

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MATERIALES AVANZADOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

***DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS ESTRATÉGICAS
EN ECONOMÍA CIRCULAR PARA UNA
INDUSTRIA DE MÁQUINA HERRAMIENTA EN
EL ÁREA DE MEDIOAMBIENTE***

Estudiante	<i>Agirre Muñoz, Jon Iñigo</i>
Directora	<i>Caballero Iglesias, Blanca</i>
Departamento	Ingeniería Química y del Medio Ambiente
Curso académico	<i>2021-2022</i>

Bilbao, 28 de febrero de 2022

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Máster (TFM) se han realizado un diagnóstico y unas propuestas de mejora en economía circular y sostenibilidad en una empresa de máquina – herramienta como es SHUTON (Legutio, Araba).

Este proyecto se ha llevado a cabo bajo el contexto del programa Circular Berrindartzea; donde el Gobierno Vasco, mediante la sociedad pública IHOBE, bajo convenio con la empresa mencionada ha financiado y guiado este proyecto. Para llevar a cabo el diagnóstico de la situación actual de SHUTON en economía circular, se ha realizado una formación inicial. Mediante varias herramientas ofrecidas por IHOBE, se ha evaluado el contexto en el que se encuentra la empresa. Después se han identificado varias oportunidades en las que la empresa podría avanzar en términos de economía circular. Una vez evaluados las oportunidades, se han seleccionado dos de ellas para desarrollar; el procedimiento de embalajes y la logística de los transportes.

PALABRAS CLAVE: Economía circular, sostenibilidad, ACV, HAC, diagnóstico

LABURPENA

Master Amaierako Lan honetan (TFM), SHUTON bezalako makina-erremintako enpresa batean ekonomia zirkularra eta iraunkortasuna hobetzeko diagnosia eta proposamenak egin dira.

Proiektu hau Circular Berrindartzea programaren testuinguruan gauzatu da; bertan, Eusko Jaurlaritzak, IHOBE sozietate publikoaren bitartez, aipatutako enpresarekin sinatutako hitzarmenean, proiektu hau finantzatu eta gidatu du. SHUTONek ekonomia zirkularrean egun duen egoeraren diagnostikoa egiteko, hasierako prestakuntza egin da. Ihebek eskainitako hainbat tresnaren bidez, enpresaren testuingurua ebaluatu da. Ondoren, enpresak ekonomia zirkularrari dagokionez aurrera egin dezakeen hainbat aukera identifikatu dira. Aukerak ebaluatu ondoren, horietako bi hautatu dira garatzeko; bilgarrien prozedura eta garraioen logistika.

HITZ-GAKOAK: ekonomia zirkularra, jasangarritasuna, BZA, HAC, diagnostikoa

ABSTRACT

During this Master's Thesis (TFM), a diagnosis and proposals for improvement in circular economy and sustainability in a machine-tool company such as SHUTON have been carried out.

This project has been carried out within the context of the Circular Berrindartzea programme; where the Basque Government, through the public company IHOBE, under an agreement with the company, has financed and guided this project. In order to carry out the diagnosis of the current situation of SHUTON in circular economy, an initial training has been carried out. Using various tools offered by IHOBE, the context in which the company finds itself was assessed. Then, several opportunities were identified in which the company could make progress in terms of circular economy. Once the opportunities have been evaluated, two of them have been selected for development, the packaging process and transport logistics.

KEY WORDS: Circular economy, sustainability, LCA, HAC, diagnostic

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	2
1.2	ACOTACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3	ANTECEDENTES.....	3
2	OBJETIVOS	4
2.1	OBJETIVO PRINCIPAL	4
2.2	OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	4
3	ESTADO DEL ARTE	5
3.1	ECONOMÍA CIRCULAR.....	5
3.1.1	Economía circular en la historia.....	6
3.1.2	Impactos de la economía circular	7
3.1.3	Funcionamiento de la economía circular.....	7
3.1.4	Análisis de Ciclo de Vida	8
3.1.5	Huella Ambiental Corporativa	9
3.2	SHUTON	10
3.2.1	Método de trabajo.....	11
3.3	SHUTON EN LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	18
3.3.1	Vigilancia legislativa.....	20
3.3.2	Vigilancia comercial.....	23
3.3.3	Vigilancia tecnológica	24
3.3.4	Vigilancia competitiva	25
3.3.5	Conclusiones de la vigilancia.....	26
4	METODOLOGÍA.....	28
4.1	DIAGRAMA DE GANTT.....	29
5	ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	32
5.1	ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV).....	32
5.1.1	Objetivo y alcance	32

5.1.2	Análisis del inventario	32
5.1.3	Evaluación del impacto ambiental.....	33
5.1.4	Interpretación.....	35
5.2	HUELLA AMBIENTAL CORPORATIVA (HAC) + EC	37
5.2.1	Herramienta IHOBE.....	38
5.2.2	Resultados de HAC + EC	42
5.2.3	Conclusiones HAC + EC.....	45
6	IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES	48
6.1	INSTRUMENTOS DE LA EMPRESA EN LA ECONOMÍA CIRCULAR	48
6.2	RETOS IDENTIFICADOS.....	50
6.3	OPORTUNIDADES	51
6.4	SELECCIÓN DE OPORTUNIDADES	52
7	DESARROLLO DE LA OPORTUNIDAD: EMBALAJES	54
7.1	PROCEDIMIENTO DE EMBALAJE ACTUAL	54
7.1.1	Embalado de husillos.....	54
7.1.2	Destino nacional	56
7.1.3	Destino Europa.....	56
7.1.4	Destino resto del mundo.....	58
7.2	CUESTIONARIO A CLIENTES.....	59
7.3	ELECCIÓN DE MATERIAL DE EMBALAJE	61
7.3.1	Criterios de sostenibilidad, circularidad y disminución del impacto medioambiental	61
7.3.2	Criterios de seguridad y prestaciones.....	62
8	DESARROLLO DE LA OPORTUNIDAD: TRANSPORTES	63
8.1	ANÁLISIS ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE HUSILLOS.....	63
8.2	ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE SECTOR FERROVIARIO	63
8.2.1	Resultados comparativos de ambos formatos logísticos.....	64
8.2.2	Conclusiones.....	65
9	CONCLUSIONES.....	66

10	LÍNEAS FUTURAS.....	68
11	BIBLIOGRAFÍA	69
12	ANEXOS	72
12.1	ANEXO A: COMUNICACIÓN ANUAL DE ENVASES Y EMBALAJES DE SHUTON DEL AÑO 2019.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Esquema del funcionamiento de la economía circular [3].....	5
Figura 3.2: Diagrama del proceso de producción de SHUTON	12
Figura 3.3: Diagrama de producción del eje del husillo	13
Figura 3.4: Diagrama de producción de la tuerca del husillo	15
Figura 3.5: Diagrama del ensamblaje del husillo.....	17
Figura 5.1: Análisis del Ciclo de Vida de los husillos producidos en SHUTON.....	37
Figura 5.2: Resultados relativos de los aspectos significativos por alcances	43
Figura 5.3: Resultados relativos de los aspectos significativos por familias	44
Figura 5.4: Resultados relativos de los aspectos significativos por subfamilias.....	45
Figura 7.1: Embalado del eje del husillo.....	54
Figura 7.2: Cerramiento con cinta del embalado del husillo	55
Figura 7.3: Embalado de la tuerca del husillo.....	55
Figura 7.4: Resumen del embalado completo del husillo	55
Figura 7.5: Calzo en V de madera	56
Figura 7.6: Criterios de selección del material de la caja	57
Figura 7.7: Colocación del husillo dentro de la caja	57
Figura 7.8: Sello del tratamiento fitosanitario de la madera.....	58
Figura 7.9: Sello de identificación del origen "MADE IN SPAIN" del producto en la madera	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Legislación vigente que repercute a SHUTON	21
Tabla 3.2: Legislación prevista que podrá repercutir a SHUTON.....	22
Tabla 3.3: Oportunidades de las que puede llegar a beneficiarse SHUTON	23
Tabla 4.1: Diagrama de GANTT de planificación del proyecto	31
Tabla 5.1: Características de los estándares de husillos preparados	34
Tabla 5.2: Entradas de datos para el cálculo de la Huella Ambiental Corporativa	40
Tabla 5.3: Resultados de la HAC por alcances	43
Tabla 5.4: Resultados de la HAC por familias	44
Tabla 5.5: Resultados de la HAC por subfamilias.....	45
Tabla 6.1: Instrumentos a mano de la empresa para el avance en economía circular, departamento responsable y antecedentes al respecto en caso de haberlos	49
Tabla 6.2: Valoración del impacto conseguido por cada uno de los instrumentos respecto a las estrategias de economía circular	50
Tabla 8.1: Resumen de los parámetros de la logística por carretera	63
Tabla 8.2: Comparación de los parámetros según el sistema logístico	64

NOMENCLATURA

ABREVIATURAS

TFM	Trabajo de Fin de Máster
ACV	Análisis de Ciclo de Vida
HAC	Huella Ambiental Corporativa
EC	Economía Circular
UE	Unión Europea
GV	Gobierno Vasco
PV	País Vasco
AMB	<i>Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung</i>
EPD	<i>Environmental Product Declaration</i>
VCI	<i>Vapour Corrosion Inhibitor</i>

1 INTRODUCCIÓN

La investigación y el I+D han sido durante toda la trayectoria universitaria un ámbito de satisfacción personal. Los medios de última generación empleados (simuladores, “superordenadores”, etc.) o la posibilidad de conseguir algo que ayude a avanzar tecnológicamente han sido siempre una motivación importante. Pero el desarrollo y la innovación deben ir de la mano de la sostenibilidad si no se quiere acabar con los recursos que ofrece la Tierra.

El sector de la máquina herramienta en el País Vasco es de las industrias más relevantes desde la creación de sus antecesores: los talleres, y tiene una gran repercusión a nivel mundial, ejemplo de ello son empresas como DANOBAT S. COOP (Elgoibar, Gipuzkoa), SORALUCE S.COOP (Bergara, Gipuzkoa) o IBARMIA INNOVATEK S.L.U (Azkoitia, Gipuzkoa). Este proyecto está orientado al sector de máquina herramienta y su sostenibilidad ambiental de manera que se combinen los dos apartados anteriores.

Los objetivos de estas empresas cambian a medida que evoluciona el mercado, legislación o exigencias del cliente; por lo que adecuarse a esas nuevas tendencias es el día a día de muchas empresas. Una de esas exigencias a la que en los últimos años se le ha ido dando más repercusión es la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental de las empresas.

En ese sentido, tanto el trabajo de las instituciones como el interés individual de las empresas es de vital importancia para impulsar nuevas formas de trabajo que ayuden a reducir el impacto ambiental. Las certificaciones *International Standardization Organisation* (ISO), reconocimientos institucionales, etc. ayudan a las empresas a impulsar proyectos en dirección a mejorar su sostenibilidad ambiental. Uno de esos ejemplos, es la empresa SHUTON S.A (Legutio, Araba).

A la hora de definir la sostenibilidad ambiental, es necesario entender qué significa “sostenibilidad”. Según la RAE (Real Academia Española) [1], se trata de la capacidad de continuar indefinidamente un comportamiento determinado. Por lo tanto, a la hora de hablar de la sostenibilidad ambiental, se trata de conservar y proteger el medio ambiente de forma indefinida.

Una vez se ha definido la sostenibilidad ambiental, se debe analizar qué técnicas tiene una empresa del sector de la máquina herramienta para avanzar en ese sentido, es decir, qué acciones puede llevar a cabo una empresa de este sector para mejorar y

avanzar en la sostenibilidad ambiental. Algunas acciones son conocidas y evidentes: correcta gestión de residuos, reducción de consumos, eliminación de productos peligrosos... Otras, en cambio, son técnicas que tal vez no sean tan populares; y una de ellas es la economía circular.

Según la Unión Europea (UE), y su propio Parlamento Europeo [2], la economía circular se define como un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido; extendiendo, de esta forma, el ciclo de vida de los productos. Por definirlo de manera más sencilla y práctica, la economía circular tiene como objetivo disminuir al máximo los residuos hasta el punto de poder eliminarlos. Cuando los productos dejan de ser útiles para la labor que se han fabricado, se trata de mantener sus materiales dentro de la economía sin convertirlos en residuos; de esta manera, los materiales pueden ser productivos una y otra vez creando un valor adicional a cada uno de ellos.

1.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El Gobierno Vasco (GV), a través de su Sociedad Pública de Gestión Ambiental (IHOBE), ha contactado con varias corporaciones de máquina herramienta para la realización de un proyecto que fomente la Economía Circular (EC). En ese contexto, una de las corporaciones contactadas ha sido SHUTON; empresa dedicada a la fabricación de husillos a bolas localizada en Legutio (Araba) y referente vasco en su sector. Por lo tanto, en este proyecto se pretende llevar a cabo un estudio de viabilidad para el desarrollo de la sostenibilidad en la empresa; analizando, primero, la situación actual de SHUTON respecto a la sostenibilidad y economía circular, para valorar después las oportunidades que puedan permitir avanzar en ese sentido. Para ello, IHOBE ha preparado una hoja de ruta en el que técnicos de la FUNDACIÓN TEKNIKER (Eibar, Gipuzkoa) colaborarán con apoyo técnico, así como en el desarrollo del proyecto.

1.2 ACOTACIÓN DEL PROBLEMA

Para el correcto análisis de una empresa respecto a la sostenibilidad y economía circular hay diversos aspectos que se deben tener en cuenta. Además, el departamento de calidad y medioambiente también ha establecido unas condiciones mínimas a la hora de realizar el análisis. Una vez se han puesto en común las especificaciones desde IHOBE y SHUTON, se han determinado las siguientes condiciones:

-
- Análisis de la vida total del husillo.
 - Análisis del estado del arte respecto a sostenibilidad en máquina herramienta.
 - El análisis debe completarse con una serie de oportunidades y hojas de ruta para la mejora de la sostenibilidad de SHUTON.

1.3 ANTECEDENTES

SHUTON lleva varios años trabajando en mejorar su sostenibilidad ambiental. Ejemplo de ello es la obtención del certificado ISO 14001 en el 2005 que garantiza la correcta gestión de los residuos generados en la planta de producción. Por otro lado, SHUTON ha recibido varios reconocimientos institucionales por implementar procesos innovadores que reducen el uso y residuos de taladrinas. En el caso de la economía circular, la empresa conoce el término de Economía Circular, pero desconoce las oportunidades, técnicas o cómo implementarlas en la planta. Por ello, al conocer la posibilidad de realizar este proyecto con la colaboración de IHOBE para fomentar la Economía Circular, SHUTON no ha dudado en involucrarse en todos sus niveles.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Debido a que SHUTON es una empresa con poca experiencia en la economía circular, ha decidido plantear un objetivo principal básico pero imprescindible para avanzar:

- Conocer la situación de la empresa en su conjunto (no sólo residuos generados, si no también materias primas, procesos, productos...) respecto al impacto ambiental en un plazo de 2 meses, para conocer en qué situación se encuentran respecto a sostenibilidad y economía circular.
- El objetivo propuesto para este proyecto y trabajo de fin de máster permitirá, por un lado, a IHOBE hacer un análisis más completo de la situación actual del sector de la máquina-herramienta en economía circular. Por otro lado, servirá a SHUTON tener un punto de partida, conocimiento del entorno y herramientas para progresar en términos de economía circular y sostenibilidad. Posteriormente, se podrán determinar varios parámetros de circularidad o la huella ambiental corporativa que servirán para fijar un punto de partida desde donde comenzar a trabajar en mejorar en términos de sostenibilidad

2.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

Una vez definido el objetivo principal, también se han definido dos objetivos secundarios con los cuales se quiere iniciar el proceso de la economía circular dentro de la empresa. A continuación, se identifican también recursos o detalles con los que se quieren conseguir dichos objetivos.

- 1) Realizar un análisis de la Huella Ambiental Corporativa (HAC) en un plazo de 4 meses
 - a. Además de realizar el análisis de la HAC de SHUTON, se analizarán indicadores de economía circular que hasta ahora no se han tenido en cuenta.
 - b. Para ello, se hará uso de recursos informáticos ofrecidos por IHOBE y los técnicos TEKNIKER, que ayudarán a analizar correctamente los parámetros.
- 2) Identificar oportunidades y preparar una hoja de ruta para su implementación en un plazo de 5 meses.

3 ESTADO DEL ARTE

3.1 ECONOMÍA CIRCULAR

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la Unión Europea define la economía circular como un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido; de esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende [2]. Se trata, básicamente, de reducir los residuos al máximo, manteniendo los materiales de los productos producidos dentro de la economía mediante técnicas de revalorización, reutilización, reciclaje, etc. Por lo tanto, se diferencia de la economía lineal que predomina hoy en día en que trata de ser reparadora y regenerativa; mientras que la lineal sólo trata de abaratar costes sin reparar en el impacto ambiental. En la Figura 3.1 se puede observar el diagrama que resume el funcionamiento de la economía circular.



Figura 3.1: Esquema del funcionamiento de la economía circular [3]

3.1.1 Economía circular en la historia

A pesar de que la economía circular sea algo relativamente novedoso en el mundo industrial, se podría decir que el ser humano, ya en el paleolítico llevaba a cabo actuaciones equiparables a la economía circular como se conoce hoy en día. Las hachas, por ejemplo, se remanufacturaban o reutilizaban como cuchillos pequeños cuando se rompían. A pesar de ser acciones menores comparadas con una compleja red industrial global, son las precursoras de las que hoy componen el sistema de la economía circular.

Los primeros pasos de la economía circular moderna, aún sin haberlos bautizado de esta manera, comenzaron a darse entre los años 70 y principios de los 80 impulsados por académicos o líderes empresariales [4]. Forrester con la publicación de sus libros WORLD [5] comienza a introducir conceptos como el reciclaje; además, Walter Stahel, economista y arquitecto, presenta un informe [6] a la Comisión Europea de entonces en el que presenta la idea de una economía en bucles, la cual puede definirse como precursora del concepto “economía circular” definido más adelante.

A partir de ahí, comenzó a desarrollarse de manera más ordenada dicho concepto. En 1989 aparece por primera vez documentado en un libro el concepto de “economía circular” redactado por Pearce y Turner [7], en el que se define como un sistema cerrado de las interacciones entre economía y medio ambiente. Más adelante, ya en el nuevo milenio, el químico Michael Braungart y el arquitecto Bill McDonough crearon y publicaron el concepto “Cradle to Cradle” [8], desarrollado durante los años 90, que significa de la cuna a la cuna. Este concepto equipara los procesos industriales con el metabolismo biológico en el que los desechos se convierten en los nutrientes para los nuevos productos recuperando y reutilizándolos; llegando incluso, a crear un certificado.

En 2009 llegó una gran revolución, ya que China, una de las mayores potencias mundiales en términos económicos, implantó la Ley de Promoción de la Economía Circular [9]. China, como potencia económica industrial, también es el país con mayor porcentaje de emisiones (72% de las emisiones mundiales en 2019 fueron causados en el país asiático), por lo que ese cambio de política produjo un gran impacto. La Ley de Promoción de la Economía Circular acompañada de la prohibición de la importación de residuos implantada en 2018, causaron una revolución a nivel mundial, ya que obligaron al resto de países y organizaciones a cambiar sus políticas ambientales tanto por necesidad (por el hecho de no poder exportar residuos a China), como por presión

(por el hecho de que el mayor emisor del mundo y una potencia económica avanzase de esa manera en medidas ambientales).

3.1.2 Impactos de la economía circular

La economía circular pondría solución a tres de los problemas más importantes de la economía global. En primer lugar, solucionaría el problema del fin de las materias primas. Cada vez existe mayor demanda de materias primas, y la economía circular pondría solución a la escasez de recursos. En segundo lugar, la dependencia que algunos países tienen respecto a otros por motivos de dichas materias primas, también se solucionaría; ya que los residuos de los productos se convertirían de nuevo en materias primas. Finalmente, la economía circular mejora el impacto al medioambiente por parte de la industria disminuyendo las emisiones y los consumos de energía.

Además de solucionar algunos de los problemas causados por el modelo económico lineal, la economía circular aporta otros beneficios adicionales: ahorro económico, gracias a reutilizar materias primas; estimula la competitividad, innovación y la creación de empleo; y ofrece productos más duraderos, ya que elimina la obsolescencia programada.

3.1.3 Funcionamiento de la economía circular

El fundamento principal de la economía circular es el uso de los residuos para obtener materias primas de productos nuevos, reduciendo, de esta manera, tanto los residuos como la necesidad de extraer materias primas.

Para llevar a cabo esta filosofía económica, se propuso inicialmente el concepto de “las 3 Rs”: Reducir, Reutilizar y Reciclar. Pero a medida que se ha ido avanzando en este sentido, se ha propuesto el concepto de “MultiR”, que añade a las anteriores los conceptos de repensar, rediseñar, refabricar, reparar, redistribuir... Es decir, ya no es suficiente con pensar qué hacer con el producto una vez ha llegado su fin de vida¹ (reutilizar o reciclar); es necesario analizar el ciclo de vida del producto al completo para reducir su impacto ambiental y económico real.

Por otro lado, la economía circular propone priorizar el uso o la prestación de un servicio frente a la posesión o venta de un producto; la prohibición de la obsolescencia programada; la reparación de productos deteriorados; y ya al final de la vida útil, el reciclaje de sus materiales.

¹ Momento en el que el producto deja de ser útil para desarrollar las funciones para los que se había diseñado inicialmente.

3.1.4 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

A la hora de transformar una economía lineal en circular, no es suficiente con pensar en la vida útil del producto. Como se ha mencionado anteriormente, es necesario hacer un análisis completo de la vida; de esta manera, se analiza el impacto real del mismo en el medio ambiente y se encuentran oportunidades de mejora en la sostenibilidad del producto.

Es decir, hacer un análisis completo de la vida del producto identificará las acciones a llevar a cabo para avanzar en una economía circular. En eso se basa, precisamente el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Según se define en la norma ISO 14044 [10] el ACV trata los aspectos e impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, hasta su fin de vida; pasando por producción y uso (es decir, de la cuna a la tumba). A pesar de que el ACV, por protocolo de la norma ISO 14044, se centra en la filosofía “de la cuna a la tumba”, desde hace un tiempo se está impulsando el concepto de “de la cuna a la cuna”. Desde la publicación en 2002 de Braungart y McDonough, el concepto de la cuna a la cuna está presionando para que esa “tumba” no llegue nunca al producto o sus materiales, y sea de fácil conversión para volver a la “cuna” de nuevo.

Un correcto ACV ayudará a la empresa en varios aspectos como los que se comentan a continuación [10]:

- 1) Identificar oportunidades para mejorar impacto ambiental de los productos en las distintas etapas de su ciclo de vida.
- 2) Aportar información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales. De esta manera, se ayudará a tomar decisiones en cuanto a planificación estratégica, legislación o aspectos similares.
- 3) Seleccionar los indicadores de sostenibilidad ambiental pertinentes, segregando cuáles de los datos son necesarios, cuáles innecesarios y cuáles de simple apoyo o secundarios.
- 4) Marketing. Mostrar la empresa en el mercado como una organización que avanza en la sostenibilidad (o que al menos quiere hacerlo).

En cuanto a la correcta realización de un ACV, se definen 4 fases principales [10]:

1) Definición del objetivo y el alcance

La primera fase donde se definen el objetivo y el alcance del propio análisis depende de varios factores como las implicaciones o necesidades de la empresa. Dependiendo de esos factores la profundidad o la amplitud del ACV variará.

2) Análisis del inventario

En esta segunda fase se realiza un inventario de datos de entradas y salidas de recursos del sistema que se está analizando. Esto exige recoger datos que sean necesarios para determinar dichos valores en el análisis.

3) Evaluación del impacto ambiental

Esta tercera fase consiste en recopilar información adicional que ayude a completar el análisis realizado en la fase dos. En la mayoría de los casos, no es suficiente con recopilar los datos que se tienen de la vida del producto y es posible que sea necesario hacer ciertas estimaciones. Esa información adicional obtenida de las estimaciones es el objetivo de la fase de evaluación del impacto ambiental.

4) Interpretación

Finalmente, tras recabar y organizar todos los datos exigidos por el ACV, es necesario hacer una interpretación de esa información. Para ello, se resumen y se discuten los datos obtenidos. En muchos casos, la realización de un esquema (o el empleo de una herramienta similar) para resumir la información de manera más visual.

3.1.5 Huella Ambiental Corporativa (HAC)

La realización de un correcto ACV facilita obtener resultados más fiables respecto al impacto medioambiental que crea el producto. Uno de los indicadores a la hora de analizar la influencia de las empresas en la sostenibilidad es la Huella Ambiental Corporativa (HAC). La Huella Ambiental Corporativa se define [11] como una medida multicriterio del comportamiento ambiental de una organización que proporciona bienes o servicios, con la perspectiva de todo el ciclo de vida. Su mayor objetivo es reducir el impacto ambiental surgido por las actividades de la organización.

Gracias a esta medida, se valoran los impactos generados por diferentes actividades de la organización, analizando por separado diferentes aspectos de la producción, uso, etc. del producto. La HAC permite comparar y concluir cuáles son las actividades que más impactan en el medioambiente; de esta manera, ofrece la

información necesaria para valorar las actividades realizadas en la empresa y dotar a los responsables de información.

La HAC no se debe tomar nunca como un resultado absoluto, ya que dependerá del tamaño de la empresa, número de empleados, localización o producción anual; por lo que debe ser una herramienta que ayude a comparar entre las actividades realizadas o durante el tiempo (a lo largo de los años) el impacto producido. Por ejemplo, la HAC compara qué materiales utilizados en el ciclo de vida del producto impactan más sobre el medioambiente; dotando de esta forma, información sobre qué cambios podrían influir más en la reducción del impacto ambiental. Además, realizando el cálculo de la HAC a lo largo de varios años, es posible fijar, analizar y valorar objetivos respecto a la sostenibilidad.

Es decir, la HAC viene a ser una herramienta que aporta información relativa del impacto producido por las actividades de la empresa. De esta manera, la organización puede valorar qué actividades o elementos impactan más en el medioambiente y puede identificar oportunidades a la hora de avanzar en la sostenibilidad o circularidad más fácilmente.

3.2 SHUTON

SHUTON es una empresa localizada en Legutio (Araba), exactamente en el polígono industrial de Goiain. SHUTON, fabricante de husillos a bolas, nació en el año 1975 con el fin de suministrar husillos a las empresas de máquina-herramienta ubicadas en el País Vasco (PV), aunque en la actualidad, exporta a nivel mundial alrededor del 90% de su producción. Durante sus más de 40 años de vida, y gracias a su buen rendimiento económico, SHUTON ha pasado en los últimos 5 años a formar parte de varios grupos empresariales. El grupo IAZ, que ya poseía HUSILLOS IPIRANGA SL (Urnieta, Gipuzkoa), fue el primer grupo empresarial que compró SHUTON. Fue un ejemplo de cómo SHUTON era verdaderamente solvente y animaba a hacerse con sus servicios y aumentar su rendimiento. Más tarde, en el 2020, el grupo italiano NADELLA S.P.A (Milán, Italia) se hizo con los servicios de ambas empresas del grupo IAZ (SHUTON e IPIRANGA); de nuevo, demostrando su buen hacer en el mundo de los husillos a bolas.

SHUTON cuenta actualmente con una plantilla superior a 70 empleados de los cuales alrededor del 20% son ingenieros, otro 20% comerciales y administrativos y cerca del 60% son operarios; y a pesar del atípico año 2020, consiguió cerrar el año en positivo

en relación con la facturación. Este año 2021 la empresa ha aumentado el número de pedidos a valores anteriores a la época prepandemia Covid-19.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, SHUTON, nació con el objetivo de suministrar a empresas de máquina-herramienta locales. Pero, así como ha evolucionado hasta el punto de exportar el 90% de su producción, también cabe destacar que ha añadido otros sectores además de la máquina-herramienta al listado de clientes. El sector de la inyección de polímeros es un ejemplo de ello. Desde hace unos años, un porcentaje de la producción de husillos de SHUTON está orientada a empresas de inyección de plásticos; dado que se trata de un mecanismo que necesita de menos mantenimiento que la hidráulica pudiendo llegar a ofrecer las mismas prestaciones. Finalmente, y visto que la introducción a nuevos mercados puede ser tan positiva, la dirección de la empresa está valorando en los últimos tiempos introducirse en el mercado aeronáutico; cuyas especificaciones son aún más exigentes y complejas, pero igualmente interesantes.

3.2.1 Método de trabajo

El método de trabajo de la empresa se fundamenta en el servicio al cliente, por lo que todo el trabajo desarrollado en SHUTON es bajo pedido y no se produce stock. Aunque existe un catálogo de productos, cada pedido se hace bajo requisitos específicos del cliente y totalmente personalizado. Tal y como se puede observar en la Figura 3.2, el trabajo de producción comienza en el departamento comercial; donde se realizan las ofertas y se aceptan los pedidos de los clientes. Una vez definido el husillo para el cliente, las especificaciones pasan al departamento de oficina técnica para la realización de los planos y su correcta fabricación. Durante esta fase se sigue en contacto estrecho con el cliente y el departamento comercial de modo que se incluyan en los planos todos los requerimientos solicitados. Tras definir exactamente el diseño del husillo, pasa a la fase de fabricación donde los operarios, con ayuda del departamento de compras (para materias primas, elementos adyacentes, etc.) y del departamento de procesos y calidad, producen el husillo bajo las especificaciones acordadas. Por ello, durante el proceso de fabricación se van realizando controles de calidad, y al final de la producción se verifica en todo su conjunto el husillo fabricado. Una vez el husillo se ha fabricado y verificado correctamente, se prepara para su expedición y se distribuye al cliente. Hay que destacar, también, que, durante todo el proceso de producción, desde el contacto con el cliente hasta la expedición del pedido, existe el apoyo de los departamentos financieros, I+D, mantenimiento, etc. para el correcto funcionamiento de la empresa.

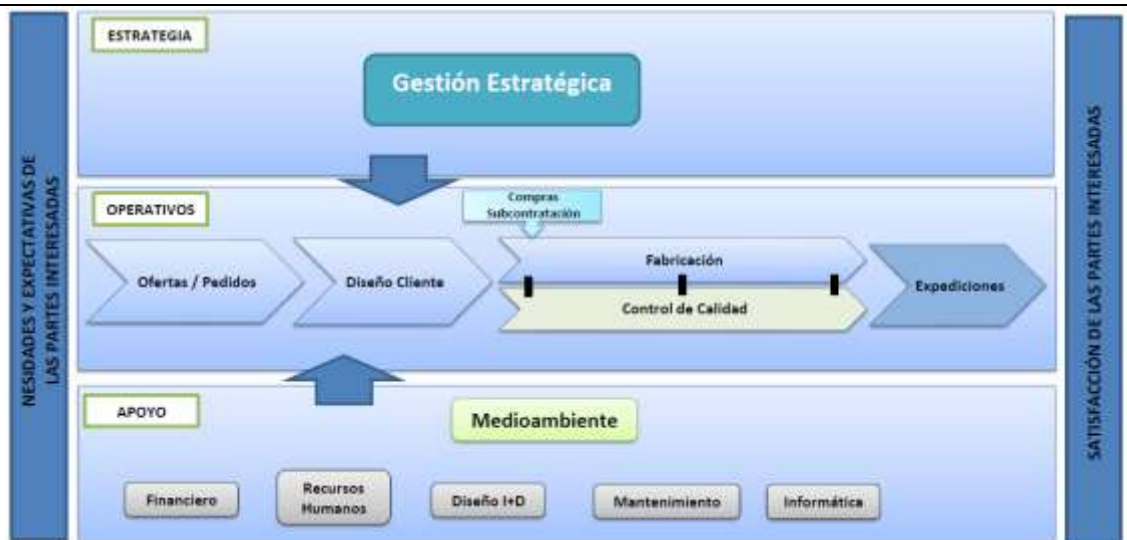


Figura 3.2: Diagrama del proceso de producción de SHUTON

En cuanto a la producción de los husillos, las Figura 3.3, Figura 3.4 y Figura 3.5 muestran las fases de la fabricación de los husillos: fabricación del eje, fabricación de la tuerca y el ensamblaje, respectivamente.

La fabricación del eje comienza, en caso de ser necesario, subcontratando el proceso de taladrado; ya que las barras de acero que llegan a SHUTON vienen ya con su respectivo tratamiento térmico. Este paso no suele ser necesario habitualmente, por lo que, normalmente, se realiza el paso de la barra de acero desde el almacén de materias primas al área de producción directamente para realizar el roscado y tronzado y su posterior enderezado. Tras realizar las operaciones, toca preparar los extremos del eje. Para ello, primero se mecanizan, después se enderezan, y, finalmente, se rectifican. Entre las dos últimas operaciones, se realizan todas las operaciones especiales que los extremos necesiten; siendo estas operaciones especiales en algunas ocasiones subcontratadas. Ha de especificarse que las operaciones especiales, y, por lo tanto, las subcontrataciones, durante la fabricación de los ejes son muy poco frecuentes. Una vez los extremos están rectificadas, el eje queda preparado para el posterior ensamblaje. Para todo el proceso de fabricación del eje las entradas necesarias son las propias barras, energía eléctrica, agua, máquinas de corte, taladrinas, aire comprimido y los planos de fabricación. Las salidas que se producen, en cambio, son la chatarra (viruta o desechos), el embalaje de las materias primas (papel, cartón y plástico), residuos urbanos y los residuos de los lubricantes (taladrinas, lodos, aceites residuales...).

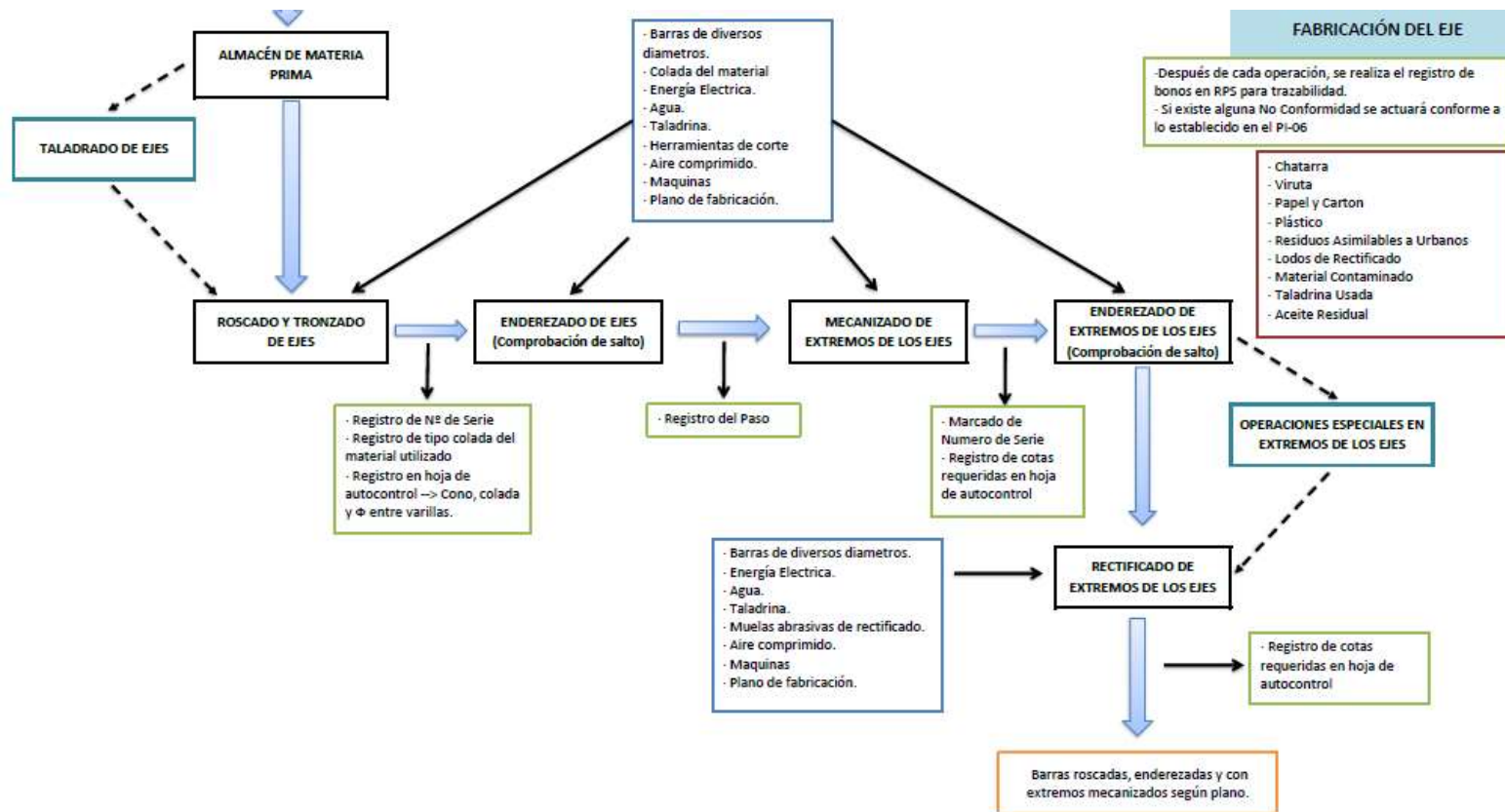


Figura 3.3: Diagrama de producción del eje del husillo

La fabricación de las tuercas comienza por su torneado y taladrado. Después de las operaciones cilíndricas, las tuercas pasan a su roscado y fresado para dejarlas casi listas. Tras esta operación se realiza, mediante subcontratación, el tratamiento térmico al acero; ya que en el caso de los “tochos” de acero para las tuercas no llegan con el respectivo tratamiento realizado. Cuando las tuercas vuelven a SHUTON tras el tratamiento térmico, solo queda realizarles el pertinente rectificado. Tras ello, se preparan las tuercas con los pertinentes componentes para dejarlos listos para su ensamblaje con el eje. Para la fabricación de las tuercas, al igual que en el caso de los ejes, las entradas necesarias son el acero en “tochos” de las propias tuercas, energía eléctrica, agua, maquinaria, lubricantes (taladrinas y aceites), aire comprimido y planos de fabricación. Además, para dejar las tuercas preparadas para el ensamblaje, serán necesarias las entradas de deflectores, chavetas, etc. Las salidas generadas, en cambio, vuelven a ser la chatarra (tanto desechos como viruta), residuos de los embalajes de las materias primas (papel, cartón y plástico), residuos urbanos, residuos de los lubricantes (lodos, taladrinas y aceite residual) y material contaminado.

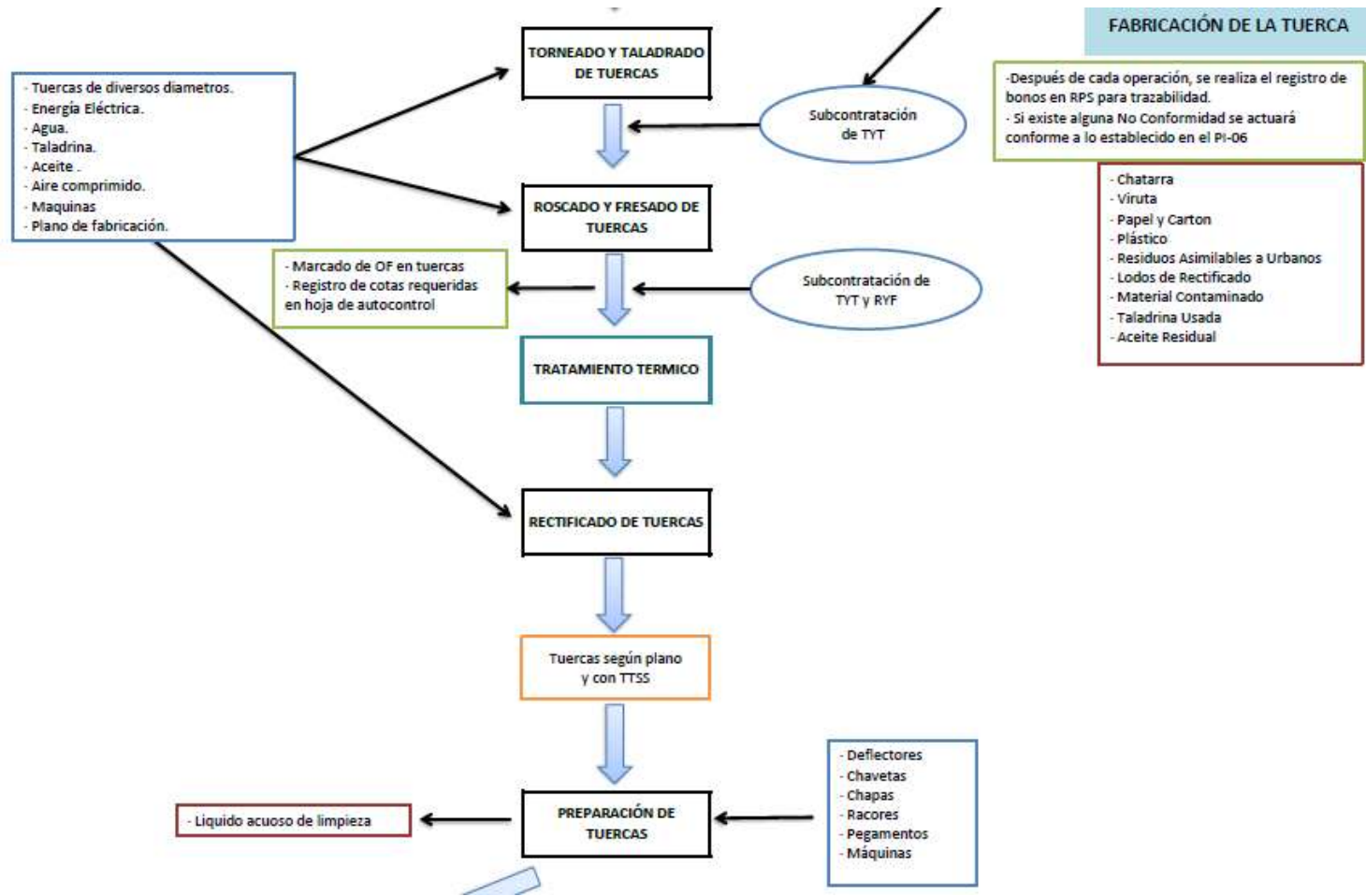


Figura 3.4: Diagrama de producción de la tuerca del husillo

Finalmente, cuando ambos componentes están listos, toca realizar el ensamblaje. Para ello, los pasos a llevar a cabo son los siguientes: primero, se monta el husillo ensamblando el eje y la tuerca introduciendo las bolas. Segundo, pasa por un proceso de verificación realizado por el departamento de calidad. Finalmente, cuando se está totalmente seguro de que el husillo cumple con lo establecido con el cliente, se embala según su país de destino y se deja preparado para su distribución en el almacén de productos terminados. Para todo el proceso de ensamblaje las entradas necesarias son los propios elementos del husillo (ejes, tuercas, bolas, arandelas de precarga y limpiadores), energía eléctrica, lubricantes, aire comprimido, maquinaria, el plano de fabricación y los requerimientos de montaje. Las salidas ocasionadas, por otro lado, son materiales de embalaje (papel, cartón y plástico), residuos urbanos, material contaminado y desengrasante volátil.

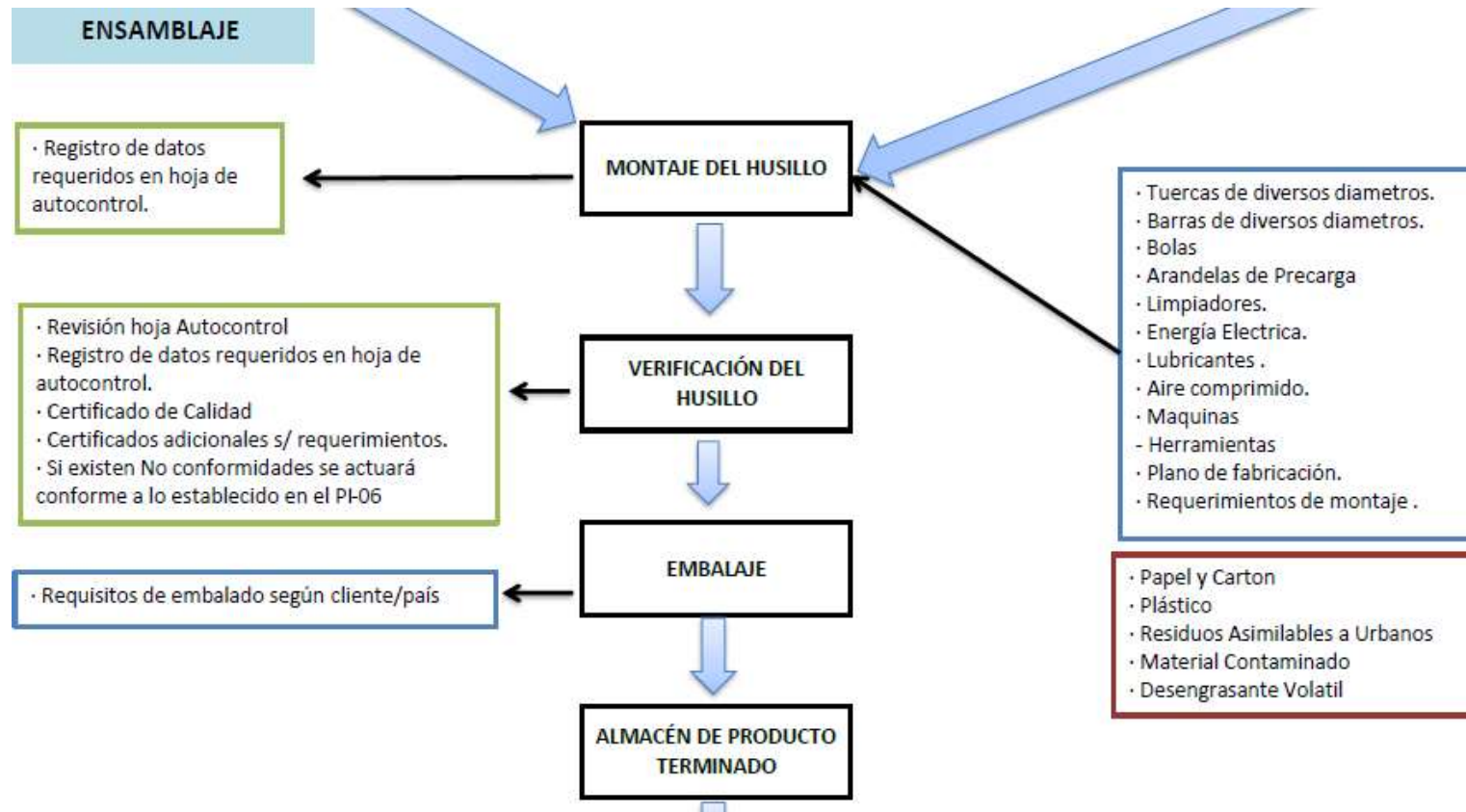


Figura 3.5: Diagrama del ensablaje del husillo

3.3 SHUTON EN LA ECONOMÍA CIRCULAR

SHUTON comenzó la andadura en términos de sostenibilidad hace ya unos años. Ejemplo de ello es la obtención de varios certificados y reconocimientos recibidos. Desde el año 2005 cuenta con la certificación ISO 14001 de gestión ambiental, el cual está valorado muy positivamente entre sus clientes. Además, SHUTON ha recibido diversos reconocimientos institucionales (Gobierno Vasco, Unión Europea, etc.) por la implementación del rectificado en seco; un proceso innovador el cual no utiliza taladrina, reduciendo así el consumo y gasto en aceite y agua, residuos de aguas contaminadas, o residuos metálicos contaminados (húmedos); y aumentar residuos metálicos secos (los cuales pueden reciclarse de manera sencilla y es más rentable de procesar). Otro gesto relacionado con la economía circular puede ser la sustitución de clavos por tornillos a la hora de cerrar las cajas de madera. A pesar de no ser una actividad que a priori pueda parecer que minimice mucho el impacto en la sostenibilidad, define a la perfección las intenciones de SHUTON al respecto de la economía circular. Pequeños gestos que demuestran como la empresa quiere avanzar en la economía circular.

Pero los objetivos de SHUTON no se quedan en gestionar adecuadamente los residuos que genera, y quiere seguir dando pasos en mejorar su impacto ambiental. Una de las herramientas para mejorar ese impacto es la economía circular y es ahí donde entra en juego el proyecto al que se ha adherido con IHOBE. A pesar de conocer el término de economía circular y su existencia, en SHUTON todavía se desconoce cómo poder utilizar esa herramienta para conseguir los objetivos definidos, por lo que se han implementado pocos servicios más allá del certificado ISO 14001 o certificaciones de tratamientos correctos de la madera utilizada.

En vista de continuar avanzando en la mejora del impacto ambiental, SHUTON ya ha detectado en su plan estratégico aumentar la carga de trabajo en las máquinas de procesado en seco (rectificado, torneado...) para, de esa manera, reducir a lo estrictamente necesario la utilización de la maquinaria “antigua” que utiliza taladrina. También se plantea el objetivo de ir sustituyendo las máquinas antiguas por las de tecnología en seco, aunque eso se está planteando más a largo plazo que la redistribución de la carga de trabajo. En todo caso, para ello es necesario realizar un estudio de viabilidad económica con anterioridad.

Para finalizar, a pesar de que la legislación actual no obliga a SHUTON a realizar más avances en materia ambiental; el deseo de la empresa es seguir avanzando en mejorar su impacto ambiental, mejorando así la satisfacción de los clientes (ya han

detectado que alguno valora estas cuestiones de manera positiva) y adelantándose de esa manera a la legislación que en un futuro no muy lejano se prevé que las instituciones van a requerir.

El objetivo principal de SHUTON es, como se ha mencionado anteriormente, avanzar en la mejora del impacto ambiental de la empresa. Para ello, se ha llevado a cabo una serie de vigilancias (legislativa, comercial, tecnológica y competencial) que ayuden a conocer la situación en el entorno de la empresa. SHUTON cree necesario, primeramente, conocer y hacer un análisis de la situación de la empresa en su conjunto (no sólo residuos generados, si no de materias primas, procesos, productos...) respecto al impacto ambiental. De esa manera, la empresa quiere identificar fortalezas a mantener, debilidades a mejorar y oportunidades a en cuenta para avanzar.

En relación con el análisis de las debilidades y oportunidades, SHUTON estima importante saber cuáles serán los próximos pasos que llevarán a cabo las instituciones en tema de legislación. En estos términos, la vigilancia legislativa en cuanto a situación ambiental es uno de los ámbitos de interés para SHUTON; de esa manera, los cambios que en un futuro sean obligatorios, la empresa los habrá ido implementando progresivamente sin sentirse “atropellada”.

Por otro lado, la viabilidad de una empresa la determina, básicamente, sus ingresos; y esos ingresos, vienen determinados, a su vez, por la cantidad de pedidos y clientes que tiene la empresa. En ese sentido, la vigilancia comercial, es decir, vigilar qué demandas solicitarán sus clientes es otro ámbito de interés para SHUTON. A pesar de que la legislación no obligue o no vaya a obligar a llevar a cabo determinadas acciones; si el cliente lo va a exigir, la empresa deberá implementarlo para no quedarse atrás en el mercado.

Finalmente, y a pesar de que no es una prioridad para la empresa, siempre es interesante conocer lo que la competencia está realizando en términos ambientales. SHUTON quiere ser puntera de su sector en esta cuestión, y para ello, siempre es positivo tener una referencia de lo que la competencia está realizando.

3.3.1 Vigilancia legislativa

En cuanto a la normativa vigente, tres son los ámbitos que más repercuten a SHUTON a la hora de realizar la vigilancia legislativa en el aspecto ambiental. La gestión de los residuos, los envases y embalajes y las auditorías energéticas son los ámbitos que más afectan a SHUTON. En cuanto a los residuos, la normativa clasifica 3 tipos de residuos que puede generar una empresa de las características de SHUTON: los peligrosos, los no peligrosos y los aceites usados. La Ley 22/2011 y sus respectivas modificaciones definen qué y de qué tipos son los residuos generados y obligan a SHUTON a correr con los costes de gestión de sus propios residuos [12]. En cuanto a los residuos peligrosos, el Real Decreto 952/1997 y sus modificaciones obligan a la empresa a separar y almacenar adecuadamente los residuos, realizar y entregar un informe anual de ellos y avisar de cualquier percance que pueda ocurrir con dichos residuos [13]. Los residuos no peligrosos, en cambio, obligan a SHUTON a recibir una aceptación documental por parte del gestor autorizado de vertedero o revalorizador pertinente. Finalmente, el Real Decreto 679/2006 obliga a la empresa en relación con los aceites usados a clasificarlos y llevar un registro detallado, y entregarlos a un gestor autorizado [14]. Además de tener la obligación de cumplir con todos estos requisitos, SHUTON debe, también, cumplir con otras especificaciones dado que mantiene la certificación ISO 14001 obtenido en 2005.

En cuanto a los envases y embalajes, la Ley 11/97 obliga a SHUTON a entregar un informe anual al GV del material de embalaje que pone en el mercado separado por mercado nacional, mercado de UE y mercado internacional [15].

Según el Real Decreto 56/2016, en cambio, SHUTON está obligada a realizar una auditoría energética cada 4 años realizada por auditores cualificados, o un departamento específico de la empresa, que incluya valores detallados y contrastables [16].

Por otro lado, la legislación se actualiza con los años, y en el futuro se prevé que los pactos verdes alcanzados en Europa y País Vasco obligarán a SHUTON a tomar nuevas decisiones. Entre ellos, la nueva ley de transición energética y cambio climático que ya ha llegado al parlamento vasco como anteproyecto de ley será uno de ellos; y empujará a la empresa a políticas de “0 emisiones” y descarbonización [17].

Finalmente, todo cambio viene acompañado de ciertas oportunidades; y SHUTON debe observar muy de cerca las ayudas que puedan ofrecer tanto la UE como el GV para avanzar en sostenibilidad. En ese sentido, no se deben perder de vista las

subvenciones en Bioeconomía [18] o tecnologías limpias impulsadas para un renove de máquinas que faciliten la descarbonización.

En las Tabla 3.1, Tabla 3.2 y Tabla 3.3 se resume la legislación vigente, la propia legislación que se prevé en un futuro a corto/medio plazo y las oportunidades que pueden llegar a través de las administraciones.

Tabla 3.1: *Legislación vigente que repercute a SHUTON*

NORMATIVA	ÁMBITO	IMPLICACIONES para SHUTON
Ley 711/2006	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Obliga a tener los vehículos de la flota de la empresa con la ITV al día El ITV al día acredita emisiones admitidas
Ley 22/2011 + modificaciones	RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Define cuestiones en torno a residuos como: <ul style="list-style-type: none"> • RESIDUO NO PELIGROSO: Resultante de procesos generados por actividad industrial (exceptuando las emisiones). • RESIDUO PELIGROSO: Presenta uno (o más) características del anexo III de la Ley 22/2011; incluyendo su envase o recipiente • ACEITE USADO: Aceites dejados de ser aptos para el uso previsto ✓ Los costes de gestión correrán a cargo del productor de los residuos. En este caso, la empresa. <p>Al haber obtenido la certificación ISO 14001 en 2005, hay que añadir las exigencias de dicho certificado a toda la legislación que regula los temas de residuos.</p>
Real Decreto 952/1997 + modificaciones	RESIDUOS PELIGROSOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Separar y registrar adecuadamente cada uno de los residuos peligrosos según el tipo y la cantidad. En caso de SHUTON: <ul style="list-style-type: none"> • Lodos oleosos • Taladrinas • Aguas de limpieza • Aguas con hidrocarburos ✓ Informe anual que contenga los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza • Cantidad • Destino final <p>Informar a las autoridades en caso de desaparición, pérdida o escape de algún residuo peligroso.</p>
Real Decreto 679/2006	ACEITES USADOS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Almacenar aceites usados sin mezclar con aguas ni residuos oleaginosos de otro tipo entre ellos. ✓ Registrar cantidad, calidad, origen, localización y fechas (tanto de entrega como de recepción).

		Entregar a un gestor autorizado que lo trate con la siguiente prioridad: Regeneración > Reciclado > valorización energética
Ley 49/2009 (GV)	RESIDUOS NO PELIGROSOS	Necesaria una aceptación documental por parte del explotador autorizado del vertedero.
Ley 11/97	ENVASES Y EMBALAJES	Informe anual para que GV con los siguientes aspectos: número de unidades de envases y su correspondiente peso; separado por cantidades de envío nacional, exportado a la UE y exportado fuera de la UE.
Real Decreto 56/2016	AUDITORÍAS ENERGÉTICAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Obligado a hacer auditorías energéticas cada 4 años. ✓ Datos operativos, medidos y verificables; haciendo un examen pormenorizado de consumo de energía y flota de vehículos. ✓ Los criterios de rentabilidad deben ir basados en el análisis del coste del ciclo de vida del producto. ✓ Debe incluir cálculos detallados y validados para las medidas propuestas. <p>Deben realizarse por auditores cualificados o por el departamento de control de la empresa (ajeno a las actividades involucradas).</p>

Tabla 3.2: *Legislación prevista que podrá repercutir a SHUTON*

NORMATIVA / PLNIFICACIÓN	ÁMBITO	IMPLICACIONES para SHUTON
Ley de Transición energética y Cambio Climático	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	<p>Objetivos del proyecto de ley:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neutralidad climática (0 emisiones netas) • Realizar un proceso de descarbonización <p>Realizar un desarrollo tecnológico y empresarial en transición ecológica</p>
Pacto Verde Europeo	MEDIOAMBIENTE	<p>Objetivo de una economía limpia y circular mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Base industrial neutra climáticamente • Subvenciones y ayudas para PYMES • Industria 4.0 • Materiales renovables de fuentes renovables <p>Recogida selectiva de residuos</p>
Basque Green Deal	MEDIOAMBIENTE	<p>Desarrollo económico justo y sostenible a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apuesta por energías renovables • Industrias sostenibles • Movilidad sostenible <p>Protección de la biodiversidad y reducción de la contaminación</p>

Tabla 3.3: Oportunidades de las que puede llegar a beneficiarse SHUTON

OPORTUNIDAD	ÁMBITO	IMPLICACIONES para SHUTON
Subvenciones BIOECONOMÍA (GV)	RENOVE MÁQUINAS	Gobierno Vasco ofrecerá subvenciones por: <ul style="list-style-type: none"> • Empleo verde • Implementación de economía circular • Reducir (y revalorizar) residuos Uso de fuentes renovables
Subvenciones TECNOLOGÍAS LIMPIAS (UE)	RENOVE MÁQUINAS	Europa ofrecerá subvenciones por un renove de máquinas que cumplan ciertos requisitos que los hacen considerarse tecnologías limpias.

3.3.2 Vigilancia comercial

Las tendencias en el sector de la máquina herramienta van evolucionando con los años. Más aún cuando desde las instituciones se hace algo más que invitar a ciertas políticas y pasar a ser casi de obligado cumplimiento. Algo parecido está pasando en los últimos años con la sostenibilidad ambiental. Políticas y acciones que años atrás eran meras invitaciones o propuestas, se están convirtiendo, hoy en día, en pactos, leyes o fuertes recomendaciones incentivadas por ayudas económicas en favor de la sostenibilidad. Por ello, la máquina herramienta va evolucionando y adoptando nuevos criterios a la hora de fabricar sus productos.

Durante el salón internacional de la metalurgia de Stuttgart, *Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung* (AMB) en alemán, celebrada en febrero de 2020, empresas de la máquina herramienta dieron a conocer los ámbitos a mejorar en los próximos años de cara a la sostenibilidad. Una de las cuestiones más importantes es la huella de carbono, no solo del producto o de la fabricación sino de todo el ciclo de vida del producto; abarcando de esta manera el transporte de la materia prima, el producto o la facilidad de una revalorización al final de la vida del producto. En cuanto al diseño de los productos, se ha puesto el foco en dos cuestiones claves: durabilidad y flexibilidad. La tendencia debe ser fabricar productos pensando en procesos pesados pero que con ciertos parámetros clave se pueda utilizar para procesos más ligeros; siendo así productos más flexibles y aumentando la durabilidad de estos; sin olvidar la innovación en los diseños que aumentará la eficiencia de los productos y disminuirá residuos. Finalmente, técnicas como el “*Near to shape*” que consisten en seleccionar materias primas lo más ajustadas posibles al producto final, también se van a tener en cuenta a la hora de disminuir los residuos y costes [19].

Además, el sector de la máquina herramienta ha observado como los productos con una declaración ambiental de producto, del inglés *Environmental Product Declaration* (EPD), y un ACV son más cotizados y considerados muy positivamente en el mercado. Conocer cuál es la materia prima, cómo se la ha tratado o el “turismo” que ha podido sufrir el producto ofrece garantía en el mercado y las empresas del sector lo están observando y solicitando al mismo tiempo [20].

Finalmente, no solo los clústeres hacen previsiones de cuáles pueden ser las tendencias del sector. En muchos casos, los propios clientes de las empresas solicitan o hacen ver qué es lo que demandarán en poco tiempo a sus proveedores. En este sentido, la mejora de los embalajes (tanto reduciendo cantidad, como facilitando su reutilización), alternativas al transporte por medios de combustión o la posibilidad de un uso al final de la vida útil del producto son aspectos que en un breve periodo de tiempo pueden jugar un papel importante.

3.3.3 Vigilancia tecnológica

A la hora de buscar nuevas soluciones tecnológicas para los retos que se puedan planear, la búsqueda se ha orientado, sobre todo, a dos acciones diferentes: reducción o cambio del sistema de embalaje y la reducción o mejora de los lubricantes necesarios.

En cuanto al embalaje, se han detectado dos novedades interesantes según las exigencias de SHUTON y sus clientes. Una de ellas se refiere al “*smart packaging*”, el cual trata de ofrecer la mayor información posible tanto al cliente como al proveedor sobre el producto ya embalado. Información como la localización, roturas, desperfectos o deterioros del producto durante el transporte... El *smart packaging* trata de dar avisos a cliente/proveedor/intermediario sobre la situación del producto para poder tomar la decisión más eficiente al respecto. Otra de las novedades puede ser los embalajes a medida de cartón ondulado diseñados especialmente para exportar. Este tipo de embalaje desarrollado por empresas como, por ejemplo, ALFILPACK S.L. (Loriguilla, Valencia), está especialmente diseñado para exportaciones, de manera que se ajusta exactamente a los requisitos del producto en aspectos como la geometría o tratamientos que pueda necesitar para frenar la humedad.

Respecto a los lubricantes, también son dos las tecnologías encontradas al respecto. La primera de ellas es el mecanizado en seco, implementada ya en SHUTON, pero que se le debe dar más impulso si se quiere seguir reduciendo el consumo de lubricantes en la empresa. La segunda, a pesar de ser muy parecida, tiene alguna variación respecto al mecanizado en seco. Se trata del mecanizado criogénico en el cual se utiliza nitrógeno líquido para refrigerar las zonas de mecanizado en lugar de aire

comprimido. Cuando el nitrógeno líquido entra en contacto con el aire o el material, simplemente se evapora como nitrógeno, lo cual hace que sus emisiones sean totalmente inertes. Cabe recordar que la atmósfera de la tierra está compuesta en un 78% de nitrógeno, por lo que no genera ningún impacto.

Finalmente, y a pesar de que los embalajes y la lubricación sean los dos temas predominantes, no se debe olvidar la necesidad de seguir avanzando en I+D+i para conseguir husillos más eficientes (y de esa manera reducir su consumo de energía y lubricantes) o la posibilidad de manipular y darle una segunda vida al husillo en fin de vida antes de desecharlo como chatarra

3.3.4 Vigilancia competitiva

Analizando la situación ambiental de SHUTON respecto a sus competidores, se puede determinar que no está muy distanciada la actividad ambiental de todos ellos. Es evidente que cada una de las empresas tiene su propia política ambiental, pero todos ellos siguen una estrategia en la que los objetivos principales son disminuir las emisiones, reducir y gestionar correctamente los residuos, así como mejorar el impacto ambiental de la empresa en su conjunto. En ese sentido, los competidores asiáticos de SHUTON están un poco por delante en el tema de fin de vida del producto, ya que desde la fase del diseño enfocan un poco más en las oportunidades que ofrecerá el producto en el fin de vida. Otro de los aspectos en el que la competencia asiática está un poco por delante es en la transparencia; dado que publican un informe anual sobre objetivos y datos anuales de los aspectos ambientales. Esto puede deberse a que SHUTON ha comenzado a involucrarse en la economía circular muy recientemente; pero una vez ha comenzado, lo ha hecho de una manera muy determinada, y eso hace que tenga unos objetivos detallados y ambiciosos que adelantan a la competencia al respecto de objetivos. Es decir, dado que una vez se entra en estas dinámicas, las primeras correcciones y objetivos de mejora son las más sencillas, y es posible observar grandes avances en poco tiempo. También es positivo cómo SHUTON trata de mejorar sus procedimientos para hacerlos más sostenibles demostrados con los premios y reconocimientos logrados.

Al centrar la atención en el producto, se puede concluir que SHUTON, dado que se ha iniciado recientemente y ha centrado más su atención en los procedimientos, emisiones, residuos, etc.; está un poco rezagado respecto a sus competidores. Como se ha mencionado antes, los productos de los competidores tratan de buscar nuevas oportunidades en el fin de vida como la reutilización, revalorización o reciclaje selectivo, mientras que en SHUTON, prácticamente todas las fuerzas respecto a la sostenibilidad

ambiental las había centrado en generar menos residuos y emisiones, gestionar adecuadamente esos residuos, nuevas técnicas que sean más limpias... [21] [22]

Por lo tanto, se puede determinar que SHUTON avanza adecuadamente en los procesos productivos y a nivel de organización; con objetivos claros y ambiciosos, nuevas técnicas y reduciendo residuos. Pero, tal vez, deba ampliar los horizontes ambientales de diseño como el de fin de vida, creando sus propias oportunidades a partir de nuevos diseños y mejoras en I+D.

3.3.5 Conclusiones de la vigilancia

Por lo tanto, dado que la empresa tiene bajo control la actual legislación y lo que ello le implica, ésta debe enfocarse en las novedades legislativas que puedan surgir. Uno de esos cambios que pueden afectar será la ley de transición energética y cambio climático que se aprobará en el GV dentro del contexto de los pactos verdes europeo y vasco. Por otro lado, los cambios legislativos suelen ir acompañados por ayudas por parte de las instituciones, por lo que SHUTON no deberá perder de vista cualquier ayuda a la que pueda aspirar.

En cuanto a la vigilancia comercial, las dinámicas tenderán a la durabilidad y flexibilidad de los productos, además de disminuir la huella de carbono en su fabricación; disminuyendo el turismo de piezas e implantando técnicas novedosas como el “Near to shape”. En cuanto a las EPD con una correcta ACV será, también, un aspecto clave. Asimismo, reducir el impacto relacionado con los embalajes y la distribución, unido a estudiar las posibilidades del fin de vida del producto deben ser aspectos para seguir por SHUTON; también seguir avanzando en el producto mediante el ecodiseño.

Respecto a las nuevas tecnologías, en cambio, se deben vigilar los nuevos sistemas de embalaje que mejoren la experiencia y reduzcan el impacto medioambiental tanto de la empresa como del cliente, incluyendo, también, la posibilidad de avanzar en medios de transporte más sostenibles.

Además, se debe seguir avanzando en sistemas que reduzcan el uso de lubricantes como el mecanizado en seco o el criogénico, tras empezar la experiencia con ese tipo de tecnologías en 2018. Indicar que los lubricantes son los causantes del casi 100% de los residuos peligrosos de SHUTON, por lo que eliminarlos o reducirlos sería un gran avance. Asimismo, SHUTON, ha entrado con la determinación y el deseo necesario para avanzar en la sostenibilidad, tal y como demuestran sus objetivos y políticas ambientales. Para ello, debe seguir progresando en sus procesos de producción para reducir residuos y emisiones, y transmitir información de sus resultados, para publicitar su buen hacer. Asimismo, debe acompañar sus progresos en procesos con avances de diseño e innovación en mejora ambiental de sus productos.

Finalmente, en cuanto a la competencia, se observa cómo al llevar más tiempo en dinámicas de economía circular, los productos están más orientados a un segundo uso después del fin de vida del husillo. Aun así, los procesos y los objetivos determinados por la empresa en la planta son incluso más ambiciosas que las de la competencia.

4 METODOLOGÍA

Una vez definidos los objetivos a realizar, se han determinado las siguientes fases a realizar para lograrlos.

1. Presentación y formación inicial por parte de IHOBE en la que se presentan las directrices del proyecto.
 - a. Presentación del proyecto y de las personas de TEKNIKER encargadas de ofrecer el apoyo durante el mismo.
 - b. Formación inicial a cerca de la economía circular; principalmente en el sector de la máquina herramienta.
2. Análisis de la situación de la empresa SHUTON en el entorno de la economía circular; además de revisar ese diagnóstico con la propia empresa.
 - a. Análisis cualitativo de la situación inicial en la economía circular.
 - b. Realizar una vigilancia del mercado en torno a la economía circular y la sostenibilidad.
 - i. Vigilancia comercial
 - ii. Vigilancia legislativa
 - iii. Vigilancia tecnológica
 - iv. Vigilancia competitiva
3. Identificación de las oportunidades de mejora para la empresa en términos de circularidad y sostenibilidad.
 - a. Identificar instrumentos en la empresa para dicha mejora.
 - b. Identificar propuestas que mejoren la circularidad y sostenibilidad en la empresa.
 - c. Validar dichas propuestas y oportunidades con la gerencia de la propia empresa.
4. Puesta en marcha de las oportunidades identificadas y validadas por parte de SHUTON.
 - a. Preparar una hoja de ruta para llevar a cabo cada una de las propuestas.
 - b. Validar con la gerencia la hoja de ruta preparada.
 - c. Implantar la hoja de ruta preparada.

4.1 DIAGRAMA DE GANTT

Con el fin de organizar cada fase y las tareas a realizar durante el tiempo que durará el proyecto, se ha realizado un diagrama de Gantt. La Tabla 4.1 se ha dividido en las tareas a realizar, así como las semanas de plazo que se ha determinado para realizar el proyecto. De este modo, las tareas fijadas se han organizado por las semanas que durará el proyecto.

El primer paso, vendrá dado por IHOBE, dado que realizará la presentación del proyecto y de las personas encargadas de ofrecer el apoyo de TEKNIKER. En este sentido, IHOBE ofrecerá las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto como las formaciones en sostenibilidad ambiental y economía circular, el contacto de las personas de TEKNIKER que ofrecerán el apoyo para el seguimiento del proyecto y las herramientas ofimáticas para el cálculo de diversos parámetros.

Una vez finalizado el primer paso se procederá a analizar la situación de SHUTON. Para ello, será necesario observar el contexto de la empresa en cuanto a la sostenibilidad y economía circular mediante un análisis cualitativo. Tras ese análisis también serán necesarias una serie de vigilancias para determinar la situación de SHUTON en el mercado respecto a la economía circular. Esas vigilancias estarán divididas en cuatro:

- Legislativa: analizando tanto la legislación actual (observando las obligaciones que ello le implica a la empresa), como las leyes que se prevén puedan afectar en un futuro cercano.
- Comercial: analizando las necesidades, exigencias y orientaciones del sector de la máquina herramienta en términos de sostenibilidad ambiental.
- Tecnológica: observando productos o sistemas que puedan ayudar a mejorar a la empresa.
- Competitiva: de manera que no se olvide ver qué hace la competencia en esos términos.

Tras analizar la situación de la empresa y verificarlo con los responsables pertinentes, tocará identificar tanto las oportunidades que tiene la empresa para mejorar en economía circular, como las herramientas que tiene y necesita para implementarlas. Combinando ambos aspectos, oportunidades y herramientas, se prepararán propuestas que se puedan llevar a cabo.

Las oportunidades, herramientas y propuestas se analizarán con los responsables de la empresa; y se decidirá cuál de las propuestas es (o son) la más indicada para desarrollar una hoja de ruta al respecto.

Finalmente, se desarrollará una hoja de ruta para la implantación de la propuesta, así como la realización de la propia hoja de ruta. Esta última tarea vendrá condicionada por la naturaleza de la propuesta, implicación de la empresa y los plazos necesarios para implementarla.

Para la realización de todo el proyecto se ha determinado un tiempo de 5 meses. Cada una de las fases tendrá una duración estimada según su relevancia, es por ello por lo que el diagnóstico y la determinación de la situación inicial de la empresa se plantea como la fase más duradera del proyecto. En él se incluyen las fases de formación y vigilancia, totalmente necesarias para el correcto diagnóstico.

Tabla 4.1: Diagrama de GANTT de planificación del proyecto

FASE	21-6-21	28-6-21	5-7-21	12-7-21	19-7-21	26-7-21	2-8-21	9-8-21	16-8-21	23-8-21	30-8-21	6-9-21	13-9-21	20-9-21	27-9-21	4-10-21	11-10-21	18-10-21	25-10-21	1-11-21	8-11-21	15-11-21	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	
1 Formación inicial	█						█																
2 Análisis cualitativo		█	█				█																
3 Vigilancia legislativa y comercial				█	█		█																
4 Vigilancia tecnológica						█	█	█															
5 Vigilancia competitiva							█	█	█	█													
6 Análisis cuantitativo							█		█	█	█	█											
7 Revisión de diagnóstico con la empresa							█						█										
8 Identificación de instrumentos en empresa para mejora de circularidad							█							█									
9 Identificación de propuestas							█								█	█							
10 Validación de propuestas por parte de la empresa							█										█						
11 Hoja de ruta para cada propuesta							█											█	█	█	█		
12 Validación / implantación de la hoja de ruta							█																█

5 ANÁLISIS CUANTITATIVO

En el capítulo [3 ESTADO DEL ARTE] se han analizado los antecedentes de SHUTON en temas de sostenibilidad y economía circular, además del contexto en el que se encuentra en el mercado. Una vez se ha situado el contexto de la empresa, comienza el análisis de la actividad de la empresa a partir de este capítulo.

Para el análisis de la actividad se ha realizado, en primer lugar, el pertinente análisis del ciclo de vida (ACV); y, en segundo lugar, el cálculo de la Huella Ambiental Corporativa (HAC). En este caso, ambos análisis serán útiles para identificar oportunidades y deficiencias donde poder mejorar la empresa.

Anteriormente, en el capítulo [3.1.4 Análisis de Ciclo de Vida], se han definido las características de un ACV correcto con el que se pueden sacar correctas conclusiones. Por lo tanto, para realizar este ACV se han tratado de analizar los husillos en su conjunto comenzando desde sus materias primas (acero y componentes), hasta su uso y fin de vida; pasando por los consumos y recursos para su fabricación.

5.1 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)

5.1.1 Objetivo y alcance

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se ha realizado el análisis de ciclo de vida del husillo fabricado desde la etapa de aguas arriba (antes de la fabricación de los husillos), hasta la etapa de aguas abajo (distribución y futuras actividades del husillo), pasando por su etapa de fabricación. En cuanto al objetivo, se han estipulado dos grandes objetivos respecto al ACV, en primer lugar, reflejar la información que SHUTON gestiona respecto a aspectos de sostenibilidad; y en segundo lugar, asentar un punto de partida del cual proseguir en los próximos años respecto a los ACV.

5.1.2 Análisis del inventario

Para la correcta producción de los husillos a bolas que se realiza en SHUTON, es necesario, antes que nada, la apropiación de las materias primas. Para ello, SHUTON incorpora barras de acero para el eje del husillo y tochos de acero para la tuerca con procedencia local (para las tuercas) o europea (para las barras de los ejes) mayoritariamente.

Una vez se tienen las materias primas, se procesan el eje y la tuerca cada uno por separado. Se elaboran cada uno de los elementos por separado realizando, también, varios procesos subcontratados fuera de la planta; y se preparan para ensamblarlos. Tras ello, se incluyen los elementos adicionales como las bolas, chavetas, etc. y se ensamblan ambos elementos principales. Con el husillo ya completamente montado, se embala y se prepara para su distribución. Para todo este proceso, es necesario el apoyo de varias herramientas adicionales: lubricantes, agua, electricidad, calefacción (para la correcta temperatura de la planta), elementos de embalaje, transportes para las operaciones subcontratadas, etc.

Tras la producción de los husillos, llega la hora de su distribución. Para ello, se utilizan medios terrestres o marítimos (en la mayoría de los casos) según el país de exportación. Para el correcto uso del husillo es necesario electricidad y lubricantes y en el fin de vida de los husillos habrá que transportarlos a una planta de revalorización para recuperar de nuevo el acero, el cual se llevará a cabo mediante camión en la gran mayoría de los casos.

5.1.3 Evaluación del impacto ambiental

Con el objetivo de que los valores de entradas y salidas sean lo más realistas, fiables y trazables en un futuro, se han decidido una serie de estimaciones y metodología de cálculo de valores que se detallan a continuación. De esta manera, se establecen unos parámetros acordados con la empresa, tanto para la correcta interpretación y puesta en contexto de los resultados obtenidos con este análisis, como para establecer un estándar para futuros ACVs que puedan realizarse (anual o bianualmente) en la empresa.

El análisis cuantitativo se ha realizado con los datos obtenidos desde la base de datos guardados del año 2019. SHUTON guarda datos de los últimos 5 años, pero dadas las circunstancias extraordinarias sucedidas en 2020, la empresa ha decidido realizar el análisis con los datos de 2019.

El departamento de compras ha facilitado los datos de las materias primas (tanto de cantidades como transporte), gracias a la cantidad de pedidos realizados a las dos empresas suministradoras de las materias primas; el material para el embalaje y su transporte; y la cantidad y transporte de los componentes necesarios para completar los husillos.

Gracias al departamento de calidad y medio ambiente, se han obtenido los datos de embalaje realizados por SHUTON; los consumos, tanto de energía como de lubricantes; los residuos generados en la propia empresa; y los husillos producidos por la empresa (así como su transporte). Todo ello, en gran medida, gracias a la declaración anual de envases que realiza la empresa todos los años (se incluye la del año analizado al final de la memoria en el [12.1 ANEXO A: COMUNICACIÓN ANUAL DE ENVASES Y EMBALAJES DE SHUTON DEL AÑO 2019]).

Por otro lado, para estimar los kilómetros realizados para la distribución de los husillos, se ha consultado con el departamento comercial el destino y fecha de expedición de los pedidos del año 2019. De esta manera, se ha calculado de manera aproximada los kilómetros realizados en la distribución en camión y barco.

Para el cálculo aproximado de la cantidad de lubricante necesaria por los husillos producidos durante un año en SHUTON se ha tomado como referencia la fórmula (1) del caudal (Q) necesario que viene indicada en el catálogo y manual de uso de la empresa.

$$Q \text{ (mm}^3\text{)} = 0,57 \left(\frac{i \cdot d_0}{200} \right)^{0,75} \cdot 0,25 L_r^{0,25} \quad (1)$$

i = Recorrido (mm)

d_0 = Diámetro (mm)

L_r = Longitud del husillo (mm)

Para obtener los datos de los parámetros, se han agrupado los husillos producidos en 3 grandes estándares: grandes, medianos y pequeños. A cada uno de los estándares se les han aplicado las características medias de cada uno de los tamaños para las medidas, recorrido, etc. Así las cosas, en la Tabla 5.1 se pueden observar las características de cada uno de los estándares preparados y la cantidad de cada uno de ellos:

Tabla 5.1: Características de los estándares de husillos preparados

TAMAÑO	LONGITUD (mm)	DIÁMETRO (mm)	CIRCUITOS	PASO	CARGA (N)	CANTIDAD
GRANDES	3700	85	6	24,5	120000	1052
MEDIANO S	2000	55	4	19	60000	7040
PEQUEÑO S	680	30	4	8	20000	1700

Una vez se han obtenido los datos necesarios para calcular el caudal necesario para los husillos producidos, se ha multiplicado por el tiempo de uso de los husillos y así determinar el consumo de lubricantes (C_L) como se define en la fórmula (2). Para ello, se ha definido que, de media, los husillos trabajan durante 46 semanas al año, 5 días a la semana y 16 horas (2 turnos) al día.

$$C_L \left(\frac{mm^3}{h} \right) = Q \cdot t \quad (2)$$

Para el cálculo de consumo de los husillos producidos por SHUTON en un año, se ha realizado algo parecido que con los lubricantes. En este caso, se han cogido los 3 estándares resumidos en la Tabla 5.1 y con la fórmula (3) en el que se define la potencia necesaria para mover el husillo (P_L) se ha hecho un cálculo aproximado; combinando la potencia necesaria y el tiempo de trabajo consiguiendo así el consumo.

$$P_L(W) = \frac{L \cdot S \cdot n \cdot 2\pi}{2000 \cdot \pi \cdot \eta} \quad (3)$$

$$n = \text{velocidad de giro} \left(\frac{rad}{s} \right)$$

$$\eta = \text{eficiencia} \approx 0,9$$

$$L = \text{Carga (N)}$$

$$S = \text{Paso (m)}$$

Por otro lado, para el dato del transporte tras el fin de vida, se han estimado los kilómetros necesarios a recorrer desde la empresa en cuestión hasta la planta de reciclaje o revalorización pertinente. En el caso de SHUTON, la distancia entre la empresa y la planta de reciclaje es de menos de 25 km, pero teniendo en cuenta que varias empresas se encuentran en grandes ciudades donde las distancias aumentan considerablemente, se ha tomado como referencia de distancia 50 km desde la empresa hasta la planta de revalorización.

5.1.4 Interpretación

Tras realizar el ACV, y poner en conjunto todas las acciones, entradas, salidas y estimaciones se ha realizado un diagrama donde se resumen todos los aspectos analizados de los husillos. En la Figura 5.1, se detallan tanto los procesos, entradas y salidas de toda la vida del producto, como los valores indicados para cada uno de ellos.

En la fase de aguas arriba, donde se encuentran el suministro y la recepción de materias primas solo se encuentran entradas para la fabricación de los husillos. En

primer lugar, como es evidente, la entrada de materias primas como son el acero tanto para los ejes como para las tuercas de los husillos. En segundo lugar, el transporte para recibir esas materias primas. Debido a que cada uno de los aceros de las materias primas proviene de diferentes países (las barras para ejes se traen desde Francia mientras que los tochos para las tuercas se producen en una empresa de Vitoria) y tienen diferente composición, se han dividido tanto la entrada de cada uno de los aceros en las materias primas como su propio transporte.

En la fase de la producción de los husillos, se han definido además de entradas una serie de salidas también. Las entradas pueden resumirse cuatro grandes grupos: recursos energéticos (electricidad y gas); consumibles (consumo de agua y lubricantes); materiales, donde se incluyen los componentes transversales de los husillos, papel de oficina y los materiales para el embalaje; y finalmente, sus respectivos transportes (camiones, furgonetas) y el transporte de personas para visitas o similares. En cuanto a las salidas, existen tres grandes grupos. En primer lugar, las emisiones de CO₂, medidas por el propio departamento de medioambiente de la empresa. En segundo lugar, los residuos peligrosos, donde se incluyen los lodos oleosos, aguas con hidrocarburos, líquidos de limpieza y taladrinas. Este tipo de residuos se diferencian debido a que necesitan ser gestionados de manera especial para evitar vertidos o dañar el medioambiente. En tercer lugar, el último gran grupo de salidas, son los residuos no peligrosos, donde se incluyen la chatarra y viruta (metal residual de la planta) generada por el mecanizado o defecto de las piezas, y los residuos generados de los embalajes de las materias primas (madera, plástico, papel y cartón).

En la última fase, aguas abajo, se generan una serie de entradas y salidas durante la distribución, uso y fin de vida de los husillos. Para su distribución es necesario el transporte, generalmente, por medio de camión o barco y para el correcto uso de los husillos son necesarios lubricantes y electricidad. Durante estos dos procesos, se generan unas salidas creadas, mayormente, por los embalajes de los husillos. Gracias a la declaración anual de envases, están identificados correctamente como madera, plástico, papel, cartón y acero (en menor medida). Finalmente, a la hora de gestionar los husillos en su fin de vida, es necesaria la entrada de transporte para depositarlo en la planta de residuos y se genera la salida de los residuos de los materiales del husillo (el acero de los husillos y el plástico de varios componentes).

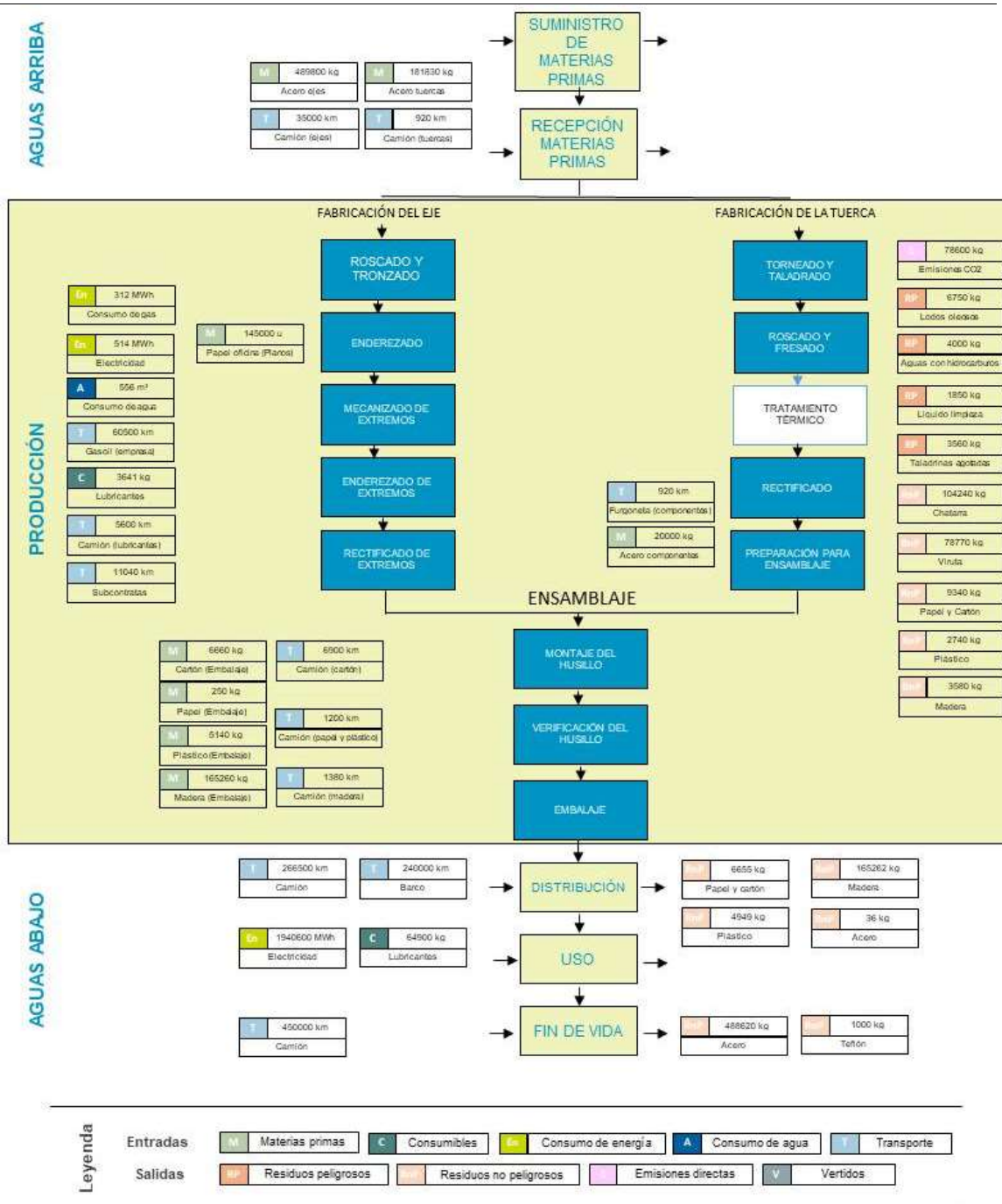


Figura 5.1: Análisis del Ciclo de Vida de los husillos producidos en SHUTON

5.2 HUELLA AMBIENTAL CORPORATIVA (HAC) + EC

Tras realizar en análisis de ciclo de vida de los husillos, se ha realizado el cálculo de la huella ambiental corporativa de SHUTON. Además, junto a la huella ambiental se han analizado los posibles parámetros de economía circular. Los valores indicados en la ACV serán utilizados para dichos cálculos rellenando la herramienta ofrecida por IHOBE que a continuación se explica.

5.2.1 Herramienta IHOBE

Tal y como se explicaba en el capítulo [3.1.4 Análisis de Ciclo de Vida] el ACV ayuda a seleccionar los indicadores correctos para la evaluación de sostenibilidad en cada uno de los casos. En ese sentido, IHOBE ha desarrollado un prototipo de una herramienta informática (por el momento es un simple Excel) en el que se introducen los datos obtenidos mediante el ACV y se obtiene la huella ambiental corporativa. Gracias a varios ACV realizados en empresas de máquina herramienta, IHOBE ha podido “personalizar” dichas entradas de la herramienta para empresas del sector.

En primer lugar, clasifica cada entrada/salida en una fase o ámbito de la vida del producto; dividido en alcance indirecto, obligatorio u opcional; según sea un aspecto de aguas arriba, necesaria para su existencia, o aguas abajo, el cual es opcional para el análisis, y alcance directo (aspectos directamente surgidos en la planta o proceso de producción).

En cada uno de los alcances, se debe determinar una familia (material, energía, transporte...), subfamilia, aspecto (actividad específica) y magnitud asociada a unas unidades específicas. Una vez se introduce dicha información, según el tipo de entrada o salida que sea, exige introducir datos de su circularidad; en el caso de la materia prima de acero, por ejemplo, su composición en cuanto a acero virgen o reciclado.

En el caso de esos indicadores de economía circular, al ser todavía los husillos de SHUTON completamente lineales como producto, son pocas las que se pueden analizar. De hecho, los únicos datos que pueden ser tomados como indicadores de economía circular son el reciclado de los husillos en su fin de vida y la procedencia del acero de las materias primas.

En cuanto al reciclado de los husillos, teniendo en cuenta la posibilidad que ofrecen los materiales utilizados en ellos, prácticamente el 100% de los materiales del husillo son reciclables. Por lo tanto, se puede determinar que, en gran porcentaje, todo el acero y los componentes de plástico que se ponen en el mercado con los husillos se reciclan, o son reciclables, al menos.

A la hora de analizar el acero de las materias primas, se ha realizado un análisis de la fabricación del acero en Europa, más concretamente en Francia. Dado que es muy complicado saber la composición exacta del acero fabricado en las acerías, se ha tomado como referencia la cantidad de acero reciclado que se utiliza en las acerías de horno eléctrico, en el que se estima que ronda el 90-95%.

Para este caso en particular, la Tabla 5.2 muestra las entradas completas que se han introducido para obtener la huella ambiental corporativa de SHUTON:

Tabla 5.2: Entradas de datos para el cálculo de la Huella Ambiental Corporativa

ALCANCE INDIRECTO OBLIGATORIO					→ COMPLETAR PARA EL ANÁLISIS DE CIRCULARIDAD						
FAMILIA	SUBFAMILIA	ASPECTO	MAGNITUD	UNIDAD	% MATERIAL SECUNDARIO	% MATERIAL RENOVABLE	El agua que se vierte tiene una calidad adecuada (SÍ/NO)	% VALORIZACIÓN MATERIAL INTERNA	% VALORIZACIÓN MATERIAL EXTERNA	% ELIMINACIÓN	% VALORIZACIÓN ENERGÉTICA
Materiales	Metal	Acero reciclado	671.630,0	kg	5%						
Transportes	Terrestre	Transporte de carga en camión pesado	862.080,0	tonas*km							
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de cartón (gestión finalista)	9.340,0	kg							100%
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de madera (gestión finalista)	3.580	kg							100%
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de plástico (gestión finalista)	2.740	kg							100%
Materiales	Embalajes	Papel	250	kg		100%					
Materiales	Embalajes	Cartón	6.660	kg		100%					
Materiales	Embalajes	Pallet	165.265	unit		100%					
Materiales	Embalajes	Papel	725	kg		100%					
Materiales	Polímeros	Polietileno de alta densidad (HDPE)	5.140	kg		100%					
Materiales	Metal	Acero reciclado	15.000	kg	5%						
Materiales	Químicos	Aceite lubricante	3.641	kg							
Transportes	Terrestre	Transporte de pasajeros en vehículo diésel (entrada km)	4.400	km							
Transportes	Terrestre	Transporte de carga en camión	16.000	tonas*km							

ALCANCE INDIRECTO ENERGÍA [OBLIGATORIO]					→ COMPLETAR PARA EL ANÁLISIS DE CIRCULARIDAD						
FAMILIA	SUBFAMILIA	ASPECTO	MAGNITUD	UNIDAD	% MATERIAL SECUNDARIO	% MATERIAL RENOVABLE	El agua que se vierte tiene una calidad adecuada (SÍ/NO)	% VALORIZACIÓN MATERIAL INTERNA	% VALORIZACIÓN MATERIAL EXTERNA	% ELIMINACIÓN	% VALORIZACIÓN ENERGÉTICA
Energía	Calor	Caldera de gas natural industrial	1.122.900	MJ							
Energía	Electricidad	Electricidad en Media tensión	513.803	kWh							

ALCANCE DIRECTO [OBLIGATORIO]

→ COMPLETAR PARA EL ANÁLISIS DE CIRCULARIDAD

FAMILIA	SUBFAMILIA	ASPECTO	MAGNITUD	UNIDAD	% MATERIAL SECUNDARIO	% MATERIAL RENOVABLE	El agua que se vierte tiene una calidad adecuada (SI/NO)	% VALORIZACIÓN MATERIAL INTERNA	% VALORIZACIÓN MATERIAL EXTERNA	% ELIMINACIÓN	% VALORIZACIÓN ENERGÉTICA
Fin de Vida	Gestión finalista	Depósito de residuo peligroso	4.000,0	kg							100%
Fin de Vida	Gestión finalista	Chatarra de acero (gestión finalista)	104.240,0	kg							100%
Fin de Vida	Gestión finalista	Lodo de depuración	10.000,000	kg							100%
Fin de Vida	Gestión finalista	Tratamiento de aguas residuales	2,00	m3							
Transportes	Terrestre	Transporte de carga en camión pesado	16.000,000	tonas*km							
Transportes	Terrestre	Transporte de pasajeros en vehículo diésel (entrada km)	60.500,000	km							
Procesos	Metal	Torneado de acero	78.770,000	kg			NO				
Materiales	Agua	Agua corriente	556.000	kg			SI				
Emissiones	Otras emisiones cuantificadas	CO2e	78.600	kg							
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de papel (gestión finalista)	725	kg							100%

ALCANCE INDIRECTO OPCIONAL

FAMILIA	SUBFAMILIA	ASPECTO	MAGNITUD	UNIDAD
Transportes	Mar	Transporte de carga en barco	266.500	tonas*km
Transportes	Terrestre	Transporte de carga en camión pesado	240.000,000	tonass*km
Transportes	Terrestre	Transporte de carga en camión pesado	450.000,000	tonas*km
Fin de Vida	Gestión finalista	Chatarra de acero (gestión finalista)	488.656	kg
Materiales	Químicos	Aceite lubricante	64.900	kg
Energía	Electricidad	Electricidad en Alta tensión	1.940.600.000	kWh
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de plástico (gestión finalista)	4.949	kg
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de madera (gestión finalista)	165.265	kg
Fin de Vida	Gestión finalista	Gestión de residuo de cartón (gestión finalista)	6.655	kg

5.2.2 Resultados de HAC + EC

A la hora de analizar los resultados ofrecidos por la calculadora Excel de la Huella Ambiental Corporativa ofrecida por IHOBE, es necesario aclarar que muchas de las unidades de respuesta de los aspectos analizados no son absolutos, por lo que el análisis deberá ser, también en términos relativos. Es decir, exceptuando aspectos como la huella de carbono o la huella de agua, en la que las unidades son simples y fáciles de analizar de manera absoluta, los aspectos analizados se valoran en *endpoints* (huella ambiental) o CTUs (toxicidad), unidades para analizar de manera relativa. Además, el objetivo de este informe es analizar el estado de SHUTON y tener una base para tener un punto de partida de análisis del progreso. Por ello, los resultados se analizarán en términos relativos identificando que actividad crea más impacto a cada aspecto y de esa manera concluir qué actividades son las que mayor impacto generan. Sin embargo, también se realizará alguna mención entre dos aspectos que tengan las mismas unidades de medida y se puedan comparar entre ellas; pero serán solamente menciones puntuales.

Dadas las razones mencionadas en el anterior párrafo, se ha decidido analizar los resultados de la HAC divididas por alcances, familias y subfamilias; y concluir cuál de esas actividades impacta más en cada aspecto. En cuanto a los aspectos se han analizado, tal y como los divide la calculadora Excel de IHOBE, en dos grandes grupos: aspectos generales y aspectos significativos. Los aspectos generales son la huella de carbono, agotamiento de recursos, huella de agua y huella ambiental. Los aspectos significativos, por otro lado, son el calentamiento global, eutrofización marina, radiación ionizante, eutrofización agua dulce, eutrofización terrestre, ecotoxicidad agua dulce, agotamiento de capa ozono, partículas en suspensión, toxicidad humana (no cancerígeno), radiación ionizante HH, formación de ozono fotoquímico, toxicidad humana (cancerígeno), acidificación, uso de suelo, agotamiento mineral, fósil y recursos, agotamiento de recursos hídricos, ReCiPe Endpoint, consumo de energía no renovable y consumo de energía renovable.

5.2.2.1 Resultados por alcances

En cuanto a los resultados por alcances, se puede observar en la Tabla 5.3 cómo el alcance indirecto opcional es el alcance que más impacto genera en cada uno de los aspectos generales. Prácticamente el 100% del impacto generado en los cuatro aspectos analizados están generados por el alcance indirecto opcional, lo cual es lógico ya que es el alcance que agrupa el uso de los husillos producidos y su transporte, por lo que suma el impacto de cada uno de ellos.

Tabla 5.3: Resultados de la HAC por alcances

	Huella de Carbono (t CO ₂ eq.)	Agotamiento de recursos (kg Sb eq.)	Huella de agua (m ³ eq.)	Huella Ambiental (Pt)
Alcance indirecto obligatorio	1.614	87	3.117	724.304
Alcance indirecto energía (obligatorio)	307	2	880	27.623
Alcance directo (obligatorio)	392	55	373	45.960
Alcance indirecto opcional	808.730	4.567	3.102.909	73.705.413
TOTAL	811.043 t CO ₂ eq.	4.711 kg Sb eq.	3.107.278 m ³ eq.	74.503.300 Pt

Analizando los resultados de los aspectos significativos, se observa en la Figura 5.2 que el alcance indirecto opcional sigue siendo el alcance que genera casi el 100% del impacto en cada uno de los aspectos significativos analizados. Sin embargo, cabe mencionar como en el caso de la toxicidad humana (cancerígena) y el uso del suelo, que el alcance indirecto obligatorio tiene más impacto, porcentualmente, que en el resto de los aspectos. No obstante, se debe aclarar que el impacto en el aspecto de la toxicidad humana es residual si se compara con la toxicidad del agua (comparable por sus mismas unidades CTU), tal y como muestran los datos de la Tabla 5.3; por lo que el alcance indirecto obligatorio en ese caso tampoco es reseñable.

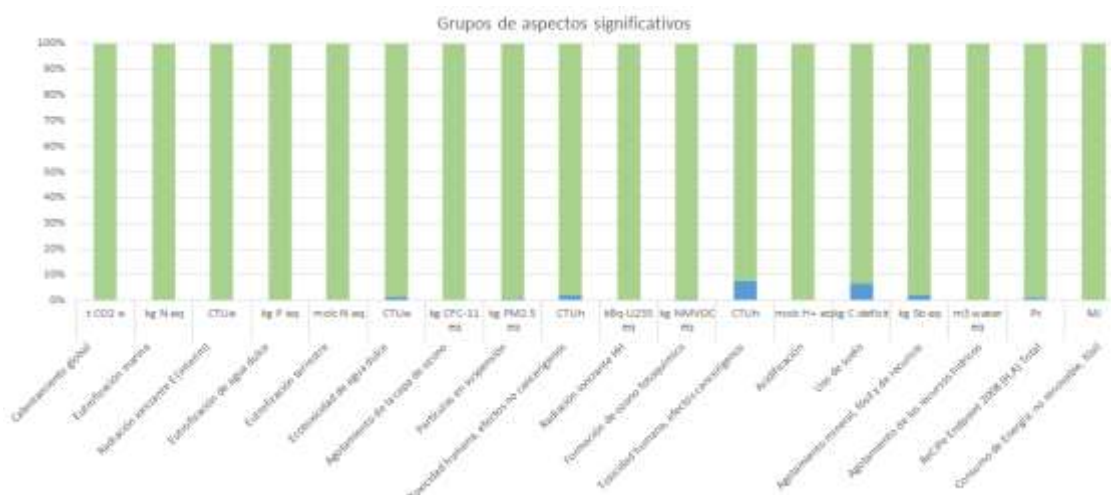


Figura 5.2: Resultados relativos de los aspectos significativos por alcances

5.2.2.2 Resultados por familias

Si se analizan los resultados por familias, se observa tal y como muestra la Tabla 5.4 que la energía es la familia que genera el mayor impacto en cada uno de los aspectos generales analizados. Tal y como se ha mencionado anteriormente, todos y cada uno de los husillos producidos por SHUTON requieren durante su uso un consumo de energía, además del consumo en la propia planta, por lo que es evidente que el mayor impacto en todos los aspectos venga condicionado por el consumo de energía.

Tabla 5.4: Resultados de la HAC por familias

	Huella de Carbono (t CO ₂ eq.)	Agotamiento de recursos (kg Sb eq)	Huella de agua (m ³ eq.)	Huella Ambiental (Pt)
Materiales	1.528	79	3.280	726.558
Procesos	292	50	272	40.084
Energía	808.855	4.557	3.103.611	73.703.970
Emissiones	79	0	0	3.558
Fin de vida	12	0	17	1.061
Transportes	277	26	89	28.070
TOTAL	811.043 t CO ₂ eq.	4.711 kg Sb eq	3.107.278 m ³ eq.	74.503.300 Pt

En cuanto a los aspectos significativos, la Figura 5.3 muestra como el patrón anterior de consumo de energía sigue siendo casi el 100% del causante del impacto en cada una de ellas. Como excepción, de nuevo, se puede observar como la toxicidad humana (cancerígena) y el uso de suelo está condicionado en mayor porcentaje que en el resto por los materiales utilizados. Eso sí, se debe recordar, igual que en el anterior apartado, el impacto en la toxicidad humana cancerígena es prácticamente residual.

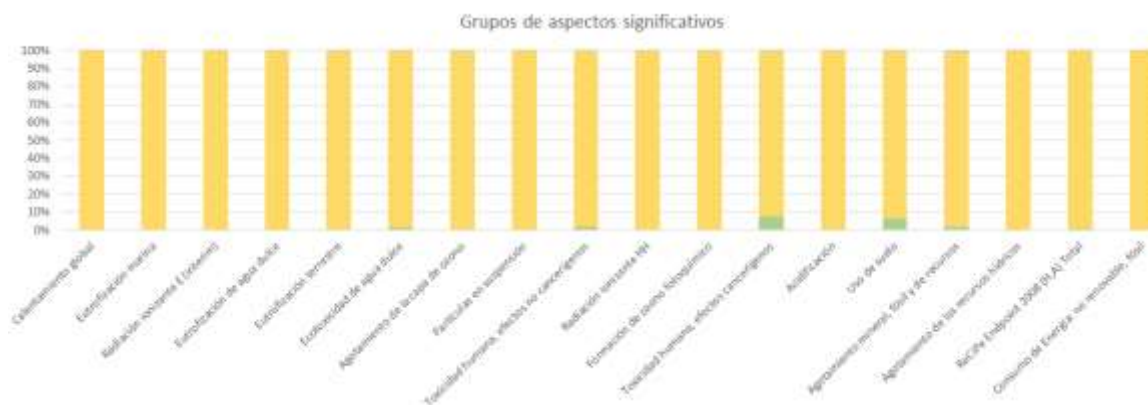


Figura 5.3: Resultados relativos de los aspectos significativos por familias

5.2.2.3 Resultados por subfamilias

Finalmente, las familias se han dividido en subfamilias. En cuanto a las familias donde es interesante analizar sus respectivas subfamilias se ha escogido la familia de materiales, como muestra la Tabla 5.5, ya que en el resto de las familias el impacto generado por la familia es residual o el análisis de sus subfamilias no es significativo. Por ejemplo, en el caso de la energía, no tiene mucho sentido analizar el impacto generado por las subfamilias, ya que prácticamente el 100% del impacto generado por la energía es por la energía eléctrica (tanto en la planta de producción de SHUTON como de la fase de uso de los husillos producidos).

Si se observan los resultados se concluye que tanto los embalajes como el metal son los dos materiales que más impacto generan, donde destaca el aumento (porcentualmente) de la influencia del metal en el aspecto de la huella de agua respecto al resto de aspectos.

Tabla 5.5: Resultados de la HAC por subfamilias

	Huella de Carbono (t CO ₂ eq.)	Agotamiento de recursos (kg Sb eq)	Huella de agua (m ³ eq.)	Huella Ambiental (Pt)
Agua	0	0	91	14
Construcción	0	0	0	0
Eléctrico electrónico	0	0	0	0
Embalajes	1.184	63	2.109	665.781
Gas refrigerante	0	0	0	0
Madera	0	0	0	0
Metal	268	12	939	41.386
Polímeros	10	0	11	1.379
Químicos	66	4	130	17.997
Textil	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0
TOTAL	1.528 t CO ₂ eq.	79 kg Sb eq	3.280 m ³ eq.	726.558 Pt

Al analizar los aspectos significativos, la Figura 5.4 muestra como los porcentajes se mantienen constantes en casi todos los aspectos, siendo el de mayor impacto el embalaje, seguido por el metal y los lubricantes. Sin embargo, cabe destacar los aspectos de la toxicidad, donde el metal, seguramente por su proceso de producción y transporte, genera mayor impacto que el embalaje. Además, también es reseñable la influencia de los lubricantes respecto al agotamiento de recursos, donde aumenta significativamente su importancia respecto al resto de aspectos.

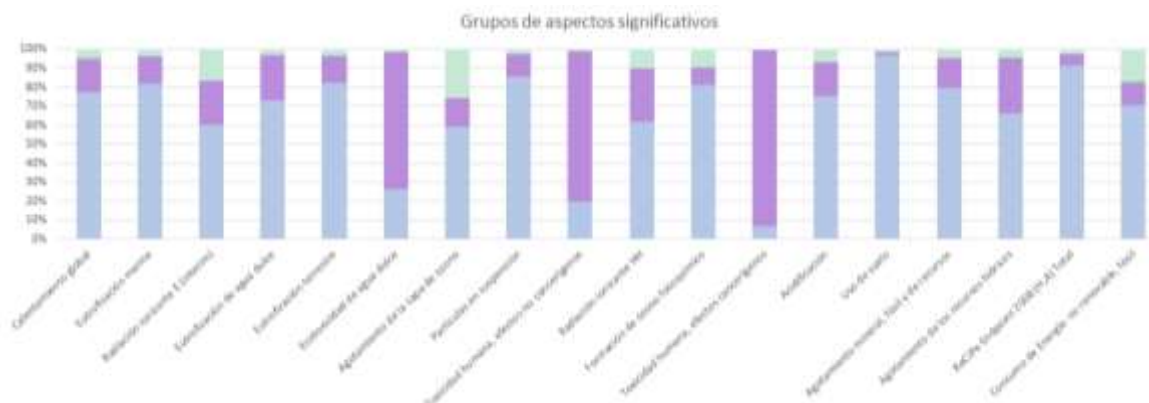


Figura 5.4: Resultados relativos de los aspectos significativos por subfamilias

5.2.3 Conclusiones HAC + EC

En cuanto a la circularidad, los productos que se generan en SHUTON deben catalogarse como lineales. Las materias primas son ejes y tochos de acero y en su fin de vida, las instrucciones se limitan a separar y reciclar los materiales del producto por separado. Es decir, en ningún momento del ciclo de vida, se reutiliza o remanufactura ningún elemento, por lo que los husillos y sus componentes tienen un “nacimiento” y una “muerte”.

Sin embargo, a pesar de que el producto sea totalmente lineal, los materiales que lo componen sí que pueden catalogarse de manera mínima como circulares; ya que, el acero de las materias primas es en gran porcentaje reciclado y al final de la vida se vuelven a reciclar, o existe la posibilidad, al menos tanto en el caso del acero como los plásticos.

En cuanto a las actividades del ciclo de vida del husillo que más impacto generan, hay que resaltar el aspecto indirecto opcional, el cual aglutina la fase de aguas abajo; y si analizamos la familia que más influye sobre los impactos generales se observa como el consumo, tanto de electricidad como de lubricantes, es el de mayor importancia. Tiene sentido, ya que, si se comparan las 20 máquinas que se utilizan en SHUTON para producir con los más de 9000 husillos que se producen en un año, con todas las máquinas que ello supone, es evidente que el impacto del uso de los husillos producidos es mucho mayor que la producción en sí misma.

Sin embargo, a la hora de analizar el impacto directo de la empresa en la sostenibilidad, se dividen las influencias en dos grandes grupos: el consumo energético y los materiales utilizados. La energía eléctrica es totalmente necesaria para el mecanizado y su impacto es evidente. Los materiales, y el impacto que causan, en cambio, tienen tres grandes causantes: los embalajes, el metal (acero de la materia prima) y los químicos (lubricantes); en orden de importancia. Puede sorprender que los embalajes influyan más que las materias primas, pero demuestra el impacto que genera el embalaje. Por lo tanto, el consumo energético y los embalajes pueden determinarse como las dos actividades más influyentes en el alcance directo del ciclo de vida de los husillos.

Vistos los resultados, la mayor oportunidad a la hora de implementar la circularidad en el ciclo de vida de los husillos viene dada en los materiales de embalaje y las materias primas. Las oportunidades pueden llegar tanto de aguas arriba, es decir, a la hora de comprar esos materiales; o aguas abajo, es decir, haciendo que los productos o materiales puestos en el mercado puedan tener una segunda o tercera vida.

Además, y gracias a los instrumentos ofrecidos por IHOBE, cabe la posibilidad de que varios indicadores, sobre todo el de huella de carbono, puedan implementarse en SHUTON. Dado que en los próximos años tanto Europa como el Gobierno Vasco impulsarán políticas para la reducción de la huella de carbono, implementar este indicador mediante la calculadora de IHOBE puede ser de gran utilidad para establecer y valorar objetivos al respecto.

Así pues, las actividades que más impacto generan son tanto el consumo, de los propios husillos producidos y de la producción en la planta, las materias primas, los embalajes y los lubricantes. Los materiales ofrecen la oportunidad de implementar la circularidad en el producto y los instrumentos ofrecidos por IHOBE serán clave y de gran ayuda a la hora de llevar a cabo todas las transformaciones.

6 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

6.1 INSTRUMENTOS DE LA EMPRESA EN LA ECONOMÍA CIRCULAR

Tal y como se resume en la Tabla 6.1, se han definido 8 instrumentos para fomentar la economía circular dentro de la empresa. Cada una de ellas aportará más o menos dependiendo de qué retos se seleccionen para abordar y llevar a cabo. Por un lado, habrá que analizar cuánto ayuda cada instrumento; por otro, si la relación entre la aportación y la inversión es factible; y finalmente, si el reto al que ayudará ese instrumento es viable e interesante o no. Para ello, se ha realizado un pequeño análisis de cada instrumento identificando el responsable, los antecedentes de ese instrumento y la ayuda que puede aportar a las estrategias de economía circular. De este modo, se ha conseguido identificar los instrumentos más útiles para la empresa.

El primer instrumento es la compra verde, bajo responsabilidad del departamento comercial de compras. No existe en SHUTON un predecesor de este estilo, pero podría ayudar a la hora de usar los residuos como recursos o de priorizar los recursos regenerativos; ya que favorece el marketing sostenible de la marca SHUTON. Además, ayudaría a replantear el modelo de negocio en su parte del transporte (si se cambia de proveedores, es necesaria una nueva red y se abre una oportunidad) sin la necesidad obligatoria de cambiar mucho el producto actual.

Por otro lado, existe la posibilidad de incluir nuevos medios de transporte en la logística de la empresa, que estaría a cargo del departamento de calidad y medioambiente y comercial. Por ejemplo, incluir la red ferroviaria para el transporte de husillos o una pequeña flota de vehículos eléctricos para los transportes de trabajadores en visitas o similares. Esto podría abrir una oportunidad en tecnologías digitales, un nuevo modelo de negocio en el transporte o la fidelización de clientes por marketing en sostenibilidad.

Respecto al diseño personalizado, no sólo se puede centrar en el producto, sino que también el embalaje podría personalizarse para las necesidades de cada cliente dando un valor añadido al producto en sí. Estaría a cargo de la oficina técnica y de I+D+i y favorecería a fidelizar el cliente (replantando el modelo de negocio), el diseño a futuro, uso de residuos como recursos y el trabajo en conjunto para añadir valor. Un precedente podría considerarse el cambio de tornillos por clavos a la hora de cerrar los embalajes de madera para poder reutilizarlos.

Otro instrumento sería la mejora de procesos a cargo del departamento de producción. Crearía una oportunidad para implementar tecnologías digitales o un cambio en la red de transporte, pero sería un proceso largo y complicado. A pesar de ello, SHUTON lleva años trabajando con el mecanizado en seco, por ejemplo, y quiere seguir dando pasos en su utilización y normalización

En cuanto a una correcta planificación por parte de la gerencia, ayudaría mucho en el diseño a futuro, en la preservación de lo que hay actualmente y en el impulso al trabajo grupal. Es un gran instrumento que se trabaja casi mensualmente y se avanza mucho gracias a ello.

El I+D+i es otro instrumento muy útil para la empresa. De hecho, un departamento entero lleva su nombre y se dedica a ello. Ayuda en el diseño a futuro, en fidelizar al cliente, gracias al soporte continuo que le ofrece, e incluso podría ayudar en incluir los residuos como recursos en un futuro.

Calidad y medioambiente se encargan, a día de hoy, de la gestión de residuos. Desde 2005 SHUTON tiene la certificación de ISO 14001 y seguir dando pasos en la correcta gestión ayudará poder llegar a utilizar residuos como recursos, por ejemplo.

Finalmente, pero posiblemente el instrumento más importante es la información, y nada mejor para saber qué necesita el cliente que preguntárselo a él mismo. Por ello, una serie de cuestionarios para conocer sus hábitos y necesidades ayudará a la empresa a diseñar correctamente, fidelizarlo, preservar/desechar lo que hay o incorporar nuevas tecnologías. Estos cuestionarios podrían estar a cargo del departamento de ofertas o comercial y aportar mucha información a la gerencia respecto a las decisiones a tomar.

Tabla 6.1: Instrumentos a mano de la empresa para el avance en economía circular, departamento responsable y antecedentes al respecto en caso de haberlos

INSTRUMENTO	RESPONSABLE	ANTECEDENTES
COMPRA VERDE	COMPRAS	-
NUEVOS MEDIOS DE TRANSPORTE	PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE	-
DISEÑO PERSONAL	OFICINA TÉCNICA, I+D+i	TORNILLOS POR CLAVOS
MEJORA DE PROCESOS	PRODUCCIÓN	MECANIZADO EN SECO
PLANIFICACIÓN	GERENCIA	-
I+D+i	I+D+i	SOPORTE CONTINUO
GESTIÓN RESIDUOS	CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE	ISO 14001
CONSULTA A CLIENTES	OFERTAS	-

La Tabla 6.2 resume, de manera muy simplificada cuánto puede ayudar cada uno de los instrumentos en las estrategias de economía circular.

Tabla 6.2: Valoración del impacto conseguido por cada uno de los instrumentos respecto a las estrategias de economía circular

Estrategias de EC	INSTRUMENTOS								
	compra verde	nuevos medios transporte	diseño personal	mejora procesos	planificación	i+d+i	gestión residuos	consulta clientes	
DISRUPT	Diseñar para el futuro		+++		+++	+++	+	+++	
	Incorporación de tecnologías digitales	++		+	+	+		++	
	Sustento y preservación de lo que actualmente hay	+	+	++		++	+	++	
	Replantear modelo negocio	++	+++	+++	+	+	+	+	++
	Uso de los residuos como recursos	+		++	+	+	++	+++	+++
	Priorización de los recursos regenerativos	++	+				+	+	
	Trabajo en equipo para crear valor conjunto			++	+	++			

6.2 RETOS IDENTIFICADOS

Una vez se han analizado el contexto de SHUTON en sostenibilidad ambiental y circularidad, el análisis cuantitativo y las herramientas que tiene la empresa para el avance en ese aspecto; se han identificado diversos retos a los que la empresa puede o debe dar respuesta. Más concretamente, seis han sido los retos identificados:

El primero de ellos, es el tema de los embalajes. Se han tenido problemas de abastecimiento de madera para embalaje, y existen tecnologías innovadoras como el cartón para exportaciones o el *smart packaging*. Además, al analizar el impacto de los

materiales en la planta se ha observado como los embalajes impactan más que cualquier otro elemento.

El segundo, se centra en los lubricantes y taladrinas. Se ha visto como casi el 100% de los residuos peligrosos de la planta están generados por estos materiales. Por lo tanto, existe un reto en poder disminuir o modificar el uso de los aceites.

El tercero de los retos repercute al transporte o distribución. Europa quiere llevar la política de 0 emisiones para el año 2050 y existirán ayudas para nuevas herramientas. Por ello, optimizar la distribución o cambiar el transporte puede ser un reto.

El cuarto reto se ha identificado en torno a la revalorización del producto. Una vez el husillo llega a fin de vida, sus materiales son totalmente reciclables, pero se pueden buscar alternativas para la reutilización de los productos.

El quinto reto es el tema de I+D+i; donde para disminuir los consumos eléctricos y de lubricantes de los husillos fabricados se puede avanzar en su optimización. Se ha observado como el mayor impacto de los husillos viene dado en su etapa de uso, por lo que es un reto ambicioso con el cual poder conseguir grandes resultados.

Finalmente, el sexto reto identificado se centra en la fabricación. Al igual que en la etapa de uso, los consumos eléctricos y de lubricantes durante la etapa de producción de los husillos también crean un gran impacto. Por ello, optimizar o implementar nuevos procesos de fabricación puede ser un reto, conociendo, además, que existen nuevas tecnologías y llegarán ayudas para nueva maquinaria que puedan ayudar en ello.

6.3 OPORTUNIDADES

De cada uno de los retos identificados, gracias a las vigilancias y el análisis cuantitativo, también se han identificado oportunidades de mejora más concretas. Es decir, en cada uno de los retos se ha identificado una tarea con la que abordarlo.

En el caso de embalajes, existe la oportunidad de ofrecer un embalaje personalizado al cliente para su reutilización, compartiendo así gastos. Además, también existen nuevos materiales que son más reutilizables o reciclables; incluso, la oportunidad de ofrecer al cliente la sensorización del producto durante su distribución mediante el *smart packaging* (técnica cada vez más común).

En cuanto al impacto de los lubricantes, la oportunidad más significativa es la de cambiar los lubricantes usados tanto en la producción como durante su uso en lubricantes con certificado “BIO”. Es decir, que la maquinaria utilizada y los productos producidos, estén más orientados a utilizar lubricantes que puedan ser orgánicos para poder “devolverlos al medioambiente” de manera natural.

Respecto al transporte, una correcta redistribución de envíos o recepción de productos puede tanto abaratar costes como reducir la huella de carbono originada por las emisiones de los medios de transporte. Incluso, la oportunidad de cambiar medios de transporte para los productos, pasando al tren, o por ejemplo, una flota de vehículos para el transporte de personas para visitas, etc. también debería estudiarse.

En el caso de una segunda vida para el husillo, existe la oportunidad de rediseñar para que su remanufactura pueda ser más sencilla. Hay que detallar, también, que no es suficiente con tener un diseño correcto para remanufacturar más fácilmente e intenciones para hacerlo; si no que también será necesario un cambio de cultura con la clientela para poder recuperar esos husillos de manera más sencilla.

En cuanto al impacto de los consumos, el avance en la optimización de los husillos mediante la inversión en I+D+i es una oportunidad existente pero peligrosa. Los diseños de los husillos están ya muy optimizados, y la inversión necesaria para disminuir los consumos eléctricos y de lubricantes es muy grande en comparación con las reducciones que se conseguirían.

Finalmente, en cuanto a los procesos de fabricación, la oportunidad viene dada, principalmente, por la maquinaria ya existente en planta de mecanizado en seco. Aumentar las cargas de trabajo en esas máquinas disminuirá los consumos de lubricantes, por ejemplo. Por otro lado, invertir en maquinaria nueva (más optimizada, de mejor tecnología) también ayudará a reducir consumos.

6.4 SELECCIÓN DE OPORTUNIDADES

Tras analizar los retos a los que se debe enfrentar SHUTON, se ha decidido abordar dos de ellas por las oportunidades que ofrecen.

Abordar el reto de los embalajes es el primero de ellos. Los embalajes ofrecen una diversidad de opciones que lo hacen perfecto para abordar el objetivo de disminuir su impacto. Disminuir, rediseñar para que su reciclaje sea mayor o incluso personalizarla para poder ser reutilizarla por el cliente. Además, ofrece la oportunidad de disminuir los costes (en el caso de personalizarla para poder reutilizarla, se “compartirían” los gastos);

fidelizar al cliente; y ofrecer al mercado la marca SHUTON como una organización sostenible en aquello que no es imprescindible en el producto como es el embalaje. Es decir, dado que disminuir el impacto ambiental en lo imprescindible (el producto, el husillo en este caso) puede ser complicado; disminuir, por lo menos, el impacto en lo que es posible modificar de manera más sencilla, ofrece una gran imagen a la empresa.

El segundo de los retos que se ha decidido abordar es la redistribución del transporte. A pesar de que en un principio se haya querido centrar tanto para los productos, en el que se incluyen las materias primas, componentes o los propios husillos; como para el transporte de personas; se ha decidido analizar y realizar un estudio que compare solamente la logística actual (mayoritariamente por carretera) de los productos de SHUTON y una hipotética distribución por medios ferroviarios con el objetivo de reducir las emisiones y acercar a la empresa al objetivo de la descarbonización que propone la UE. Dado que la mayor carga de transporte viene dada por la logística de los husillos fabricados, y que, a día de hoy, con las herramientas y plazos existentes, cambiar los funcionamientos es complicado, se ha decidido estudiar la posibilidad de cambiar por completo la distribución en su horizonte a largo plazo. Para ello, se ha decidido realizar un análisis de costes, plazos, etc. de la distribución actual. Además, se pondrá en contacto también, con empresas de logística ferroviaria para recopilar información, y de esa manera poder realizar una comparación, de los beneficios perjuicios que involucrarían ese cambio.

7 DESARROLLO DE LA OPORTUNIDAD: EMBALAJES

A la hora de abordar el reto de los embalajes, el primer paso debe ser conocer y analizar la situación actual del procedimiento del embalado en SHUTON. Para ello, se ha analizado, en primer lugar, el procedimiento actual de embalaje, ya que varía en pequeños detalles según las dimensiones o el destino del producto. Además, también se va a realizar una encuesta a los clientes respecto a los hábitos de procedimiento con los embalajes que incluyen los husillos (reciclaje, reutilización, residuo urbano...) o preferencias en cuanto a posibles cambios en los propios embalajes. Dicha encuesta se presenta en el capítulo [7.2 CUESTIONARIO A CLIENTES].

De esta manera, se conocerá los cambios que son posibles realizar a partir de los procedimientos actuales, cuáles verían con buenos ojos los clientes, etc.

7.1 PROCEDIMIENTO DE EMBALAJE ACTUAL

7.1.1 Embalado de husillos

Todos los husillos se embalan bien con una funda de papel con tratamiento *Vapour Corrosion Inhibitor* (VCI) o bien con una funda de plástico VCI, pero siempre procediendo de la misma manera.

Los husillos se enfundan por cada extremo hasta la tuerca cerrándose los extremos con cinta de carroceros. Adicionalmente, se coloca cinta de carroceros en distintos puntos en la longitud del husillo embalado para evitar que esta funda se pueda desplazar. En las Figura 7.1 y Figura 7.2 se muestran cómo debe llevarse a cabo el embalado y cerramiento con cinta del eje.



Figura 7.1: Embalado del eje del husillo



Figura 7.2: Cerramiento con cinta del embalado del husillo

La tuerca, en cambio, se cubre con otra funda de mayor diámetro cerrándose con cinta de carroceros tal y como se muestra en la Figura 7.3.



Figura 7.3: Embalado de la tuerca del husillo

Una vez empaquetado el husillo, se adjunta su correspondiente documentación. El husillo se encuentra identificado en uno de sus extremos con un número de serie que deberá coincidir con el de la documentación facilitada tal y como se resume en la Figura 7.4. Una vez el husillo queda embalado, se diferencia su preparación según su país de destino.

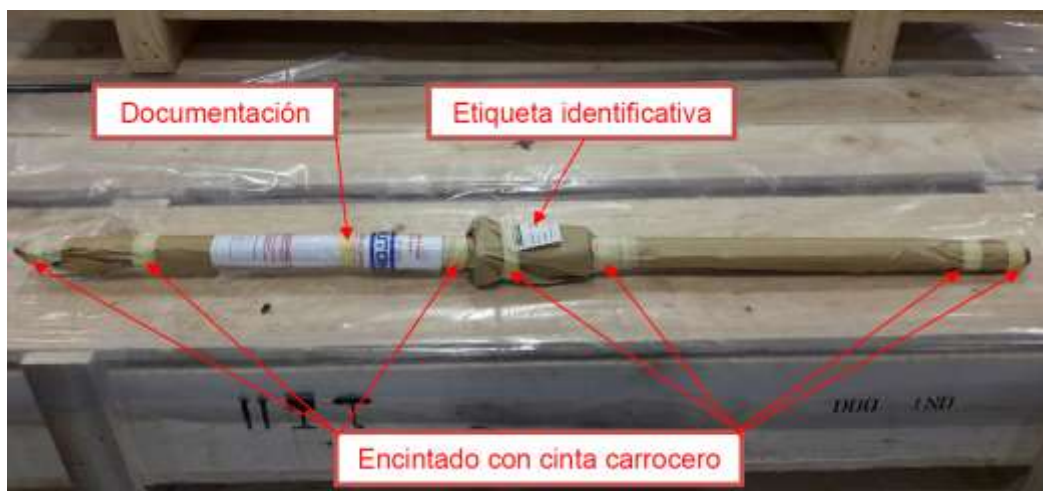


Figura 7.4: Resumen del embalado completo del husillo

7.1.2 Destino nacional

Los husillos con destino nacional se embalan en fundas de plástico con tratamiento anticorrosión VCI tal y como se indica en el punto [7.1.1 Embalado de husillos]. A estos husillos se les adjunta el certificado de calidad, así como su etiqueta identificativa correspondiente que es adherida en el exterior del embalado. Todos los husillos que se envíen dentro del territorio nacional se embalan de esa manera siempre y cuando el cliente no disponga de algún requerimiento adicional o especial que aparecerá en su correspondiente ficha.

A la hora de transportar los husillos embalados, aquellos clientes con los que previamente se haya llegado a un acuerdo, y debido a que la proximidad a las instalaciones de SHUTON así lo permite, no necesitarán embalaje en la caja de cartón o madera. Esos husillos se colocan directamente sobre la cama del vehículo (la cama del vehículo nunca puede ser descubierta) acomodados sobre calzos en “V” de madera que se muestran en la Figura 7.5 para evitar su desplazamiento lateral.



Figura 7.5: Calzo en V de madera

Los husillos que deban ser embalados en cajas, se adherirán a las condiciones detalladas en el punto [7.1.3 Destino Europa] en el apartado de acondicionamiento de las cajas. Esas condiciones detallan tanto la elección del material de la caja según las dimensiones del husillo, como el procedimiento con cada uno de ellos.

7.1.3 Destino Europa

Los husillos con destino Europa, se empapelan con papel VCI tal y como se explica en el punto [7.1.1 Embalado de husillos], siempre y cuando el cliente no disponga de algún requerimiento o instrucción especial que aparecerá en la ficha de cliente, serán embalados de la siguiente manera.

Una vez embalados los husillos, estos se meten en cajas de cartón o madera en función de los requisitos que se muestran en la Figura 7.6:

Caja cartón	Caja madera
\varnothing eje ≤ 63 mm. y Longitud total del husillo < 3600 mm.	\varnothing eje > 70 mm. o Longitud total del husillo > 3600 mm.

Figura 7.6: Criterios de selección del material de la caja

7.1.3.1 Acondicionamiento en cajas de cartón

Las cajas de cartón llevarán dentro unos topes en “V” pudiendo ser bien de madera, o bien de espuma dura que irán clavados, grapados o pegados a la caja y sujetarán el husillo en el transporte. El husillo debe quedar tal y como se muestra en la Figura 7.7.



Figura 7.7: Colocación del husillo dentro de la caja

7.1.3.2 Acondicionamiento en cajas de madera

Las cajas de madera llevarán dentro unos topes o tacos en forma de “V” de madera (irán clavadas siempre y cuando el cliente al que vaya destinada la mercancía no tenga unos requerimientos diferentes) que sujetarán el husillo en el transporte. Las tapas de las cajas de madera tendrán un plástico para evitar la entrada de agua, y tendrán marcado en el exterior tal y como se observa en la Figura 7.8 el tratamiento fitosanitario que se le ha dado.



Figura 7.8: Sello del tratamiento fitosanitario de la madera

7.1.4 Destino resto del mundo

Los husillos con destino fuera de Europa, siempre y cuando el cliente no disponga de algún requerimiento o instrucción especial que aparecerá en la ficha de cliente, se embalan de la siguiente manera:

1. Los husillos se rocían con antioxidante.
2. Los husillos se empapan con papel VCI tal y como se muestra en el punto [7.1.1 Embalado de husillos].
3. Se introducen en una bolsa de vacío termosellada.

Los husillos se enviarán en la caja de madera, además llevarán adjunto el certificado y su etiqueta identificativa pegadas en el exterior.

Por otro lado, aquellos husillos que se envíen a China tendrán que tener marcado “MADE IN SPAIN” en el exterior de la caja como se muestra en la FIGURAX



Figura 7.9: Sello de identificación del origen "MADE IN SPAIN" del producto en la madera

7.2 CUESTIONARIO A CLIENTES

Una vez se conoce el procedimiento exacto de embalaje de los husillos, se han preparado las preguntas a realizar a los clientes. Para ello, se ha dividido el cuestionario en dos secciones diferentes: hábitos y deseos.

En el apartado de hábitos, se ha preguntado qué realizan los clientes con los materiales de los embalajes de los husillos de SHUTON. Es decir, una vez recibido el husillo, qué realizan con el plástico/papel de embalaje, la caja de cartón/madera, los calzos en V... Con la pregunta se han añadido algunas respuestas posibles "estándar" como reciclar, reutilizar y eliminar como residuo urbano, además de ofrecer la opción de determinar si llevan a cabo una operación alternativa. Finalmente, también se ha añadido una pregunta respecto a verificaciones que realizan a la llegada del husillo, por si fuese interesante añadir algún sensor clasificado como "smart packaging" en el embalaje (sobre todo orientado al tema de humedad/corrosión). A continuación, se detallan las preguntas que se han realizado a los clientes respecto a sus hábitos:

- ¿Qué realiza con el PLÁSTICO/PAPEL de embalaje de los husillos?
- ¿Qué realiza con los CALZOS EN V con los que se sujeta el husillo?
- ¿Qué realiza con la CAJA donde le llega el husillo cuando es de MADERA?
- ¿Qué realiza con la CAJA donde le llega el husillo cuando es de CARTÓN?
- Respecto al estado del husillo, ¿realizan algún tipo de VERIFICACIÓN a la llegada? (En caso de hacerlo, ¿cuál?)

En el caso de la caja, por ejemplo, es importante dividir la pregunta respecto al material utilizado, ya que el mismo cliente puede recibir los husillos con diferentes cajas dependiendo del tamaño del husillo adquirido. En el caso del material del embalaje, en cambio, cada cliente, dependiendo de su localización (o los posibles requisitos exigidos) siempre recibe de la misma manera; papel o plástico, pero siempre igual.

En el apartado de deseos, en cambio, se ha cuestionado a los clientes sobre sus preferencias en cuanto a materiales de embalaje. En la pregunta se ha incluido una pequeña explicación de lo que supone cada una de las elecciones del material en cuanto a sostenibilidad, prestaciones, etc.; y la opción de determinar una de las opciones que ahora utiliza SHUTON o la opción de aportar alguna nueva sugerencia. Por ejemplo, en el caso de las cajas utilizadas para transportar los husillos, se ha explicado como el cartón es más reciclable, barato, su precio es menos volátil y es más ligero, pero también se ha subrayado que es menos resistente, y que esa disminución de resistencia frente a la madera incrementa cuanto mayor es el tamaño del husillo. Además, se ha añadido la cuestión de personalizar geométricamente, o en algún otro modo el embalaje para su reutilización y compartir los gastos. Finalmente, ligado a la sensorización, también se ha cuestionado cómo valorarían tener la información sobre la posible corrosión del husillo determinada en el propio embalaje. A continuación, se detallan las preguntas que se han realizado a los clientes respecto a sus deseos:

- Respecto a la DOCUMENTACIÓN del husillo, ¿lo desea en formato DIGITAL o FÍSICO?
- En caso de querer recibirlo de manera DIGITAL, ¿de qué manera desea recibirlo?
- En el caso del MATERIAL DEL EMBALAJE, existen dos tipos (mayoritariamente): Papel VCI o plástico VCI. El papel VCI, contiene un tratamiento y una película externa que lo convierten en imposibles de reciclar como papel; lo cual elimina su mayor ventaja. El plástico VCI, por lo tanto, es la opción más sostenible de las dos, que es 100% reciclable. En cuanto a prestaciones, en cambio, el papel VCI ofrece mayores prestaciones dentro de que ambas opciones garantizan la protección ante la corrosión (siempre y cuando se emplee de manera correcta). ¿Qué material prefieres?
- Respecto a los CALZOS EN V, ¿qué MATERIAL prefieres?
- Si alguno de los siguientes apartados tuviese alguna MODIFICACIÓN ("PERSONALIZARLO": medidas, material...), podría / interesaría desarrollar para su reutilización?

- Respecto al estado del husillo, ¿le gustaría que el embalaje contenga algún tipo de SENSORIZACIÓN para verificar el correcto estado del husillo?

7.3 ELECCIÓN DE MATERIAL DE EMBALAJE

Las decisiones que tomar deberán estar fundamentadas, evidentemente, en el equilibrio de las respuestas obtenidas de los clientes, criterios de seguridad, criterios medioambientales y criterios económicos.

7.3.1 Criterios de sostenibilidad, circularidad y disminución del impacto medioambiental

En primer lugar, y con prioridad sobre el resto de las decisiones, se tendrá en cuenta si algún cliente desea iniciar un proceso de personalización del embalaje para después poder reutilizarlo. De esa manera, siempre se priorizará la posibilidad de aumentar la vida del material que se utiliza antes que su reciclaje. Además, en todos los casos en el que el cliente no lo exija de manera específica de forma física, se tratará de enviar la documentación de manera electrónica.

Respecto al material de embalaje, siempre se priorizará, si la situación no presenta requisitos especiales, materiales reciclables, ya que en muchos casos a la hora de desenvolver el husillo el material sufrirá daños (roturas, agujeros, etc.) que lo harán imposible de reutilizar. En ese caso, y teniendo en cuenta los materiales que se utilizan hoy en día en SHUTON, se priorizará en uso del plástico VCI, ya que el papel VCI, por el tratamiento que tiene, no es posible reciclarlo como papel y hay que gestionarlo como residuo sólido urbano. En caso de ser posible, además se tratará de eliminar dobles embalajes como sucede con la bolsa termosellada en los envíos a Asia. Para ello, se puede valorar la posibilidad de envolver solamente con una bolsa de ultra vacío, lo que eliminaría la necesidad de plástico o papel VCI para todos los envíos, estandarizando así todos los embalajes, aunque esto requiera una inversión inicial elevada para obtener una máquina de vacío.

Respecto al material de las cajas, se priorizará el cartón dado que en el caso de no poder reutilizarse se recicla mucho más fácil y mejor que la madera. Además, su precio es mucho menos volátil y más barato que el de la madera. Si el requisito limitante para el cartón es la estanqueidad de la caja, hay que recordar que existen opciones que realizan cajas con tratamientos especiales que los hacen ideales para exportación.

Si se observa que los clientes realizan muchas verificaciones respecto a la humedad/corrosión y valorarían positivamente la implementación de un sensor en el embalaje, se podrá implementar la sensorización de la humedad dentro del embalaje. Para ello, solo se ha de introducir la tarjeta medidora de la humedad dentro del plástico y determinará la cantidad de humedad relativa que tiene o ha sufrido el husillo antes de su llegada a destino. De esa manera se podrá determinar su calidad en cuanto a corrosión sin necesidad, siquiera, de abrir el embalaje.

7.3.2 Criterios de seguridad y prestaciones

A la hora de seleccionar el material para el embalado del husillo, se deberán tener en cuenta, sobre todo, dos parámetros: las condiciones de envío y el tiempo de estocaje del husillo tras recibirlo el cliente. La función principal del embalaje inicial del husillo es protegerlo frente a posibles problemas de corrosión. Por ello, los materiales utilizados son papel o plástico con tratamiento VCI. Si el envío se va a realizar por transporte marítimo, por tramos de zonas húmedas (orillas de mar, ríos...) o transportes largos en los que la probabilidad de que la humedad o el agua puedan afectar sean grandes; se aconseja embalar con papel VCI ya que sus prestaciones son mejores que el plástico. Según el tiempo en el que el husillo estará estocado en destino, el papel VCI mantiene sus prestaciones durante más tiempo; por lo que si ese tiempo excede de los 2 años se aconseja embalar con papel, y se obliga a hacerlo si ese tiempo excede los 3 años. Por tanto, el plástico VCI se reservará para trayectos cortos (y terrestres) y con tiempos de estocaje en destino inferiores a los 2 años.

A la hora de seleccionar el material para las cajas, en el caso de ser necesario para el envío, se tendrá en cuenta la resistencia necesaria para proteger el husillo. Dado que existen cajas de cartón con tratamientos que pueden proteger de la humedad al interior, el criterio principal para la selección del material será la resistencia. Si el husillo excede las dimensiones ya predeterminadas por SHUTON, se empleará madera; en caso contrario, se tratará de utilizar el cartón. Finalmente, una opción muy interesante a valorar sería introducir un secante arcilloso en el embalaje de manera que aumente la seguridad en tema de corrosión. La arcilla es un material 100% natural y no es tóxico, y sería necesario introducir la relación de 1 kg de arcilla por cada metro cúbico de caja de embalaje.

8 DESARROLLO DE LA OPORTUNIDAD: TRANSPORTES

8.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE HUSILLOS

Con el objetivo de realizar un estudio correcto respecto a la posibilidad de realizar la logística mediante el transporte ferroviario como alternativa al de carretera, se ha realizado, antes que nada, una estimación de plazos y costes que suponen esa distribución por carretera. Para ello, se ha tenido en cuenta los datos facilitados por el área comercial de la empresa, con el catálogo de tarifas y plazos de la empresa logística con la que trabaja SHUTON.

Para realizar la estimación se han tomado en cuenta los mismos parámetros que al realizar la estimación del kilometraje para la sección de análisis cuantitativo: dividir las facturaciones por países, agruparlos por envíos realizados y calcular el peso y las dimensiones que se realiza en cada envío. De esa manera, se han concluido los plazos y costes que se observan en la Tabla 8.1. Además, para completar la comparación con las posibilidades ofrecidas por el sector ferroviario, se añaden varios parámetros de huella ambiental ocasionadas por el transporte a día de hoy. De esa manera, se podrá comparar el impacto generado por la distribución por carretera o mediante transporte ferroviario, también en términos medioambientales.

Tabla 8.1: *Resumen de los parámetros de la logística por carretera*

PLAZOS (h)	COSTES (€/AÑO)	HUELLA DE CARBONO (kg CO ₂ eq.)	AGOTAMIENTO DE RECURSOS (kg Sb eq.)	HUELLA HÍDRICA (m ³ eq.)	HUELLA AMBIENTAL (Pt)
48/96	400.000	277.000	26	99	28.070

8.2 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE SECTOR FERROVIARIO

Sustituir totalmente el transporte por carretera por el transporte ferroviario es prácticamente imposible; dado que siempre quedan pequeños trayectos imposibles de realizar en tren, o situaciones especiales que requieren realizar el transporte por carretera. Por ello, a la hora de realizar esta comparación se ha estimado que el 80% de la distribución total que se realiza a día de hoy por carretera se sustituirá por el transporte ferroviario. Hay que indicar que se ha realizado también el estudio teniendo en cuenta que el 70% y 90% de los transportes de los husillos se realiza por este medio.

De esta forma, se pueden hacer estimaciones en casos más optimistas y más pesimistas que las estimadas en un principio.

8.2.1 Resultados comparativos de ambos formatos logísticos

De esa manera, los resultados obtenidos en relación con los parámetros de sostenibilidad se muestran de la manera que se pueden observar en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2: Comparación de los parámetros según el sistema logístico

FORMATO LOGÍSTICO	PLAZOS (h)	COSTES (€/AÑO)	HUELLA DE CARBONO (kg CO ₂ eq.)	AGOTAMIENTO DE RECURSOS (kg Sb eq.)	HUELLA HÍDRICA (m ³ eq.)	HUELLA AMBIENTAL (Pt)
100% CARRETERA	48/96	400.000	277.000	26	99	28.070
70% FERROVIARIO	72/120		258.000	24	104	26.201
80% FERROVIARIO	72/120		255.000	24	105	25.845
90% FERROVIARIO	72/120		253.000	24	105	25.667

En cuanto a los parámetros de sostenibilidad, se observa cómo sustituir el 80% del transporte por carretera de los productos facturados por SHUTON por el tren, disminuye un 7,9% la huella de carbono, el agotamiento de recursos y la huella ambiental. Estos parámetros disminuyen en un 6,8% y 8,6% cuando el porcentaje de distribución ferroviaria es de 70% y 90% respectivamente,

En cuanto a la huella hídrica, en cambio, este parámetro aumenta en un 6% cuando el 80% de la distribución es ferroviaria. Pero es importante observar cómo una vez se ha introducido el medio ferroviario, no varía mucho según el porcentaje en el que se utiliza este medio.

Respecto a los plazos de entrega, hay que destacar que en el caso del transporte ferroviario se ha estimado sin ninguna fuente de información oficial. Según la Revista Economía Industrial [23], donde un artículo analiza la diferencia de distribución entre carretera y ferroviario, los plazos de entrega pueden acercarse mucho entre los dos medios; ya que, las velocidades de cada uno de los medios de transporte son muy parecidas. Pero, el transporte ferroviario requiere de trámites de carga y descarga más

complejos que podrían alargar los plazos totales de entrega alrededor de 24 horas. Por lo tanto, se puede determinar que el porcentaje de distribución que se realice por medio ferroviario no determinará tanto los plazos como la cantidad de cargas/descargas que sean necesarias.

8.2.2 Conclusiones

En general, se puede concluir que en parámetros de sostenibilidad es mejor el transporte ferroviario, pero puede dejar la sensación de inutilidad si el esfuerzo por cambiar el medio de transporte de los productos no viene acompañado por el cambio en otros aspectos del ciclo de vida del producto. Es decir, teniendo en cuenta que solo el 13% de los transportes del ciclo de vida del husillo suponen la distribución por carretera de los productos, los cambios deben ir acompañados en más aspectos para que realmente impacten positivamente medioambientalmente. Este cambio supone, con las estimaciones realizadas, sustituir el 10,5% de todos los transportes del ciclo de vida de los husillos al sector ferroviario, obteniendo una mejora del 8% aproximadamente en la mayoría de los aspectos ambientales analizados. Además, una vez se incluye la distribución ferroviaria en la ecuación logística, la variación del aumento de la huella hídrica es casi nula a pesar de aumentar la carga en el medio ferroviario. Por lo tanto, sería interesante aumentar al máximo para optimizar esa huella hídrica y disminuir el impacto en el resto de los aspectos.

Por tanto, se puede concluir que en términos de sostenibilidad es un cambio que puede merecer la pena, pero que es necesario implementarla en muchos más aspectos que solamente en la distribución de los productos de SHUTON si se quiere que su buen impacto sea reseñable.

En cuanto a los plazos de entrega, se puede determinar que, para trayectos largos, como pueden ser transportes a Polonia, República Checa, etc., realizar los transportes por carretera sería muy parecido respecto al ferroviario, ya que a largas distancias compensaría su “infraestructura directa” (ferrocarriles más rectos entre grandes puntos logísticos) respecto a la demora en su carga y descarga. En los trayectos cortos, sin embargo, en cuanto a los plazos de entrega, parece más efectivo el transporte por carretera [23].

9 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados al inicio de este trabajo, se han elaborado las siguientes conclusiones:

La conclusión principal de este proyecto es que se ha conseguido realizar un diagnóstico de la situación actual de SHUTON en términos de economía circular. Como era de esperar, se ha observado cómo existe mucho trabajo aún que se puede realizar en este aspecto, ya que es la primera vez que SHUTON se introduce en un proyecto de estas características. Sin embargo, es necesario recalcar que la empresa ya había realizado varias acciones que se encaminan hacia la sostenibilidad a pesar de no conocer que se trataban de técnicas de mejora en ese aspecto.

Es necesario añadir que el diagnóstico del estado de SHUTON realizado durante este proyecto, ha permitido conocer la existencia de herramientas, mecanismo y técnicas que la empresa desconocía para avanzar en la economía circular. Herramientas o técnicas sencillas como una pequeña base de datos donde se recojan datos de procedencia y destino de materiales o gestión de residuos generados pueden ayudar mucho a avanzar en los aspectos analizados. Por otro lado, también se han conocido herramientas más sofisticadas como la calculadora de HAC ofrecida por IHOBE que ayudará a conocer la evolución de la empresa.

Además, se han identificado algunas oportunidades que SHUTON puede adentrarse y seguir avanzando en sostenibilidad de su actividad industrial como pueden ser las escogidas para desarrollar de los embalajes y el transporte de mercancías. Pero también varias opciones que a pesar de no haber sido escogidos para trabajar durante este proyecto pueden abordarse en un futuro como la modernización de maquinaria o optimización de los procesos de producción.

Sin embargo, la situación tan cambiante en el que se encuentra el mundo debido a la pandemia originada por el COVID-19, también ha creado imprevistos y retrasos que han complicado la ejecución de varias acciones del proyecto. A pesar de que se ha conseguido desarrollar la oportunidad identificada al respecto de los embalajes, ha quedado incompleta por los retrasos originados por la situación sanitaria en el mercado industrial. La carga de trabajo ha aumentado de manera brusca sin poder contar con más recursos por lo que ha retrasado varias acciones de este proyecto como la realización de cuestionarios a los clientes.

En cuanto al desarrollo de nuevas oportunidades en los embalajes, a pesar de no poder cumplir completamente con lo deseado, se ha conseguido, al menos, dejar una hoja de ruta con la que la empresa podrá continuar a pesar de que este trabajo finalice aquí.

En el desarrollo de nuevas oportunidades en transportes, en cambio, se ha conseguido realizar un análisis orientativo comparando varios factores que involucran al transporte. De esta manera, se deja documentado la diferencia del impacto provocado por cada uno de los sistemas de logística analizados. A pesar de que hoy en día la alternativa no sea posible por falta de mercado, se han concluido varios aspectos que en el momento que sea posible, ayudará a tomar una decisión sobre la posibilidad de transformar la logística del transporte.

Finalmente, agradecer el gran trabajo del tutor en la empresa, Raúl; los consejos de la tutora del trabajo de fin de máster, Blanca; los recursos ofrecidos por la empresa y el trabajo en equipo con compañeros de SHUTON con los que se ha conseguido sobreponerse a los problemas.

10 LÍNEAS FUTURAS

Los imprevistos, retrasos inesperados y cambios de rumbo en el transcurso de este proyecto han sido varios. Es por ello, que el trabajo realizado tiene ahora numerosas líneas futuras en las que trabajar.

- En primer lugar, se tendría que avanzar en el desarrollo de la oportunidad de los embalajes.

Para ello:

- Habrá que contactar, en primer lugar, con los clientes para realizar el cuestionario preparado para conocer la situación.
 - Según las respuestas obtenidas en el cuestionario, preparar una lista de oportunidades que puedan ser llevadas a cabo mediante los criterios de sostenibilidad descritos anteriormente.
 - Comprobar si las oportunidades identificadas concuerdan con los criterios de seguridad y prestaciones necesarias para ofrecer un servicio adecuado.
 - En el caso de ser necesario, preparar un nuevo procedimiento de embalajes que incluya las nuevas oportunidades.
- En segundo lugar, se recomienda programar un proyecto con suficiente tiempo y equipo para seguir avanzando en términos de sostenibilidad. En el transcurso de este proyecto se ha visto que las oportunidades que ofrece la economía circular (o las técnicas de sostenibilidad) son numerosas, es por ello, que incluir en el plan estratégico de la empresa una sección específica para este ámbito puede ser interesante.
 - Finalmente, al igual que nunca se deja de aprender, tampoco se deja de mejorar. Lo mismo ocurre con los diseños, infraestructuras y los materiales. En este caso, seguir teniendo maquinaria y materiales de última generación optimizará los procesos de fabricación.

11 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Real Academia Española, «RAE: sostenible,» [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/sostenible>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [2] Unión Europea, «Economía circular: definición, importancia y beneficios,» 16 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [3] Parlamento Europeo, «Economía circular: ¡Utilízame otra vez!,» 3 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20150701STO72956/economia-circular-utilizame-otra-vez>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [4] E. Chao, «Historia de la Economía Circular: un modelo restaurativo con oportunidades económicas,» 17 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://www.ambienteplastico.com/historia-de-la-economia-circular-un-modelo-restaurativo-con-oportunidades-economicas/>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [5] J. Forrester, World Dynamics, MIT, 1971.
- [6] W. R. Stahel, «Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy,» 1976.
- [7] D. W. Pearce y K. R. Turner, Economics of Natural Resources and the Environment, Johns Hopkins University Press, 1989.
- [8] M. Braungart y W. A. McDonough, Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, New York: McGraw - Hill, 2002.
- [9] Comité Permanente de la Asamblea Popular Nacional de China, «Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China,» Beijing, 2009.
- [10] International Organization for Standardization, «ISO 14040: Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia,» 2006. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].

-
- [11] Iberdrola, «Medida del desempeño ambiental global del grupo,» [En línea]. Available: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/medio-ambiente/gestion-medioambiental/huella-ambiental>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [12] Gobierno de España; Jefatura de Estado, «Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados,» Madrid, 2011.
- [13] Gobierno de España; Ministerio de Medio Ambiente, «Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio,» Madrid, 1997.
- [14] Gobierno de España; Ministerio de Medio Ambiente, «Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados,» Madrid, 2006.
- [15] Gobierno de España; Jefatura de Estado, «Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases,» Madrid, 1997.
- [16] Gobierno de España; Ministerio de Industria, Energía y Turismo, «Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedo,» Madrid, 2016.
- [17] Gobierno Vasco, «Proyecto de Ley de Transición energética y cambio climático,» 25 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/proyecto-ley/13-proyecto-de-ley-de-transicion-energetica-y-cambio-climatico/>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].

- [18] Gobierno Vasco, «Ayudas a proyectos de innovación en bioeconomía 2021,» 2020. [En línea]. Available: https://www.euskadi.eus/ayuda_subvencion/2021/innovacion-en-bioeconomia/web01-tramite/es/. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [19] Interempresas, «AMB pone el foco en la sostenibilidad en la fabricación de máquinas-herramienta y en el mecanizado de metales,» 28 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/266652-AMB-pone-foco-sostenibilidad-fabricacion-maquinas-herramienta-mecanizado-metales.html>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [20] E. Martínez Herrero, «Evaluación ambiental de máquinas-herramienta. Caso de estudio,» 28 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/222468-Evaluacion-ambiental-de-maquinas-herramienta-Caso-de-estudio.html>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].
- [21] NSK, «NSK Sustainability report,» www.nskeurope.es/es/company/sustainability/csr.html, Tokyo, 2020.
- [22] THK, «THK Sustainability Report,» www.thk.com/eng/csr/report/, Tokyo, 2020.
- [23] C. Lérica Navarro, «ANÁLISIS COMPARATIVO MODAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA DESDE LA PERSPECTIVA DE UN MODELO DE COSTE GENERALIZADO,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/404/L%C3%89RIDA%20NAVARRO.pdf>. [Último acceso: 14 Febrero 2022].

12 ANEXOS

12.1 ANEXO A: COMUNICACIÓN ANUAL DE ENVASES Y EMBALAJES DE SHUTON DEL AÑO 2019

MATERIAL	CANTIDAD PUESTA EN EL MERCADO				
CINTA ADHESIVA	FORMATO	UNIDADES	PESO Unitario (kg)	PESO TOTAL (kg)	
	Varios	1756,00	0,01	21,07	
TOTAL					21,07
PAPEL VCI	FORMATO	LONGITUD TOTAL	SUPERFICIE (m²)	PESO Unitario (kg/m²)	PESO TOTAL (kg)
	12 cm	9700	2522,00	0,065	163,93
	17cm	5900	1534,00	0,065	99,71
	22cm	2800	728,00	0,065	47,32
	26cm	700	182,00	0,065	11,83
TOTAL	19100,00			322,79	
PLÁSTICO VCI	FORMATO	LONGITUD TOTAL	SUPERFICIE (m²)	PESO Unitario (kg/m²)	PESO TOTAL (kg)
	5500				275,00
TOTAL					275,00
GRAPAS (METAL)	FORMATO	CAJAS	Unidades total	PESO UNITARIO	PESO TOTAL (KG)
	10000,00	Unidades/caja (35·22)	4	40000,00	0,0009
TOTAL				40000,00	36,00

PLÁSTICO	FORMATO		Superficie (m ²)	Peso unitario (kg/m ²)	PESO TOTAL (kg)
	Cajas-bolsa y cajas-embalaje		3598,02	1,35	4857,33
	Plástico burbujas		150,00	0,04	6,00
	Plástico semitubo				50,00
	TOTAL				4863,33
MADERA	FORMATO		Bobinas	Peso unitario (kg)	PESO TOTAL (kg)
	Film transparente		36,00	2,40	86,40
	TOTAL				86,40
MADERA	FORMATO	PESO (kg)	Superficie de madera (m ²)	PESO Unitario (kg)	PESO TOTAL (kg)
	Cajas de madera	151310,95	8726,12	17,34	151310,95
	Cajas 70% Madera - 30% Cartón	13951,42			13951,42
TOTAL					165262,36
CARTÓN	FORMATO		PESO (kg)		
	Cajas de cartón		6655,4		
TOTAL					6655,37



Bilbo, 28 de febrero de 2022