

Departamento de Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Universitat Politècnica de València

MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ASIGNATURA ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLA DE CARBONO

Enunciado del Trabajo de Curso

Análisis del Ciclo de Vida y Huella de Carbono de un Teléfono Inalámbrico

I Índice

I	Índice	II
II	Lista de Figuras	III
III	Lista de Tablas	V
IV	Lista de Abreviaturas	VI
1	Introducción	1
2	Descripción del producto teléfono inalámbrico	1
2.1	La familia de productos del teléfono inalámbrico	1
2.2	Estructura del teléfono inalámbrico	3
2.3	Características del teléfono inalámbrico	5
3	Análisis del ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico	7
3.1	Extracción de materias primas	8
3.2	Producción y montaje.....	8
3.3	Transporte	9
3.4	Uso	9
3.5	Fin de vida.....	10
4	Aplicación de la metodología de Análisis del Ciclo de Vida	13
4.1	Objetivo y alcance.....	13
4.2	Aspectos ambientales	15
4.3	Evaluación y conclusión del impacto ambiental	18
4.3.1	Ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico	19
4.3.2	Montaje del producto teléfono inalámbrico	25
4.4	Ideas de mejora/ Interpretación de resultados	31
5	Cálculo de la Huella de Carbono	33
5.1	Determinación de la Huella de Carbono	33
5.1.1	Ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico	34
5.1.2	Montaje del producto teléfono inalámbrico	37
5.2	Comparación de resultados con la categoría GWP del Análisis del Ciclo de Vida	40
5.3	La Huella de Carbono como indicador de impacto ambiental	40
V	Apéndice	42
VI	Bibliografía	68

II Lista de Figuras

Figura 1: Estructura del teléfono inalámbrico	4
Figura 2: Distribución de tipos de material de un teléfono inalámbrico	5
Figura 3: Árbol funcional del teléfono inalámbrico	6
Figura 4: Fases consideradas del ciclo de vida de este trabajo.....	7
Figura 5: Vida útil inversa del producto al final de su uso, según Govindan/ Soleimani (2017).....	11
Figura 6: El sistema del producto (teléfono inalámbrico)	14
Figura 7: Límites del sistema de este trabajo, de la puerta a la cuna.....	14
Figura 8: Vista del ciclo de vida de teléfono inalámbrico en forma de “Árbol” (ACV).....	20
Figura 9: Vista del gráfico “Caracterización” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (ACV)	22
Figura 10: Vista del gráfico “Puntuación única” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (ACV).....	24
Figura 11: Vista del montaje del teléfono inalámbrico de forma de “Árbol” (ACV)	26
Figura 12: Vista del gráfico “Caracterización” de montaje de teléfono inalámbrico (ACV).....	28
Figura 13: Vista del gráfico “Puntuación única” de montaje de teléfono inalámbrico (ACV)	30
Figura 14: Vista del ciclo de vida de teléfono inalámbrico en forma de “Árbol” (HC).....	35
Figura 15: Vista del gráfico “Caracterización” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (HC)	36
Figura 16: Vista del montaje del teléfono inalámbrico de forma de “Árbol” (HC)	38
Figura 17: Vista del gráfico “Caracterización” de montaje de teléfono inalámbrico (HC).....	39
Figura 18: Estructura de la estación base (N° código 1)	42
Figura 19: Estructura del enchufe (N° código 2)	42
Figura 20: Estructura del módulo teléfono de caja frontal (N° código 3).....	43
Figura 21: Estructura del módulo teléfono de caja revés (N° código 4).....	44
Figura 22: Pieza 1.1 – Caja superior	48
Figura 23: Pieza 1.2 – Contacto electrónico.....	48
Figura 24: Pieza 1.3 – Tornillo A.....	49
Figura 25: Pieza 1.4 – Pulsador A.....	49
Figura 26: Pieza 1.5 – Caja antena A	50
Figura 27: Pieza 1.6 – Caja inferior.....	50
Figura 28: Pieza 1.7 – Placa de circuito A	51
Figura 29: Pieza 1.8 – Acolchado.....	51
Figura 30: Pieza 1.9 – Placa metálica.....	52
Figura 31: Pieza 1.10 – Tornillo B.....	52
Figura 32: Pieza 1.11 – Cable A.....	53

Figura 33: Pieza 2.1 – Cable B.....	53
Figura 34: Pieza 2.2 – Casquillo superior	54
Figura 35: Pieza 2.3 – Casquillo inferior.....	54
Figura 36: Pieza 2.4 – Bobina	55
Figura 37: Pieza 2.5 – Contacto espiga	55
Figura 38: Pieza 2.6 – Caña.....	56
Figura 39: Pieza 2.7 – Cable C.....	56
Figura 40: Pieza 3.1 – Caja frontal.....	57
Figura 41: Pieza 3.2 – Altavoz A	57
Figura 42: Pieza 3.3 – Anillo de seguridad	58
Figura 43: Pieza 3.4 – Tornillo C	58
Figura 44: Pieza 3.5 – Placa de contacto	59
Figura 45: Pieza 3.6 – Pulsador B	59
Figura 46: Pieza 3.7 – Placa de caucho	60
Figura 47: Pieza 3.8 – Placa protectora display A.....	60
Figura 48: Pieza 3.9 – Placa de circuito B.....	61
Figura 49: Pieza 3.10 – Caja display, gris.....	61
Figura 50: Pieza 3.11 – Caja display, blanco	62
Figura 51: Pieza 3.12 – Barra de espuma.....	62
Figura 52: Pieza 3.13 – Display	63
Figura 53: Pieza 3.14 – Placa protectora display B.....	63
Figura 54: Pieza 3.15 – Caja antenna B	64
Figura 55: Pieza 3.16 – Gorra.....	64
Figura 56: Pieza 3.17 – Cable A.....	65
Figura 57: Pieza 4.1 – Caja revés	65
Figura 58: Pieza 4.2 – Contacto electrónico.....	66
Figura 59: Pieza 4.3 – Tapa para pilas	66
Figura 60: Pieza 4.4 – Pilas	67
Figura 61: Pieza 4.5 – Altavoz B.....	67

III Lista de Tablas

Tabla 1: Evaluación de sustitutos en comparación con los teléfonos inalámbricos	3
Tabla 2: Matrix MET	16
Tabla 3: Las piezas individuales de la estación base (Nº código 1)	45
Tabla 4: Las piezas individuales del enchufe (Nº código 2).....	45
Tabla 5: Las piezas individuales del módulo teléfono de caja frontal (Nº código 3)	46
Tabla 6: Las piezas individuales del módulo teléfono de caja revés (Nº código 4).....	47

IV Lista de Abreviaturas

ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
ACV	Análisis de ciclo de vida
CO ₂	Carbon Dioxide
CH ₄	Methane
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
GEI	Gas de Efecto Invernadero
GWP	Global Warming Potential
GPS	Global Positioning System
HC	Huella de Carbono
HCF	Hydrochlorofluorocarbon
N ₂ O	Nitrous Oxide
PT	Punto, Unidad para el Ecoindicador
PE	Polietileno
PFC	Perfluororcarburos
PP	Polipropileno
SF ₆	Sulfur Hexafluoride
WLAN	Wireless Local Area Network

1 Introducción

Los desafíos mundiales, como el cambio climático y la disminución de la calidad del aire, el agua y el suelo, están cambiando cada vez más las actividades económicas. Por lo tanto, las empresas deben enfrentarse a consecuencias como la disminución de la disponibilidad de materias primas y una sociedad de consumo orientada hacia la sostenibilidad, que están cambiando los mercados de forma mucho más drástica de lo que mucha gente imagina hoy en día. Las empresas que reconocen esta tendencia no sólo tendrán más éxito que otras a largo plazo, sino que también podrán sobrevivir en el mercado futuro.

El objetivo de este trabajo es examinar la dimensión económica de un teléfono inalámbrico analizando su ciclo de vida y su huella de carbono.

2 Descripción del producto teléfono inalámbrico

En este capítulo se describe con más detalle el producto a analizar, un teléfono inalámbrico. Un teléfono inalámbrico es un teléfono móvil sin más auriculares. Los componentes de un teléfono inalámbrico incluyen un auricular con un teclado, así como una estación base. Éstos se conectan a la red fija a través de un enchufe. En la mayoría de los modelos, la estación base también se puede utilizar como estación de carga.

Según su nombre, el teléfono inalámbrico no tiene cable, es decir, no hay conexión por cable entre la terminal inalámbrica y la estación base. El auricular del teléfono inalámbrico y su base de dispositivos están conectados por radio, de modo que las ondas de radio se envían constantemente desde la estación base al auricular para mantener un contacto de radio constante durante la llamada. Los datos de voz se transmiten utilizando la tecnología digital DECT, es decir, para la transmisión inalámbrica de datos dentro de un cierto rango, de modo que el auricular pueda ser retirado de la estación base dentro de un radio determinado. La ventaja de este tipo de teléfono es que el abonado puede moverse libremente dentro de este radio durante la llamada. De esta manera, el usuario es más móvil dentro de un radio determinado.

2.1 La familia de productos del teléfono inalámbrico

El teléfono inalámbrico pertenece a la familia de productos de los teléfonos. Los teléfonos son un medio de comunicación para la transmisión de tonos y especialmente de voz por medio de señales eléctricas. El sistema telefónico contiene básicamente los siguientes componentes principales: El primer componente es un aparato para convertir el sonido en señales eléctricas y de retorno, así como componentes para controlar la conexión, el dispositivo terminal real.

Además del sistema de central telefónica, el teléfono también debe tener un canal de transmisión.

Al considerar los posibles productos de sustitución, se consideraron los medios de comunicación para otras distancias para uso privado y normal, lo que significó que no se consideraron los teléfonos satelitales, los teléfonos de conferencia y los teléfonos de emergencia. Además, sólo se examinó el mercado actualmente accesible a un consumidor privado normal por lo que se refiere al estado actual de la técnica. La distinción entre los diferentes sistemas de comunicación y tipos de conexión (por ejemplo, analógica o a través de la "Red digital de servicios integrados") no se tiene en cuenta aquí.

El primer sustituto es probablemente el clásico teléfono alámbrico. Por un lado, dispone de un teclado con el que se puede establecer una conexión directa. Los teléfonos con cable son teléfonos individuales que, como su nombre indica, tienen un cable, es decir, una conexión por cable entre la estación base y el teléfono. Las señales se transmiten a través de sistemas de cable, que normalmente funcionan bajo tierra. Por último, el teléfono por cable tiene un auricular en el que están integrados un micrófono. Una ventaja de este tipo es que, debido a la conexión por cable entre el auricular y el teléfono, está completamente libre de radiación de radio. Las conexiones de línea fija se consideran aún más fiables que las conexiones relativamente nuevas.

Otra posibilidad de reemplazar el teléfono inalámbrico es el teléfono móvil portátil convencional, también conocido como teléfonos móviles. La comunicación de los teléfonos móviles se realiza a través de la radio, por lo que se utiliza la red telefónica del proveedor respectivo. La función principal se limita a la telefonía.

Los smartphones han conquistado el mercado en los últimos años. También es un teléfono móvil que tiene más conectividad informática que un teléfono móvil convencional. Por ejemplo, un smartphone combina las funciones de un ordenador portátil con las de un teléfono móvil. Los smartphones también tienen una cámara digital y de vídeo, un reproductor multimedia y navegación GPS. Además, la banda ancha móvil y la WLAN garantizan una conexión rápida a Internet. Muchos smartphones modernos tienen una pantalla táctil. Como resultado, las funciones del smartphone no se limitan a hacer llamadas telefónicas, sino que permiten al propietario utilizar numerosas aplicaciones en un espacio reducido. Los teléfonos inteligentes también se pueden utilizar para instalar programas de terceros.

Otra opción bien conocida es hacer llamadas telefónicas desde un computador o portátil a través de Internet utilizando softwares como Skype. Es una manera conveniente de ponerse en

contacto con otras personas. Por lo tanto, el micrófono y los altavoces suelen estar integrados en los auriculares o en el portátil. El participante no tiene que sostener un auricular o teléfono móvil, pero puede hacer llamadas telefónicas mientras trabaja en el computador.

Para examinar la similitud del teléfono inalámbrico con los productos de sustitución, éstos se comparan sobre la base de los criterios de precio, calidad, movilidad, características y, por último, la imagen global, y se evalúan cuantitativamente con respecto a la base (tabla 1). Se utiliza un sistema de clasificación de 1 a 5, donde 1 significa "mucho peor", 2 para "peor", 3 para "similar", 4 para "mejor" y 5 para "mucho mejor".

Tipo de producto	Precio	Calidad	Particularidad	Impresión General
Teléfono con cable	3	3	2	2
Móvil tradicional	2	2	4	4
Smartphone	1	2	5	5
Internet	3	1	5	5

Tabla 1: Evaluación de sustitutos en comparación con los teléfonos inalámbricos

Puede ver que el teléfono con cable no funciona tan bien. Esto también tiene sentido, ya que el teléfono con cable ha sido reemplazado por el teléfono inalámbrico en muchos hogares. Con el desarrollo del estado del arte, el teléfono inalámbrico en los hogares fue reemplazado a menudo por el teléfono móvil tradicional, así como por el smartphone. Incluso si el smartphone en particular tiene mucho más que ofrecer que sólo hacer una llamada telefónica, estos son más caros a largo plazo y tienen una mayor susceptibilidad a la interferencia con la calidad de las llamadas telefónicas. Este es un aspecto crítico, especialmente cuando se llama por teléfono a través de Internet, donde el teléfono inalámbrico puede obtener muchos más puntos, incluso si la tecnología ya está anticuada. Los teléfonos inalámbricos también se comunican a través de la red de cable. Sin embargo, el teléfono y la base del dispositivo están conectados por radio, de modo que el auricular se puede retirar de la base dentro de un radio determinado.

2.2 Estructura del teléfono inalámbrico

La principal característica del producto considerado es que el teléfono inalámbrico está conectado mediante ondas de radio a una estación base de la red fija. Dentro de este radio, el abonado puede moverse libremente durante la llamada telefónica y obtener mayor movilidad dentro de este radio en particular. En la mayoría de los modelos, la estación base también se

puede utilizar como estación de carga. Sin embargo, el producto en cuestión es un teléfono alimentado por pilas.

A diferencia de los smartphones, el teléfono inalámbrico tiene sólo unas pocas funciones secundarias además de la función de telefonía, que están destinadas a apoyar y simplificar la telefonía. Por ejemplo, es posible guardar los números de teléfono que se marcan con frecuencia o los números de teléfono importantes junto con un número de código. Todo lo que tiene que hacer para hacer una llamada es presionar el código almacenado/la tecla corta. La rellamada también es una característica popular. El último número marcado se almacena en el teléfono y se puede volver a marcar rápidamente con la tecla de rellamada. El teléfono también tiene una función de lista de llamadas en la que se almacenan todas las llamadas entrantes y salientes. Los números con los que se ha realizado una llamada recientemente o que se han perdido se pueden volver a llamar o recuperar rápidamente. También es posible crear un contacto en una libreta de direcciones. La señalización de llamada no sólo se realiza mediante el tono de llamada, sino también mediante una señal luminosa, lo que hace posible la indicación óptica de llamada.

El sistema de telefonía inalámbrica consiste básicamente en la carcasa del subsistema de telefonía, una estación base y una conexión eléctrica. Para mayor investigación, los subsistemas se refinan en cuatro conjuntos como se muestra en la figura 1: estación base (No código 1), enchufe (No código 2) y el teléfono desglosado en el módulo teléfono caja frontal (No código 3) y el módulo teléfono caja revés (No código 4). Con ello se pretende que los análisis sean más claros.

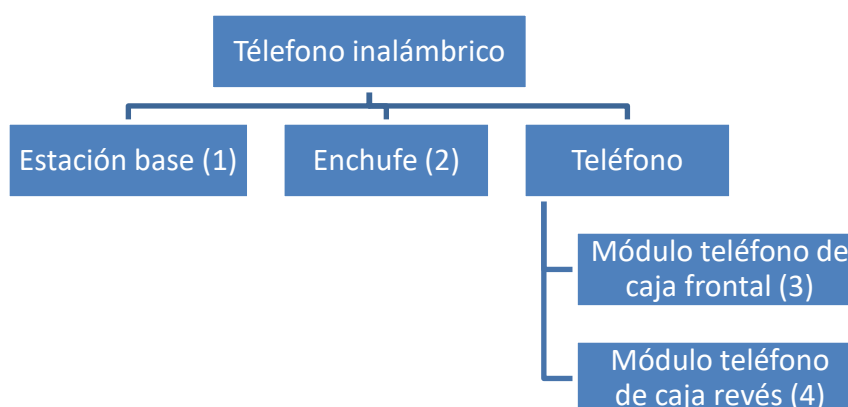


Figura 1: Estructura del teléfono inalámbrico

Durante el desmontaje de cada uno de estos ensamblajes, se identificaron varias piezas individuales, que se pueden ver en las figuras 18 a 21 en el apéndice. La estación base (1) consta de las partes 1.1 a 1.11, entre las que se encuentran elementos de plástico y sobre todo una placa

de circuito impreso. El enchufe (2) consta de las partes 2.1 a 2.7, como una bobina y dos tipos de cable diferentes. El módulo teléfono de caja frontal (3) tiene las partes 3.1 a 3.17 y de la caja revés sólo las partes 4.1 a 4.5. Estos dos subsistemas combinados contienen varios elementos de plástico, una placa de circuito, un display y tres pilas. Compare las figuras 18 a 21 en el apéndice para más detalles.

Con el fin de mantener la claridad de este trabajo, las partes individuales no se discuten en más detalle aquí. Sin embargo, si se requiere un análisis más detallado del número de piezas y materiales, consulte también el apéndice las tablas 3 a 6. Son tablas detalladas de todas las piezas individuales incluyendo su número, peso, tipo y número de conexiones y el material. La figura 2 muestra una distribución porcentual de los materiales gruesos del teléfono inalámbrico. El teléfono inalámbrico consta de dos tercios de plástico y un tercio de grasa y un tercio de metal.

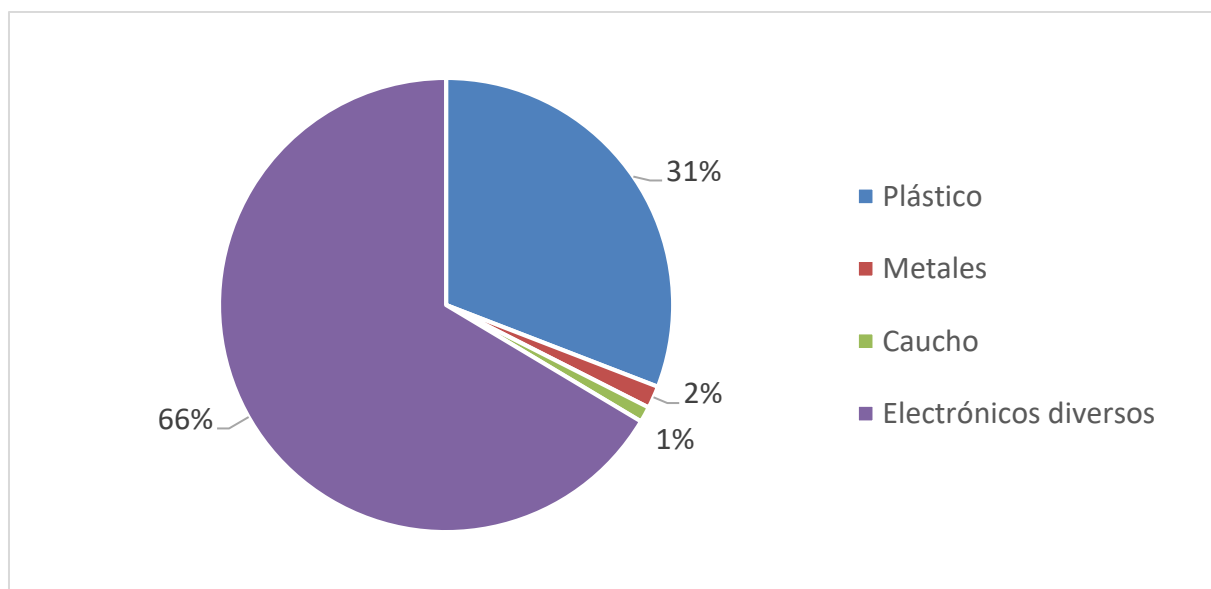


Figura 2: Distribución de tipos de material de un teléfono inalámbrico

Además, en las figuras 22 a 61 en el apéndice se muestran fotos de cada una de las piezas. Tan pronto como un componente en particular sea significativamente más importante como resultado del análisis, se discutirá con más detalle. Cuando proceda, también se tendrán en cuenta las juntas existentes en el subsistema y los materiales alternativos.

2.3 Características del teléfono inalámbrico

Para poder describir la interdependencia de las funciones del sistema telefónico, se realiza un análisis de funciones con la ayuda de un árbol de funciones según la figura 3. La función global

considerada aquí es la llamada. Los niveles jerárquicos después de "llamar" muestran otras subfunciones o funciones elementales. Para buscar las subfunciones en la dirección de la jerarquía descendente, se consideró cómo la telefonía puede tener lugar globalmente como una función. Como pregunta de control, el significado de esta subfunción se preguntó en la dirección de la jerarquía ascendente, es decir, por qué debe ocurrir esto.

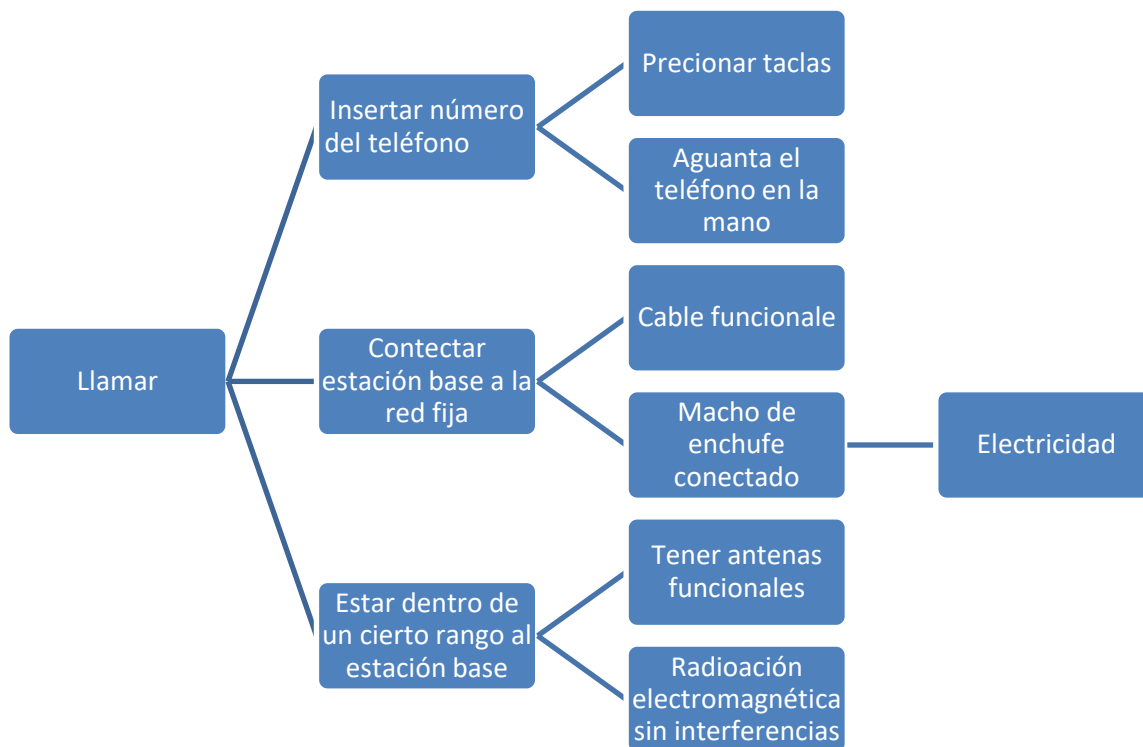


Figura 3: Árbol funcional del teléfono inalámbrico

Para llamar a alguien, primero debe marcar el número de teléfono del destinatario. Para ello, la carcasa del teléfono debe estar sujeta en la mano y las teclas pulsadas según se desee. La estación base también debe estar conectada a la red fija para poder realizar una llamada telefónica con éxito. Esto está garantizado por un cable funcional como línea eléctrica y una conexión de enchufe conectada, si hay electricidad disponible. La última condición es que el usuario debe estar dentro de un radio determinado para enviar una señal a la estación base. Para ello, la antena debe estar sincronizada con los teléfonos y la estación base, y debe haber una conexión electromagnética libre de problemas e interferencias.

3 Análisis del ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico

Los ciclos de innovación de los teléfonos son cortos y cada vez más cortos. Nuevos y más potentes dispositivos están apareciendo en el mercado en una sucesión cada vez más rápida, haciendo que los teléfonos modernos parezcan anticuados mañana. La vida útil de los teléfonos inalámbricos también se ha acortado con el tiempo. Este rápido cambio tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Porque el ciclo de vida de cada teléfono inalámbrico consume muchos recursos valiosos. Para determinar los aspectos ambientales y los posibles impactos ambientales del teléfono inalámbrico a lo largo de todo su ciclo de vida, es necesario definir primero este ciclo de vida con mayor precisión.

Existen muchos esquemas y modelos diferentes que intentan describir los ciclos de vida de un producto. La fase de desarrollo tiene lugar antes de que el producto físico del teléfono inalámbrico sea considerado. En la mayoría de los países, como los Estados Unidos o Asia, varias empresas diseñan un prototipo en un período de aproximadamente nueve meses. Si este prototipo pasa la prueba, se inicia la primera etapa del ciclo de vida físico clásico de un producto según figura 4.



Figura 4: Fases consideradas del ciclo de vida de este trabajo

El ciclo de vida de un teléfono inalámbrico físico comienza típicamente con la extracción y el transporte de metales y plásticos individuales, que básicamente requieren combustible y maquinaria. Estas materias primas son procesadas por los proveedores e introducidas en la segunda etapa, la producción y montaje del propio teléfono inalámbrico. Durante el proceso, la energía eléctrica y el calor se utilizan para alimentar las máquinas. Una vez fabricados, los teléfonos inalámbricos se transportan a las tiendas individuales durante la fase de distribución/transporte, desde donde se comercializan y distribuyen a los consumidores finales. El consumidor final utiliza el teléfono inalámbrico durante unos cinco años utilizando electricidad. Al final de su vida útil, el teléfono inalámbrico se somete al tratamiento de reutilización y reciclaje, retiro o eliminación.

3.1 Extracción de materias primas

La extracción de materias primas es la fase inicial del ciclo de vida de un teléfono inalámbrico. Se considera la extracción y producción de los materiales básicos, por ejemplo, la extracción y procesamiento de metales, la extracción de petróleo crudo y la producción de plásticos. A grandes rasgos, los plásticos son necesarios para la carcasa y la placa de circuito impreso. Los metales están incorporados en los cables, contactos, placa de circuito impreso y pila. Se requiere vidrio y cerámica para la exhibición. Las materias primas de alta calidad como el coltán, el estaño o el oro también son importantes para la fabricación de un teléfono.

Los metales requeridos provienen de diferentes partes del mundo, principalmente de países en desarrollo o emergentes como Sudáfrica, la República Democrática del Congo o China. La construcción y el funcionamiento de las minas suelen ir acompañados de daños ambientales. Para llegar a los estratos mineralizados, a menudo hay que talar bosques sobre grandes superficies y eliminar tierras y rocas. Además, en algunos casos, los metales preciosos sólo pueden eliminarse de la roca mediante el uso de productos químicos tóxicos como el mercurio. Existe el riesgo de que las sustancias nocivas acaben en el medio ambiente. Todos los transportes asociados a actividades anteriores también deben ser tenidos en cuenta. El transporte de las materias primas extraídas por barco y camión a los proveedores o empresas consume grandes cantidades de combustible y, por lo tanto, el escaso recurso petróleo.

El creciente consumo de recursos y energía agrava los problemas ecológicos, económicos, sociales y políticos a escala mundial. Sobre todo, la presión en los sectores del clima y el medio ambiente está aumentando.

3.2 Producción y montaje

Después de la extracción, las materias primas son transportadas a plantas centrales donde son procesadas. A menudo hay una cadena de suministro muy compleja, que no hace justicia al esquema tradicional del ciclo de vida. Por lo tanto, la fase de producción incluye todos los procesos en los que se fabrican los componentes individuales de un teléfono inalámbrico. Esto incluye la fabricación de los componentes, el montaje del teléfono inalámbrico y eventual la fabricación del embalaje.

En este trabajo se considera en esta fase el montaje del teléfono inalámbrico con las piezas mencionadas en las figuras 18 a 21 o bien en las tablas 3 a 6. Se puede suponer que algunos componentes como bobinas se pedirán directamente a los proveedores. Otras piezas, sin embargo, se fabrican en la propia planta, como piezas de plástico, etc.

El proceso de fabricación de los teléfonos inalámbricos es generalmente muy complejo y contamina el medio ambiente. En particular, la producción de chips y placas de circuitos impresos es un proceso intensivo en recursos y energía que genera productos residuales que contaminan el medio ambiente, como el uso de productos químicos y metales raros, agua y energía, y la generación de residuos y emisiones. Según Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2012) la producción de chips y placas de circuitos impresos representa un total de entre el 40 y el 50 por ciento de toda la contaminación ambiental que se produce durante la fase de fabricación de los teléfonos. La mayoría de los dispositivos se fabrican en Asia. Casi la mitad de todos los teléfonos se fabrican en China y se procesan allí para su posterior transporte mundial.

3.3 Transporte

Dado que la mayoría de los componentes electrónicos se transportan desde el sudeste asiático a Europa, según el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2012), el transporte de componentes electrónicos es responsable de alrededor del 18-25% del impacto medioambiental y generan emisiones y gases de efecto invernadero que contaminan el medio ambiente.

Se supone que el teléfono inalámbrico en cuestión se fabrica en Shanghai, China, y se transporta por barco a Bilbao, España, a unos 25.000 km de distancia. Como el teléfono inalámbrico pesa 398,18 g, $0,00039818 t * 25000km = 9,9545 tkm$ están cubiertos por cada teléfono inalámbrico. Desde Bilbao el teléfono inalámbrico se transporta en camión al supermercado de Valencia con $0,00039818 t * 611km = 0,2433 tkm$.

Otra suposición es que el consumidor medio eta 10 km en autobús (10 Pkm) lleva el teléfono inalámbrico comprado a su casa antes de empezar a usarlo.

3.4 Uso

En esta fase del ciclo de vida, el consumidor entra en juego activamente por primera vez. Una vez que el teléfono ha sido comprado y transportado al hogar, el consumidor comienza a utilizar las funciones ofrecidas, que son principalmente funciones de teléfono. El consumo de recursos de los teléfonos en la fase de uso se limita esencialmente al uso y la recarga del teléfono inalámbrico y, por lo tanto, es una de las principales cargas ecológicas en el ciclo de vida de un teléfono inalámbrico.

Se supone que la estación base permanecerá conectada las 24 horas del día durante una vida útil estimada de unos cinco años ($24 h * 365 \text{ días} * 5 \text{ años} = 43800 h$). Esto es necesario para mantener la conexión a la red fija. La estación base requiere una tensión de 230 V a una corriente de 35 mA. Esto significa que en el plazo de cinco años se consumirán $230 V * 35 * 10^{-3} A * 43800 h = 352,6 \text{ kWh}$. Para mantener el teléfono en funcionamiento continuo, las pilas deben ser reemplazadas. El teléfono inalámbrico viene con tres pilas. Se supone que un batallón de la fase de uso requerirá 27 pilas más para ser compradas al consumidor. Se supone que las pilas también serán transportadas desde Shanghái por la misma ruta que el teléfono inalámbrico.

Básicamente, la provisión de la red móvil por parte de las estaciones base también pertenece a esta fase, al igual que el trayecto hasta la tienda donde se adquiere el dispositivo. También se incluyen las reparaciones necesarias. En este caso suponemos que las reparaciones necesarias son mínimas y que, por lo tanto, pueden ser descuidadas.

El mayor problema de la fase de uso es que cada vez es más corta. Sin embargo, los productos de vida corta tienen un impacto mucho mayor en el medio ambiente que los dispositivos con una larga vida útil. Este aspecto se debe a la fase previa de producción. Muchos fabricantes se esfuerzan específicamente por conseguir una vida útil más corta del producto, la llamada obsolescencia planificada, por medio de defectos incorporados.

Además, los ciclos de innovación de los teléfonos son cortos y cada vez más cortos. Nuevos y más potentes dispositivos están apareciendo en el mercado en una sucesión cada vez más rápida, haciendo que los teléfonos modernos parezcan anticuados mañana. La vida útil de los teléfonos inalámbricos también se ha acortado con el tiempo. Este rápido cambio tiene un impacto negativo en el medio ambiente. Un teléfono consume recursos y energía en todas las fases de su vida. Especialmente durante el uso, unas pocas reglas de conducta sencillas pueden ahorrar energía y, por lo tanto, proteger el medio ambiente.

3.5 Fin de vida

Una vez que el teléfono inalámbrico ya no se usa, comienza el fin de vida. Antes de considerar la eliminación final, se deben considerar varias opciones de acuerdo con la figura 5 para la recuperación de materias primas

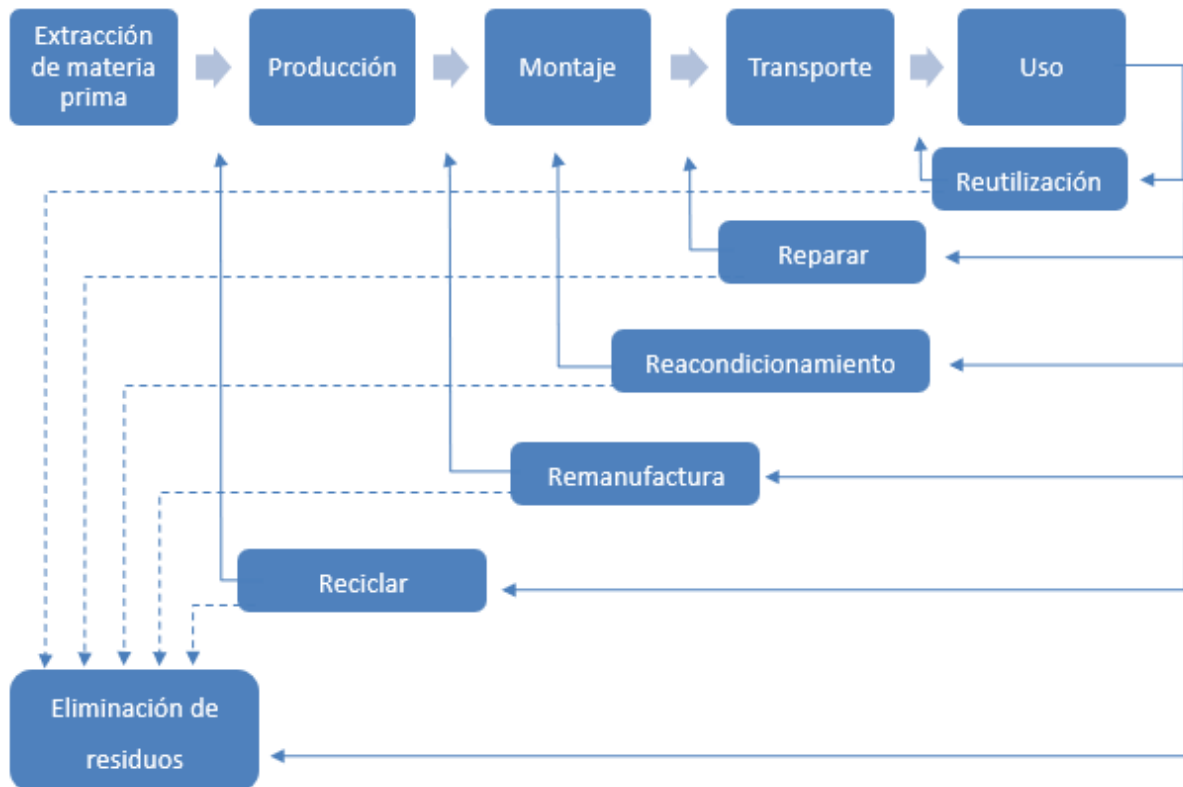


Figura 5: Vida útil inversa del producto al final de su uso, según Govindan/ Soleimani (2017)

Los teléfonos inalámbricos se pueden pasar o revender a amigos o parientes si el dispositivo sigue funcionando (reutilización). Para todos los demás consumidores, existen formas alternativas de deshacerse del teléfono inalámbrico de forma profesional y ecológica, de modo que las materias primas puedan reutilizarse en piezas. Puede devolverlo a los operadores de redes móviles o a los fabricantes de dispositivos, a los centros municipales de reciclaje, o a las asociaciones medioambientales u otras organizaciones para realizar campañas de recogida. En todos estos puntos de devolución, los equipos recogidos pueden ser reparados y sustituidos respetuosa con el medio ambiente. Si los teléfonos inalámbricos devueltos siguen siendo aptos para su uso posterior, podrían reacondicionarse sustituyendo las piezas defectuosas y revenderse.

Por lo tanto, los teléfonos defectuosos que no sean adecuados para su uso posterior deben ser reciclados profesional y ambientalmente, lo que debería afectar a la mayoría de los teléfonos inalámbricos. Lo ideal sería reciclar los equipos completamente rotos e irreparables y devolver al ciclo de la materia prima algunos de los metales que contiene, mientras que las sustancias tóxicas deberían ser tratadas (por ejemplo, mediante la separación o el filtrado). Esto puede hacerse con el mismo o diferente propósito, después de poco o ningún cambio en la forma de la sustancia. El vidrio y el aluminio, por ejemplo, no pueden recuperarse en su forma pura.

Terminan en la escoria, que se utiliza como "materia prima secundaria". El reciclaje da como resultado saldos positivos en el consumo de agua y energía, ya que se consume menos agua y energía que cuando se recupera la misma cantidad de material. En general, el reciclaje alivia la carga sobre el medio ambiente, pero los materiales recuperados no pueden describirse como una solución perfecta. El reciclaje también cuesta energía y, por lo tanto, consume materias primas.

En este trabajo se considera un escenario de residuos para España. En cuanto a los porcentajes de reciclado de envases por materiales en España, según Ecoembes (2019) corresponden al 75,8% para envases de plástico, 85,4% para envases metálicos y 80% para envases de papel y cartón. Se supone que estas cifras son valores medios para todos los tipos de plásticos y metales. España recicló el 37,4% de los residuos eléctricos y electrónicos en 2016, de acuerdo Statista (2019). Según Eurostat (2019) incineró en el año 2016 2589 mil toneladas de residuos (Disposal - incineration (D10) and recovery - energy recovery (R1)) y 11658 mil toneladas fueron asignadas a los procesos vertederos (Disposal - landfill and other (D1-D7, D12)). Al considerar estos dos tipos de tratamiento de residuos sólidos urbanos, la incineración representa el 18%, y los vertederos 82%.

El problema es que, al parecer, sólo una pequeña proporción de los teléfonos inalámbricos que ya no se utilizan se reciclan y su eliminación se traslada a los mercados emergentes, en particular en estos últimos, donde el reciclaje y la eliminación se asocian a menudo con impactos ambientales significativos. En general, el equipo tecnológico es más difícil de reciclar. La diversidad y la limitada separabilidad de los materiales dificulta el reciclaje, al igual que el uso disipativo (en pequeñas cantidades distribuidas por todo el producto) de los metales.

La mayoría de los teléfonos inalámbricos permanecen en los cajones, sólo algunos son reciclados - algunos desafortunadamente terminan en la basura del hogar. Sin embargo, esto no debería ocurrir en absoluto, ya que el teléfono inalámbrico también contiene contaminantes que contaminan el medio ambiente. Esto significa que las materias primas valiosas se pierden y no pueden ser recicladas.

4 Aplicación de la metodología de Análisis del Ciclo de Vida

El método de análisis del ciclo de vida (ACV) es según ISO 14040 (1997) una técnica para evaluar los posibles impactos y los aspectos medioambientales asociados a un producto. Los cálculos de sostenibilidad basados en el ciclo de vida y los métodos analíticos para evaluar los aspectos ecológicos de productos y procesos se consideran típicamente como efectos sobre el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida (a menudo "de la cuna a la tumba", "from cradle to grave").

De acuerdo con la norma ISO 14040 (1997), el ACV es un modelo que recopila un inventario de todas las entradas y salidas relevantes del sistema y evalúa los posibles impactos ambientales asociados. A continuación, en relación con el objetivo del estudio, se interpretan los resultados de las fases del análisis del inventario y de una evaluación de impacto y se identifican y evalúan las oportunidades que podrían mejorar la relación con el medio ambiente.

Los siguientes subcapítulos discuten los pasos del marco ISO 14040 (1997) para el teléfono inalámbrico con más detalle y utilizan software para interpretar los aspectos ambientales y los posibles impactos a lo largo de la vida útil del teléfono inalámbrico.

4.1 Objetivo y alcance

El primer paso de la estructura de ACV es la definición de objetivos y alcance. El ACV puede ayudar básicamente a comparar los aspectos medioambientales de diferentes alternativas del mismo producto y puede permitir una priorización medioambiental basada en números. El objetivo de este trabajo no es comparar diferentes alternativas, sino evaluar el impacto ambiental del teléfono inalámbrico. Con este fin, es necesario identificar las fases del ciclo de vida que más contribuyen a ciertos impactos. Este conocimiento debería permitir proponer mejoras.

El producto físico presentado en el capítulo 3, un teléfono inalámbrico con una vida útil constante de cinco años se considera como unidad funcional. Se supone un uso ordinario y privado de un sistema del producto (figura 6).

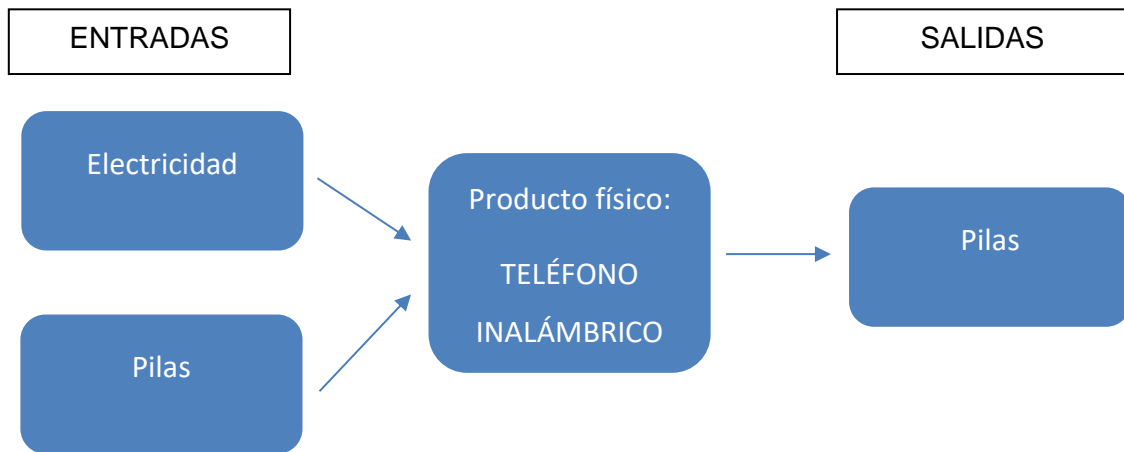


Figura 6: El sistema del producto (teléfono inalámbrico)

Se parte de las características mencionadas en el capítulo 3, así como de información técnica de hipótesis. Se suponía que la estación base estaría conectada las 24 horas del día, las 24 horas del día, durante un promedio de cinco años. Para poder utilizar el producto, la electricidad debe estar disponible, 352,6 kWh durante los cinco años. El teléfono inalámbrico requiere tres pilas para su funcionamiento inalámbrico. Se supone que el teléfono inalámbrico se entrega al consumidor con tres pilas. Durante la vida útil del teléfono, se necesitarán 27 pilas más, ya que una de ellas tiene una vida útil de seis meses. Las pilas vacías pueden considerarse como salida después del uso.

Después de consultar con el instructor del curso, los límites de equilibrio considerados en las siguientes fases son exclusivamente los impactos que se producen después del transporte de las materias primas. Así, según la figura 7, los impactos sobre el medio ambiente desde el inicio de los procesos de producción hasta el fin de vida se consideran de la manera "de la puerta a la cuna, from gate to cradle".



Figura 7: Límites del sistema de este trabajo, de la puerta a la cuna

Por esta razón, se seleccionó la opción "market for" en la versión de software SimaPro 8.3.0.0, que se utiliza exclusivamente para datos de la base de datos „Ecoinvent 3 – allocation default – unit“. La opción "market for" significa que sólo se tienen en cuenta los datos de los impactos,

que se consideran después del transporte de las materias primas, es decir, sólo al principio de los procesos de producción y montaje, hasta el fin de vida.

El siguiente paso es especificar los tipos de impactos y la metodología de evaluación de impacto que se utilizará posteriormente para calcular los impactos ambientales del producto. SimaPro contiene una base de datos de métodos que toman en cuenta diferentes categorías de impacto. El método ReCiPe (ReCiPe Endpoint I/I) se utiliza para calcular los impactos ambientales de este trabajo.

Para interpretar los resultados correctamente, es necesario mencionar los requisitos de datos. El ámbito geográfico es España. Si no era posible considerar a España individualmente, la siguiente mejor opción era Europa y luego "GLO" como global y "RoW" como "rest of the world".

4.2 Aspectos ambientales

En primer lugar, el análisis del inventario identifica los principales aspectos ambientales del producto a lo largo de todo su ciclo de vida. Todos los datos y los insumos y productos pertinentes se recopilan y derivan. Los movimientos de referencia son la base para determinar los datos para el análisis de inventario.

Con el fin de recoger datos para el uso de los ACV, se utiliza la matriz MET. Es un método cualitativo que ayuda a obtener una visión global de las entradas y salidas en cada fase. Para ello, se analiza con más detalle cada una de las fases consideradas, que es la producción hasta el fin de vida del producto. De acuerdo con la tabla 2, todos los insumos se identifican según los materiales utilizados (M) y las energías (E), así como todas las salidas en forma de emisiones (tóxicas), vertidos y residuos (T). Se aplican los supuestos de la unidad funcional del subcapítulo 4.1. Los aspectos cuya influencia es generalmente relativamente pequeña se hicieron visibles en el etiquetado (↓) de la tabla 2.

	Uso de Materiales (M)	Uso de Energía (E)	Emisiones tóxicas (T)
Producción y montaje	<ul style="list-style-type: none"> - ABS (~121 g) - PE (~0,2 g) - PP (~0,2 g) - Espuma de poliuretano (~0,1 g) - Caucho (~4,45 g) - Acero (~2,6 g) - Aluminio (~3 g) - Hierro (~0,03 g) - Estaño (~0,03 g) - Materiales electrónicos diversos¹ (~264,5 g) -Materiales auxiliares (↓) 	<ul style="list-style-type: none"> - Energía en todos los procesos de los plásticos (inyección, moldeo, ...) - Energía en todos los procesos de los metales (extrusión, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos plásticos (recortes y rechazo) (↓) - Emisiones de procesos
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> -Manual de instrucciones (↓) -Cartón para embalaje (↓) 	<ul style="list-style-type: none"> -Gasóleo para transporte (barco, 9,9545 tkm) -Gasóleo para transporte (camiones, 0,2433 tkm) -Transporte del producto a la casa del consumidor (~10Pkm) 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones de combustión del gasóleo -Residuo embalaje (↓)
Uso	<u>Operación:</u> <ul style="list-style-type: none"> -Pilas (27 piezas) 	<u>Operación:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Consumo de energía (352,6 kWh) 	<u>Operación:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Pilas gastadas
	<u>Mantenimiento:</u> <ul style="list-style-type: none"> Piezas que se rompen fácilmente (↓) 	<u>Mantenimiento:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de proveedores de mantenimiento (↓) 	<u>Mantenimiento:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Restos de piezas sustituidas (↓)
Fin de vida	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - Reciclaje plásticos (75,8%) - Vertedero metálico

Tabla 2: Matrix MET

¹ Como placa de circuito impreso, bobina, pilas.

Ecoindicadores pueden utilizarse para expresar el impacto ambiental en cifras en función de la cantidad de material utilizado y del proceso. 1 Pt = la centésima parte del impacto medioambiental anual de un ciudadano europeo medio.

Una vez obtenidos los datos, se llevó a cabo un procedimiento de cálculo posterior para cuantificar con mayor precisión las entradas y salidas relevantes de un sistema de productos en SimaPro. Después de la consulta, se buscaron varias bases de datos y bibliotecas para el análisis del stock en SimaPro, tales como "ELCD", "Methods" y "Ecoinvent 3- allocation, default - system" y "Ecoinvent 3 - allocation default - unit". Finalmente, se utilizaron los datos de la biblioteca "Ecoinvent 3 - allocation default - unit", ya que con "-system" los impactos están más desagregados y por lo tanto la información es diferente. Como ya se mencionó en el subcapítulo 4.1, siempre se seleccionó la opción "market for", que sólo tiene en cuenta los datos de los impactos que se producen después del transporte de las materias primas.

En total se producen 1622 sustancias diferentes, que afectan a cinco compartimentos diferentes. Éstos se asignarán adicionalmente a la matriz MET de la columna T.

Algunas de las mayores cepas de compartimiento agua son:

- 632,8 g de aluminio (debido principalmente al montaje)
- 21,8 Bq Polonio-210 (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso)
- 5,9 Bq Uranio alfa (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso)

Algunas de las cepas más grandes del compartimiento aire son:

- 703,9 g de aluminio (debido principalmente al montaje)
- 302,7 kg Dióxido de carbono, transformación del suelo (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso y montaje)
- 313,6 kg Dióxido de carbono, biogénico (debido principalmente a la electricidad en la fase de uso y montaje)

Algunas de las cepas más grandes del compartimiento crudo son:

- 11,8 g de dióxido de carbono en el aire (principalmente por ensamblaje)
- 49,5 g de argón (especialmente durante el montaje)
- 68,4 g Dolomita (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso)

Algunas de las mayores variedades de compartimiento suelo son:

- 4,6 g de cloruros (principalmente debido al montaje)
- 44,3 mg Cromo VI (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso)

- 2,8 g de sodio (principalmente debido a la electricidad en la fase de uso)

Las únicas cargas del compartimiento desecho son:

- 25,3 g de residuos de acero (a través del montaje)
- 135,2 g de residuos no especificados (durante el montaje)

No se adjunta al apéndice una lista detallada del inventario, sino que se presenta por separado debido al gran volumen de las sustancias diferentes.

4.3 Evaluación y conclusión del impacto ambiental

Sigue a las dos últimas fases: la evaluación del impacto ambiental y las conclusiones e interpretaciones posteriores del trabajo realizado. El objetivo es evaluar la importancia de los posibles impactos ambientales utilizando los resultados de los flujos de materiales y energía previamente identificados.

En la primera etapa, la clasificación obligatoria, los impactos ambientales registrados en el inventario se asignan a diferentes categorías. La clasificación depende del tipo de impactos potenciales a los que pueden contribuir. El método ReCiPe Endpoint (I) V1.13/ Europe ReCiPe I/I se selecciona para esta transformación de aspectos a impactos ambientales y para la evaluación de la fase de evaluación posterior. Este método considera 17 categorías diferentes de impactos ambientales:

- Cambio climático, categoría del daño: Salud humana
- Agotamiento de la capa de ozono
- Toxicidad en humanos
- Formación fotoquímica de oxidantes
- Formación de partículas
- Radiación ionizante
- Cambio climático, categoría del daño: Ecosistemas
- Acidificación terrestre
- Eutrofización de agua dulce
- Ecotoxicidad terrestre
- Ecotoxicidad del agua dulce
- Ecotoxicidad marina
- Ocupación de tierras agrícolas
- Ocupación del suelo urbano

- Transformación natural del suelo
- Agotamiento del metal
- Agotamiento de los fósiles

Las siguientes etapas de la fase se diferencian después del análisis del ciclo de vida de una pieza del producto teléfono inalámbrico y después del análisis del montaje del producto teléfono inalámbrico.

4.3.1 Ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico

Mirando la figura 8 por debajo, aparece el ciclo de vida del teléfono inalámbrico en forma de esquema, con la indicación de los flujos. La representación diagramática de la forma del árbol que emplea en el ACV para indicar la contribución de cada uno de los procesos y/o materiales al impacto total del ciclo de vida de teléfono inalámbrico. Las casillas amarillas representan un ciclo de vida, las azules describen el proceso de montaje. Las cajas de color verde claro representan los materiales, verde oscuro o blanco con rayas rojas para la energía. Las cajas están ordenadas jerárquicamente según la contribución. Para mostrar sólo los procesos significativos y deteriorados, se seleccionó valor de corte para nodo 11.1%.

En total, la carga total del ciclo de vida del teléfono inalámbrico es de 30,2 Pt. Se puede observar que la electricidad utilizada durante todo el ciclo de vida del teléfono, a 14 Pt representa casi la mitad de la contribución al impacto total. Esto incluye la energía eléctrica utilizada en los procesos de montaje, así como durante la fase de uso. La cantidad total utilizada es de 1290 MJ. La segunda mayor contribución es el montaje del teléfono inalámbrico con 11,6 Pt, que representa alrededor del 38% de la carga total. Dentro del conjunto la estación base es el bloque contaminante con 8,29 Pt. Especialmente la pieza 1.7, que representa la placa de circuito A, es la pieza con 7,1 Pt, que tiene el mayor impacto sobre el medio ambiente durante el montaje debido al material único de la placa de circuito y a los correspondientes procesos de tecnología de agujeros pasantes. El uso de las 27 pilas adicionales en la fase de uso contribuye con 4,83 Pt al 16% de la carga total, que según las hipótesis también se produce en Shanghái y se transporta a Valencia. Detalles y otras contribuciones se pueden encontrar en la figura 8.

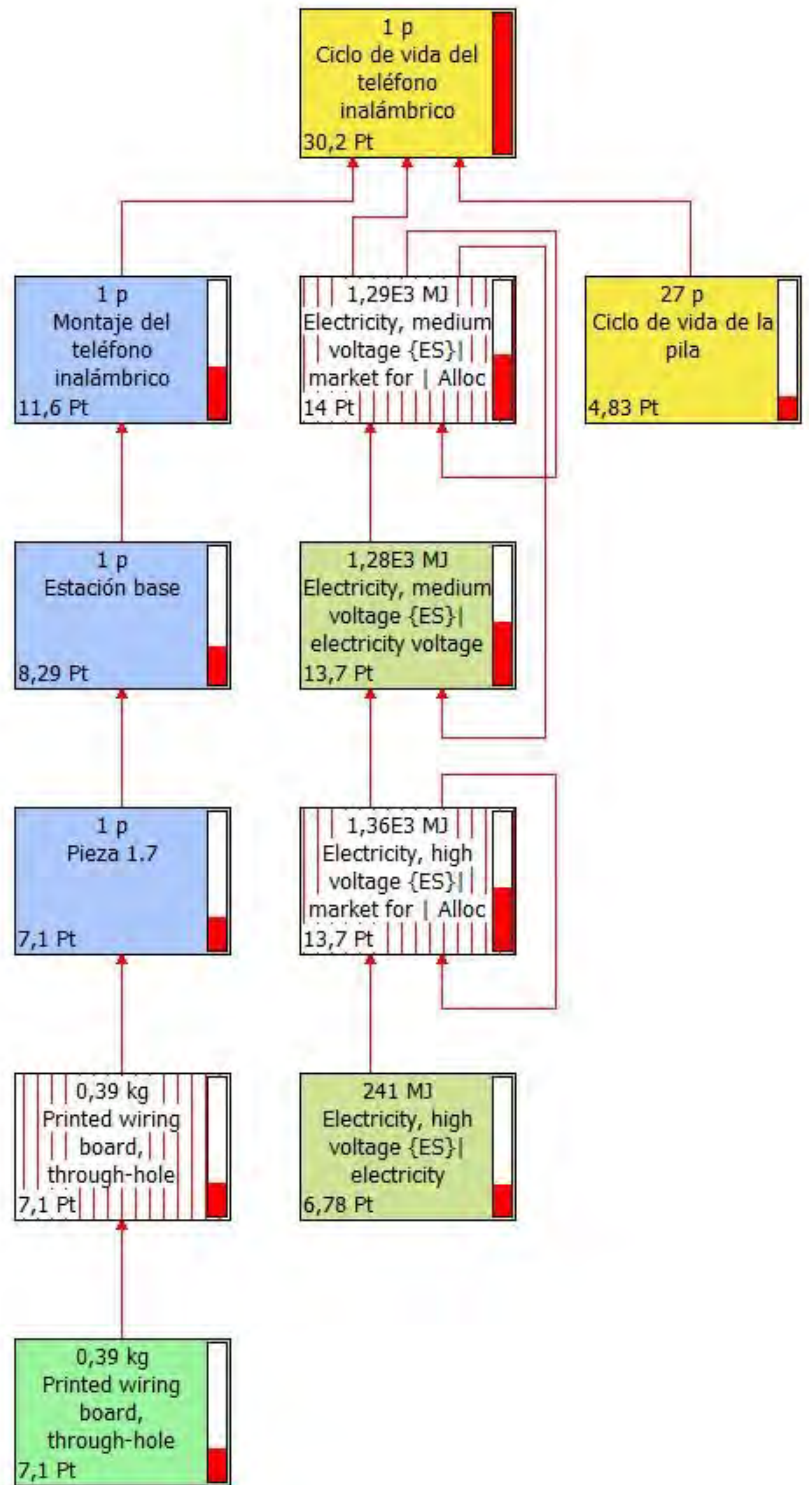


Figura 8: Vista del ciclo de vida de teléfono inalámbrico en forma de “Árbol” (ACV)

Ahora se analizan con más detalle estas contribuciones de cada uno de los procesos y/o materiales al impacto del ciclo de vida de teléfono inalámbrico mencionado anteriormente. En la siguiente etapa obligatoria de caracterización se da la distribución porcentual de los efectos de cada una de las fases consideradas en el ciclo de vida sobre cada categoría de impacto. Se agregan los datos de los diferentes impactos ambientales dentro de cada categoría de impacto. El resultado de la caracterización es un perfil ambiental del sistema, que consiste en una serie de indicadores ambientales de todas las categorías de impacto consideradas, lo que permite ponderar las diferentes categorías de impacto entre sí, como se demuestra en este caso en el gráfico "Caracterización" de ciclo de vida de teléfono inalámbrico de la figura 9.

La figura 9 por debajo muestra en el eje x las 17 categorías de impacto enumeradas en la subsección 4.3. Cada una de estas categorías de impacto se ilustra como una barra que muestra los impactos totales en % (eje y). Dentro de la barra se puede ver la distribución porcentual de los impactos de cada una de las fases consideradas en el ciclo de vida. Aquí "Montaje del teléfono inalámbrico" corresponde a la fase de producción y montaje, mientras que los tres aspectos "Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}| market for | Alloc Def, U", "Transport, freight, truck, 16-32 metric ton, EURO6 {GLO}| market for | Alloc Def, U" y "Transport, regular bus {GLO}| market for | Alloc Def, U" son asignados a la fase de transporte. La fase de utilización se refleja en "Ciclo de vida de la pila" „Electricity, medium voltage {ES}} | market for | Alloc Def, U“. Por último, está la fase de fin de vida, cuyo escenario se denomina independientemente „Waste (waste scenario) {España} | treatment of waste | Alloc Def, U“ según las cifras de Ecoembes (2019).

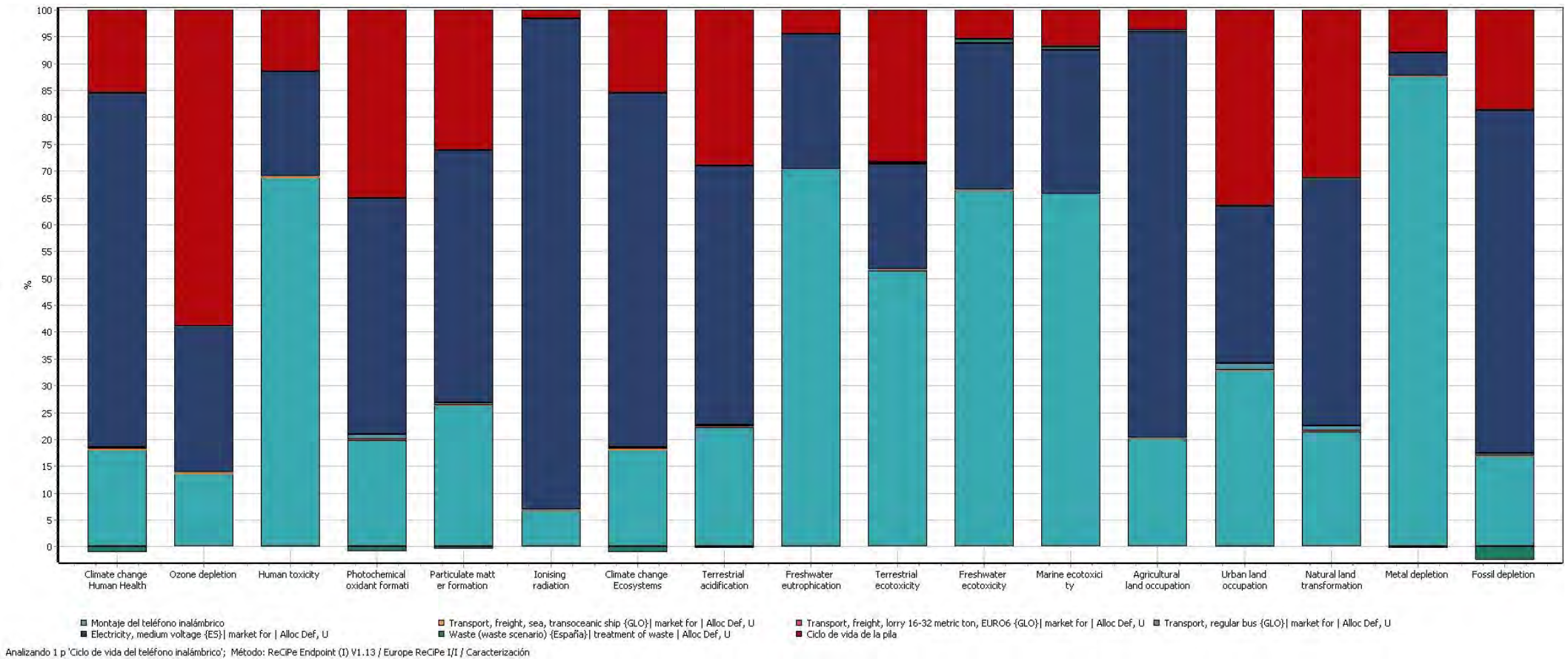
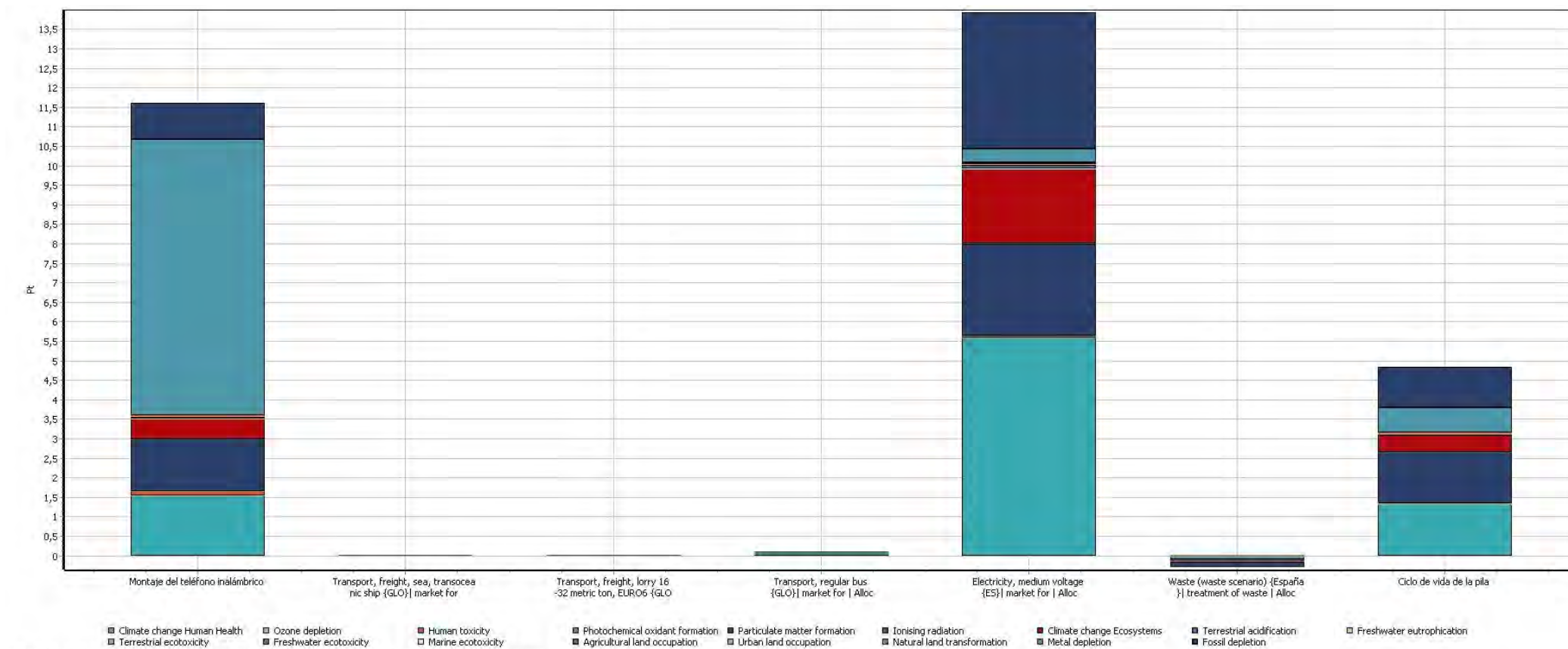


Figura 9: Vista del gráfico “Caracterización” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (ACV)

Si nos fijamos en la figura 9, dos fases son particularmente llamativas por su contribución: El montaje del teléfono y el uso de energía eléctrica durante la fase de uso, mientras que la fase de transporte apenas tiene influencia. El montaje del teléfono tiene una gran contribución en casi todas partes, especialmente en categorías como la minería de metales (87%), la eutrofización del agua dulce (70%), la ecotoxicidad terrestre (51,5%) y marina (65%), la ecotoxicidad del agua dulce (66%) y la toxicidad para los seres humanos (69%). La electricidad causa principalmente radiaciones ionizantes (91,5%), agotamiento fósil (64%), cambio climático, en la categoría de daños: salud humana (66%) y contribuye a la ocupación de tierras agrícolas (76%). El ciclo de vida de la pila en particular tiene un impacto importante en el agotamiento de la capa de ozono con un 59%. Sin embargo, también aporta alrededor del 35% a la formación fotoquímica de oxidantes y a la ocupación del suelo urbano. El fin de vida contribuye en un - 4% al agotamiento de los fósiles, es decir, los fósiles no se agotan, sino que se recuperan a través de sus procesos.

Incluso si los resultados dan una primera impresión de la distribución, aquí no se puede hacer ninguna declaración sobre qué impacto tiene el peor efecto sobre el medio ambiente. Para ello se necesitarían valores absolutos, que no se dan aquí. En contraste con la figura 9 uno puede reconocer por los valores absolutos con la figura 10 qué fase del ciclo de vida tiene el mayor impacto en conjunto.

La figura 10 por debajo muestra con el gráfico “Puntuación única” la recomendación y evaluación del impacto del ACV sobre el impacto total del diseño del producto y la lectura de los resultados de las pruebas. Con 13,8 Pt, la electricidad es la que más daño causa durante la fase de uso, principalmente en relación con el cambio climático, la categoría de daño: la salud humana (5,5 Pt) y la categoría de daño: los ecosistemas (1,8 Pt), así como la formación de partículas y el agotamiento de los fósiles con 2,5-3,5 Pt. El montaje del teléfono inalámbrico también tiene una contribución significativa de 11,6 Pt. Este proceso afecta principalmente al cambio climático en la categoría de daños: la salud humana (1,6 Pt), la minería de metales y la formación de partículas (ambos aproximadamente 1-1,5 Pt) y. El ciclo de vida de las pilas adquiridas adicionalmente también es digno de mención. La carga de 4,7 Pt también se relaciona en gran medida el cambio climático en la categoría de daños: la salud humana (1,4 Pt), pero también con la formación de partículas y el agotamiento de los fósiles (ambos aproximadamente 1 Pt). Las otras fases del ciclo de vida del teléfono inalámbrico prácticamente no contribuyen a la carga total.



Analizando 1 p 'Ciclo de vida del teléfono inalámbrico'; Método: ReCiPe Endpoint (I) V1.13 / Europe ReCiPe I/I / Puntuación única

Figura 10: Vista del gráfico “Puntuación única” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (ACV)

4.3.2 Montaje del producto teléfono inalámbrico

En esta sección, el proceso de producción y montaje se considera por separado en la figura 11 por debajo. Se aparece el montaje del teléfono inalámbrico en forma de esquema, con la indicación de los flujos. El diagrama representa en forma de árbol que emplea en el ACV para indicar la contribución de cada uno de los procesos y/o materiales al impacto total del montaje de teléfono inalámbrico. Las casillas azules describen el proceso de montaje. Las cajas de color verde claro y blanco con rayas rojas representan los materiales. Las cajas están ordenadas jerárquicamente según la contribución. Para mostrar sólo los procesos significativos y deteriorados, se seleccionó valor de corte para nodo 16,1%.

La fase de montaje del teléfono inalámbrico tiene una carga total de 11,6 Pt. Para comparación: Todas las fases del teléfono inalámbrico tuvieron una carga total de 30,2 Pt. Se puede ver que la producción del módulo teléfono de caja frontal con 2,1 Pt. representa aproximadamente el 18% de la carga total de la producción del teléfono inalámbrico. La estación base, sin embargo, con aprox. 71%, representa la mayor parte de la contribución con 8,29 Pt.

Si se examinan con más detalle las partes individuales de la estación base, se encuentra la pieza 1.7 (placa de circuito A), la pieza 1.11 (cable A) y la pieza 1.2 (contacto electrónico) como partes perjudiciales para el medio ambiente. La placa de circuito A es la pieza que constituye la mayor carga de este bloque de montaje con 7,2 Pt. El cable A representa alrededor del 9% de la contribución de la estación base con 1,09 Pt, el contacto electrónico sólo el 0.6% con 0,0675 Pt. Es interesante notar que la placa de circuito A contribuye con más del 61% a la contribución de la estación base y por lo tanto la producción de ésta hace una contribución total del $61\% \cdot 71\% = 43.331\%$ al impacto total del teléfono inalámbrico. Así lo confirman las cifras del Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2012), según las cuales la producción de chips y placas de circuitos impresos representa un total de entre el 40% y el 50% de la contaminación ambiental que se produce durante la fase de fabricación de los teléfonos.

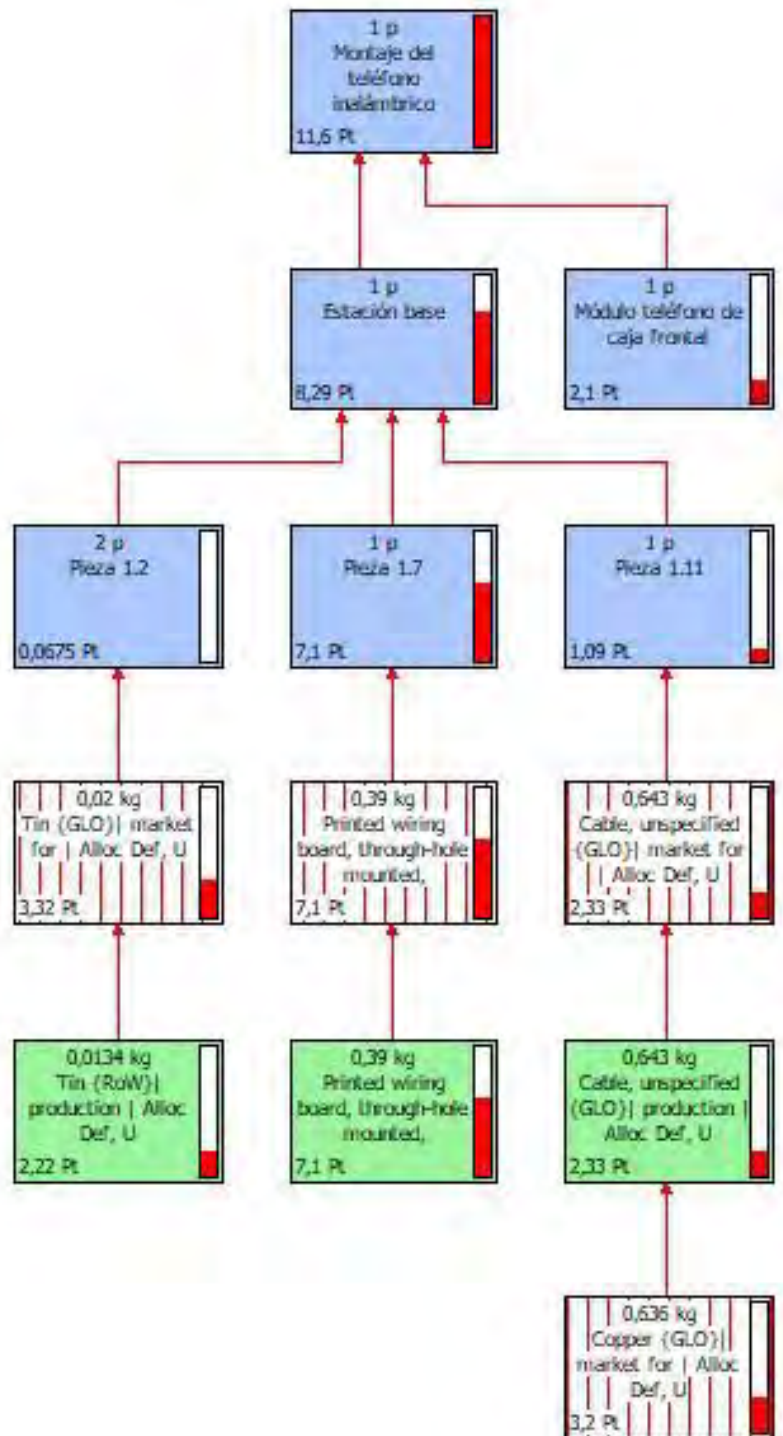
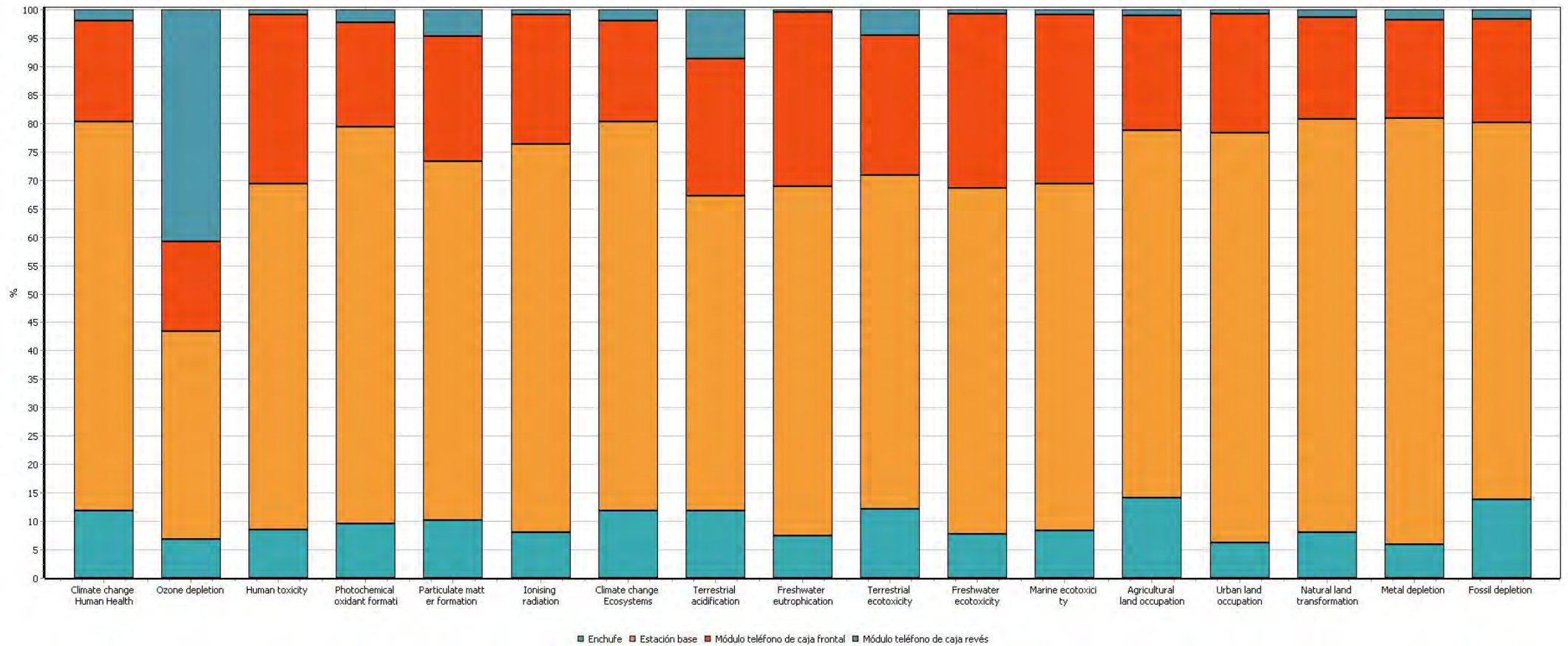


Figura 11: Vista del montaje del teléfono inalámbrico de forma de “Árbol” (ACV)

También en este caso, la fase de caracterización se utiliza ahora para evaluar la distribución porcentual de los impactos de cada una de las fases consideradas en el ciclo de vida para cada categoría de impacto. El resultado de la caracterización es un perfil ambiental del sistema, que consiste en una serie de indicadores ambientales de todas las categorías de impacto consideradas, lo que permite ponderar las diferentes categorías de impacto entre sí, como se demuestra en este caso en el gráfico "Caracterización" de ciclo de vida de teléfono inalámbrico de la figura 12. Las 17 categorías de impacto diferentes se comparan entre sí, pero esta vez no en todas las fases del ciclo de vida, sino sólo en el montaje.

La figura 12 por debajo muestra una vez más que la estación base es la que más contribuye a la contaminación ambiental. Para cada categoría de impacto contribuye con aproximadamente dos tercios de la contaminación total. "Sólo" el agotamiento de la capa de ozono es una contribución de alrededor del 30%. También cabe mencionar que el enchufe aporta alrededor del 6-14% a cada categoría de impacto, el módulo teléfono caja alrededor del 30% frontalmente. El módulo teléfono caja revés contribuye en un 40% a la reducción de la capa de ozono y en un 10% a la acidificación terrestre. El módulo teléfono caja apenas contribuye a las otras categorías de impacto.



Analizando 1 p 'Montaje del teléfono inalámbrico'; Método: ReCIpe Endpoint (I) V1.13 / Europe ReCIpe I/I / Caracterización

Figura 12: Vista del gráfico “Caracterización” de montaje de teléfono inalámbrico (ACV)

Incluso si los resultados dan una primera impresión de la distribución, aquí no se puede hacer ninguna declaración sobre qué impacto tiene el peor efecto sobre el medio ambiente. En contraste con la figura 12 uno puede reconocer por los valores absolutos con la figura 13, qué fase del ciclo de vida tiene el mayor impacto en conjunto. La figura 13 por debajo encarna el gráfico “Puntuación única” y emplea en el ACV para evaluar el impacto total del sistema producto sobre cada una de las etapas del ciclo de vida.

Con 8,3 Pt, la estación base causa el mayor daño, principalmente en términos de degradación del metal (5,3 Pt), formación de partículas (0,6 Pt), agotamiento fósil (0,6 Pt), cambio climático en la categoría de daño: salud humana (1,1 Pt) y también algo en la categoría de daño: ecosistemas (0,4 Pt). También el módulo teléfono caja frontal contribuye con aproximadamente 1,6 Pt mucho a la degradación del metal. Los otros dos bloques de montaje apenas contaminan el medio ambiente. El enchufe tiene un valor total de 0,95 Pt, el módulo teléfono de caja revés sólo 0,25 Pt.

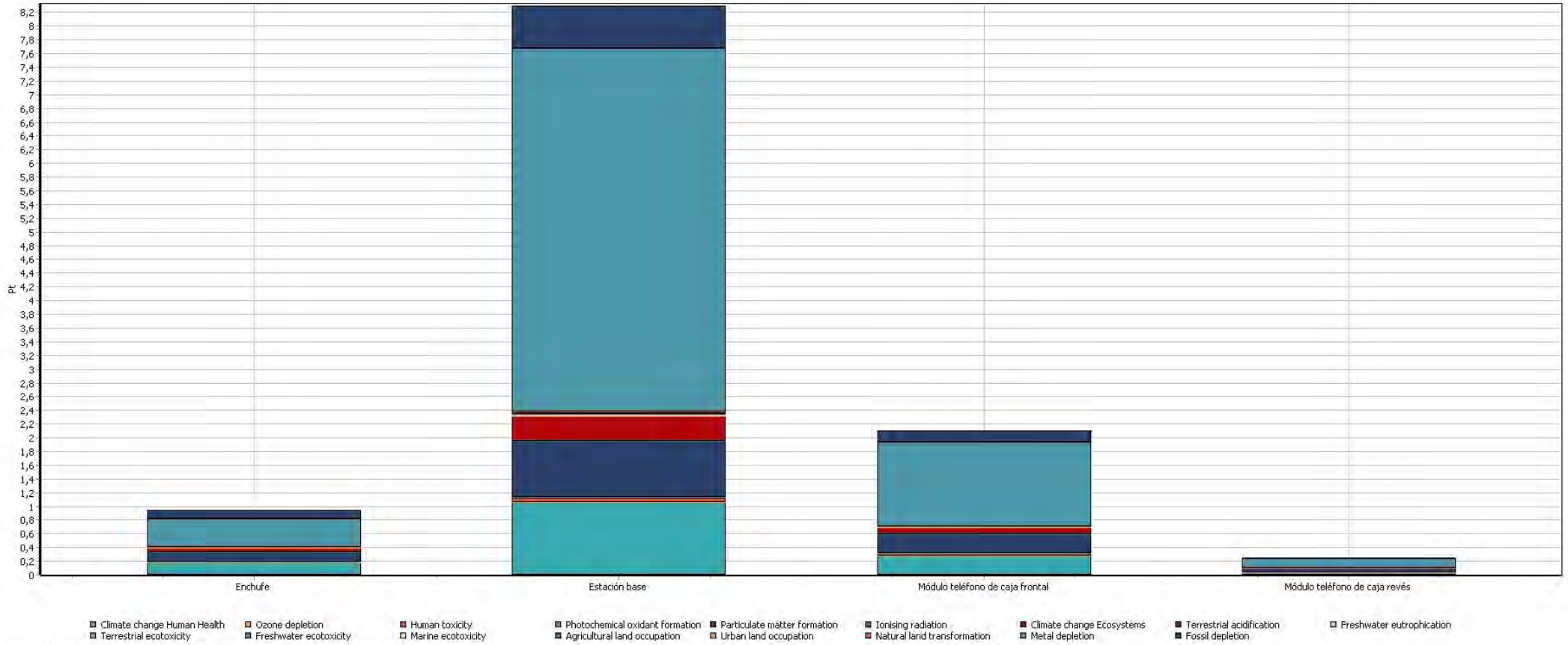


Figura 13: Vista del gráfico “Puntuación única” de montaje de teléfono inalámbrico (ACV)

4.4 Ideas de mejora/ Interpretación de resultados

Sobre la base de los resultados del subcapítulo 4.3, se adopta una visión holística de las estrategias e ideas de mejora que deben aplicarse al producto para que sea más respetuoso con el medio ambiente. La conclusión más importante es que tanto la electricidad utilizada en la fase de uso como el proceso de montaje son una gran carga para el medio ambiente.

En particular, el uso constante de electricidad durante la fase de uso es una carga muy grande. La suposición de que la estación base está conectada las 24 horas del día durante toda su vida útil es muy realista. Se podría intentar limitar el consumo de energía eléctrica y utilizar la menor cantidad de energía posible comprando un enchufe múltiple que se pueda encender y apagar. El interruptor le permite controlar el suministro de electricidad. Si no está en su casa, podría cortar el suministro eléctrico cada vez y ahorrar dinero y cargas de esta manera. Otra forma de reducir el impacto sobre el medio ambiente es obtener electricidad a partir de fuentes de energía renovables. Estos están disponibles de forma prácticamente inagotable en el horizonte temporal humano o se renuevan con relativa rapidez en contraste con las fuentes de energía fósiles. Además del sol, las fuentes de energía renovables incluyen la bioenergía, la energía geotérmica, la energía hidroeléctrica, la energía marina, la energía solar y la energía eólica.

La fase de uso contamina el medio ambiente no sólo por la electricidad, sino también por el consumo de pilas. Por lo tanto, se podría empezar con el diseño del producto y crear un teléfono inalámbrico que no funcione con pilas, sino con acumuladores que se puedan cargar mediante un módulo fotovoltaico integrado. La producción de acumuladores también es muy contaminante en principio, pero no habría necesidad de comprar pilas nuevas constantemente. La integración de una interfaz USB permitiría cargar el teléfono con un dispositivo universal. Los dispositivos universales son ligeramente más caros que las fuentes de alimentación convencionales, pero se pueden utilizar durante mucho más tiempo. Como la producción del cargador consume mucha energía, el uso de fuentes de alimentación universales puede ayudar a proteger el medio ambiente.

La fase de producción y montaje es también un factor de carga. En general, se debe tener cuidado durante el diseño del producto para asegurar que el teléfono inalámbrico sea duradero y fácil de reparar. En cualquier caso, debe evitarse la obsolescencia planificada. Por el contrario, los potenciales de eficiencia en el uso de los recursos pueden lograrse a través de una vida útil más larga. Muchos recursos pueden ser ahorrados a través de un diseño apropiado y una producción modular. El principio modular permite la sustitución de piezas individuales de

forma independiente. Si un componente falla, los usuarios pueden simplemente reemplazarlo en lugar de tener que comprar un nuevo dispositivo. Esto permite que los teléfonos inalámbricos se usen durante más tiempo, lo que tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

Una gran parte del impacto ambiental ya se determina durante el diseño del producto. La producción, el uso y el reciclaje de los teléfonos inalámbricos sólo se pueden llevar a cabo de forma que se conserven los recursos si se tienen en cuenta en el diseño los procesos de fabricación que ahorran materiales y energía. Existen muchas posibilidades para un diseño más respetuoso con el medio ambiente: componentes de la carcasa hechos de materiales reciclados, la disponibilidad de piezas de repuesto y displays que ahorran energía y fuentes de alimentación que ahorran energía.

También se puede comprobar que todos los materiales utilizados sean sustitutos más respetuosos con el medio ambiente y sustituirlos por materias primas renovables que sean reciclables. Los pasos importantes para un diseño ecológico son la descripción de los deseos del consumidor y la consideración previa de soluciones adicionales de uso, reutilización y reciclaje. En general, se debe diseñar una estructura de recolección que permita el reciclaje.

Es importante mencionar que la producción de la pieza placa de circuito A tiene una gran influencia. Por un lado, se podía confiar en materiales alternativos en la placa. Deben evitarse las materias primas críticas para la biodiversidad y los materiales conflictivos o componentes de origen cuestionable. En lugar de utilizar metales preciosos, uno podría tratar de encontrar materiales sustitutos que sirvan para el propósito y sean mejores para el medio ambiente. Por otra parte, el proceso de fabricación también podría mejorarse. En la producción de la placa de circuito, por ejemplo, el plomo se utiliza a menudo en el proceso de soldadura. Mientras tanto, también existe la opción de soldar sin plomo. De esta forma, se debería examinar todo el proceso de producción y examinar si existen alternativas más respetuosas con el medio ambiente. Esto también podría significar la adquisición de máquinas nuevas, más eficientes y más respetuosas con el medio ambiente. También debe tenerse en cuenta en la producción una cantidad mínima de energía procedente de fuentes de energía renovables.

Por último, se puede concluir que hay muchos puntos de partida en el diseño de productos. Pero también nosotros, como consumidores, tenemos la posibilidad de influir significativamente en el ciclo de vida del teléfono inalámbrico y, por lo tanto, de aliviar el medio ambiente.

5 Cálculo de la Huella de Carbono

Con la difusión de una visión holística de la vida útil del producto, han surgido muchos métodos, normas ISO, métodos de evaluación de impacto, etc. que hacen que la implementación de una evaluación del ciclo de vida sea bastante compleja y lleve mucho tiempo. Por esta razón, se han desarrollado evaluaciones "simplificadas" del ciclo de vida, concentrándose en una u otra categoría de impacto.

El concepto de Huella de Carbono (HC) fue desarrollado en 1994 por Mathis Wackernagel y William Rees. La principal diferencia con el ACV según la norma ISO 14040 es que HC no cuantifica todas las categorías de impacto ambiental, sino sólo la categoría de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por lo tanto, el instrumento no es nuevo en este sentido, ya que representa una evaluación simplificada del ciclo de vida que sólo considera la categoría de impacto Potencial de Calentamiento Global, el Global Warming Potential (GWP) como una categoría de impacto.

Básicamente, existen dos enfoques diferentes de HC para determinar, evaluar y comunicar los impactos sobre el cambio climático: El HC de una organización resultante de la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y de las fuentes de emisión para una organización determinada y el HC de un producto determinado por un análisis de las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida del producto. Este trabajo examina el HC del producto de teléfono inalámbrico.

Para identificar las fases especialmente ricas en emisiones y los potenciales de reducción especialmente elevados o fácilmente alcanzables del teléfono inalámbrico, se tienen en cuenta las contribuciones potenciales del producto al calentamiento global, indicándose la unidad de referencia como equivalente de CO₂. El concepto de HC tiene en cuenta no sólo las emisiones de CO₂, sino también todos los gases de efecto invernadero contenidos en el Protocolo de Kioto que contribuyen al calentamiento global. Los GEI son CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HCFs y PFCs. Los resultados individuales de cada gas se convierten en equivalentes de CO₂. Una huella pequeña implica una vida respetuosa con el clima.

5.1 Determinación de la Huella de Carbono

El objetivo de este capítulo es evaluar la importancia de la categoría de impacto GWP como factor de caracterización utilizando los resultados de los flujos de material y energía previamente identificados del teléfono inalámbrico. Para la siguiente fase de evaluación, el método ReCiPe Endpoint (I) V1.13/ Europe ReCiPe I/I ya no se utiliza, pero el método IPCC

2013 GWP 100a V1.03 se selecciona en métodos de "single issue". El IPCC seleccionado proporciona valores de GWP para horizontes temporales de 100 años. El objetivo del horizonte a largo plazo es contener las consecuencias a largo plazo del calentamiento global. También se quiere identificar las fases especialmente ricas en emisiones y los potenciales de reducción especialmente elevados o fácilmente alcanzables. Las siguientes etapas de la fase se diferencian después del análisis del ciclo de vida de una pieza del producto teléfono inalámbrico y después del análisis del montaje del producto teléfono inalámbrico.

5.1.1 Ciclo de vida del producto teléfono inalámbrico

Para indicar la contribución de cada uno de los procesos y/o materiales al impacto total del GEI del ciclo de vida de teléfono inalámbrico, la diagramática de la forma del árbol figura 14 por debajo es examinada más de cerca. Las casillas amarillas representan un ciclo de vida, las azules describen el proceso de montaje. Las cajas de color verde claro representan los materiales, verde oscuro o blanco con rayas rojas para la energía. Las cajas de turquesa representan los procesos de transporte. Para mostrar sólo los procesos significativos y deteriorados, se seleccionó el valor de corte para nodo 11,2%.

El teléfono inalámbrico produce 242 kg de CO₂-eq durante todo su ciclo de vida. Con 161 CO₂-eq, la energía eléctrica utilizada en la fase de uso es responsable de dos tercios de la cantidad total. El montaje del teléfono inalámbrico aporta alrededor del 17% de la cantidad total de 43 kg CO₂-eq. El mayor impacto en el montaje se produce en el montaje del bloque de la estación base (29,5 kg CO₂-eq), especialmente en la pieza 1.7, la placa de circuito A (27,2 kg CO₂-eq). Estas dos vías son muy similares a la ilustración del subcapítulo 4.3.1 del ACV. Las pilas compradas durante la fase de uso también representan alrededor del 16% del total, con 39,3 kg de CO₂-eq. Es interesante notar que en la figura 14 podemos ver que el transporte en autobús representa 29,9 kg CO₂-eq.

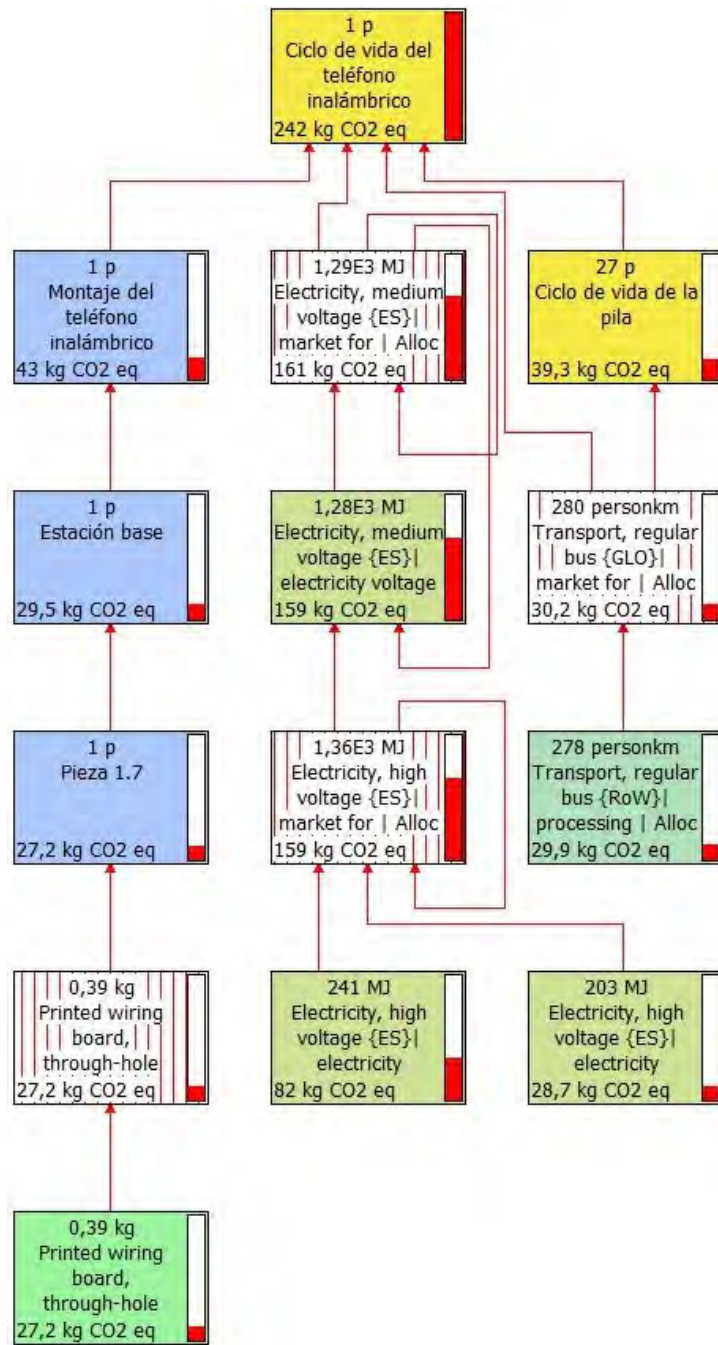


Figura 14: Vista del ciclo de vida de teléfono inalámbrico en forma de “Árbol” (HC)

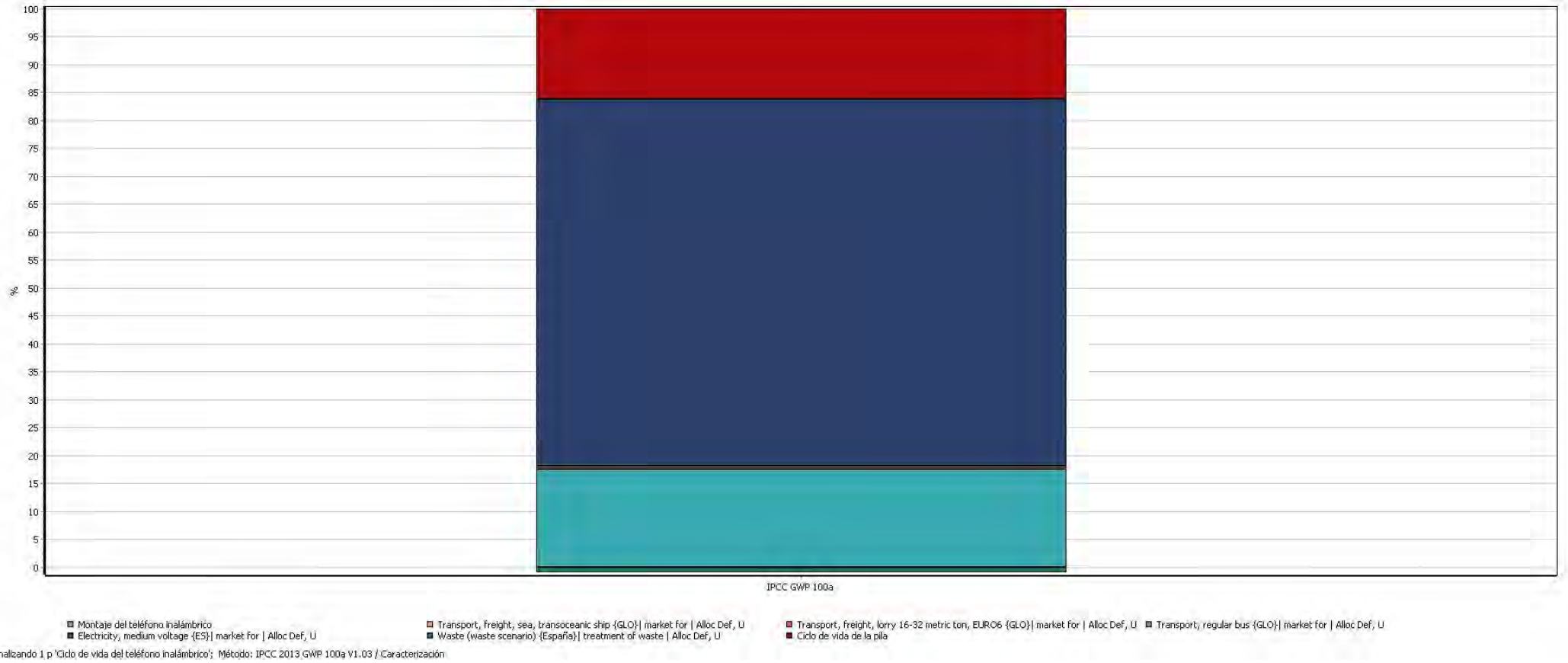


Figura 15: Vista del gráfico “Caracterización” de ciclo de vida de teléfono inalámbrico (HC)

A continuación, se examina el gráfico "Caracterización" en la figura 15 arriba. Inmediatamente se hace evidente que el uso de energía eléctrica en la fase de utilización es responsable de la mayor parte de las cargas del GEI, el 66%. Mientras que el transporte por barco y autobús, así como el tratamiento al final de la vida útil, apenas emiten GEI (menos del 1%), el montaje del teléfono inalámbrico es el segundo en importancia, con un 18%. Las pilas adquiridas durante las fases de uso también contribuyen en un 16%. La fase de fin de vida es algo menos del -1%.

5.1.2 Montaje del producto teléfono inalámbrico

En esta sección, el impacto total del GEI de los procesos de producción y montaje se considera por separado en la figura 16 por debajo. Se aparece el montaje del teléfono inalámbrico en forma de esquema, con la indicación de los flujos. El diagrama representa en forma de árbol que emplea para indicar la contribución de cada uno de los procesos y/o materiales al impacto total del montaje de teléfono inalámbrico. Las casillas azules describen el proceso de montaje. Las cajas de color verde claro y blanco con rayas rojas representan los materiales, las de color ocre representan la energía eléctrica. Las cajas están ordenadas jerárquicamente según la contribución. Para mostrar sólo los procesos significativos y deteriorados, se seleccionó valor de corte para nodo 19,6%.

La fase de montaje del teléfono inalámbrico emite en total 43 kg CO₂-eq. La estación base con 29,5 kg CO₂-eq representa aproximadamente el 68% de la cantidad total. Como se ha mencionado anteriormente, la razón de ello es el rendimiento de la pieza 1.7, la placa de circuito A con 27,2 kg CO₂-eq. El montaje del bloque también supone el 11% del total con algo menos de 5 kg CO₂-eq. La pieza 2.1 (cable B) es la principal responsable de ello con 2,35 kg CO₂-eq.

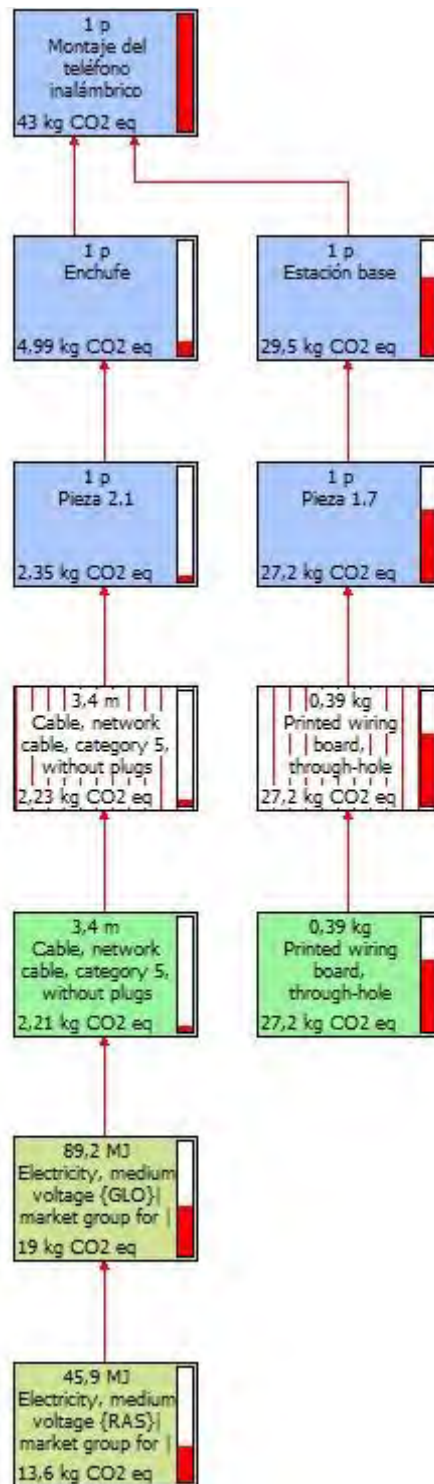
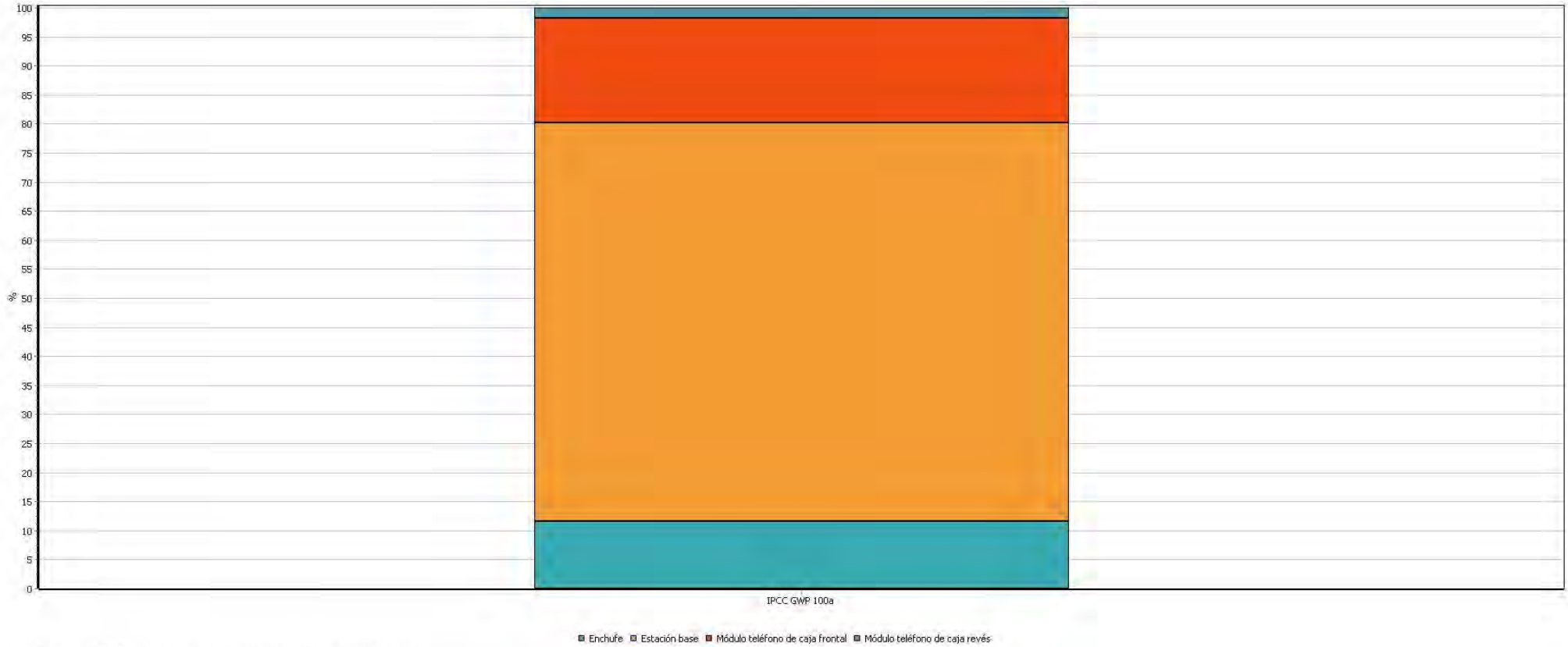


Figura 16: Vista del montaje del teléfono inalámbrico de forma de “Árbol” (HC)



Analizando 1 p.'Montaje del teléfono inalámbrico', Método: IPCC 2013 GWP 100a V1.03 / Caracterización

Figura 17: Vista del gráfico “Caracterización” de montaje de teléfono inalámbrico (HC)

También aquí consideramos el gráfico "Caracterización" que está representado por la figura 17 arriba. Se puede ver que la estación base con un 69% es responsable de la mayor parte de la contaminación por GEI. Mientras que el montaje del módulo teléfono de caja revés sólo emite alrededor del 2% del GEI, el montaje del módulo teléfono de caja frontal con alrededor del 17% es el segundo mayor aporte. El montaje del enchufe asciende a un 12% aproximadamente.

5.2 Comparación de resultados con la categoría GWP del Análisis del Ciclo de Vida

En este punto se compara si el método HC hace la misma declaración sobre la exposición del GEI del teléfono inalámbrico que el método ACV. Dado que ahora se busca un valor representativo para esta exposición, el método ACV ya no puede utilizar el método ReCiPe Endpoint (I) V1.13/ Europe ReCiPe I/I para la comparación. La razón es que estos "Cambio climático, categoría del daño: Salud humana" y "Cambio climático, categoría del daño: Ecosistemas" se distinguen como categorías, pero se busca un valor uniforme para el cambio climático. Por lo tanto, el método ACV se cambió a ReCiPe Midpoint (I) V1.13 / Europe Recipe I, de modo que se calcula un valor para la categoría de impacto cambio climático a efectos comparativos.

ACV calculó un valor de 269,6 kg CO₂-eq al considerar el ciclo de vida del teléfono inalámbrico. La energía eléctrica durante la fase de uso produce 180 kg CO₂-eq, el montaje del teléfono inalámbrico 49,3 kg CO₂-eq. A través de tratamientos al final de la vida útil se puede conseguir una disminución del GEI de -3 kg CO₂-eq. Las pilas adquiridas durante la fase de uso emiten 42,3 kg CO₂-eq, mientras que la fase de transporte es responsable de sólo 1,3 kg CO₂-eq.

El cálculo de HC utilizando el método IPCC 2013 GWP 100a V1.03, por otro lado, muestra un valor total de 242,3 kg CO₂-eq. La energía eléctrica durante la fase de uso produce 161 kg CO₂-eq, el montaje del teléfono inalámbrico 43 kg CO₂-eq. Las pilas compradas durante la fase de uso emiten 39,3 kg CO₂-eq, mientras que los tratamientos al final de su vida útil pueden producir una disminución del GEI de -2,3 kg CO₂-eq. La fase de transporte sólo es responsable de 1,2 kg CO₂-eq.

5.3 La Huella de Carbono como indicador de impacto ambiental

Aunque ambos métodos tienen la misma base de información del teléfono inalámbrico y deben calcular el mismo aspecto, aquí obtenemos dos resultados diferentes. Según el método ACV, se emiten 269,6 kg CO₂-eq de GEI durante el ciclo de vida del teléfono inalámbrico, según el método HC 242,3 kg CO₂-eq de GEI, lo que representa una discrepancia de 27,3 kg CO₂-eq.

Puede observarse que con el método ACV el valor para la categoría de efecto cambio climático es, al parecer, siempre ligeramente superior y, por lo tanto, más oneroso que con el método HC. Esto indica que dentro de los métodos elegidos IPCC y ReCiPe Midpoint están disponibles diferentes cálculos y posiblemente bases de datos. Los diferentes resultados del cálculo podrían explicarse también por diferentes factores del uso de la tierra y los bosques o de los energías nucleares o fósiles.

Por lo general, los productores tienen la opción de compensar voluntariamente sus propias emisiones de CO₂ mediante, por ejemplo, donaciones financieras. Esto no reduce la propia HC, pero los GEI pueden reducirse en otro lugar del mundo. Esto se hace a través de proyectos de protección climática como la construcción de centrales eólicas, hidroeléctricas o geotérmicas y otras medidas de ahorro de GEI. Se trata de un aspecto que puede procesarse de forma diferente en los métodos de cálculo.

El HC como indicador de impacto ambiental para un producto es el método de cálculo que se ha estudiado con más detalle por la sociedad de consumo y que cada vez es más importante. Ya se está presentando como un ACV "simplificado" en las escuelas para formar la conciencia medioambiental de las generaciones futuras. Podría tener un gran futuro en el etiquetado de CO₂ de bienes y servicios, ya ahora se puede encontrar el HC como etiqueta ecológica en varios productos.

V Apéndice

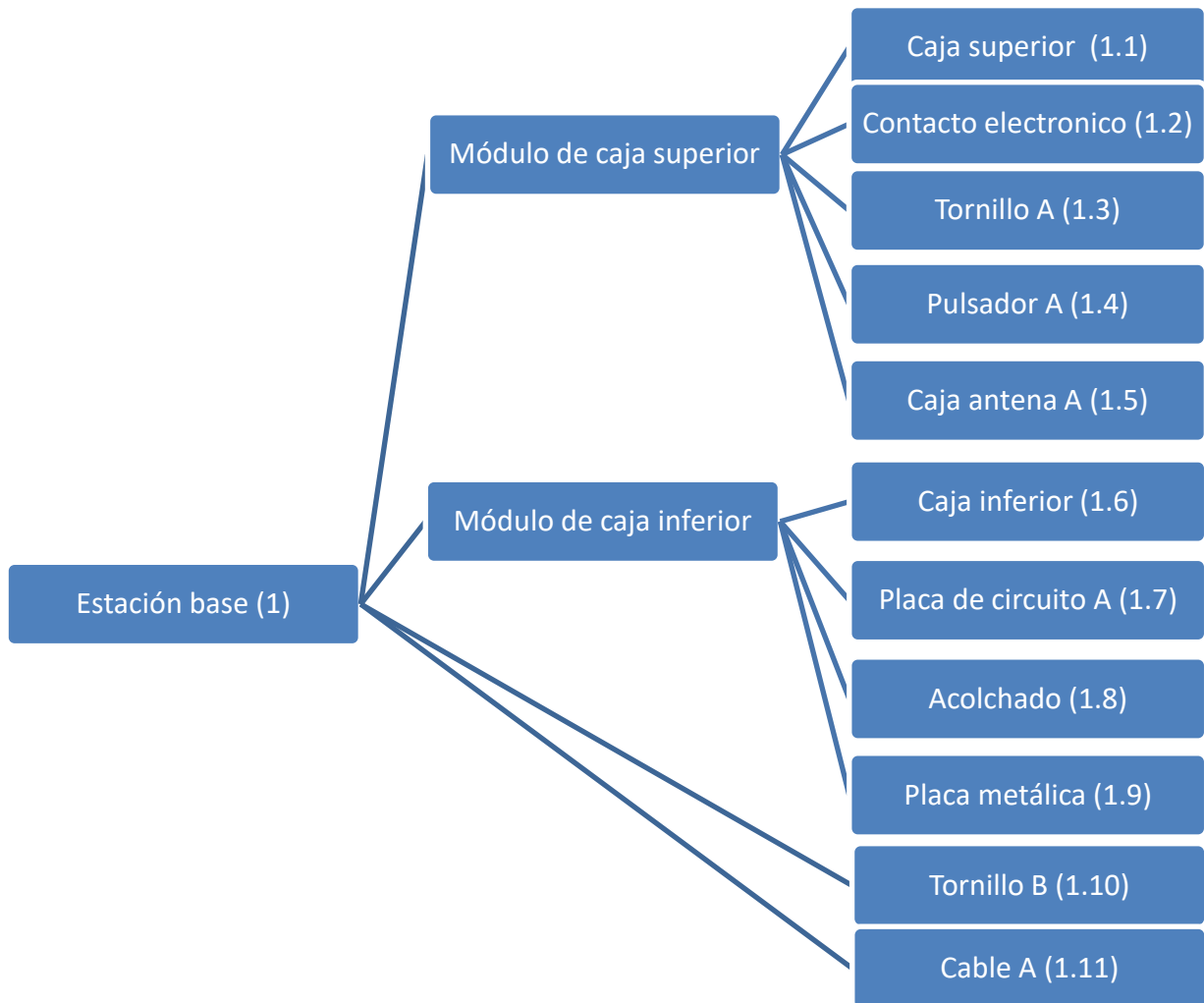


Figura 18: Estructura de la estación base (Nº código 1)

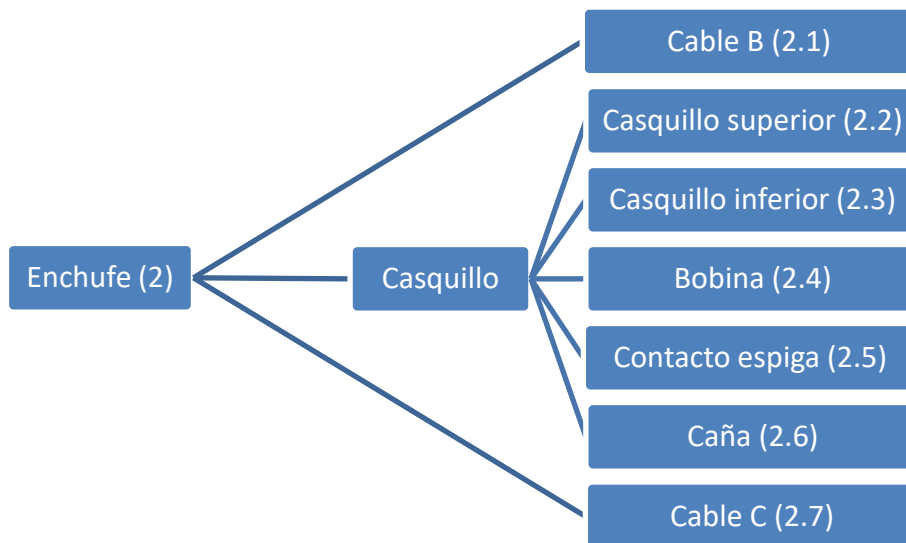


Figura 19: Estructura del enchufe (Nº código 2)

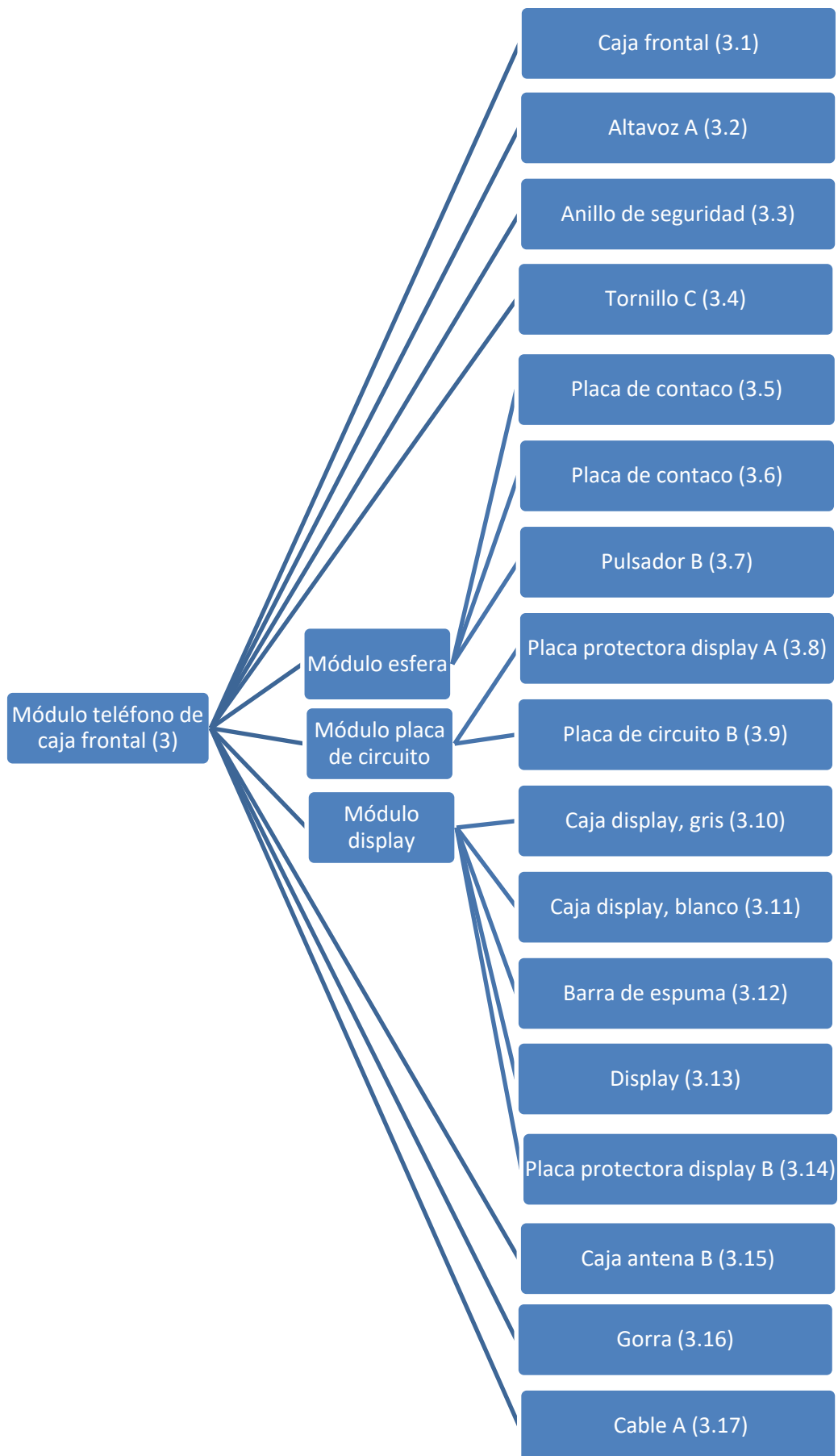


Figura 20: Estructura del módulo teléfono de caja frontal (N° código 3)

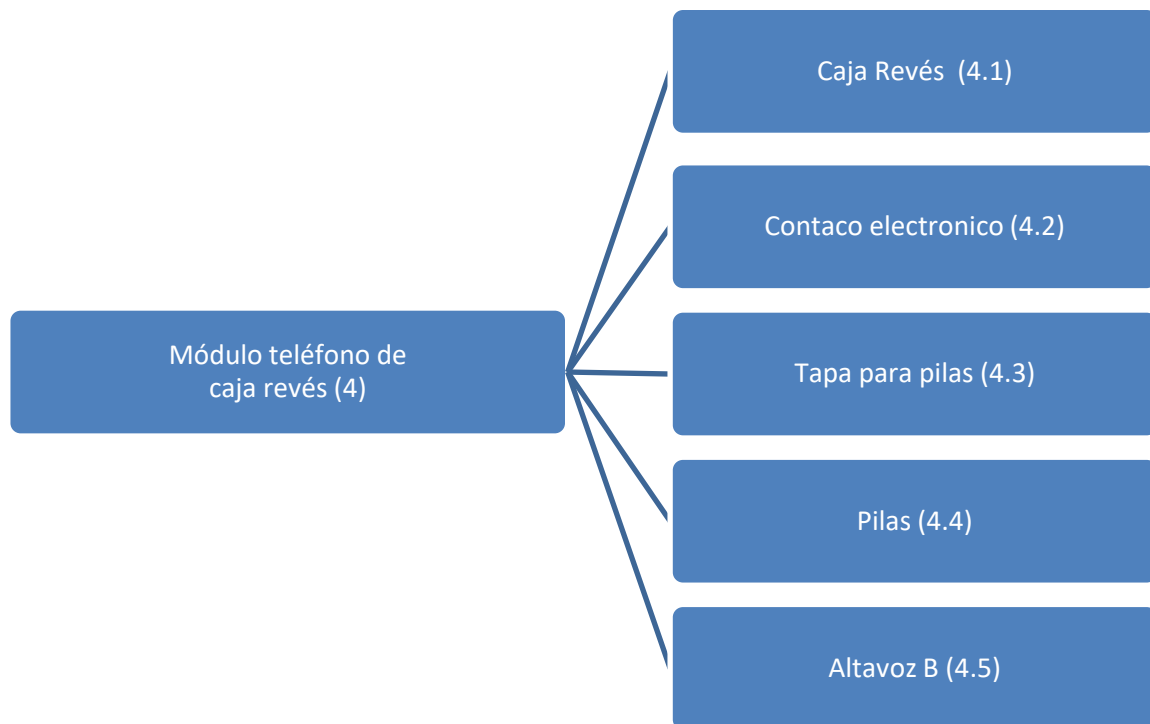


Figura 21: Estructura del módulo teléfono de caja revés (N° código 4)

N° código	Nombre pieza	N° de piezas	Material	Peso (g)
1.1	Caja superior	1	ABS	33
1.2	Contacto electrónico	2	Estaño	0,2
1.3	Tornillo A	2	Acero	0,05
1.4	Pulsador A	1	Caucho	0,2
1.5	Caja antena A	1	ABS	0,4
1.6	Caja inferior	1	ABS	30
1.7	Placa de circuito A	1	- Electrónicos diversos-	39
1.8	Acolchado	4	Caucho	0,05
1.9	Placa metálica	1	Hierro	0,03
1.10	Tornillo B	3	Acero	0,1
1.11	Cable A	1	- Electrónicos diversos-	0,3

Tabla 3: Las piezas individuales de la estación base (N° código 1)

N° código	Nombre pieza	N° de piezas	Material	Peso (g)
2.1	Cable B	1	- Electrónicos diversos-	29,2
2.2	Casquillo superior	1	ABS	16
2.3	Casquillo inferior	1	ABS	17
2.4	Bobina	1	-Electrónicos diversos-	104
2.5	Contacto espiga	2	Acero	1
2.6	Caña	2	PP	0,1
2.7	Cable C	1	- Electrónicos diversos-	33,3

Tabla 4: Las piezas individuales del enchufe (N° código 2)

N° código	Nombre pieza	N° de piezas	Material	Peso (g)
3.1	Caja frontal	1	ABS	10
3.2	Altavoz A	1	- Electrónicos diversos-	0,4
3.3	Anillo de seguridad	2	ABS	0,1
3.4	Tornillo C	2	Acero	0,1
3.5	Placa de contacto	1	PP	0,2
3.6	Pulsador B	1	Aluminio	1
3.7	Placa de caucho	1	Caucho	4
3.8	Placa protectora display A	1	PP	1
3.9	Placa de circuito B	1	- Electrónicos diversos-	19
3.10	Caja display, gris	1	Aluminio	2
3.11	Caja display, blanco	1	PE	0,2
3.12	Barra de espuma	2	Espuma de poliuretano	0,05
3.13	Display	1	- Electrónicos diversos-	3
3.14	Placa protectora display B	1	PP	0,1
3.15	Caja antena B	1	ABS	0,5
3.16	Gorra	1	Caucho	0,05
3.17	Cable A	1	- Electrónicos diversos-	0,3

Tabla 5: Las piezas individuales del módulo teléfono de caja frontal (N° código 3)

N° código	Nombre pieza	N° de piezas	Material	Peso (g)
4.1	Caja revés	1	ABS	12
4.2	Contacto electronico	3	Estaño	0,1
4.3	Tapa para pilas	1	ABS	2
4.4	Pilas	3	- Electrónicos diversos-	11
4.5	Altavoz B	1	- Electrónicos diversos-	3

Tabla 6: Las piezas individuales del módulo teléfono de caja revés (N° código 4)



Figura 22: Pieza 1.1 – Caja superior

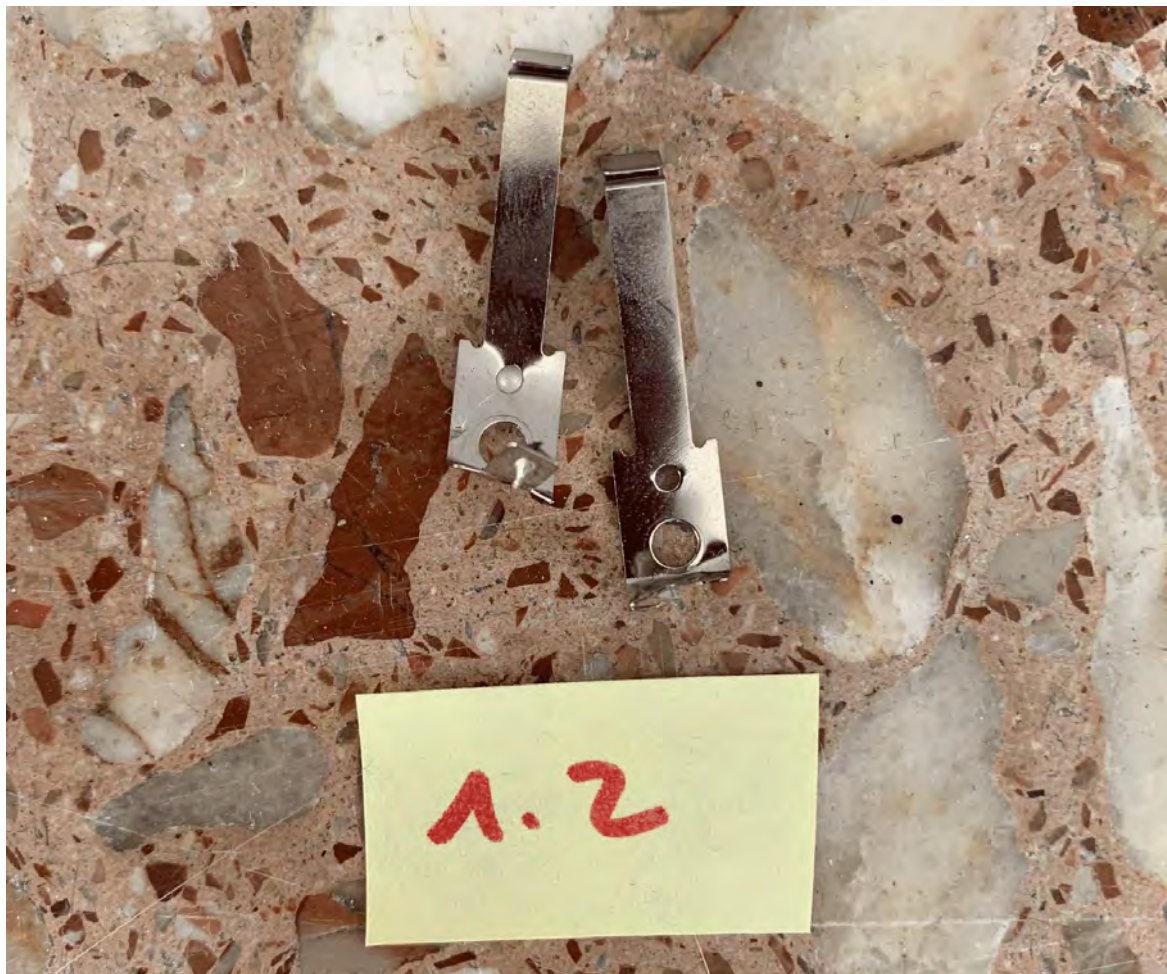


Figura 23: Pieza 1.2 – Contacto electrónico



Figura 24: Pieza 1.3 – Tornillo A

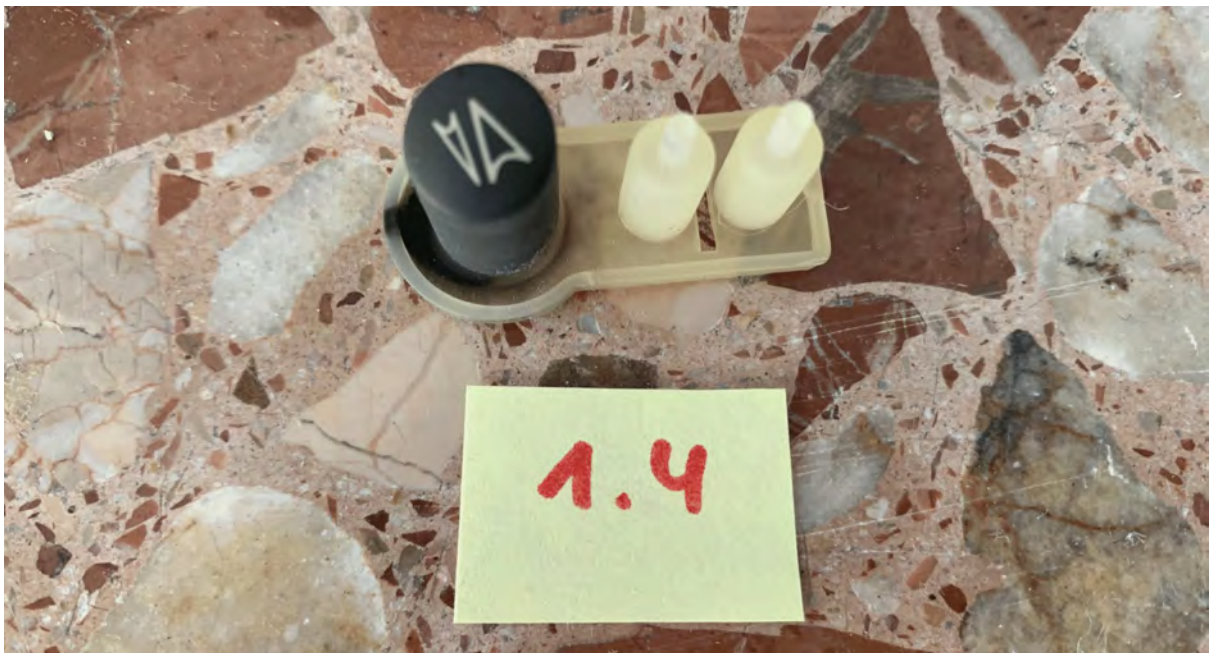


Figura 25: Pieza 1.4 – Pulsador A



Figura 26: Pieza 1.5 – Caja antena A



Figura 27: Pieza 1.6 – Caja inferior



Figura 28: Pieza 1.7 – Placa de circuito A



Figura 29: Pieza 1.8 – Acolchado



Figura 30: Pieza 1.9 – Placa metálica



Figura 31: Pieza 1.10 – Tornillo B

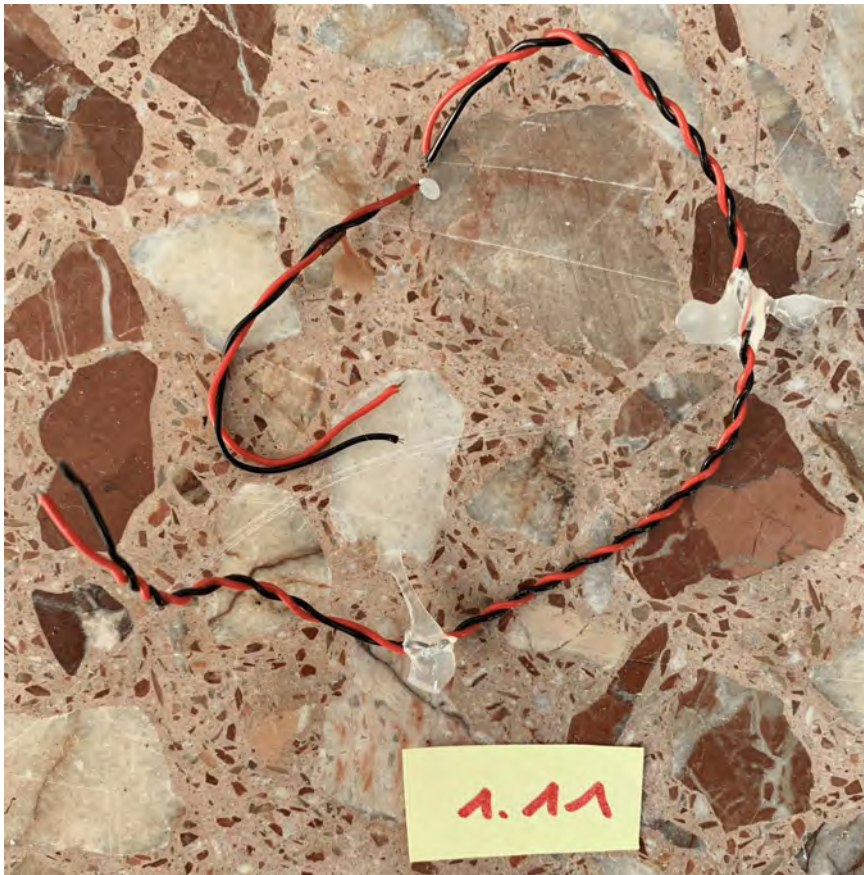


Figura 32: Pieza 1.11 – Cable A



Figura 33: Pieza 2.1 – Cable B



Figura 34: Pieza 2.2 – Casquillo superior



Figura 35: Pieza 2.3 – Casquillo inferior



Figura 36: Pieza 2.4 – Bobina



Figura 37: Pieza 2.5 – Contacto espiga

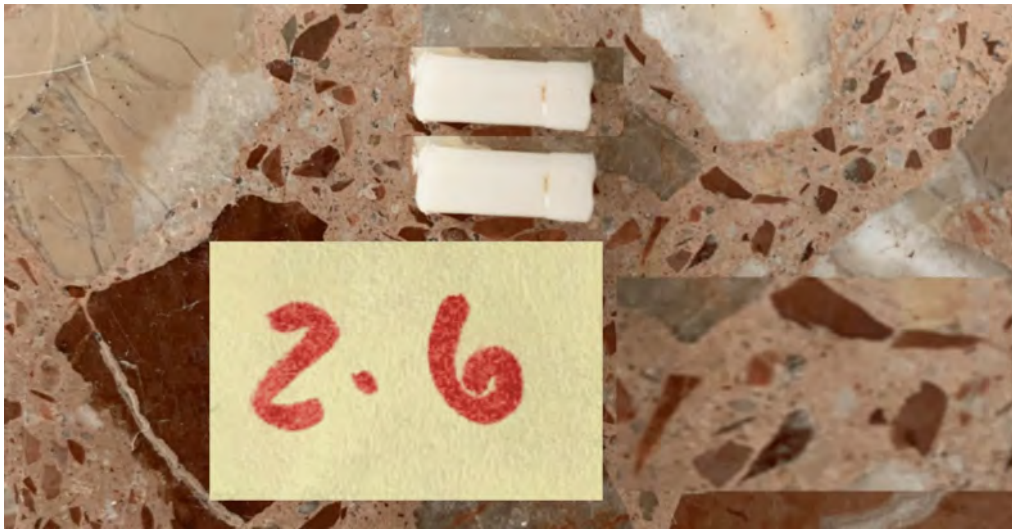


Figura 38: Pieza 2.6 – Caña



Figura 39: Pieza 2.7 – Cable C



Figura 40: Pieza 3.1 – Caja frontal

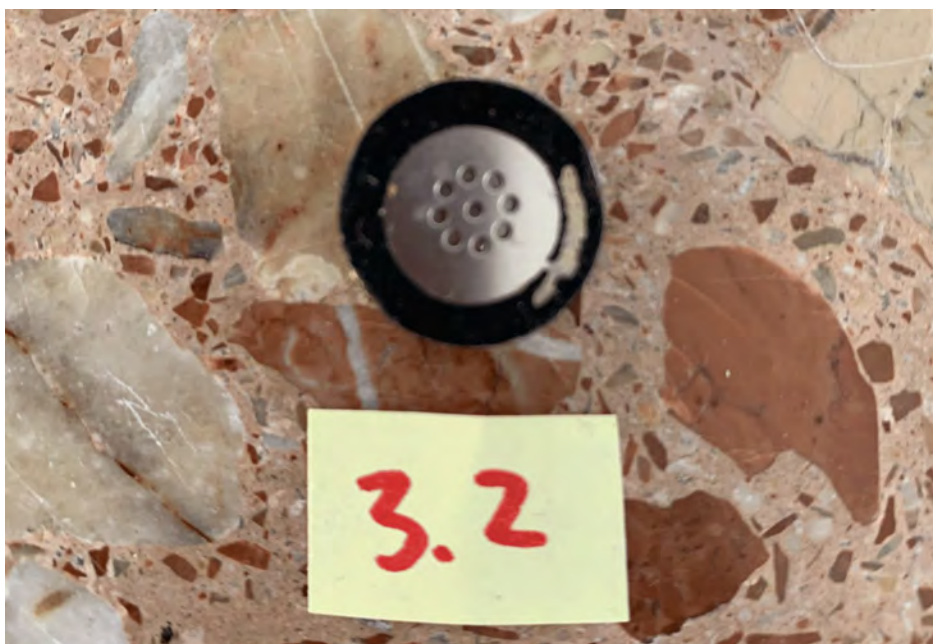


Figura 41: Pieza 3.2 – Altavoz A



Figura 42: Pieza 3.3 – Anillo de seguridad



Figura 43: Pieza 3.4 – Tornillo C



Figura 44: Pieza 3.5 – Placa de contacto



Figura 45: Pieza 3.6 – Pulsador B



Figura 46: Pieza 3.7 – Placa de caucho



Figura 47: Pieza 3.8 – Placa protectora display A



Figura 48: Pieza 3.9 – Placa de circuito B



Figura 49: Pieza 3.10 – Caja display, gris



Figura 50: Pieza 3.11 – Caja display, blanco



Figura 51: Pieza 3.12 – Barra de espuma

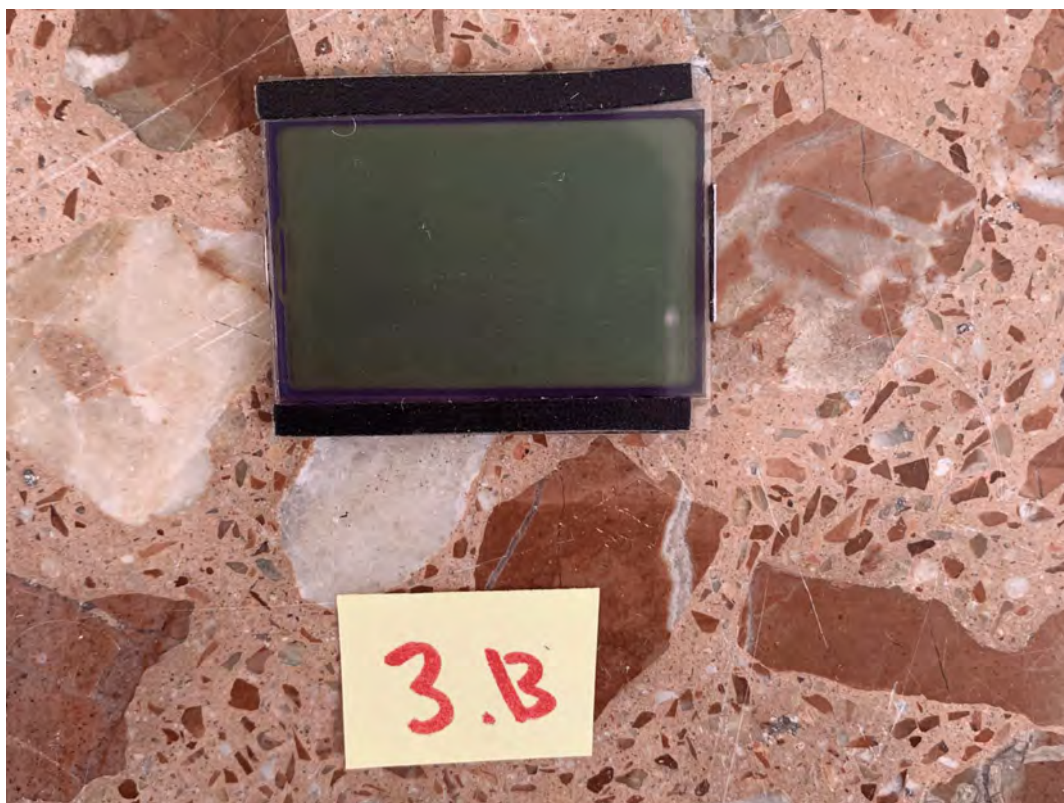


Figura 52: Pieza 3.13 – Display

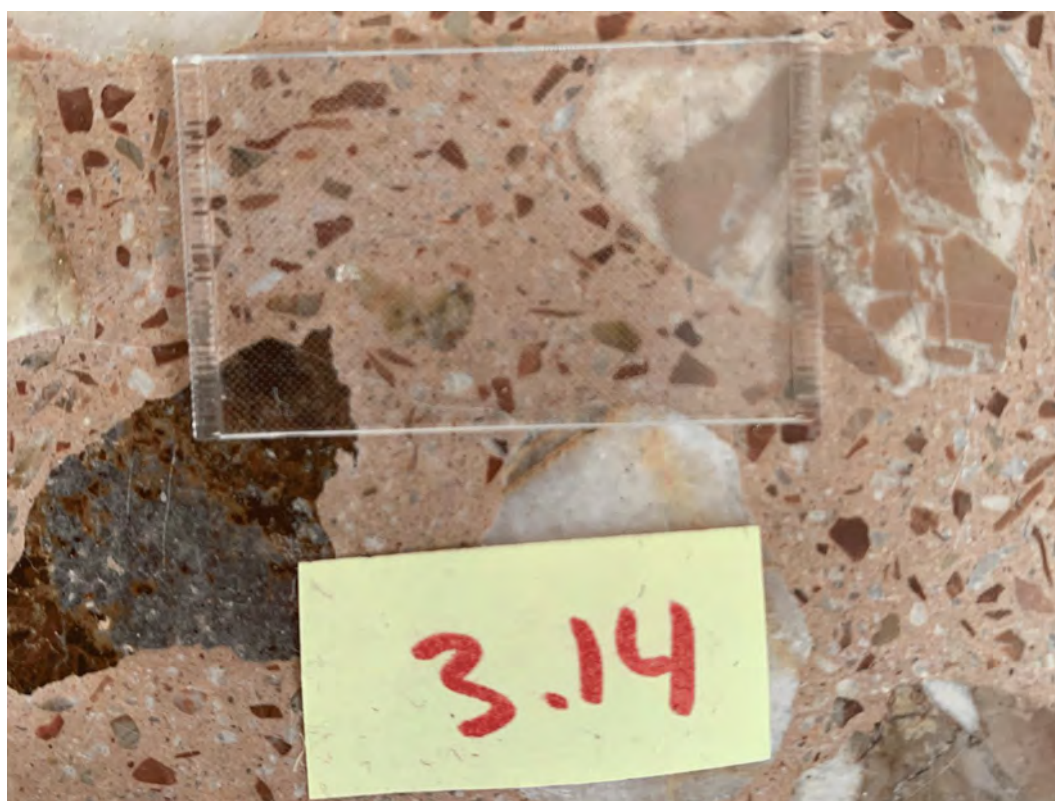


Figura 53: Pieza 3.14 – Placa protectora display B



Figura 54: Pieza 3.15 – Caja antenna B

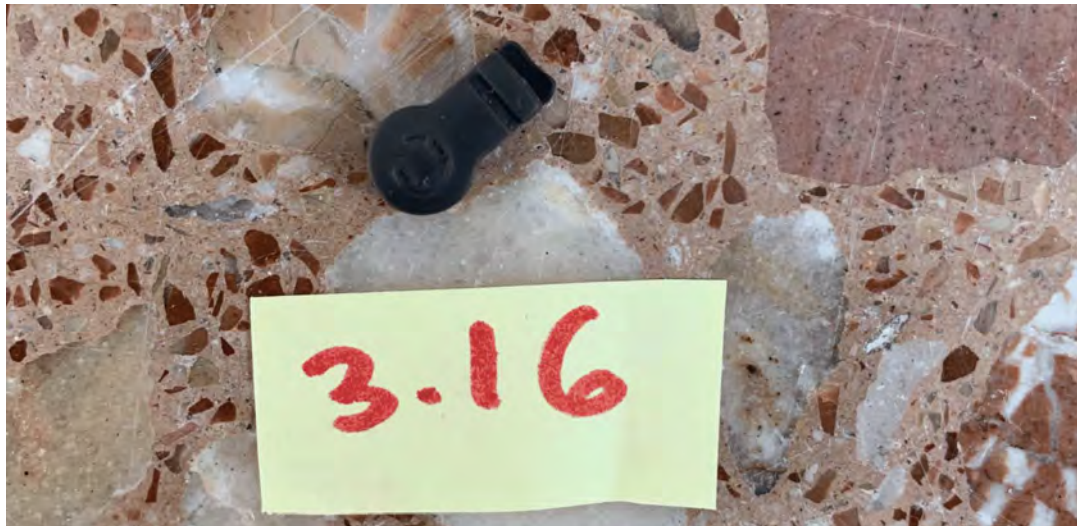


Figura 55: Pieza 3.16 – Gorra



Figura 56: Pieza 3.17 – Cable A



Figura 57: Pieza 4.1 – Caja revés



Figura 58: Pieza 4.2 – Contaco electronico



Figura 59: Pieza 4.3 – Tapa para pilas



Figura 60: Pieza 4.4 – Pilas



Figura 61: Pieza 4.5 – Altavoz B

VI Bibliografía

Ecoembes (2019): El reciclaje en datos. <https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/reciclaje-en-datos> (12.06.2019).

Eurostat (2019): Municipal waste by waste management operations. Disposal - incineration (D10) and recovery - energy recovery (R1).

<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (11.06.2019).

Govindan, Kannan; Soleimani, Hamed (2017): A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a Journal of Cleaner Production focus, en: Journal of Cleaner Production, Volume 142, Part 1, páginas 371-384.

ISO 14040 (1997): Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.

Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (2012): Nachhaltige Produktion von Mobiltelefonen. Factsheet 6, Forschungs- und Kommunikationsprojekt zur Rückgabe und Nutzung gebrauchter Handys im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2012 – Zukunftsprojekt ERDE.

Statista (2019): Recycling rate of electrical and electronic waste in Spain from 2009 to 2016 (in percentage). <https://www.statista.com/statistics/632758/e-waste-recycling-spain/> (12.06.2019).