



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

FACULTAD DE INGENIERÍA

TÍTULO

Formulación de Estrategias de Producción y Consumo Sostenible en la Industria Textil, Basadas en el Cálculo de Huella de Agua y Huella de Carbono en la Empresa Stop S.A.S

Nombre estudiante

Paola Andrea Hernández Velásquez

Programa académico

Ingeniería Ambiental

Nombre asesores

Asesor interno (U. de A.)

Beatriz Amparo Wills Betancur

Asesor externo (empresa)

Andrea Estefanía García Álvarez



Fecha de la jornada académica
8 de febrero de 2019

Formulación de Estrategias de Producción y Consumo Sostenible en la Industria Textil, Basadas en el Cálculo de Huella de Agua y Huella de Carbono en la Empresa Stop S.A.S

Resumen

La industria textil ha sido una de las más influyentes en nuestro país y es una de las que más impactos ambientales puede generar, por lo cual se presenta para este informe, las metodologías pertinentes y el análisis de una serie de estrategias de producción y consumo sostenible para la empresa textil Stop S.A.S, para evaluar el estado actual de los aspectos ambientales y proponer mejoras en los procesos que ayuden a prevenir la contaminación y el deterioro ambiental; entre las estrategias evaluadas se presentan: el cálculo de huella de agua (NTC-ISO 14046 de 2014) y cálculo de huella de carbono (NTC-ISO 14064 de 2006); dichas estrategias se basan en la norma técnica para el análisis de ciclo de vida (NTC-ISO 14040 y 14044 de 2006), el manejo adecuado de residuos no convencionales y por último, formación y educación ambiental como estrategia primordial en el desarrollo de cultura ambiental organizacional.

Introducción

La industria textil colombiana es una de las más representativas del país, cuenta con una experiencia de más de 100 años en la economía, en algunas décadas esta se ubicó en un porcentaje significativo del producto Interno bruto -PIB-, representando así una de las industrias más influyentes y numerosa del país. La Industria textil particularmente, consume grandes cantidades recursos naturales (agua, combustibles, etc.) y genera residuos que impactan negativamente el ambiente. Hace solo tres décadas las autoridades ambientales iniciaron el control y acompañamiento a la industria textil, con el fin mejorar sus procesos y que dichas industrias, fueran sostenibles con el ambiente.

Esta propuesta nace de la necesidad de la empresa Stop S.A.S (Industria Textil), de mitigar sus impactos ambientales mediante la implementación de cambios conducentes a una producción y consumo sostenible, dicha necesidad surge a raíz de su participación en el programa Producción y Consumo Sostenible del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Corantioquia.

Las estrategias propuestas se basaron:

Cálculos de la “huella de agua” y “huella de carbono”, para los cuales se usan las metodologías descritas en las normas técnicas ICONTEC: NTC-ISO 14046 de 2014 y 14064 de 2006 respectivamente, enmarcadas dentro del análisis de ciclo

de vida (NTC-ISO 14040 y 14044 de 2006), con estos cálculos se realiza un análisis de las necesidades, falencias y fortalezas de la empresa Stop

S.A.S, tomando como modelo una unidad funcional definida para un objetivo específico, alcance y límites de sistema.

Manejo de residuos comerciales no convencionales (muebles y enseres en desuso) mediante donaciones a fundaciones.

Educación y formación ambiental del personal de la empresa, con el fin de fortalecer, el conocimiento y la conciencia que les permita hacer un uso razonable y eficiente de los recursos como personales y de la organización.

Como resultado de la aplicación de estas estrategias se concluye que los cambios se pueden realizar en el proceso productivo, sin necesidad de cambiar la calidad de la unidad funcional y es que posible producir de manera sostenible con mismos resultados e incluso lograr disminuciones en gastos, aumentando la rentabilidad y la competitividad.

Objetivos

Objetivo General: Formular estrategias de producción y consumo sostenible, basadas en el cálculo de las huellas de agua y de carbono, que contribuyan a la disminución de los impactos ambientales negativos de la empresa Stop S.A.S.

Objetivos Específicos:

- Identificar las problemáticas ambientales de la empresa Stop S.A.S.
- Evaluar estrategias de producción y consumo sostenible mediante el cálculo de: huellas de agua, huella de carbono a partir del análisis de ciclo de vida de una unidad funcional seleccionada, que permitan tomar decisiones para el ahorro, uso eficiente de agua, energía y manejo de residuos no convencionales y comerciales,
- Formar e involucrar a todo el personal de la empresa Stop S.A.S, en los temas de producción y consumo sostenible en la organización.
- Formular posibles estrategias de producción y consumo sostenible para la toma de decisiones en la organización, que beneficien la eficiencia de los procesos de producción textil y que se traduzcan en una mayor competitividad empresarial.

Marco Teórico

El concepto de producción y consumo sostenible busca principalmente prevenir el impacto ambiental desde su origen, es decir antes de que este se genere, creando alternativas de producción industrial en su proceso de producción que garanticen que el impacto será mínimo (Ministerio de Medio Ambiente, 1997). Esta teoría se encuentra encaminado hacia el cambio de producción y consumo insostenible, es decir, hacer uso eficiente y racional de los recursos naturales y así prevenir o mitigar un posible impacto sobre estos. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Los cálculos de las huellas de agua y carbono, los cuales serían difíciles de entender, sin definir en primera instancia la relación que estos indicadores y el ciclo de producción o ciclo de vida de un proceso o producto tienen.

El concepto de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) se conoce, como la metodología usada para evaluar e identificar los posibles impactos ambientales de un sistema (industria), basado en una unidad funcional (producto o servicio), usa como herramientas principales las entradas y salidas de dicho sistema, para determinar posibles mejoras y cambios, durante su ciclo de vida, (ICONTEC, 2007).

Con base en el concepto del ACV, es posible calcular la huella de agua, para cuantificar y cualificar los diferentes impactos ambientales que se presentan en un sistema (industria) y que están relacionados con el uso de agua para sus procesos.

La huella de agua es una herramienta de gestión ambiental que proporciona información de utilidad para evaluar los procesos, cuantifica los impactos potenciales del uso de agua en la producción de un producto y en su ciclo de vida, considerando impactos en el ecosistema, salud humana y recursos. (Fundación Chile et al., 2017).

En este punto es indispensable definir el uso del agua tanto lo que es el uso directo, indirecto y el uso consuntivo de dicho recurso; para definir el uso es importante decir que tipo de uso es, por ejemplo “en la industria, los usos directos se consideran como el agua extraída o captada por éstos para su operación y los usos indirectos como los usos de agua necesarios para la producción de las materias primas, la electricidad y cualquier otro flujo de materia y energía que la industria utilice en su operación, además se define, el uso consuntivo del agua como el agua extraída o captada que no regresa a su cuenca original o que regresa en diferente condición que la fuente original y

que por lo tanto deja de estar disponible para otros usos”(Fundación Chile et al., 2017).

Para resaltar la importancia de dicha estrategia se comenta que “La huella de agua está alineada con las estrategias de implementación y cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), al año 2030, específicamente en el objetivo 6 de agua limpia y saneamiento, y de manera transversal con los demás objetivos, especialmente el 3 (salud y bienestar) y el 12 (producción y consumo sustentable).” (Centro de Análisis de Ciclo de Vida et al., 2016)

Otra de las estrategias utilizadas para este informe, como herramienta para la producción y consumo sostenible, es la medida de la Huella de carbono, que al igual que la Huella de Agua se podría basar en el análisis de ciclo de vida (ACV) del producto, y que sirve como herramienta de gestión ambiental e indicador para la identificación y evaluación de impactos ambientales.

El cálculo de la huella de carbono ayuda a promover estrategias de producción y consumo sostenible necesarias para prevenir, mitigar o compensar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015). El concepto de huella de carbono nace de la necesidad de cuantificar los GEI (CO₂, CH₄, etc.), que, aunque sean componentes de la atmósfera y son necesarios para el equilibrio, su aumento indiscriminado por la intervención antrópica y el desarrollo industrial y humano, afectan las dinámicas ecosistémicas e incentivan el calentamiento global).

Podemos definir la Huella de Carbono, como la técnica para calcular la emisión total de gases de efecto invernadero (GEI) en carbonos, equivalentes de un sistema productivo, por medio del análisis del ciclo de vida de la unidad funcional (producto), sin tener en cuenta las emisiones generadas durante su uso (Contreras, 2011).

Por su parte, los residuos comerciales o no convencionales representan uno de los residuos con mayor dificultad para su manejo y se generan en grandes cantidades y en tiempos irregulares en la compañía, por esto se definen estos residuos como: “..., se refiere a los residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los productos y servicios” (Jefatura del Estado, 2016).

La educación y la formación ambiental se definen como la manera en que se puede tomar conciencia de la importancia del cuidado del medio ambiente, y

que está constantemente en la búsqueda del desarrollo sostenible, logrando que personas, comunidades e industrias hagan uso eficiente y racional de los recursos naturales (Agenda 21, s.f.).

Metodología

La metodología, muestra la experiencia y el conocimiento adquirido durante una práctica empresarial en la empresa Stop S.A.S, dicho conocimiento fomenta el interés por los temas expuestos para esta propuesta, por esta razón se describe la metodología que impulso la elección del tema de investigación y el desarrollo y formulación de las estrategias de producción y consumo sostenible.

1. Metodología semestre de industria

En la Figura 1. Se presenta la metodología seguida durante la etapa práctica durante, desde la formación, la recuperación de información y las actividades asignadas, que lleven el interés por analizar estrategias de producción y consumo sostenible.

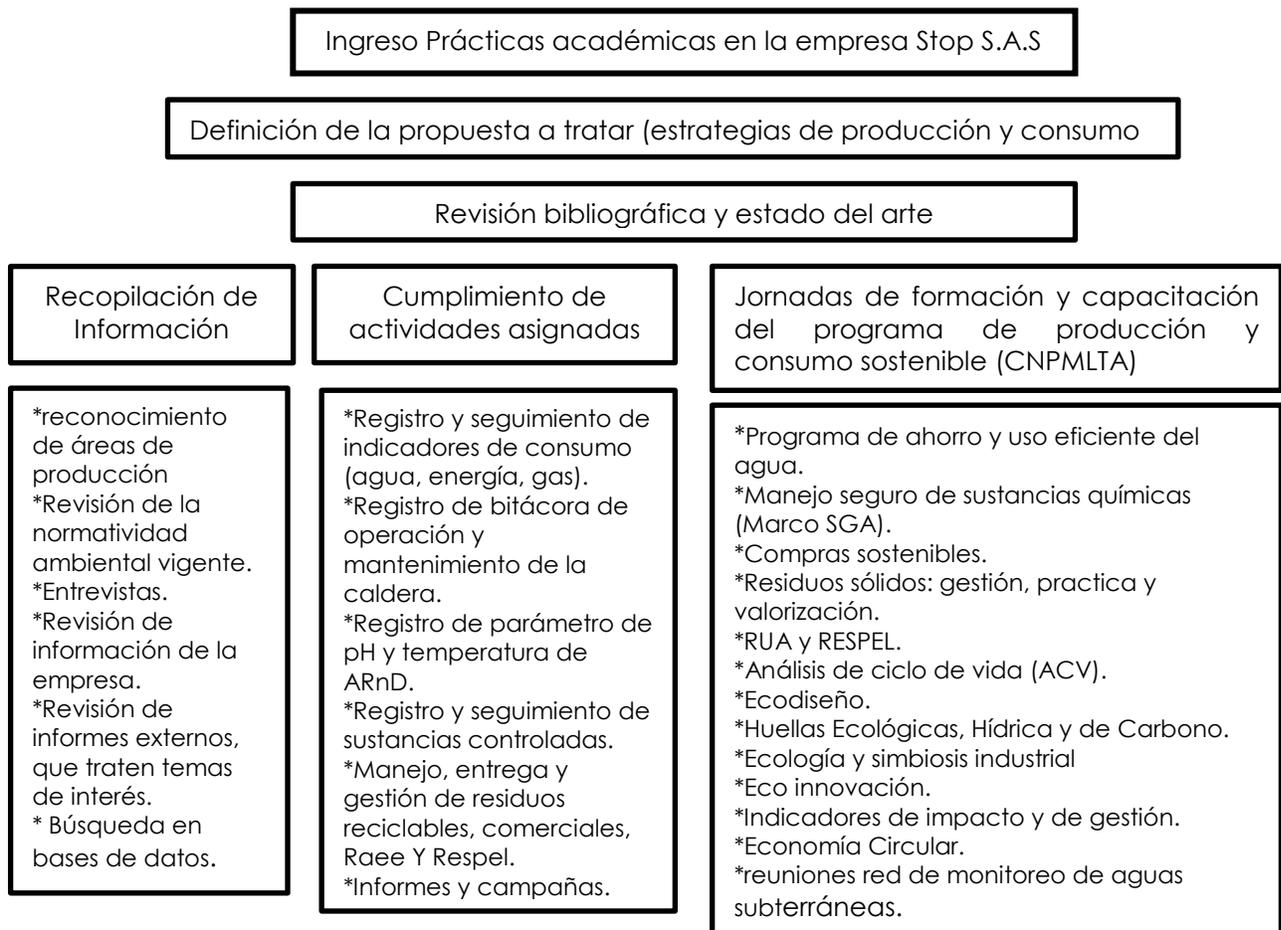


Figura 1. Metodología de etapa práctica, Fuente: Elaboración propia
*CNPMLTA (Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales)
*SGA (Sistema Globalmente Armonizado)
*ACV (Análisis de Ciclo de Vida)

2. Metodología para el Cálculo de Huella de Agua y Huella de Carbono

Para el cálculo de la huella de agua y de carbono se realizó en primera instancia una búsqueda bibliográfica sobre el cálculo de huellas, acorde con la información disponible en la empresa Stop S.A.S, encontrando que las Normas Técnica NTC-ISO 14046 de 2014 y NTC-ISO 14064 de 2006, cumplían con los requisitos.

Para hacer uso adecuado de esta herramienta técnica es importante incluir el análisis de ciclo de vida, que como se expuso anteriormente, para analizar las entradas y salidas de un sistema (industria), tomando como fundamento la unidad funcional (producto), este análisis se realizó con base a la metodología descrita en Las Normas Técnicas NTC-ISO 14040 y NTC-ISO 14044 ambas de 2006, Normas que componen de cuatro fases que tienen como objetivo principal formular estrategias encaminadas a mejoras en el producto o servicio, al igual que la planificación y desarrollo de políticas públicas que apunten hacia una producción y consumo sostenible, dichas fases se describen en la Figura 2.

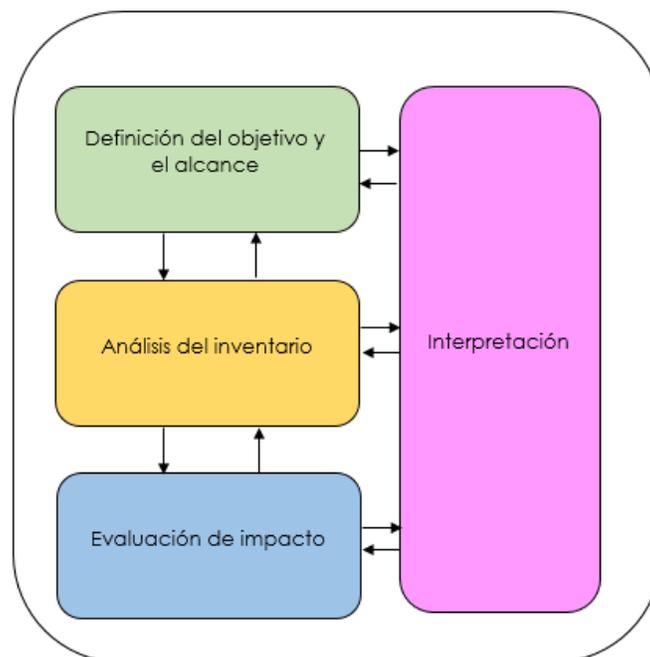


Figura 2. Fases del Análisis de Ciclo de Vida, Fuente: (ICONTEC, 2007)

Las cuatro fases definidas por el ICONTEC se relacionan, y cada una de estas depende de la anterior, por ejemplo, es posible que cuando se defina el análisis del inventario, no se tengan en cuenta algunos elementos y sea necesario redefinir el objetivo y el alcance, así mismo para las demás fases, además es importante mencionar que para la fase de interpretación se deben considerar las tres fases anteriores.

Para realizar el análisis y el cálculo correspondiente de la huella de agua y la huella de carbono, se siguen los pasos descritos en la Figura 2, teniendo presente que los cálculos son diferentes para cada huella.

3. Metodología para el manejo de residuos no convencionales y comerciales

La metodología para el manejo de residuos no convencionales o comerciales, denominados por la empresa como obsoletos; provienen principalmente de puntos de pago (muebles tiendas Stop y Yoyo), para calcular su cantidad se creó una base de datos de fundaciones aptas para dichos elementos en calidad de donación.

Estos objetos se consideran como obsoletos debido a que, aunque se encuentran en buen estado, no cumplen en el momento una función específica en el área comercial, por tanto, se busca realizar una gestión conforme a la política interna de obsoletos, con el fin de que los mismos no se desechen como un residuo ordinario y se les dé un segundo uso pertinente según su función principal.

4. Metodología de educación y formación ambiental

La metodología para la educación y formación ambiental se basó en: campañas, talleres y actividades didácticas para incentivar a la comunidad de la organización a participar de las jornadas, discusiones y reflexiones, alusivas al cuidado y preservación del medio ambiente.

Resultados y análisis

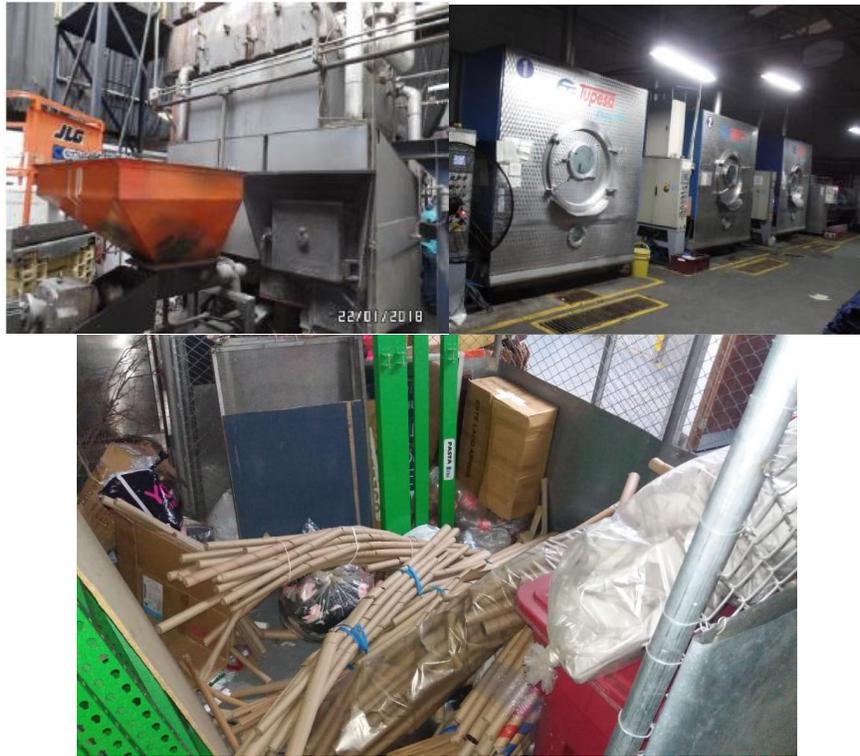
Para el cálculo de la huella de agua y la huella de carbono se siguieron los pasos estipulados en la Figura 2, así:

Definición del Objetivo:

- ¿Cuáles son las razones para llevar a cabo el estudio?

El crecimiento industrial implica el consumo de recursos naturales, este consumo la mayoría de las veces supera la oferta y la capacidad que tienen los recursos para abastecerse y renovarse, por estas razones se cree en la importancia de medir dicho consumo para que este sea realmente sostenible; para saber cuánto y de qué forma podrían ser los consumos adecuados, es importante usar herramientas de medición que nos indiquen qué cantidad de recursos se usa y cuánto realmente se necesita, unas de las estrategias que podrían ayudar a cuantificar y cualificar los consumos, son los cálculos de huella de agua y huella de carbono del producto, puesto que sirven como guía en la evaluación de impactos ambientales, que lleven a la implementación de herramientas y nuevos comportamientos que apunten a la producción y consumo sostenible.

Consciente de dicha problemática se propone en este informe como ejercicio el cálculo de la huella de agua y huella de carbono para la producción textil de la empresa Stop S.A.S, específicamente de uno de sus productos estrellas (Jean), dichas huellas serán calculadas a partir de consumos directos y alguna información adicional de consumo indirecto, para ejemplificar de manera más simple los posibles impactos ambientales de la producción textil de la empresa Stop S.A.S, se presenta algunas imágenes (ver imágenes 1, 2 y 3), en las cuales se muestra la caldera de 200 BHP que trabaja a carbón (emisiones), la planta en la cual se ven principalmente las lavadoras (tupesa) en el cual se presenta todo el proceso húmedo (vertimientos) y el centro de acopio de residuos sólidos (emisión y contaminación del suelo).



Imágenes 1-2-3. Caldera de 200 BHP, Planta (Lavadora) y Centro de Acopio Residuos Sólidos, (Impactos Ambientales Identificados), Fuente: Área Ambiental Stop S.A.S.

- ¿Cuál es la aplicación deseada de los resultados?

A partir de los resultados obtenidos de la determinación y evaluación de las huellas se propondrán las posibles estrategias que podrían ser adaptadas por la empresa Stop S.A.S y que los pueda encaminar hacia el uso racional y eficiente de los recursos que se traduzcan en una producción y consumo más sostenible.

- ¿Hacia quién están dirigidos los resultados?

Este informe, sus cálculos, interpretaciones y conclusiones están dirigidos al servicio del área ambiental de la empresa Stop S.A.S y a sus futuros manejos de producción, además de ser usado como material académico de la Universidad de Antioquia.

De acuerdo a lo mencionado los objetivos principales de este estudio para la evaluación de la huella de agua y huella de carbono de la producción del jean de la empresa Stop S.A.S en un periodo de 6 meses, en el cual se puedan identificar los impactos ambientales más críticos que tiene dicha actividad y que sirvan como guía para proponer las correctas estrategias que se podrían usar como herramientas de gestión ambiental dentro de la compañía, por

medio de la comunicación de los resultados y conclusiones que puedan promover cambios en materia ambiental hacia la producción y consumo sostenible.

Definición del Alcance:

-Unidad funcional

Para realizar un correcto análisis de ciclo de vida y poder implementar las fase propuestas por el ICONTEC (definición del alcance), se debe definir una unidad funcional, es decir un producto o servicio en este caso representativo de la cadena de producción de una organización, para el caso de estudio de este informe para la empresa Stop S.A.S, reconocida por la producción y comercialización de prendas femeninas, se toma como unidad funcional una producción de jeans realizada en 6 meses.

Unidad Funcional: Producción de jeans en 6 meses

Cantidad Unidad: 857.776

Cantidad (kg): 307.101

Procesos Principales: para poder entender más a fondo cada uno de los procesos descritos se define a continuación en la Tabla 1. los procesos principales. (Revelo, 2018):

Tabla 1. Procesos principales

Proceso	Descripción
Desengome	Eliminar las gomas o resinas que se encuentran en el Denim(tejido) y que se encargan de fijar las fibras.
Stone	Se usa para dar apariencia de desgaste, se usa una encima como agente desgastante que luego de terminado el proceso debe ser eliminada ya que podría seguir actuando en la prenda.
Bleach + Permanganato	Proceso que se usa para cambiar la tonalidad del Denim (tono claro), tratando de decolorar el color.
Neutralizado	por medio de este proceso se busca eliminar los residuos de permanganato que presentan las prendas, en la mayoría de los casos se usa metabisulfito o hidroxilamina para eliminar el permanganato.
Dirty	en este proceso cambia el color del Demin, adicionando tintes de algún color en específico y con esto darle una tonalidad diferente.
Sky bleach	proceso para dar apariencia de parches al Demin, se hace con diferentes químicos dependiendo de la tonalidad que se le quiera dar.

Blanqueo	Se busca bajar la tonalidad de la prenda, hacer una limpieza, en ocasiones en que la prenda llega demasiado cruda por medio de este proceso se busca realizar el descruce, este proceso se le realiza principalmente al Demin.
Antipillin	en este proceso se busca eliminar todo tipo de residuo o aglomeraciones de fibras en la superficie de los tejidos.

-Dimensión temporal y geográfica

El estudio se realizó en un periodo de 6 meses, contados de febrero de 2018 hasta julio de 2018. La empresa Stop S.A.S cuenta con 3 sedes:

Lavandería Stop (en proceso de cierre) ubicada en la carrera 51 # 10 B Sur-76, en esta sede se realizaban procesos de lavado, teñido y desgaste de prendas, procesos de los cuales se tomó la mayor información para este informe; los edificios de administración e ubicados en calle 12 #52 A- 24, en el cual se realizan procesos de corte, muestras, pruebas, recuperación y distribución a confeccionistas terceros, como es el caso de Confecciones J y A ubicada en carrera 50 # 30 - 87 del municipio de Don Matías .

-Límites del sistema

Para realizar un cálculo acertado de la huella de agua y de carbono es indispensable contar con información pertinente y veraz de las entradas (insumos, materiales, consumos, etc.) y salidas (producto, emisiones, vertimientos etc.), por tanto, de acuerdo a la información disponible y la dimensión temporal, se toman los límites del sistema de la "puerta a la puerta", teniendo en cuenta el proceso productivo desde que se recibe la tela para ser cortada, pasando por su confección hasta la prenda lavada en lavandería (ver Figura 3).

Cabe resaltar que la distribución y confección corresponden a procesos realizados por terceros y serán tomados como alcance 3, mientras que el área de corte y producción como alcance 1; finalmente, se tomará como alcance 2 servicios públicos.

En este estudio se excluyen las etapas de materias primas, pruebas de lavado, estampación, recuperación y distribución, debido a que no se cuenta con los datos necesarios para su análisis y a que los principales impactos ambientales detectados se presentan en la producción de la unidad funcional.



Figura 3. Alcance del análisis de ciclo de vida "de la puerta a la puerta", Fuente: Elaboración propia.

-Asignación de Cargas

Por facilidad de este estudio y debido a que en la empresa Stop S.A.S el producto estrella son los jeans, se omitirá la asignación de Cargas.

Análisis de Inventario para huella de agua

-Datos de Inventario

Para obtener los datos de inventario de las entradas y salidas de la empresa Stop se tienen en cuenta los registros de consumos mensuales de energía, agua, combustible y algunos insumos en las bodegas, los cuales hacen parte de los registros que lleva el área ambiental (Datos primarios), datos de producción como: el peso en kilogramos de jeans producidos, gasto energético de la maquinaria usada en el área de corte y la cantidad de combustible gastado en el transporte de los lotes desde la empresa al confeccionista y viceversa, estos últimos (Datos secundarios) debido a que el área ambiental no lleva registro de ellos, se hallaron para este trabajo realizando una búsqueda dentro de la organización.

-Datos y supuestos

A pesar de que la información recolectada de los datos secundarios es verás, se aclara que ésta corresponde a una muestra del proceso productivo de confección y transporte, ya que la empresa cuenta con múltiples confeccionistas, que al mismo tiempo pueden contratar terceros para el transporte de producción. Esta situación sugiere que pueden existir variaciones en los datos.

-Balance directo por áreas

El proceso de producción de la unidad funcional se ha tomado como un proceso integral; es decir, no se diferencian como valor único las entradas y

salidas en cada una las etapas del ciclo de vida, sino que se totalizan las entradas y salidas para el análisis; sin embargo, se presenta en la Figura 4. las entradas y salidas en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto (Jean), en el cual se muestran las entradas para hallar el cálculo de consumo de agua directo (relacionando agua de entrada y vertimientos), y el consumo de agua indirecto (electricidad y combustible).

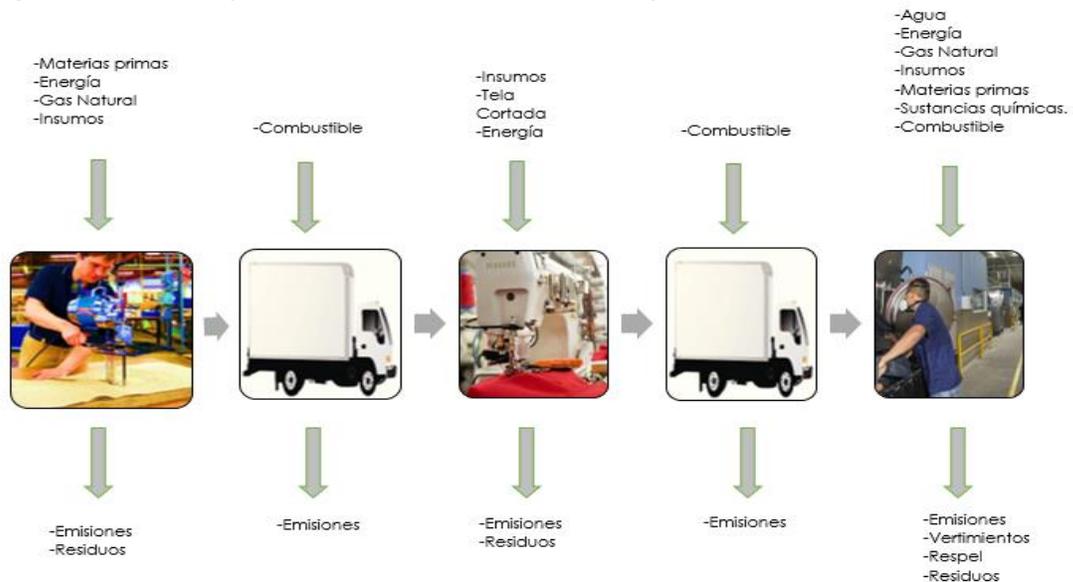


Figura 4. Entradas y salidas en cada una de las etapas del ACV (Figura 3.), Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la Figura 5 el proceso de forma global para la producción de jeans en la empresa Stop S.A.S.



Figura 5. Proceso integral de Producción de Jeans. Fuente: elaboración propia

Nota figura 5

Las etapas marcadas con asterisco (*) en la Tabla 5, hacen alusión a que pueden quedar condicionadas la continuidad de las siguientes etapas, ya que los procesos se hacen con grandes cantidades de producción, y es posible que se tengan que hacer reprocesos o se cambia el proceso definido desde el área de diseño y área técnica.

-Levantamiento de información

Para el levantamiento de la información se contó con el apoyo y disposición de las áreas ambiental, técnica y de ingeniería; para los datos de producción, igualmente con las áreas de insumos y materias primas. La información recolectada fue posteriormente procesada para calcular los datos de consumo en las unidades requeridas.

Es importante mencionar que sólo se reportan, los consumos que tiene la empresa en cuanto al agua de uso directo, ver Tabla 2.

Tabla 2. Levantamiento de Información semestral

Levantamiento de información Semestral			
	Unidad	Cantidad (semestral)	Área responsable
Producción	kg	307101	Técnica-Ingeniería
Agua de Uso Directo: Extraída			
Acueducto	m ³	15712,50	Ambiental
Datos para Agua de uso indirecto: Electricidad y combustible			
Electricidad	Kw/h	8144,32	Ambiental
Gas natural	m ³	1734,02	Ambiental
Diésel	m ³	1,35	Ambiental
Carbón	t	92,92	Ambiental

-Análisis de calidad de los datos

La calidad de los datos cuenta con una precisión media, ya que algunos de estos se calcularon según actividades productivas realizadas, a las que no se les realiza un seguimiento continuo. La entrada de agua se tomó del indicador de consumo el cual se registra mes a mes, la salida de agua (vertimiento), se calculó por medio de un balance hídrico teniendo en cuenta la pérdida de agua por evaporación en el secado de la prenda, ya que la empresa no cuenta con un medidor de salida de sus aguas residuales.

Los datos correspondientes a los consumos indirectos, electricidad y combustibles, fueron tomados del Manual de aplicación de evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046 (Fundación Chile et al., 2017), en el cual usa la base de datos Quantis, la cual se compone de datos de análisis de ciclo de vida de ecoinvent v2.2. Aunque los datos no se ajusten completamente al caso de estudio, se tomarán como referencia para la realización de este ejercicio.

-Determinación de agua consumida por usos directos

Este consumo de agua directo se halla a partir del balance hídrico como se muestra en la siguiente ecuación, tomando en cuenta los datos presentados en la Tabla 3.

$$\Sigma \text{entradas} = \Sigma \text{salidas} = \text{Agua Consumida (Evaporada)} \text{ Ecuación 1.}$$

$$\Sigma \text{entradas} - \Sigma \text{salidas} = \text{Agua Consumida (Evaporada)} \text{ Ecuación 2.}$$

Tabla 3. Entradas y Salidas de Agua de uso directo

Información para hallar agua consumida por uso directo (m³)			
	Unidad/semestral	Cantidad	Área responsable
Agua Entrada (Acueducto)	m ³	15712,50	Ambiental
Agua de Salida	m ³	15536,66	Ambiental

El agua de uso indirecto se calculó con la ecuación 2. y el resultado se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Agua de uso directo (m³)

Agua de uso directo (m³)	175,84
--	---------------

Se puede evidenciar que aunque un balance describe que las entradas de un sistema, son iguales a las salidas del mismo, esta relación no se cumple en este caso, porque existen factores como la evaporación del agua debido a los procesos que se ven sometidos a altas temperaturas, y a la capacidad que tiene la prenda de absorber el agua, además hay que analizar el uso consuntivo que se le da a esta agua, puesto que para su captación esta cumple con parámetros de consumo al contrario de la que es vertida que no cumple en su totalidad con la norma de vertimientos (Resolución 0631 de 2015).

-Determinación de agua consumida por usos indirectos

Para determinar el agua consumida por la electricidad y los combustibles, primero es importante conocer el tipo de proceso que se realiza para generar dichos insumos y la cantidad de agua que se utiliza para fabricarlos, esta información es limitada, por lo que se usaron datos de referencia del ejemplo aplicado en el cual se usó la base de datos Quantis, en la Tabla 5. se muestran dichos datos.

Segundo, se debe encontrar el agua consumida de uso indirecto, que es simplemente la multiplicación entre la cantidad de insumo utilizado en la organización por el agua consumida en dichos procesos según la base de datos y luego sumar todos estos consumos de agua de uso indirecto como se ve en la Tabla 6.; cabe resaltar que las unidades en las que se presenta el consumo de los insumos en la empresa Stop S.A.S, debe estar en las unidades en que se presenta para la base de datos; es decir, si la cantidad de agua consumida para la producción de carbón en la base de datos se encuentra

MJ, la cantidad consumida por la empresa debe presentarse en la misma unidad (ver Tabla 5).

Tabla 5. Cantidad de Agua usada en cada uno de los procesos para fabricar el insumo

Información para hallar agua consumida por uso indirecto (m³)			
	Unidad según base de datos	Cantidad de insumo utilizado	Agua Consumida (Quantis) m³
Electricidad	Kw/h	8144,32	0,0163
Gas natural	MJ	64222,96	0,0000105
Diésel	kg	1126,19	0,000124
Carbón	MJ	388761,75	0,000038

Como se observa en la tabla 6, el mayor consumo de agua indirecto se presenta por el uso de energía, ya que no sólo se presenta un alto consumo energético en este tipo de industria, sino que la generación de esta requiere de una cantidad considerablemente alta de agua para mover las turbinas, para el caso de Colombia (energía hidroeléctrica). Contrario para el Diesel, es el insumo que menos consumo de agua cuenta en comparación con los demás, si sólo se tiene en cuenta el proceso de refinación de petróleo y no la extracción del recurso, aunque su uso sea consuntivo.

Tabla 6. Agua de Uso Indirecto (m³)

Tipo	Agua de uso indirecto (m³)
Electricidad	132,752
Gas Natural	0,674
Diesel	0,140
Carbón	14,773
Total, Agua de uso indirecto (m³)	148,339

Luego para hallar el agua total consumida y en resumen la cantidad de agua que se utiliza en el proceso (huella de agua), se resuelve la Ecuación 3., que se evidencia en la Tabla 7, en la cual se muestra la huella de agua calculada para la unidad funcional propuesta.

$$\text{Agua total consumida (HA)} = \text{Agua consumida directa} + \text{Agua consumida indirecta} \text{ Ecuación 3.}$$

Tabla 7. Agua Total Consumida Huella de Agua

Agua de uso Directo (m ³)	Agua de uso indirecto (m ³)	Agua Total Consumida HA(m ³)
175,84	148,339	324,179

La huella de agua calculada para el análisis de ciclo de vida de la unidad funcional descrita para este estudio, en el periodo de observación de seis meses fue de 324,174 m³, los cuales corresponden a los consumos directos e indirectos de agua de la producción de la unidad funcional.

El resultado de esta huella puede visualizarse como “pequeño”; sin embargo, este consumo implica impactos ambientales negativos en el ecosistema, debido a la gran cantidad de insumos necesarios para llevar a cabo la producción masiva de las prendas de jean. Es importante mencionar que, aunque no se evalúe el impacto, el agua que retorna a la fuente, se sabe que no retorna en las mismas condiciones en la que fue recibida por lo que se describe como un uso no consuntivo del recurso.

Evaluación de Impactos relacionados con el Recurso Hídrico

Como indicador de impacto se evaluará el WIIX (Water Impact Index), el cual evalúa el impacto por el uso de agua y representa un balance hídrico, tanto de las entradas como de las salidas de agua, este depende de un factor de calidad de las aguas, (para este informe se evaluará Sólidos Suspendidos Totales) y el estrés hídrico (WSI), lo que entrega un resultado de consumo equivalente de agua (m³eq. WIIX) el cual por falta de información se calcula únicamente para el uso de agua directa ya que si se tiene en cuenta para el agua de uso indirecto se tendría que tener en cuenta factores como el régimen hidrológico de la zona de extracción del insumo entre otras. (Fundación Chile et al., 2017).

El WIIX se calcula para cada una de las aguas extraídas y para cada una de las aguas descargadas al ambiente por la empresa, así:

$$WIIX_{E,S} = ((E * Q_E * WSI_E) - (S * Q_S * WSI_S)) \text{ Ecuación 4.}$$

Dónde

E: Volumen de agua extraída

S: Volumen de agua descargada

Q_{E,S}: Factor de calidad (extraída y descargada)

WSI_{E,S}: Índice de estrés hídrico (extraída y descargada),

Para encontrar el factor de $Q_{E,S}$, en necesario resolver la siguiente ecuación:

$$Q_{(E,S)} = \min\left(1; \frac{C_{Ref}}{C_{(E,S)}}\right) \text{ Ecuación 5.}$$

Dónde:

C_{Ref} : Concentración de referencia (Dto. 475 de 1998 -Resolución 0631 de 2015, Art 5,13 y 16).

$C_{E,S}$: Concentración (Extraída, descargada).

$Q_{E,S}$ es el valor mínimo entre 1 y el valor del cociente de la concentración de referencia y la concentración de la entrada o la salida; si la relación de las concentraciones es menor que 1, el factor de calidad toma este valor, eso quiere decir que la concentración de la entrada o la salida supera la concentración de referencia, pero si la concentración de la entrada o la salida no excede la concentración de referencia, el factor de calidad toma el valor de 1.

En la Tabla 8. se presentan los valores de análisis para este indicador de impacto.

Tabla 8. Información para Evaluar WIIX

Levantamiento de información- Evaluación de Impacto WIIX					
Entrada		Salida		Valores de Referencia (Dto. 475-98) (E)	Valores de Referencia (Res 0631-2015) (S)
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	400	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	96	Sólidos suspendidos totales (mg/l) = <500	Sólidos Suspendidos Totales (mg/l) = 75
WSI (Water Stress Index)- (ENA,2014)	0,01	WSI (Water Stress Index)- (ENA, 2014)	0,01		

Según las indicaciones dadas para encontrar este índice, se necesita saber el valor del factor de calidad $Q_{E,S}$, se tendrá en cuenta la explicación anterior por lo que el valor de $Q_E=1$ y el valor de $Q_S=0,8$. Por lo tanto se encuentra el valor del WIIX de la ecuación 4 con los siguientes resultados.

Tabla 9. Resultado WIIX para análisis de impacto de agua de uso directo

WIIX (m³eq WIIX)
32,83

Este valor nos indica que el 19% de agua consumida de uso directo; es decir que gracias al uso de agua de manera directa (acueducto-alcantarillado) se podría decir que 32,83 m³eq WIIX, de 175,84 m³ de agua de uso directo, presentan un impacto del 19% por el parámetro sólidos suspendidos totales teniendo en cuenta que es el parámetro que regularmente no se cumple para esta actividad según la normativa (Resolución 0631, 2015) y que es una de los más críticos para la empresa, por lo que se ha buscado por distintos medios tratar dicha agua para que el impacto por uso de ésta sea menor.

Análisis de Inventario para huella de carbono

Continuando con lo propuesto en la metodología para el cálculo de huella de agua y de carbono se presentan los resultados para el cálculo de huella de carbono según la NTC-ISO 14064 de 2006 que al igual que la NTC-ISO 14046 de 2014 son herramientas basadas en el análisis de ciclo de vida por lo que el objetivo del estudio, el alcance y los límites del sistema ya se definieron para este informe; retomando, la huella de carbono corporativa tiene como fin principal orientar a nivel organizacional en la cuantificación, reporte, seguimiento, validación y verificación de la huella de carbono para certificación (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

En el alcance del estudio se definieron una serie de etapas las cuales están basadas en el ACV, por lo que se establecen las emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas (Alcance 2) y otras emisiones indirectas (Alcance 3) en la Tabla 10. se muestra la descripción de cada una de las actividades asociadas a los diferentes alcances.

Tabla 10. Identificación de alcance, según actividad

Alcance	Actividad
AL 1	Combustible para caldera (Carbón)
AL 2	Equipos corte, horno de curado (Gas Natural)
AL 2	Servicio eléctrico para el área de corte, confeccionista y bodegas lavandería
AL 3	transporte a terceros (Diesel)

-Cuantificación de las emisiones

En la Tabla 11. se muestran los consumos relacionados con las actividades descritas anteriormente, para este estudio y se presentan en la Tabla 12 los Factores de emisión de cada uno de éstos (Fecoc, 2016).

Tabla 11. Información recopilada para cálculo huella de carbono

Levantamiento de información Semestral			
	Unidad/semestral	Cantidad	Área responsable
Producción	kg	307101	Técnica-Ingeniería
Electricidad	Kw/h	8144,32	Ambiental
Gas natural	m ³ ST	1734,02	Ambiental
Diésel	L	1353,60	Ambiental
Carbón	Ton	92,92	Planta-Ambiental

Tabla 12. Factores de emisión

Factor de Emisión (Fecoc-2016)		
	Unidad/semestral	Cantidad
Electricidad	KgCO ₂ eq/kWh	1,990
Gas natural	KgCO ₂ eq/ m ³ ST	1,9801
Diésel	kgCO ₂ eq/L	2,67
Carbón	KgCO ₂ eq/Ton	2277,449

A diferencia del cálculo de huella de agua, el cálculo de huella de carbono es mucho más sencillo, si se cuenta con la información necesaria para hallarlo, dicho cálculo se puede encontrar haciendo uso de la ecuación 6; como ya se había mencionado la huella de carbono hace referencia a las emisiones de gases de efecto invernadero y se dan en KgCO₂eq.

$$Emisiones\ de\ GEI\ (HC) = \sum DA * FE \quad \text{Ecuación 6.}$$

Dónde

DA= Son los datos de consumo de la actividad, dependiendo de los consumos (semestral).

FE= Factor de emisión, depende de cada una de las actividades y del tipo de combustible (Fecoc,2016).

la sumatoria es de todos los combustibles, sin discriminar la actividad ni su alcance para obtener así la totalidad de la huella de carbono, en Tabla 13. se muestra la emisión individual de cada una de las actividades con el factor de emisión correspondiente para cada factor de emisión, y en la Tabla 14. se presenta el sumatorio total, que corresponde al total de emisiones de GEI O huella de carbono.

Tabla 13. Emisión de GEI, de cada una de las actividades

Alcance	Actividad	Factor de Emisión	Dato	Emisión (KgCO₂eq)
AL 1	Combustible para caldera (Carbón)	2277,449 KgCO ₂ eq/Ton	92,92 ton	211620,56
AL 2	Equipos corte, horno de secado (Gas Natural)	1,9801 KgCO ₂ eq/m ³ ST	1734,02 m ³ ST	3433,53
AL 2	Servicio eléctrico para el área de corte, confeccionista y bodegas lavandería	1,99 KgCO ₂ eq/kWh	8144,34 kW/h	16207,20
AL 3	transporte a terceros (Diesel)	2,67 KgCO ₂ eq/L	1353,60 L	3614,11

Se evidencia que la actividad que genera mayor impacto ambiental, por sus grandes emisiones de GEI, es el uso Caldera, a pesar de que para el 2018 se realizó un muestreo isocinético (obligatorios, según resolución 909 de 2008) el cual cumplió con los parámetros permisibles, el alto consumo de carbón es un factor considerable para definir las emisiones, aunque la cantidad usada no sea muy grande, el factor de emisión según Fecoc (Factor de Emisión de Combustibles de Colombia) es muy alto, con un valor de: 2277,449 Kg CO₂ eq/Ton; al final la emisión por el uso de este combustible representa el mayor valor de; 211620,56 KgCO₂eq.

En la Tabla 14. se presenta el total de emisiones semestrales, luego de realizar la sumatoria de todas las emisiones generadas por las actividades realizadas en la unidad funcional en estudio, con lo cual se puede calcular la huella de carbono propuesta en este estudio. Dicho resultado representa un valor considerable de emisiones de GEI en KgCO₂eq

Tabla 14. Emisión de GEI totales, Huella de Carbono

Total, de emisiones semestrales (HC) (KgCO₂eq)	234.875,40
--	------------

La huella de carbono hallada durante el tiempo de estudio (6 meses de producción de la unidad funcional) arrojó un resultado de 234.875,40 KgCO₂eq, un valor significativo debido a los altos consumos de carbón, gas natural, energía y combustible, como parte de las actividades diarias de la industria, aportando al aumento del calentamiento global ya sea directa o indirectamente

Manejo de residuos no convencionales o comerciales

Para la entrega en donación de los obsoletos, específicamente puntos de pago del área comercial, primero es importante saber que dichos muebles, están fabricados en material MDF y cuentan con medidas de; 0,8 m de alto X 1,20 m de alto, dichos puntos se encuentran principalmente en las tiendas Stop y Yoyo.

La gestión para la entrega de la donación a las fundaciones se realizó con el fin de dar un segundo uso a este material, que, a pesar de encontrarse en buen estado, ha dejado de ser útiles para la empresa; sin embargo, representan un beneficio para otros.

Las actividades que se realizan para la gestión de las donaciones son la siguientes:

- ✓ Usar como herramienta la base de datos de las tiendas Stop y Yoyo de todo el país que contiene los datos de ubicación, teléfono, líder de tienda y puntos de pago que serán dados en donación.
- ✓ Contactar con los líderes de las tiendas y el auxiliar de mantenimiento de la zona para concretar el día y la hora del cambio de los puntos de pago y también se les recuerda que a este tipo de elemento se le debe realizar retirar la marca, además de concertar con las tiendas cuál sería el horario indicado para su entrega.
- ✓ Definir el itinerario y las responsabilidades, se contacta con una fundación que cumpla con los requisitos (RUT y la posibilidad de un entregar un certificado de donación) y cuente con la capacidad de recolección de dichos obsoletos.
- ✓ Hacer seguimiento para que la entrega de los puntos de pago sea exitosa.

A continuación, se presenta en las Imágenes 4 y 5. el estado de dicho obsoleto y uno de los fines que las fundaciones les han dado a estos muebles.



Imágenes 4-5. Puntos de Pago para donación - Ejemplo de uso de punto de pago donado a la Fundación La Divina Providencia en la ciudad de Cali de la tienda Yoyo.

Educación y formación ambiental

Durante el tiempo estipulado para esta práctica académica (seis meses), se realizaron actividades en temas de educación y formación ambiental, como una de las herramientas más importantes y complejas de la gestión ambiental en una organización, teniendo en cuenta el cambio cultural requiere de constancia y dedicación si se quiere lograr un resultado satisfactorio.

Durante el trabajo realizado se presentaron retos, derivados del hecho de que no todas las personas comprenden y comparten la idea de la preservación y mitigación como un pilar para evitar futuros impactos ambientales; a pesar de las dificultades presentadas, en conjunto con el área se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Capacitaciones en el manejo adecuado de residuos sólidos al área de servicios generales.
- ✓ Campañas representativas de fechas alusivas a temas ambientales como: el día internacional del árbol, el día internacional del uso eficiente de la energía.
- ✓ Talleres didácticos: taller de reciclaje navideño.
- ✓ Una herramienta menos formal, como el voz a voz, que sirvió para que las personas se interesaran por los temas ambientales y su adecuado manejo.

Para todas estas estrategias se recurrió a herramientas visuales que ayudan a comprender más al receptor de la información los temas ambientales y afianzar sus conocimientos.

En el taller didáctico realizado (ver imágenes 6. y 7.) se permitió a las personas explorar su imaginación en decoración navideña utilizando material reciclable de fácil disponibilidad.



Imágenes 6-7. Taller de Reciclaje Navideño 2018; Fuente: Área Ambiental Stop S.A.S.

Conclusiones

- Se concluye que el consumo de agua directo incluido para el cálculo de huella de agua podría ser menor, si en los procesos de lavado de los jeans sobre todo en procesos como el Sky Bleach con permanganato, se disminuye la relación de baño, ya que en dicho proceso como en muchos otros se puede usar menos cantidad de agua para obtener el mismo resultado, puesto que la prenda va en contacto directo con el permanganato impregnado en los trapos (ver Tabla 1).
- Igualmente, la cantidad de insumos químicos utilizados en estos procesos es elevado, por tanto, se recomienda realizar un análisis técnico exhaustivo que permita reducir materia prima y consumo de agua; así mismo analizar la posibilidad de recircular el agua de los procesos que ya contienen sustancias químicas, como es el caso del permanganato.
- Se determinó que el mayor responsable de las emisiones de CO₂ a la atmosfera se debe es la quema de combustible (Carbón) en las calderas.
- El consumo energético, se podría manejar de manera más eficiente y adecuada dentro de la organización, con estrategias como el aprovechamiento de la luz natural, evitar consumos innecesarios de energía como: aires acondicionados, equipos conectados, alta oferta de máquinas sin uso, etc. y mejorando las condiciones de operación y mantenimiento de la caldera.

- Se determinó la importancia de la implementación de una política para el manejo de los obsoletos de la empresa, que gracias a lo evidenciado se encontró que estos se generan en grandes cantidades y en tiempos irregulares.
- Se resalta la importancia del área ambiental dentro de la organización y como ésta debe continuar con su papel de formador en educación ambiental, ya que muchos de las áreas de la empresa tienen el cuidado y preservación del medio ambiente desligado de sus labores diarias.
- Se evidencia la necesidad de establecer de acuerdo a las conclusiones anteriores estrategias de producción y consumo sostenible que lleven a la organización a lograr un mejoramiento en el cuidado del ambiente y a un aumento de su competitividad dentro de la industria textil.
- Se determina la importancia de materializar las propuestas del área ambiental encaminadas a generar ahorros y lograr eficiencias en los procesos productivos de la organización.

Referencias Bibliográficas

Agenda 21. (s.f.). *Educación y Formación Ambiental*. Obtenido de Agenda 21:

<http://www.absostenible.es/index.php?id=92>

Álvarez Prado, L., & Puig Ventosa, I. (2006). La Fiscalía de los Residuos Comerciales. *Revista Residuos*, 22-29.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Guía de buenas prácticas para el manejo, consumo y cuidado del agua*. Medellín.

Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS, Embajada de Suiza en Colombia, Agencia Suiza para la Cooperación y el

Desarrollo COSUDE. (2016). Martínez A., Chargoy J., Puerto M., Suppen

N., Rojas D. Autores contribuyentes: Alfaro S, Ayes D., Barrantes L.,

Carrasco L., Castro J., Charlón V., Civit B., Conza A., Díaz C., Díaz L.,

Farell C., Francke I., García A., Gmünder S., González M., Grisales C.,

Laura R., Lloret P., Monteiro R., Naranjo C., Papi S., Peña C., Petrocelli

N., Revilla V., Rodríguez L., Rosa E., Sacayón E., Toro C., Vera A., Victoria

J., Villarraga J. Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina,

Análisis y Recomendaciones para una Coherencia regional. 90 p.

Centro Nacional de Producción y consumo sostenible y Tecnologías Ambientales. (2016). *Diagnóstico para la Producción y consumo sostenible de la Empresa Stop S.A.S*. Medellín.

- Centro Nacional de Producción y consumo sostenible. (2018). Producción y Consumo Sostenible. Obtenido de CNPML: http://www.cnpml.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=30
- Contreras, O. A. (2011). *Diagnóstico de Implementación de Metodología de Cálculo de la Huella de Agua y la Huella de Carbono en Empresa DSM*. Puerto Montt – Chile: Universidad Austral de Chile.
- Departamento Nacional de Planeación. (21 de diciembre de 1994). Política Nacional Ambiental, Salto Social Hacia el Desarrollo Humano Sostenible.
- Ecolec Fundación. (2018). *Residuos Comerciales*. Obtenido de ecolec: <https://www.ecolec.es/informacion-y-recursos/tipos-de-residuos/comerciales/>
- enColombia. (s.f.). *Industria Textil*. Recuperado el 06 de Julio de 2018, de enColombia: <https://encolombia.com/economia/informacion-economica/algodon/industriatextil/>
- EPM. (s.f.). *Descripción del Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello*. Obtenido de epm: <https://www.epm.com.co/site/Portals/0/Institucional/perfil%20proyecto%20BID.pdf>
- Fundación Chile y la ONG Agualimpia. (noviembre de 2017). *Manual de Aplicación de Evaluación de Huella Hídrica Acorde a la Norma ISO 14046*. Santiago de Chile: Fundación Chile.
- Huella de Ciudades. (s.f.). *Manual para la Evaluación de la Huella Hídrica*.
- ICONTEC. (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14040 (Gestión Ambiental: Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia)*. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá, D.C.
- Jefatura del Estado. (12 de mayo de 2016). *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*. Obtenido de Legislación Consolidada: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-13046-consolidado.pdf>
- López, B. (20 de enero de 2017). *Cómo calcular el consumo de gasolina de mi coche*. Obtenido de UnComo: <https://motor.uncomo.com/articulo/como-calcular-el-consumo-de-gasolina-de-mi-coche-22326.html>
- Manazza, Francisco. (2012). *Cuantificación y valoración económica del uso consuntivo del agua en los principales productos de las cadenas lácteas de La Pampa y San Luis*. - 1a ed. – San Luis: Ediciones INTA. 70 p.
- MinAmbiente . (17 de marzo de 2015). Resolución 0631 (Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas

- de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones). Bogotá, D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Medio Ambiente. (agosto de 1997). Política Nacional de Producción y consumo sostenible. 43.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (30 de diciembre de 2005). Decreto 4741. Bogotá, D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (28 de Marzo de 2005). Decreto 838 de 2005. Obtenido de Minambiente: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. 71.
- Ministro de Desarrollo Económico. (7 de Agosto de 2002). Decreto 1713 de 2002 (Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral). Obtenido de cdmb: <http://www.cdmb.gov.co/web/ciudadano/centro-de-descargas/273-decreto-1713-2002-1/file>
- Ministerio de Minas y Energía. (22 de junio de 2007). Decreto 2331 de 2007. Bogotá, D. C.
- Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, (19 de diciembre de 2003.). Decreto 3683. Bogotá, D. C.
- Nandwani, S. S. (2005). Energía Solar Conceptos Básicos y su Utilización. Universidad Nacional.
- Organización Panamericana de la Salud, ONU, EPIS Y Cosude. (2004). Guía de Diseño para Captación de Agua Lluvia. UNATSABAR.
- Revelo, D. A. (2018). Informe Sobre los Procesos y Maquinaria de la Lavandería Stop S.A.S. Medellín.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). Guía para el Cálculo y Reporte de Huella de Carbono Corporativa. Bogotá D.C: Subdirección de Políticas y Planes Ambientales.
- Stop S.A.S. (2016). Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (Lavandería Stop S.A.S). Medellín.
- SDC – PUELO. (2015). Índice de Estrés Hídrico para Subzonas Hídricas de Colombia.
- Tello, I., Mirella, C., Hernández, V., & G, J. (2012). Ecoeficiencia y Competitividad: Tendencias y Estrategias con Metas Comunes. EIDENAR, 33-39.
- upme. (2016). Calculadora Fecoc 2016. Obtenido de upme: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

World Resources Institute, ICLEI - Gobiernos Locales por la Sustentabilidad y Grupo de Liderazgo de Ciudades contra el Cambio Climático C40. (2007). *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria*.