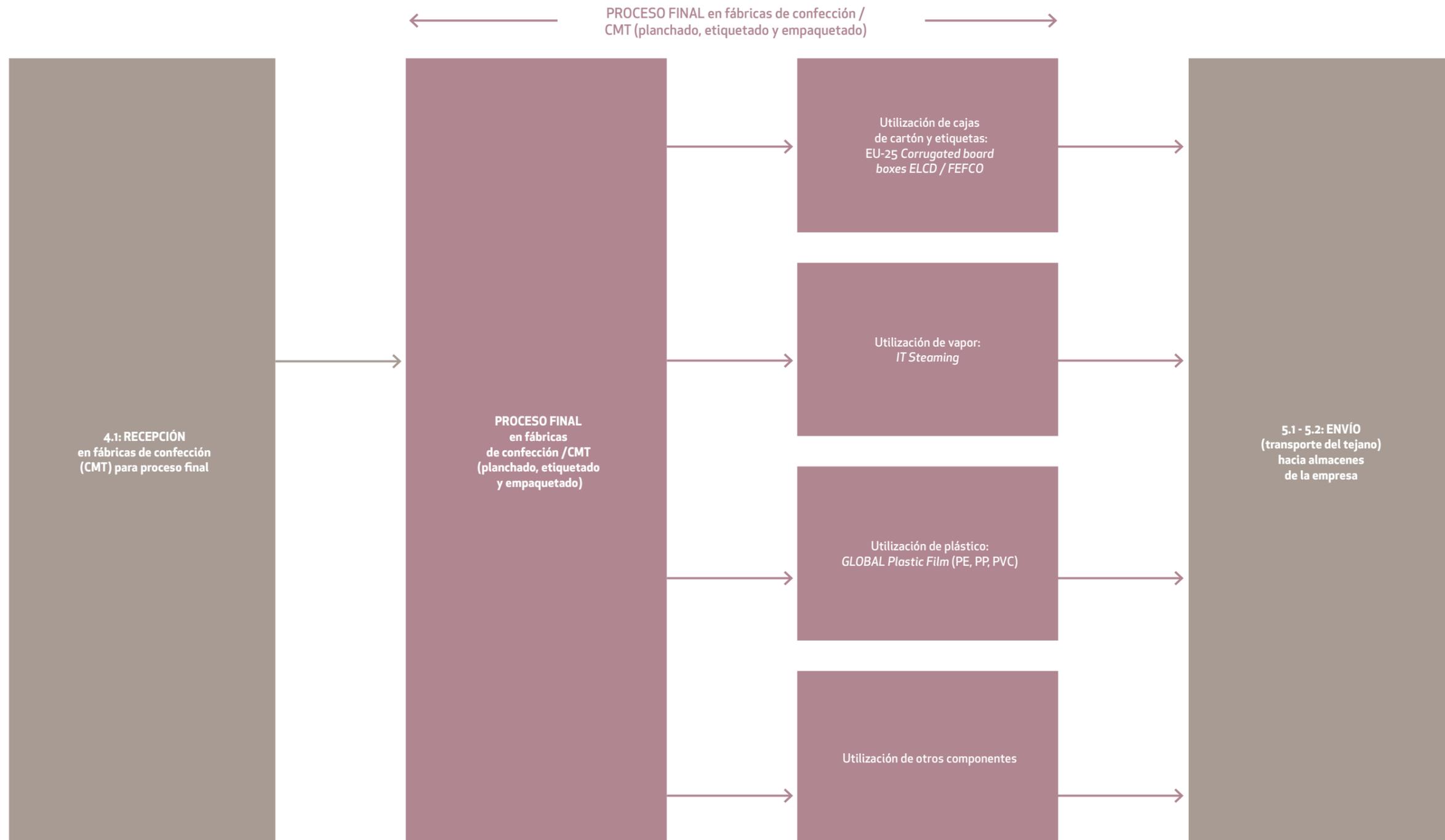
## 6. TRANSPORTE DESDE EL PAÍS DE LAS FÁBRICAS DE ACABADOS EN EL PAÍS/ZONA DE LAS FÁBRICAS DE CONFECCIÓN PARA SU PROCESO FINAL

Una vez finalizado el proceso de acabados se reenvía, de nuevo a las fábricas de confección para su proceso final, tal y como se describe a continuación:



## 7. PROCESO DE ACABADOS EN FÁBRICAS DE CONFECCIÓN (CMT): PLANCHADO, ETIQUETADO, EMPAQUETADO, ETC.

Una vez se han realizado los acabados, los tejados vuelven a las fábricas de confección para su planchado, etiquetado, control de calidad final y empaquetado. El proceso general se describe a continuación:



## 8. TRANSPORTE DEL PRODUCTO ACABADO (TEJANOS) A LOS ALMACENES LOGÍSTICOS DE LA EMPRESA

Finalmente, una vez realizadas todas la fases, se envían los tejanos desde las fábricas de confección a los almacenes logísticos de la organización, de acuerdo con el siguiente esquema:



### 4.3. ANÁLISIS DE LOS TRANSPORTES DESCRITOS EN EL PUNTO 4.2 (PROCESO GENERAL), CORRESPONDIENTES A LAS FASES: 1.1 / 2.1 / 4 / 6 / 8

#### 4.3.1. Fuentes de información en relación a los transportes (ver punto 1.2)

Referente a los transportes, se ha realizado un proceso de análisis de investigación de las zonas algodoneras de los distintos países donde se importa algodón y tejido. En países donde la exportación se realiza por vía marítima se ha elegido como puerto de salida aquel que sea, o bien, el más cercano a la zona productora algodонера, o bien, aquel con más volumen de mercancías del país.

Por otro lado, se han contactado empresas de exportación de tejido que han indicado las vías de transporte a los puertos, siendo el camión el medio más utilizado a partir de la elaboración del tejido.

#### 4.3.2. Uso del agua en los transportes

Aunque estrictamente el transporte y su consumo de combustible debería de incluir uso de agua, el software de cálculo (GaBi) ha desestimado esos valores al tratarse de magnitudes poco relevantes en relación al agua utilizada en el proceso de elaboración del combustible, motivo por el cual no consideramos el transporte en este estudio. Asimismo, el software también considera irrelevante la etapa de fabricación de un camión. Es decir, cuando se analiza los impactos asociados al transporte por carretera, el flujo que se considera es el de consumo de energía por unidad de longitud. El razonamiento para no tener en cuenta la fabricación del camión es la misma indicada para el combustible: si se considera el impacto de fabricación de un camión y se divide por todos los km que realizará durante su vida útil, al calcular los impactos para el trayecto que acontece en un caso concreto, estos son despreciables en relación con el valor de consumo durante ese trayecto.

#### 4.3.3. Distancia recorrida

No obstante lo anterior, creemos relevante describir las fases en las que intervienen los transportes ya que tienen efectos medioambientales significativos en relación a la emisión de gases. Una vez considerados todos los medios de transporte y las distancias recorridas, se podría destacar la distancia que un pantalón tejano recorre para la empresa, desde el origen del algodón hasta su recepción en los almacenes logísticos utilizando, por ejemplo, el siguiente detalle:

Medio de transporte	Camión Km	Barco Km	Tren Km	TOTAL Km
Distancia recorrida	-	-	-	-

4.3.4. Detalle de los diferentes tipos de transporte utilizados desde el cultivo del algodón hasta la recepción del tejano acabado en los almacenes de la organización

**A. Transporte del algodón desde la plantación hasta la empresa de tejeduría (fase transporte: 1.1, Descripción incluida en el proceso 1)**

TRANSPORTE DEL ALGODÓN DESDE LA PLANTACIÓN HASTA LA EMPRESA DE TEJEDURIA							
Trayecto completo (desde la zona de cultivo del algodón hasta el fabricante de tejido)	Mix <sup>1</sup> %	Puerto de salida del algodón	Puerto de recepción del algodón	TRANSPORTE HASTA EL FABRICANTE DE TEJIDO			
				Camión Km	Barco <sup>2</sup> Km	Tren Km	Camión Km
País/zona 1 a país/zona 2	-	Puerto de salida (país 1)	Terrestre directo/ puerto de recepción del algodón (país 1)	-	-	-	-
País/zona 2 a país/zona 3	-	Puerto de salida (país 2)	Terrestre directo/ puerto de recepción del algodón (país 2)	-	-	-	-
País/zona 3 a país/zona 4	-	Puerto de salida (país 3)	Terrestre directo/ puerto de recepción del algodón (país 3)	-	-	-	-
País/zona N a país/zona N	-	Puerto de salida (país N)	Terrestre directo/ puerto de recepción del algodón (país N)	-	-	-	-

<sup>1</sup>Porcentaje medio de algodón confeccionado en el país de referencia según origen.

<sup>2</sup>Nota: se considera 1 Milla Náutica equivalente a 1.852km.

### **B Transporte del tejido DENIM (bobinas) a los centros de confección país establecido (Fase transporte: 2.1, descripción incluida en el proceso 2)**

En el siguiente cuadro se expone, a título de ejemplo, el detalle de los diferentes sistemas de transporte desde las fábricas de tejeduría a las fábricas de confección

<b>TRANSPORTE DEL TEJIDO DENIM (BOBINAS) A LOS CENTROS DE MANUFACTURA EN EL PAÍS ESTABLECIDO</b>			
<b>Trayecto</b>	<b>Camión Km</b>	<b>Barco Km</b>	<b>Camión Km</b>
País/zona origen 1 - país/zona destino 1	-	-	-
País/zona origen 2 - país/zona destino 2	-	-	-
País/zona origen 3 - país/zona destino 3	-	-	-
País/zona origen N - país/zona destino N	-	-	-

### **C. Transporte del tejano desde las fábricas de confección a las fábricas de acabados - lavado y viceversa en los países establecidos (Fases transporte: 4 y 6)**

En el siguiente cuadro se expone, a título de ejemplo, el detalle de los sistemas de transporte desde las fábricas de confección a las fábricas de acabado y viceversa, en el caso de que sean centros diferenciados (habitual).

<b>TRANSPORTE DEL TEJANO DESDE LAS FÁBRICAS DE CONFECCIÓN (CMT) A LAS FÁBRICAS DE ACABADOS-LAVADO Y VICEVERSA</b>			
<b>Trayecto</b>	<b>Furgoneta Km<sup>1</sup></b>	<b>Barco Km</b>	<b>Camión Km</b>
CMT a Centro acabado	-	-	-

#### **D. Transporte del producto acabado a los almacenes centrales de la organización (Fase de transporte: 8)**

En el siguiente cuadro se expone, a título de ejemplo, un posible detalle de los transportes utilizados desde las fábricas de confección a los almacenes de la empresa.

<b>TRANSPORTE DEL PRODUCTO ACABADO A LOS ALMACENES CENTRALES DE LA ORGANIZACIÓN</b>			
<b>Trayecto</b>	<b>Furgoneta Km</b>	<b>Barco Km</b>	<b>Camión Km</b>
CMT a Almacén Logístico	-	-	-

## 4.4. DETALLE DE LAS COMPOSICIONES Y MEZCLAS DE ALGODON Y DE LOS PROCESOS DE ACABADOS - LAVADO Y CONSUMOS DE AGUA RELACIONADOS.

### 4.4.1. Otras fuentes de información

Por otro lado sería conveniente mostrar en un cuadro los datos relacionados con el cultivo del algodón, la fabricación del tejido, el tintado, el corte, la confección y sus correspondientes consumos. Para llevarlo a cabo se puede recoger esta información en los cuadros ejemplo que se detallan a continuación.

## A. Composición (%) del algodón utilizado para cada fabricante de tejido DENIM

Cuadro 1: procedencia del algodón utilizado por cada fabricante de tejido.

COMPOSICIÓN (%) DEL ORIGEN DEL ALGODÓN UTILIZADO PARA CADA FABRICANTE DE TEJIDO DENIM		
Fabricante del tejido	Procedencia del algodón	Porcentaje de la procedencia del algodón sobre el total enviado por cada fabricante en el país especificado
<b>Fabricante 1:</b>	País 1	-
	País 2	-
	País 3	-
	País N	-
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
<b>Fabricante 2:</b>	País 1	-
	País 2	-
	País 3	-
	País N	-
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
<b>Fabricante 3:</b>	País 1	-
	País 2	-
	País 3	-
	País N	-
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
<b>Fabricante N:</b>	País 1	-
	País 2	-
	País 3	-
	País N	-
	<b>Total</b>	<b>100%</b>

### **B. Aportación porcentual al global del tejido DENIM de cada fabricante utilizado en la confección de tejanos en el país específico**

En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de detalle para mostrar en que proporción cada fabricante suministra, de forma individual, tejido al país del centro de confección, como una composición media del tejido DENIM recibido en el país de manufactura.

COMPOSICIÓN DENIM	
Fabricante	%
Fabricante 1:	-
Fabricante 2:	-
Fabricante 3:	-
Fabricante 4:	-
Fabricante N:	-
Total	100%

### C. Descripción del tipo y porcentaje y consumo de agua de las prendas por tipo de acabado en las distintas fases del proceso

Ejemplo de cuadro resumen donde se pueden detallar los diferentes procesos utilizados en el acabado del tejido y su correspondiente uso de agua:

TIPO Y DISTRIBUCIÓN DEL ACABADO EN LOS DISTINTOS CENTROS									
	Proceso	Enzimático	Suavizado	Bleach	Stone	Tinte Reactivo	Tinte envej.	Otros procesos	TOTAL
<b>ACABADOR 1</b>	Consumo agua	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agua / prenda	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ACABADOR 2</b>	Consumo agua	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agua / prenda	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ACABADOR 3</b>	Consumo agua	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agua / prenda	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ACABADOR N</b>	Consumo agua	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agua / prenda	-	-	-	-	-	-	-	-

05

ANÁLISIS  
DE IMPACTOS  
DE LA HUELLA  
HÍDRICA

## 5.1. HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (EXCEL) PARA UNOS PANTALONES TEJANOS

En base a todo el proceso descrito anteriormente, y de acuerdo con el objetivo de este trabajo, se ha elaborado (por parte de la cátedra MANGO de RSC y la Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático) una herramienta de cálculo en Excel. A continuación se detalla su estructura y la metodología de utilización

### 5.1.1 Metodología de utilización de la Herramienta de cálculo simplificada para la cuantificación del uso de agua en procesos de fabricación de prendas basadas en DENIM.

Para lograr difundir la aplicación de evaluación del uso de agua en el sector textil, la Cátedra MANGO de RSC y la Cátedra UNESCO de ciclo de Vida y Cambio Climático han desarrollado una herramienta de cálculo simplificada basada en Excel. Esta herramienta permite obtener órdenes de magnitud acerca del uso de agua en distintas prendas de ropa confeccionadas con tejido Denim basado en algodón 100%.

**Instrucciones**

**Nota:** todos los datos introducidos en la hoja de introducción de datos se prevé que estén referidos a una prenda de ropa fabricada con tejido Denim.

Calcular tres opciones para obtener un cálculo simplificado del uso de agua para la fabricación de tejidos:

**1) Cálculo por DEFECTO**  
 El motor de cálculo utiliza valores por defecto para obtener el uso de agua a partir del peso de la prenda y sus mermas previstas durante su corte y confección.  
 El usuario debe introducir únicamente el valor del peso de la prenda de ropa y las mermas previstas.  
 No se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos exceptuando los anteriormente mencionados.  
 El resultado obtenido es un número directo sin tener desagregación por proceso productivo o país de fabricación.

**2) Cálculo MIXTO por defecto y valores de ajuste**  
 El motor de cálculo utiliza valores por defecto para obtener el uso de agua a partir del peso de la prenda y sus mermas previstas durante su corte y confección.  
 El usuario debe introducir el valor del peso de la prenda de ropa, las mermas previstas y el porcentaje de cada proceso en cada país.  
 Se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos exceptuando la columna "H2O use".  
 El resultado obtenido es un número directo y su desagregación por proceso productivo y país de fabricación.

**3) Cálculo por datos introducidos por el USUARIO**  
 El motor de cálculo utiliza valores introducidos por el usuario para obtener el uso de agua.  
 El usuario debe introducir el valor del peso de la prenda de ropa, las mermas previstas, el porcentaje de cada proceso en cada país así como el uso de agua en cada caso.  
 Se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos incluyendo todos los correspondientes a la columna "H2O use".  
 El resultado obtenido es un número directo y su desagregación por proceso productivo y país de fabricación.

El sistema permite la elección de uno de los tres modos de cálculo. Una vez elegido el modo de cálculo correspondiente solo serán visibles los resultados en la hoja de resultados correspondiente.

**4) Consideración del recorrido de las materias primas**  
 En el Cálculo Mixto y en el Cálculo Usuario es posible introducir los kilómetros recorridos por cada materia prima en cada bloque de origen y el modo de transporte: Frenio, rodado o marino.  
 En los resultados se representa una media ponderada en función de la aportación de cada transporte a la prenda de ropa considerada.

**Tabla agua**

País	Porcentaje	H2O use
Algodón	100%	24,000 litros
Alfileres	1%	10,000 litros
Alfileres	1%	10,000 litros

**Tabla algodón**

País	Porcentaje	H2O use
Algodón	100%	24,000 litros
Alfileres	1%	10,000 litros
Alfileres	1%	10,000 litros

1Fuente MANGO.

## A. INSTRUCCIONES

En esta hoja el usuario puede introducir datos reales de la prenda sometida a estudio. Todos los datos introducidos en la hoja de introducción de datos deben estar referidos a una prenda de ropa fabricada con textil tipo DENIM.

Existen tres opciones para obtener un cálculo simplificado del uso de agua para la fabricación de tejanos:

### A.1. Cálculo por DEFECTO

- El motor de cálculo utiliza valores por defecto para obtener el uso de agua a partir del peso de la prenda y las mermas previstas durante su corte y confección.
- El usuario debe introducir únicamente el valor del peso de la prenda de ropa y las mermas previstas.
- No se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos, exceptuando los anteriormente mencionados.
- El resultado obtenido es un número directo sin tener desagregación por proceso productivo o país de fabricación.



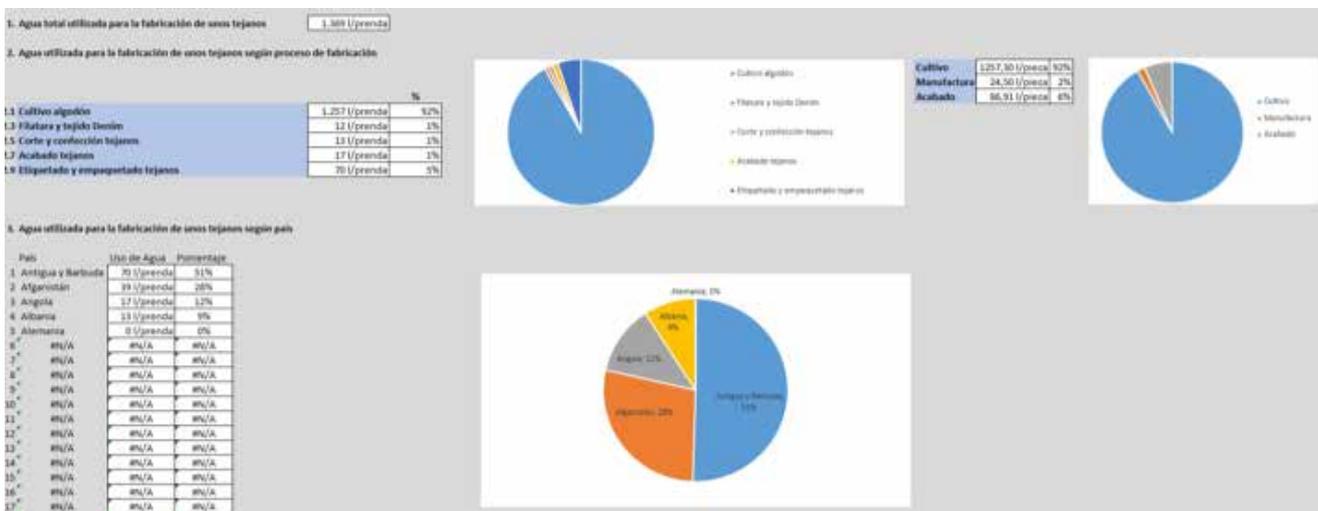
### A.2. Cálculo MIXTO por defecto y valores de usuario

- El motor de cálculo utiliza valores por defecto para obtener el uso de agua a partir del peso de la prenda y las mermas previstas durante su corte y confección.
- El usuario debe introducir: el valor del peso de la prenda de ropa, las mermas previstas y el porcentaje de cada proceso en cada país.
- Se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos exceptuando la columna "H2O use".
- El resultado obtenido es un número directo y su desagregación por proceso productivo y país de fabricación.

**3. Cálculo por datos introducidos por el USUARIO**

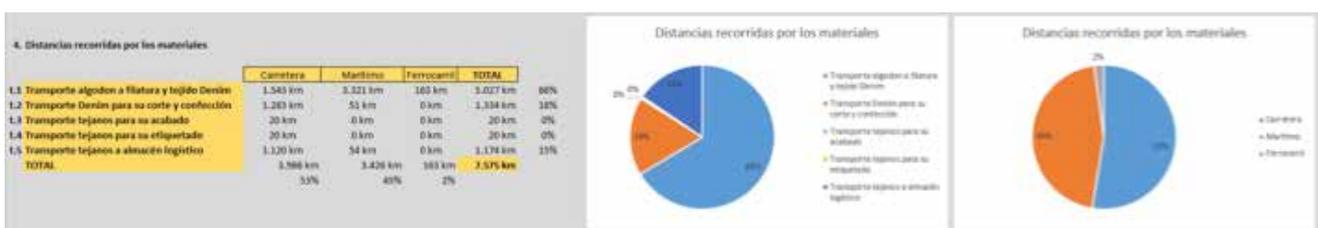
- El motor de cálculo utiliza valores introducidos por el usuario para obtener el uso de agua.
- El usuario debe introducir: el valor del peso de la prenda de ropa, las mermas previstas, el porcentaje de cada proceso en cada país así como el uso de agua en cada caso.
- Se deben introducir datos en la tabla de introducción de datos incluidos todos los correspondientes a la columna "H2O use".
- El resultado obtenido es un número directo y se da desagregado por proceso productivo y país de fabricación.

El sistema permite la elección de uno de los tres modos de cálculo. Una vez elegido el modo de cálculo correspondiente sólo serán válidos los resultados en la hoja de resultados correspondiente.

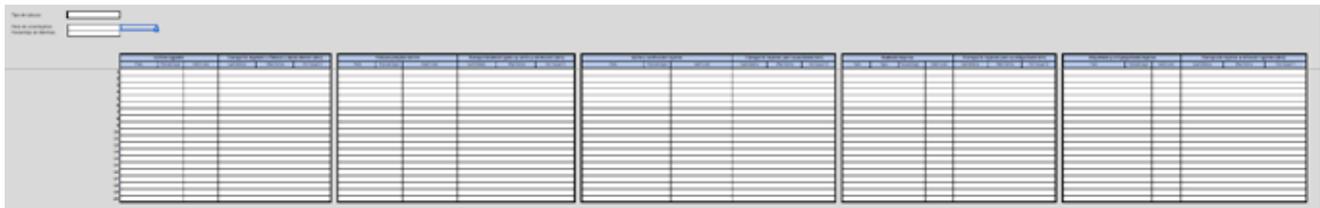


**5.1.2. Consideración del recorrido de las materias primas**

- En el Cálculo Mixto y en el Cálculo Usuario es posible introducir los kilómetros recorridos por cada materia prima en cada bloque
- Se ofrecen 3 tipos de transporte: ferrocarril, por carretera y marítimo.
- En los resultados se representa una media ponderada en función de la aportación de cada transporte a la prenda de ropa considerada.



### 5.1.2. Herramienta Excel



1. Agua total utilizada para la fabricación de unos tejidos: **0,07 l/ropa**

2. Agua utilizada para la fabricación de unos tejidos según proceso de fabricación:

2.1 Cultivo algodón	0 l/ropa	0 l/ropa
2.2 Hilado y tejido Denim	0 l/ropa	0 l/ropa
2.3 Corte y confección tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa
2.7 Acabado tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa
2.9 Etiquetado y empaquetado tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa

**Cultivos**  
 Manufactura: 0,00 l/ropa  
 Acabado: 0,00 l/ropa

1. Agua total utilizada para la fabricación de unos tejidos: **0 l/ropa**

2. Agua utilizada para la fabricación de unos tejidos según proceso de fabricación:

2.1 Cultivo algodón	0 l/ropa	0 l/ropa
2.2 Hilado y tejido Denim	0 l/ropa	0 l/ropa
2.3 Corte y confección tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa
2.7 Acabado tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa
2.9 Etiquetado y empaquetado tejidos	0 l/ropa	0 l/ropa

**Cultivos**  
 Manufactura: 0 l/ropa  
 Acabado: 0 l/ropa

3. Agua utilizada para la fabricación de unos tejidos según país:

País	Uso de Agua	Porcentaje
1 Argentina	0 l/ropa	0%
2 AU/A	0 l/ropa	0%
3 AU/A	0 l/ropa	0%
4 AU/A	0 l/ropa	0%
5 AU/A	0 l/ropa	0%
6 AU/A	0 l/ropa	0%
7 AU/A	0 l/ropa	0%
8 AU/A	0 l/ropa	0%
9 AU/A	0 l/ropa	0%
10 AU/A	0 l/ropa	0%
11 AU/A	0 l/ropa	0%
12 AU/A	0 l/ropa	0%
13 AU/A	0 l/ropa	0%
14 AU/A	0 l/ropa	0%
15 AU/A	0 l/ropa	0%
16 AU/A	0 l/ropa	0%
17 AU/A	0 l/ropa	0%
18 AU/A	0 l/ropa	0%
19 AU/A	0 l/ropa	0%
20 AU/A	0 l/ropa	0%

4. Distancias recorridas por los materiales:

	Campana	Botóns	Etiquetas	TOTAL
4.1 Transporte algodón a Hilado y tejido Denim	0 km	0 km	0 km	0 km
4.2 Transporte Denim para su corte y confección	0 km	0 km	0 km	0 km
4.3 Transporte tejidos para su acabado	0 km	0 km	0 km	0 km
4.4 Transporte tejidos para su etiquetado	0 km	0 km	0 km	0 km
4.5 Transporte tejidos a distribución logística	0 km	0 km	0 km	0 km
<b>TOTAL</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>

Para descargarse la hora de cálculo se puede acceder al siguiente enlace: cátedra MANGO RSC

5. Agua total utilizada para la fabricación de unos tejidos **0 litros**

6. Agua utilizada para la fabricación de unos tejidos según procesos de fabricación

7. Cultivos algodón

8. Alisado y teji do de algodón

9. Corte y confección de prendas

10. Acabado de prendas

11. Empaquetado y transporte de prendas

Cultivos	0 litros	488
Manufactura	0 litros	547
Acabado	0 litros	547

8. Agua utilizada para la fabricación de unos tejidos según país

País	País de origen	País de destino
1	ARGENTINA	ARGENTINA
2	ARGENTINA	ARGENTINA
3	ARGENTINA	ARGENTINA
4	ARGENTINA	ARGENTINA
5	ARGENTINA	ARGENTINA
6	ARGENTINA	ARGENTINA
7	ARGENTINA	ARGENTINA
8	ARGENTINA	ARGENTINA
9	ARGENTINA	ARGENTINA
10	ARGENTINA	ARGENTINA
11	ARGENTINA	ARGENTINA
12	ARGENTINA	ARGENTINA
13	ARGENTINA	ARGENTINA
14	ARGENTINA	ARGENTINA
15	ARGENTINA	ARGENTINA
16	ARGENTINA	ARGENTINA
17	ARGENTINA	ARGENTINA
18	ARGENTINA	ARGENTINA
19	ARGENTINA	ARGENTINA
20	ARGENTINA	ARGENTINA

9. Distancias recorridas por los materiales

	Carretera	Aeropuerto	Maritimo	TOTAL
9.1. Transporte algodón a fabrica y tejido de algodón	0 km	0 km	0 km	0 km
9.2. Transporte de algodón para su corte y confección	0 km	0 km	0 km	0 km
9.3. Transporte de algodón para su acabado	0 km	0 km	0 km	0 km
9.4. Transporte de algodón para su empaquetado	0 km	0 km	0 km	0 km
9.5. Transporte de algodón a almacén logístico	0 km	0 km	0 km	0 km
<b>TOTAL</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>	<b>0 km</b>

Distancias recorridas por los materiales

Distancias recorridas por los materiales

## 5.2. CUADRO RESUMEN

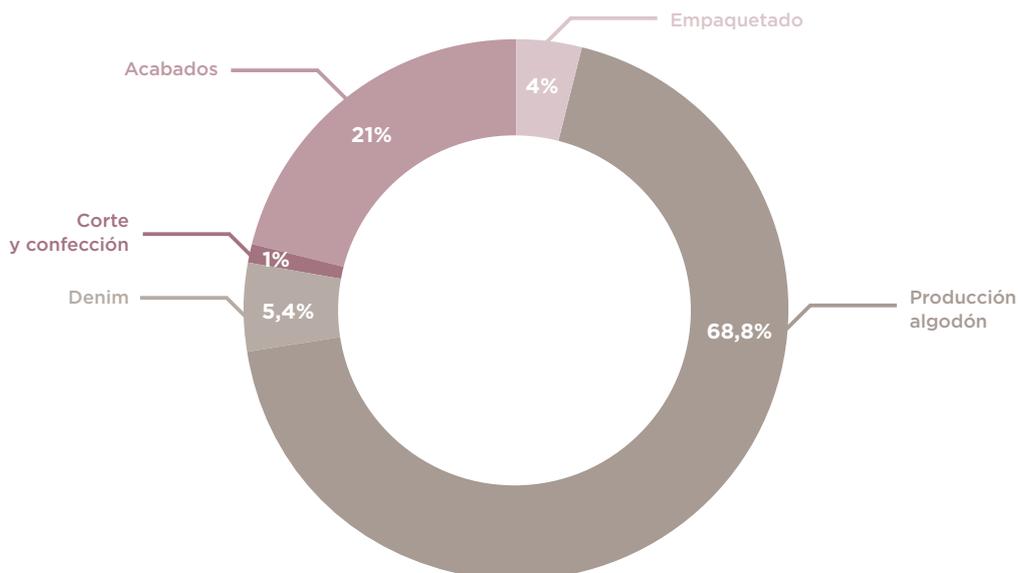
### (Consumos y prendas fabricadas en el periodo objeto de análisis)

A título de ejemplo detallamos un cuadro resumen de recopilación final de los datos

Agua usada para la fabricación de un tejano	Número de metros cuadrados consumidos	Total de prendas fabricadas
- m <sup>3</sup>	- m <sup>2</sup>	- unidades
Consumo total de agua en el ciclo de vida analizado de los tejanos	Utilización de agua según el método AWARE	Consumo total de agua utilizando el método AWARE
- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>	- m <sup>3</sup>

## 5.3. RELACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE IMPACTOS CON EL INVENTARIO RESULTANTE

A título de ejemplo, y en base a los datos utilizados para la realización de este estudio (ver punto 1.2) detallamos, a continuación los porcentajes de utilización de agua obtenidos por proceso y que sería de aplicación general.

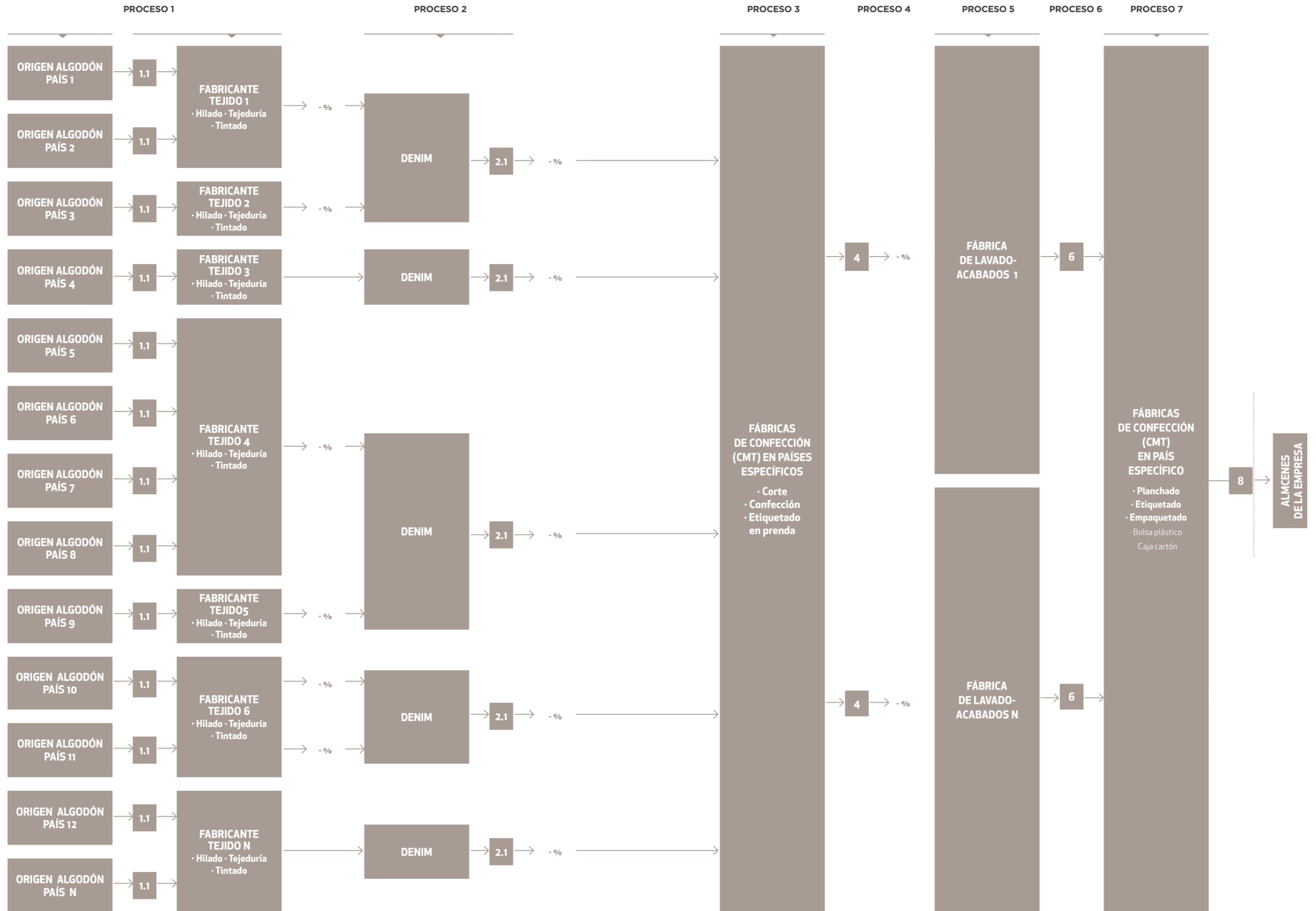


# 06

ESQUEMA RESUMEN  
DEL FLUJO DE  
MATERIALES Y DEL USO  
DEL AGUA DESCRITO  
POR PROCESOS

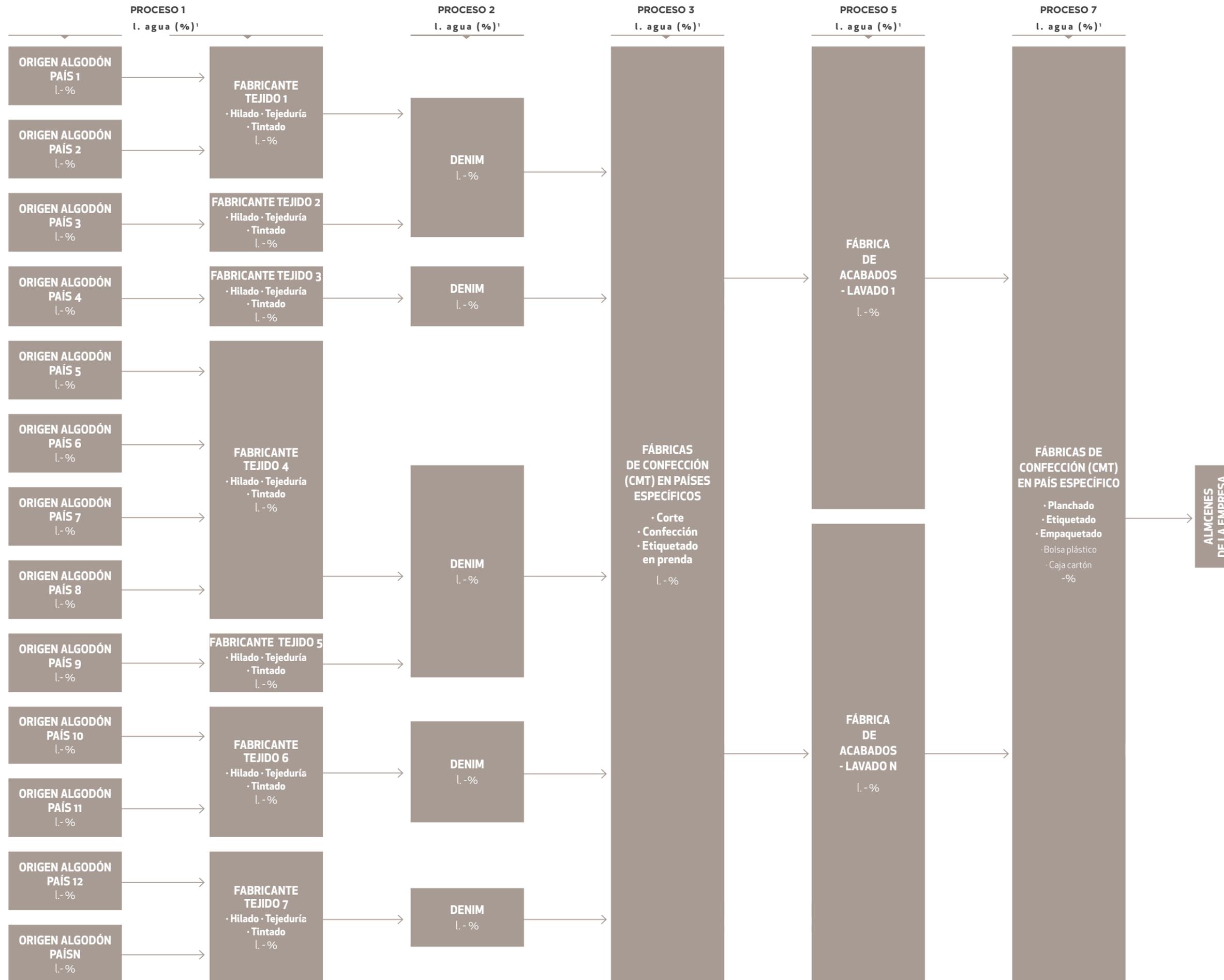
# 06.1

ESQUEMA RESUMEN  
DEL FLUJO DE  
MATERIALES



# 06.2

ESQUEMA RESUMEN  
DEL FLUJO DE AGUA



¹Proporción sobre el total de los procesos.

07

INTERPRETACIÓN

## 7.1. CONCLUSIONES

Como conclusión final podríamos decir que la metodología empleada ha sido consistente y la herramienta Excel para la realización de los cálculos es adecuada y razonable, teniendo en cuenta que en algunos casos se han estimado o aproximado algunas cifras pero que las posibles diferencias finales no son significativas.

Por otro lado, el presente estudio se ha comparado con otros cálculos disponibles, realizados en otros ámbitos, en los que se llegan a conclusiones muy similares.

Una vez calculado el uso de agua en la confección de un tejero, con las especificidades descritas en este estudio, sería conveniente aplicarlo a otros productos de características similares (camisetas, etc).

Asimismo, este trabajo es la base para poder tomar medidas en los diferentes puntos de la cadena de producción y canales de distribución, con el objetivo de optimizar el uso del agua en la confección de un tejero para una organización.

08

IMÁGENES DEL PROCESO

## INTRODUCCIÓN

A continuación se muestran una serie de imágenes indicativas de las diferentes fases de producción<sup>1</sup> del tejido, confección y acabados de un tejano. Todas las imágenes han sido obtenidas con la debida autorización (ver punto 1.2) y la de los proveedores que interviene en las diferentes fases de producción.

<sup>1</sup> Excepto el cultivo del algodón.

## 1. FABRICACIÓN DEL TEJIDO DENIM













## 2. CONFECCIÓN DEL PANTALÓN TEJANO









### 3. ACABADOS - LAVADO DEL PANTALÓN TEJANO

#### 4.1. ALMACENAJE



### 4.2. TINTADO - LAVADO



### 4.2. TINTADO - LAVADO



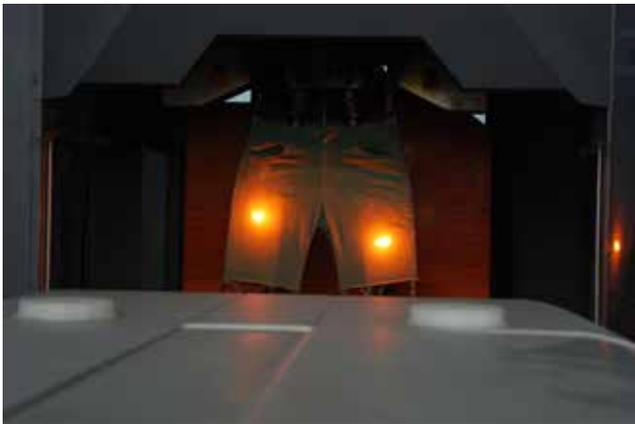
#### 4.2. TINTADO - LAVADO



### 4.3. CENTRIFUGADO



#### 4.4. TRATAMIENTO DE DESGASTE Y ROTOS



#### 4.4. TRATAMIENTO DE DESGASTE Y ROTOS



#### 4.4. TRATAMIENTO DE DESGASTE Y ROTOS



### 4.5. LABORATORIO



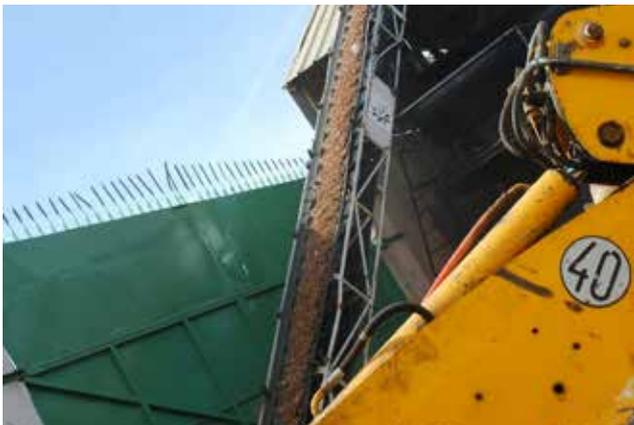
#### 4.5. LABORATORIO



#### 4.6. ALMACENAJE DE AGUA



#### 4.7. BIOMASA



#### 4.8. ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS



#### 4.9. ENVÍO A FÁBRICAS DE CONFECCIÓN



#### 4.10. CALDERAS





Catedra  
**MANGO**