UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Ingeniería de Procesos

TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA COMO INSTRUMENTO DE DESARROLLO DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL: APLICACIÓN AL PROCESO DE IMPRESIÓN DE UN PERIÓDICO

D. Alexis Lozano Medina

Las Palmas de Gran Canaria, Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Ingeniería de Procesos

D. ANTONIO NIZARDO BENÍTEZ VEGA, EN CALIDAD DE SECRETARIO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA,

CERTIFICA

Que la Comisión de Doctores del Departamento de Ingeniería de Procesos, en su sesión de fecha 9/12/2014, tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la Tesis Doctoral titulada "**Análisis del ciclo de vida como instrumento de desarrollo de la ecología industrial: Aplicación al proceso de impresión de un periódico**", presentada por el Doctorando D. Alexis Lozano Medina y dirigida por la Dra. Dña. Ana María Blanco Marigorta y el Dr. D. Sebastián Ovidio Pérez Báez.

Y para que así conste a efectos de lo previsto en el Art. 5.2 del Reglamento para la elaboración, tribunal, defensa y evaluación de tesis doctorales de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a nueve de diciembre de dos mil catorce.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROCESOS

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

Departamento: INGENIERÍA DE PROCESOS

Programa de doctorado: INGENIERÍA AMBIENTAL Y DESALINIZACIÓN

Título de la Tesis

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA COMO INSTRUMENTO DE DESARROLLO DE LA ECOLOGÍA INDUSTRIAL: APLICACIÓN AL PROCESO DE IMPRESIÓN DE UN PERIÓDICO

Tesis Doctoral presentada por D. Alexis José Lozano Medina

Dirigida por el Dr. D. Sebastián Ovidio Pérez Báez

Dirigida por la Dra. Dª. Ana María Blanco Marigorta

El Director, **La Directora,** **El Doctorando,**

Dr. D. Sebastián Ovidio Pérez Báez **Dª. Ana María Blanco Marigorta** **D. Alexis José Lozano Medina**

Las Palmas de Gran Canaria, a 10 de Diciembre de 2014

Dedicatoria

A mi mujer Irene

A mis hijos Javier y Sara

A mis padres y hermanos

Gracias por la espera

Agradecimientos

Quisiera agradecer en estas líneas a todas las personas que de alguna han contribuido a la realización de esta tesis.

- A Dr. D. Agustín Macías-Machín y al Dr. D. Vicente Henríquez por animarme a iniciar los estudios de doctorado en el programa de Energía y Medio Ambiente

- Dr. Manuel Rodríquez de la Rivera y Dra. Fabiola Socorro Lorenzo por integrarme en el equipo de investigación del programa Física, Matemática, Geología y Clima

- Dr. Sebastián Ovidio Pérez Báez y a la Dra. Ana María Blanco Marigorta por su apoyo en la culminación de este trabajo

- A los excompañeros de Artes Gráficas del Atlántico y en especial a su Director de Operaciones D. Rafael Hernández González

- A D. Francisco González Palma. Director Técnico de Auditorías Ambientales Canarias S.L.

- A la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

- A los proveedores y amigos que han facilitado información para el desarrollo de este trabajo

- A Editorial Prensa Ibérica por los años de experiencia profesional en las áreas de gestión de Artes Gráficas del Atlántico y Editorial Prensa Canaria

Indíce de Figuras.....xi

Indice de Tablas xvii

1. Introducción

1.1 Objetivos de la tesis 1

1.2 Metodología 2

1.3 Estructura de la tesis 3

1.3.1 Tablas, Figuras, Introducción 3

1.3.2 Ecología Industrial y herramientas de aplicación 3

1.3.3 El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación ambiental 3

1.3.4 Tecnología de los medios de comunicación y procesos de impresión en la industria gráfica.....3

1.3.5 La gestión y el impacto ambiental de la industria gráfica 3

1.3.6 Objeto y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso 4

1.3.7 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida de un periódico impreso 4

1.3.8 El Análisis del Impacto de Ciclo de Vida de un periódico impreso 5

1.3.9 Interpretación del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso 5

1.3.10 Análisis de resultados, conclusiones y líneas futuras 5

1.3.11 Referencias Bibliográficas y Glosario 5

1.4 Resumen de la Tesis 6

1.5 Abstract 7

2. Ecología Industrial y herramientas de aplicación

2.1 ¿Qué es la Ecología Industrial? 9

2.2 Ecología Industrial y Sostenibilidad 13

2.3 Herramientas y prácticas habituales de la Ecología Industrial.....15

2.3.1 Indicadores e índices 18

2.3.2 Herramientas relacionadas con la evaluación del producto 20

2.3.3 Herramientas de evaluación integrada 20

2.4 Limitaciones de la Ecología Industrial 23

2.5 Beneficios y oportunidades de la Ecología Industrial 24

2.6 Conclusiones del capítulo 27

3. El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación ambiental

3.1 ¿Qué es el Análisis del Ciclo de Vida? 29
3.2 Fases del Análisis del Ciclo de Vida 34
3.2.1 Objetivo y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida 35
3.2.2 Inventario del Análisis del Ciclo de Vida 36
3.2.3 Impacto del Análisis del Ciclo de Vida 38
3.4.2 Intercambio de datos 39
3.2.4 Interpretación del Análisis del Ciclo de Vida 40
3.3 ¿Para qué sirve el Análisis del Ciclo de Vida? 40
3.4 Limitaciones del Análisis del Ciclo de Vida 43
3.4.1 Uniformidad de la información 44
3.4.2 Calidad de los datos e incertidumbre 45
3.5 Desarrollo de Herramientas específicas para el análisis del ciclo de vida 47
3.5.1 Desarrollo de Bases de datos de Inventario 47
3.5.2 Modelado de sistemas y procesos en los Análisis de Ciclo de Vida 48
3.5.6 Análisis de Ciclo de Vida híbrido input-output 49
3.6 El Análisis del Ciclo de Vida Sostenible 50
3.7 Conclusiones del capítulo 52

4. Tecnología de los Medios de Comunicación y proceso de impresión

4.1 Tecnología de los medios de comunicación 53
4.2 Productos y tecnologías de impresión 54
4.3 La Industria de la impresión 56
4.4 Medios y tecnologías de comunicación electrónicas 57
4.4.1 Papel y tinta electrónica (e-paper, e-ink) 58
4.4.2 Tabletas y libros electrónicos (tablets, e-books) 59
4.5 Cambios y tendencias en medios de comunicación Impresos 60
4.6 El proceso de impresión 62
4.6.1 Preimpresión 63
4.6.2 Impresión 64

Tipografía (Letterpress) 65
Flexografía (Flexography) 65
Offset....65
Huecograbado (Rotogravure) 68
Serigrafía (Screen) 68
Inyección de tinta (Inkjet)....68
Electrofotografía (Electrophotographic)....70
4.6.3 Postimpresión o acabado 71
4.7 Conclusiones del capítulo 72

5. La Gestión y el Impacto Ambiental en la Industria Gráfica

5.1 Gestión ambiental en la industria gráfica 73
5.1.1 Impacto ambiental de la impresión 74
5.1.2 Indicadores ambientales en la impresión 76
5.1.3 Evolución del rendimiento ambiental en la impresión 78
5.2 Regulaciones ambientales en Europa 79
5.2.1 Prevención y control integrado de la contaminación (Integrated Pollution Prevention and Control) 79
5.2.2 Mejores técnicas disponibles 80
5.2.3 Directiva sobre solventes (European Solvent Emission Directive) 80
5.2.4 Reglamentación sobre residuos 80
5.2.5 Residuos peligrosos 81
5.2.6 Regulaciones de los residuos en la industria de la impresión 82
5.3 Herramientas de Gestión ambiental en la impresión 82
5.3.1 Etiquetados ecológicos y Declaraciones ambientales de productos 82
Nordic ecolable (Swan)....84
EU Ecolabel (Flower) 85
Perfil del Papel (Paper Profile)....86
5.3.2 Etiquetado climático....86
Huella de carbono 86
5.3.3 Certificaciones forestales y cadena de custodia. 87
5.3.4 Sistemas de Gestión Ambiental 87
Sistemas de Gestión Medioambiental 88
EMAS y EMAS III 88

Comunicación ambiental 89
5.4 Conclusiones del capítulo 90

6. Objeto y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso

6.1 Aspectos generales 91
6.1.1 El proceso de impresión offset - Coldset frente al digital - Inkjet 91
6.1.2 El ciclo de vida de un periódico impreso 92
6.1.3 Estudios anteriores relevantes 94
Primeros análisis de ciclo de vida de periódicos 95
Estudios específicos de centros de investigación nórdicos 96
Estudios genéricos del sector gráfico 97
Estudios sobre materiales y residuos del proceso de impresión 98
Estudios sobre la impresión digital 99
6.2 Objetivo del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico diario 102
6.2.1 Razones para realizar el estudio 103
6.2.2 Las aplicaciones previstas 104
6.2.3 El público objetivo 104
6.2.4 Uso del estudio 104
6.3 Alcance y metodología del estudio 105
6.3.1 Sistemas del producto bajo estudio 105
Procesos unitarios 107
Flujos de productos intermedios 109
Flujos elementales 109
6.3.2 Las funciones del sistema del producto 109
6.3.3 Unidad funcional 110
FIujos de referencia 111
6.3.4 Los límites del sistema 111
Etapas del ciclo de vida 113
Dimensiones de las fronteras del sistema 116
Criterios de corte 117
6.3.5 Requisitos relativos a los datos 117
6.3.6 Escenarios y parámetros 119

6.3.7 Procedimientos de asignación 121
Residuos de papel 123
6.3.8 Las suposiciones 124
Transporte de mercancías y residuos 124
La energía utilizada en el sistema 125
Composición y origen del papel 125
Proceso de producción 125
6.3.9 Los requisitos de calidad los datos. 126
6.3.10 Las limitaciones 128
6.3.11 Los juicios de valor y los elementos opcionales 129
6.3.12 Las categorías de impacto seleccionadas, la metodología de evaluación de impacto. 129
Métodos de evaluación de impacto ambiental y los indicadores 129
Nivel de agrupación de los impactos 129
6.3.14 La interpretación a utilizar 130
6.4 Conclusiones del capítulo 130

7. Análisis del Inventario del Ciclo de Vida de un periódico impreso

7.1. Estructura de la base de datos de inventario 131
7.1.1 Etapas del Ciclo de Vida de un periódico impreso 133
7.1.2 Unidad y categoría de procesos 134
7.1.3 Planificación de la recogida de datos 137
7.1.4 Fuente de los datos primarios y secundarios 138
7.2. Descripción y análisis de los procesos intermedios dentro de los límites del sistema 140
7.2.1 Preimpresión 141
7.2.2 Impresión y acabado Offset-Coldset 150
7.2.3 Impresión y acabado Inkjet 160
7.2.4 Distribución 165
7.2.5 Uso 167
7.2.6 Final de Vida: Eliminación y reutilización 169
Agua 169
Preimpresión 170
Impresión 171
Distribución 173

7.3. Análisis de los datos de entrada. Materias primas y consumibles 173
7.3.1 Planchas 174
7.3.2 Revelador de planchas 182
7.3.3 Regenerador de planchas 183
7.3.4 Solución de acabado para planchas 185
7.3.5 Papel 187
7.3.6 Tintas coldset 196
7.3.7 Tintas inkjet 200
7.3.8 Agente de adherencia 202
7.3.9 Cabezales de impresión 203
7.3.10 Cinta de limpieza de cabezales 204
7.3.11 Agua 204
7.3.12 Transportes 206
7.3.13 Electricidad 208
Mix eléctrico península 209
Mix eléctrico Canarias – Gran Canaria 210
Consumos de electricidad en preimpresión 214
Consumos de electricidad en impresión y acabado 215
7.4 Análisis de los datos de entrada. Bienes de Capital: infraestructura y equipamiento 217
7.4.1 Infraestructura 217
Equipos de procesamiento de datos 218
Enfriadora 219
Alumbrado 219
Elementos de transporte interno 219
7.4.2 Equipamiento de preimpresión 219
Equipos de filmación de planchas 219
Equipos de procesado de planchas 222
Equipo de doblado y perforado de planchas 225
7.4.3 Rotativa Impresión Coldset 227
7.4.4 Rotativa Impresión Inkjet 230
7.5 Modelado del sistema. Escenarios para un periódico impreso 232
7.6 Conclusiones del capítulo 233

8. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida de un periódico impreso

8.1 Etapas en la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida 235
8.1.1 Grupos de análisis de las Etapas del Ciclo de Vida 237
8.2 Categorías de impacto existentes para las diferentes metodologías 241
8.2.1 Calentamiento Global o cambio climático 244
8.2.2 Agotamiento del ozono 247
8.2.3 Sustancias inorgánicos respiratorias 247
8.2.4 Toxicidad humana 247
8.2.5 Radiación ionizante 248
8.2.6 Ecotoxicidad 248
8.2.7 Formación de ozono fotoquímico 248
8.2.8 Acidificación 248
8.2.9 Eutrofización 248
8.2.10 Uso del suelo 249
8.2.11 Consumo de recursos 249
8.3 Metodologías para la Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida 249
8.3.1 ReCiPe 251
8.3.2 Resultados de la Evaluación del Impacto Ambiental 254
8.4 Especificaciones del periódico impreso 255
8.4.1 Tirada 255
Midpoint 256
Endpoint 260
8.4.2 Gramaje del papel 262
Midpoint 262
Endpoint 264
8.4.3 Paginación 266
Midpoint 267
Endpoint 268
8.4.4 Formato 270
Midpoint 271
Endpoint 274
8.5 Tecnología 276
8.5.1 Preimpresión 276

Midpoint....277
8.5.4 Impresión Coldset 278
Midpoint....279
8.5.3 Impresión Inkjet 283
Midpoint....283
Endpoint....287
8.6 Bienes de capital 289
8.6.1 Impresión Coldset 289
Midpoint....290
Endpoint....291
8.6.2 Impresión Inkjet 292
Midpoint....292
Endpoint....294
8.7 Ubicación geográfica 295
8.7.1 Materias primas 296
Planchas 296
Papel 296
8.7.2 Ubicación planta de impresión y distribución del periódico....298
8.7.3 Mix energético 299
8.7.4 Planta de tratamiento de residuos 299
8.9 Conclusiones del capítulo 300

9. Interpretación del Ciclo de Vida de un periódico impreso

9.1 Etapas en la Interpretación del Ciclo de Vida 301
9.2 Identificación de asuntos significativos 302
9.2.1 Especificaciones del periódico impreso....303
Tirada 303
Gramaje del papel 305
Paginación 308
Formato....308
9.2.2 Tecnología 311
Preimpresión 311
Impresión coldset....312

Impresión inkjet 313
9.2.3 Bienes de capital 315
Impresión coldset 315
Impresión Digital 316
9.2.4 Ubicación geográfica 318
Materias primas 318
Ubicación de la planta de Impresión 320
9.2.5 Mix energético 321
9.2.6 Planta de tratamientos de residuos 323
9.3 Evaluación 323
9.3.1 Análisis de Integridad 323
Ajustes efectuados en el objetivo y alcance tras los análisis de integridad 324
9.3.2 Análisis de sensibilidad y de la incertidumbre 325
9.3.3 Análisis de coherencia y de calidad de los datos 328
9.4 Conclusiones, limitaciones y recomendaciones 330
9.4.1 Punto de equilibrio económico y medioambiental 333
9.5 Conclusiones del capítulo 334

10. Análisis final, conclusiones y líneas futuras

10.1 Análisis de los resultados y contribución de la investigación. 335
10.1.1 La importancia de la unidad funcional 335
10.1.2 Trascendencia de los bienes de capital 337
10.1.3 Repercusión de la ubicación geográfica 338
10.1.4 La calidad de los datos de inventario 339
10.1.5 Evaluación de los impactos en función de los escenarios 340
10.1.6 La normalización de los resultados del impacto 341
10.1.7 La tecnología de impresión coldset frente a la inkjet 344
10.1.8 Aportación a bases de datos de inventario 345
10.2 Conclusiones 346
10.3 Líneas Futuras 347
10.3.1 Impactos ambientales de los medios de comunicación digital 347
Estudios comparativos de la impresión frente a los dispositivos digitales 348
La información a través de internet y sus impactos 351

Consideraciones a tener en cuenta para un estudio de los impactos ambientales de los dispositivos móviles 353
10.3.2 Análisis de Ciclo de Vida para estrategias de modelos de negocio sostenibles 354
Análisis de Ciclo de Vida en procesos de decisión de sistemas complejos. 354
Evolución de la Etiqueta Ecológica (Ecolabel) hacia una ficha ecológica del producto.....358
Tasa ecológica - bonus ecológico 360
Correlaciones de los impactos ambientales 360
10.3.3 Impactos ambientales en sectores industriales y de servicios en Canarias. 362
Análisis de Ciclo de Vida en Sectores Industriales y de Producción en Canarias 362
Análisis de Inventario en los Servicios públicos.....363
Análisis de impactos a través de modelos input-output en Canarias 363
Análisis del Ciclo de Vida en la sostenibilidad de las actividades turísticas 364
10.4 Publicaciones previstas 365
10.5 Conclusiones del capítulo.....365

Referencias Bibliográficas 367
Glosario 379

Indice de Figuras

Figura 2.1. La Ecología Industrial funciona a tres niveles (Lowe 1997) 12

Figura 2.2. Factores de Sostenibilidad (Brundtland 1987) 13

Figura 2.3. Círculos concéntricos de un sistema industrial (Chertow 2008) 14

Figura 2.4. Cadena Verde de Suministro 16

Figura 2.5. Guía para clasificación herramientas (Finnvenden 2005) 17

Figura 2.6. Herramientas de evaluación de la sostenibilidad (Ness 2007) 22

Figura 3.1 Jerarquía de Residuos 33

Figura 3.2 Pensamiento Ciclo de Vida 33

Figura 3.3 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006a) 35

Figura 3.4. Etapas del Ciclo de Vida del Producto 36

Figura 3.5 Sistema del producto para el análisis del ciclo de vida (ISO 2006a) 37

Figura 3.6 Ejemplo de un punto de procesos unitarios dentro de un sistema de producto (ISO 2006a) 37

Figura 3.7. Categorías de Impacto en empresa multinacionales (Nygren 2010) 39

Figura 3.8 Representación esquemática del ciclo de vida genérico de un producto (Rebitzer 2004) 41

Figura 4.1 Medios de iInformación (basado en Kipphan 2001) 53

Figura 4.2 Facturación anual de productos impresos año 2009-2013 (Eurostat) 55

Figura 4.3 Segmentación de las tecnologías de impresión (Ernst&Young 2007) 55

Figura 4.4. Concepto de tinta electrónica con microcápsulas y filtro de color (Kipphan 2001) 58

Figura 4.5 Dispositivos con tinta electrónica 59

Figura 4.6. Tabletas electrónicas 60

Figura 4.7. Tiempo de extinción de periódicos impresos (Dawson 2010) 61

Figura 4.8 Fases del proceso de impresión 63

Figura 4.9 Evolución tecnológica en los medios de comunicación impresos 63

Figura 4.11: Diagrama esquemático de la unidad de impresión offset (basado en Kipphan 2001) 66

Figura 4.12 Rotativa de impresión coldset con diagrama esquemático una unidad de impresión 67

Figura 4.13 Diagrama esquemático de la unidad de impresión heatset 67

Figura 4.14 Diagrama esquemático del sistema de chorro de tinta con gota a demanda con formación de burbujas y piezoeléctrico (basado en Kipphan 2001) 69

Figura 4.15 Diagrama esquemático de chorro de tinta en continuo (basado en Kipphan 2001) 69

Figura 4.16 Rotativa chorro de tinta HP T-400 69
Figura 4.17 Rotativa chorro de tinta AGFA - Screen Truepress Jet520 70
Figura 4.18 Diagrama esquemático de electrofotografía (basado en Kipphan 2001).....71
Figura 4.19 Previsión de utilización de los procesos de impresión comercial (basado en Smyth 2008) 71
Figura 5.1 Etiquetado ecológico nórdico para la impresión (Swan) 84
Figura 5.2 Etiquetado ecológico europeo para la impresión (EU Ecolabel) 85
Figura 6.1 Diagrama de flujo de los procesos que intervienen en la impresión 94
Figura 6.2 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b) 102
Figura 6.3 Ejemplo del Sistema del Producto para el Análisis del Ciclo de Vida (ISO 2006b) ...106
Figura 6.4 Sistema del producto 1: periódico impreso mediante Coldset 106
Figura 6.5 Sistema del producto 2: periódico impreso mediante Inkjet 107
Figura 6.6 Ejemplo de un conjunto de procesos unitarios dentro de un sistema del producto 108
Figura 6.7 Diagrama de flujo del proceso de impresión para el proceso Coldset e Inkjet 108
Figura 6.8 Límites del sistema para los sistemas del producto 1 y 2 (detallado) 112
Figura 6.9 Límites del sistema para los sistemas del producto 1 y 2 (simplificado).....112
Figura 6.10. Etapas del ciclo de vida de un producto impreso orientado en el papel 113
Figura 6.11 Diagrama de las etapas del ciclo de vida de un periódico impreso 116
Figura 7.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b) 131
Figura 7.2 Procedimiento simplificado para el Análisis del Inventario (ISO 2006b).....133
Figura 7.3 Conjunto de datos de proceso con las categorías de intercambio (Weidema 2011) 135
Figura 7.4 Esquema de módulo para las diferentes unidades de proceso 135
Figura 7.5 Procesos intermedios del ciclo de vida de un periódico impreso 141
Figura 7.6 Etapas del Ciclo de Vida de una plancha filmada para la impresión offset 142
Figura 7.7 Colores sustractivos C(cyan) M(magenta) Y(Yellow) K(key=Black) 150
Figura 7.8 Composición de una página impresa en función de los colores sustractivos CMYK 150
Figura 7.9 Etapas del proceso de impresión y acabado Offset-Coldset 151
Figura 7.10 Distribución de costes de impresión periódico Coldset 152
Figura 7.11 Esquema de unidad de impresión con la configuración satélite 154
Figura 7.13 Periódicos en paquetes al final del proceso de impresión 157
Figura 7.14 Etapas del proceso de impresión y acabado Digital-Inkjet 160
Figura 7.15 Distribución de costes de impresión periódico Inkjet 161
Figura 7.16 Etapas del Ciclo de Vida del papel en el proceso de impresión Inkjet 162

Figura 7.17 Esquema de horarios de cierre de redacción, impresión y distribución 166
Figura 7.18 Difusión de prensa diaria en España (AEDE 2012) 167
Figura 7.19 Audiencia de prensa diaria en España (AIMC 2013) 168
Figura 7.20 Penetración de prensa diaria en España (AIMC 2013).....168
Figura 7.21 Residuos de planchas de impresión en balas prensadas 171
Figura 7.22 Residuos de papel de impresión en balas.....172
Figura 7.23 Ciclo de Vida de la plancha de impresión Offset.....175
Figura 7.24 Plancha formato tabloide filmada y procesada y de una página impresa de un periódico 175
Figura 7.25 Cuota de mercado mundial de fabricantes de planchas (fotopolímeras y térmicas) 176
Figura 7.26 Evolución de la cuota de mercado de planchas fotopolímeras en península ibérica 176
Figura 7.27 Evolución de la tecnológica de las planchas de impresión 177
Figura 7.28 Capas de una plancha de aluminio utilizada en la impresión offset 178
Figura 7.29 Materiales de embalaje de plancha N91 para formato 420 mm 180
Figura 7.30 Etiqueta del Revelador PL10.....182
Figura 7.31 Etiqueta del Regenerador PL10-RI 184
Figura 7.32 Etiqueta de las soluciones de acabado Unifin y Violet CF Gum 185
Figura 7.33 Ciclo de Vida del papel reciclado 190
Figura 7.34 Esquema de fábrica de papel con los flujos de materiales y energía (Hischier 2007) 192
Figura 7.35 Tintero y unidad de impresión de Offset-Coldset.....197
Figura 7.36 Cabezales de impresión de la rotativa digital T350 (HP 2011a) 203
Figura 7.37 Mix eléctrico España peninsular 2009-2011.....210
Figura 7.38 Demanda de energía eléctrica en tiempo real en Gran Canaria 211
Figura 7.39 Mix eléctrico Gran Canaria 2011 213
Figura 7.40 Mix eléctrico Gran Canaria 2011 a las 00:10.....213
Figura 7.41 Mix eléctrico AGA 2011 a las 00:10 213
Figura 7.42 Equipo de filmación de planchas Polaris XCV-S 220
Figura 7.43 Equipo de procesados de planchas de químicos reducidos VXP-85.....223
Figura 7.44 Equipo de procesados de planchas sin químicos VXCF-85.....223
Figura 7.45 Equipo de doblado y perforado de planchas Nela VCPm.....226
Figura 7.46 Esquema de vista lateral rotativa de impresión coldset 228
Figura 7.47 Esquema de vista frontal de rotativa de impresión coldset.....229

Figura 7.48 Configuración de la rotativa de impresión digital HP-350 231

Figura 7.49 Configuración del color en unos de los módulos de impresión de la rotativa T350 231

Figura 8.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b) 235

Figura 8.2 Categorías de impacto para la caracterización de efectos intermedios y finales en áreas de protección (ILCD 2010c).....242

Figura 8.3 Diagrama de flujo para el cambio climático (ILCD 2010c).....244

Figura 8.4 Diagrama de flujo para Agotamiento del ozono (ILCD 2010c) 247

Figura 8.5 Metodología de la Evaluación del Impacto de un Análisis de Ciclo de Vida (ILCD 2011) 250

Figura 8.6 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET3 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....257

Figura 8.7 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento general) 257

Figura 8.8 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) 258

Figura 8.9 Comparativa Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) 258

Figura 8.10 Evolución del impacto Cambio Climático para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 259

Figura 8.11 Evolución del impacto Cambio Climático para ET1 a ET7 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso).....259

Figura 8.12 Comparativa Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7 261

Figura 8.13 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7 261

Figura 8.14 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 264

Figura 8.15 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 266

Figura 8.16 Cambio Climático para EP1, EP2 y EP3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 268

Figura 8.17 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 270

Figura 8.18 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 273

Figura 8.19 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 274

Figura 8.20 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EF1 a EF4 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 276

Figura 8.21 Cambio Climático para EPP1, EPP2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por unidad de plancha 278

Figura 8.22 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) 10.000 ejemplares, escenarios ET4, EC-T2 y EC-A2 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 280

Figura 8.23 Comparativa Cambio Climático para los escenarios ET, EC-A y EC-T para tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares 281

Figura 8.24 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por escenario 282

Figura 8.25 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por etapas 282

Figura 8.26 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI2, EI5 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 284

Figura 8.27 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET3 y EI5 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 284

Figura 8.28 Cambio Climático para EI2, EI3, EI5 y EI6 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento general) 285

Figura 8.29 Cambio Climático para EI2, EI3 y EI5 con nivel de agrupamiento específico en las Etapas del Ciclo de Vida 286

Figura 8.30 Cambio Climático para inkjet EI5 y coldset ET3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para tirada de 5.000 ejemplares.....287

Figura 8.31 Comparativa Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6 288

Figura 8.32 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6 289

Figura 9.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b) 301

Figura 9.2 Fases principales en la Interpretación de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b) 302

Figura 9.3 Evolución del impacto Cambio Climático para inkjet EI1 a EI7 y coldset ET2 a ET5 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 314

Figura 9.4 Análisis de Incertidumbre para el escenario ET4 del impacto Cambio Climático en impresión coldset.....327

Figura 9.5 Análisis de Incertidumbre para el escenario EI4 del impacto Cambio Climático en impresión inkjet 328

Figura 9.6 Precio por ejemplar para inkjet y coldset de un periódico de 64 páginas 333

Figura 9.7 Análisis de Incertidumbre para el escenario EI4 del impacto Cambio Climático en impresión inkjet 334

Figura 10.1 Distribución del impacto cambio climático de 105 kg CO2eq. en Ipad 2 349

Figura 10.2 Beneficios y aplicaciones del Análisis del Ciclo de Vida en negocios medioambientales (Piekarski 2013) 357

Figura 10.3 Aproximación mediante función potencial al escenario base con variación de la tirada 362

Indice de Tablas

Tabla 2.1. Descripciones de Ecología Industrial (Seuring 2004).....10

Tabla 2.2. Estrategias de Desarrollo Sostenible (Robert 2000, Korhonen 2009) 14

Tabla 3.1 Desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida 32

Tabla 3.2 Razones e importancia para aplicar el Análisis del Ciclo de Vida (Frankl 2000) importancia: A (Alta), B (Media), C (Baja).....42

Tabla 3.3 Limitaciones en el Análisis del Ciclo de Vida (Reap 2008b) 44

Tabla 3.4 Software de Análisis de Ciclo de Vida 48

Tabla 3.5 Ventajas – Inconvenientes LCA-EIO 50

Tabla 4.1 Comparativa de métodos de impresión (basado en Viluksela 2010) 54

Tabla 4.2 Industria de artes gráficas y servicios relacionadas año 2007 (Eurostat).....57

Tabla 4.3 Factores claves en el tiempo de Extinción de Periódicos Impresos (Dawson 2010) ...62

Tabla 4.4 Comparativa entre la impresión tradicional offset con inkjet (basado en Ernst&Young 2007 y Viluksela 2010) 70

Tabla 5.1 Principales impactos ambientales de la impresión 74

Tabla 5.2 Comparativa entre las emisiones en la impresión coldset e inkjet 75

Tabla 5.3 Indicadores propuestos para la impresión del medio ambiente (Viluksela 2010) 77

Tabla 5.4 Indicadores medioambientales expresados por tonelada de productos impresos.....77

Tabla 5.5 Resumen de las técnicas y mejoras de los procesos de impresión (Pihkola 2010a)....78

Tabla 5.6 Lista de normas ISO relacionadas con las etiquetas y declaraciones ambientales.....83

Tabla 5.7 Criterios de puntuación etiqueta Swan en empresas de impresión y productos impresos (Nordic Ecolabelling 2005) 84

Tabla 5.8 Criterios obligatorios etiqueta Swan en empresas de impresión y productos impresos (Nordic Ecolabelling 2005) 85

Tabla 5.9 Criterios de la etiqueta Ecolabel en los productos impresos (European Commission 2013) 86

Tabla 5.10 Principales parámetros que influyen en la emisión de CO_2 en la Industria Gráfica (PrintCity 2011) 87

Tabla 5.11 Normas ISO relacionadas con la gestión ambiental 88

Tabla 5.12 Los cuatro pasos que conducen a registro en el EMAS 89

Tabla 6.1 Principales diferencias entre los procesos de impresión Coldset e Inkjet.....92

Tabla 6.2 Principales estudios utilizados en la elaboración del ciclo de vida de un periódico impreso 101

Tabla 6.3 Elementos de la máquina de imprimir Coldset 114

Tabla 6.4 Elementos de la máquina de imprimir Inkjet 115

Tabla 6.5 Elementos del equipo de acabado en Coldset 115

Tabla 6.6 Fuentes de información para las etapas del Ciclo de los Sistemas del Producto 118

Tabla 6.7 Escenarios a considerar en las fases de Análisis de Inventario y Análisis del Impacto del Ciclo de Vida para cada sistema del Producto 120

Tabla 6.8 Procedimiento de Asignación sistema del producto: periódico impreso mediante Coldset 122

Tabla 6.9 Procedimiento de Asignación escenarios de residuos 123

Tabla 6.10 Puntos de generación residuos de papel 124

Tabla 6.11 Transporte en las Etapas del Ciclo de Vida para escenario base 125

Tabla 6.12 Requisitos de la calidad de los datos (ISO 2006a) 126

Tabla 6.13 Factores básicos de incertidumbre -σ^2 de la distribución normal subyacente- (Weidema 2011).....127

Tabla 6.14 Matriz Pedigree de nivel de calidad de los datos 128

Tabla 7.1 Unidades de Proceso utilizadas 136

Tabla 7.2 Fuentes de información para sistemas estudiados.....140

Tabla 7.3 Evolución de consumo de químicos l/m^2 2007-2011 tecnología químicos reducidos 146

Tabla 7.4 Consumo de químicos y agua en kg por tamaño de plancha de químicos reducido .146

Tabla 7.5 Consumo de químicos y agua en kg por tamaño de plancha sin químicos 147

Tabla 7.6 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmada químicos reducidos 836x593.....147

Tabla 7.7 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmadas químicos reducidos 776x593.....148

Tabla 7.8 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmadas sin químicos 776x593 ..149

Tabla 7.9 Consumo de kg de tinta Coldset por m^2 de papel consumido 152

Tabla 7.10 Evolución del consumo anual de papel prensa (kg) 157

Tabla 7.11 Consumo de unidades auxiliares (m, kg o l) por kg de papel prensa consumido 158

Tabla 7.12 Procesos de intercambio para la unidad de operación de impresión offset 159

Tabla 7.13 Parámetros para estimación consumo anual de papel prensa (kg) en inkjet.....163

Tabla 7.14 Consumo de electricad, aire comprimido y generación de calor para inkjet por kg de papel 164

Tabla 7.15 Procesos de intercambio para la unidad de operación de impresión inkjet 165

Tabla 7.16 Tiradas, difusión y desperdicios de periódicos diarios 1 enero a 31 diciembre 2012 166

Tabla 7.17 Unidad de proceso para la distribución del periódico impreso.....167

Tabla 7.18 Procesos de intercambio para la unidad de uso de impresión offset 167

Tabla 7.19 Procesos de intercambio para la unidad de uso de impresión inkjet.....168

Tabla 7.20 Emisiones al agua del proceso de preimpresión 169

Tabla 7.21 Evolución de consumo de agua (m^3) desechada en el proceso de impresión Offset-Coldset 170

Tabla 7.22 Residuos líquidos en la filmación de planchas 170

Tabla 7.23 Residuos depósitos y embalaje productos químicos.....171

Tabla 7.24 Tratamientos de residuos del proceso de impresión Offset-Coldset 173

Tabla 7.25 Tratamientos de residuos del proceso de impresión Inkjet 173

Tabla 7.26 Tratamientos de residuos del proceso de distribución 173

Tabla 7.27 Procesos de intercambio para la unidad planchas de químicos reducidos 178

.....178

Tabla 7.28 Procesos de intercambio para la unidad planchas de libre de químicos.....179

Tabla 7.29 Procesos de intercambio para la unidad plancha de químicos reducidos para el formato 836x593 mm 181

Tabla 7.30 Procesos de intercambio para la unidad plancha de químicos reducidos para el formato 776x593 mm 181

Tabla 7.31 Procesos de intercambio para la unidad plancha de libre de químicos para el formato 776x593 mm 182

Tabla 7.32 Procesos de intercambio para la unidad de revelado de planchas 183

Tabla 7.33 Procesos de intercambio para la unidad de regenerador de planchas 184

Tabla 7.34 Procesos de intercambio para la unidad de agente engomado de protección de planchas 186

Tabla 7.35 Procesos de intercambio para la unidad de solución de lavado con goma de planchas 186

Tabla 7.36 Producción de Papel y Cartón (t) (CEPI 2011) 187

Tabla 7.37 Porcentaje impacto Cambio Climático en las etapas del ciclo de vida de papel (Pihkola 2009) 188

Tabla 7.38 Impacto de la categoría Cambio Climático (IPCC GWP 100a en Ecoinvent 2.2) 189

Tabla 7.39 Información de Paper Profile de fabricantes de papel prensa 189

Tabla 7.40 Tasa de reciclaje de papel y cartón (Aspapel 2012) 190

Tabla 7.41 Procesos de intercambio para la unidad papel 100% reciclado de Holmen Madrid 193

Tabla 7.42 Procesos de intercambio para la unidad papel 50% reciclado de Hylte en Suecia ..194

Tabla 7.43 Procesos de intercambio para la unidad papel 100% reciclado de Langerbrugge en Bélgica 195

Tabla 7.44 Impacto de la categoría Cambio Climático (IPCC GWP 100a de Ecoinvent 2.2) para unidades papel prensa adaptadas 196

Tabla 7.45 Comparativa del criterio de etiquetado ecológico para las unidades de papel del estudio 196

Tabla 7.46 Composición tinta Offset-Coldset 198

Tabla 7.47 Procesos de intercambio para la unidad tinta coldset negra 199

Tabla 7.48 Procesos de intercambio para la unidad tinta coldset color 199

Tabla 7.49 Evolución del consumo de tinta Offset-Coldset (kg tinta/m^2) 199

Tabla 7.50 Evolución del consumo de tinta Offset-Coldset (% color-negro) 200

Tabla 7.51 Procesos de intercambio para la unidad de tinta coldset 200

Tabla 7.52 Procesos de intercambio para la tinta negra en inkjet 201

Tabla 7.53 Procesos de intercambio para la tinta cyan en inkjet 201

Tabla 7.54 Procesos de intercambio para la tinta magenta en inkjet 201

Tabla 7.55 Procesos de intercambio para la tinta yellow en inkjet 201

Tabla 7.56 Procesos de intercambio para la unidad de tinta inkjet 202

Tabla 7.57 Procesos de intercambio para la unidad de agente de adherencia en inkjet 203

Tabla 7.58 Procesos de intercambio para la unidad cabezal de impresión inkjet 204

Tabla 7.59 Procesos de intercambio para la unidad cinta de limpieza de cabezales impresión inkjet 204

Tabla 7.60 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en l/m2 205

Tabla 7.61 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en kg/plancha 205

Tabla 7.62 Consumo agua procesado y limpieza para libre de químicos en l/m2 205

Tabla 7.63 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en kg/plancha 205

Tabla 7.64 Consumo de agua general en kg/kg de papel 206

Tabla 7.65 Distancias marítimas utilizadas entre Origen-Destino para los diferentes escenarios 206

Tabla 7.66 Distancias terrestres utilizadas entre Origen-Destino para los diferentes escenarios 207

Tabla 7.67 Procesos de intercambio para baja tensión 208

Tabla 7.68 Proceos de intercambio para media tensión 209

Tabla 7.69 Proceos de intercambio para alta tensión 209

Tabla 7.70 Mix eléctrico Ecoinvent frente a media 2009-2011 en España peninsular 209

Tabla 7.71 Procesos de intercambio para el mix eléctrico España Peninsular 210

Tabla 7.72 Mix eléctrico Canarias, Gran Canaria, Gran Canaria 00:10 y AGA 00:10 211

Tabla 7.73 Potencia parque generador térmico en Gran Canaria 212

Tabla 7.74 Impacto ambiental en la categoría de cambio climático por tipo de generación en Gran Canaria 212

Tabla 7.75 Proporción de unidades de proceso para los escenarios del mix eléctrico 214

Tabla 7.76 Consumo eléctrico anual en preimpresión (kWh).....215

Tabla 7.77 Consumo eléctrico anual en preimpresión (kWh/m^2 plancha) 215

Tabla 7.78 Consumo eléctrico anual de equipos de tratamiento de datos en Preimpresión (kWh/m^2 plancha) 215

Tabla 7.79 Consumo eléctrico de equipos de tratamiento de datos en proceso de preimpresión (kWh/m^2 plancha) 215

Tabla 7.80 Distribución del consumo eléctrico de la planta de impresión 216

Tabla 7.81 Consumo eléctrico en la fase de impresión por kg de papel prensa impreso 216

Tabla 7.82 Procesos de intercambio para la infraestructura de la planta de impresión 218

Tabla 7.83 Equipos de procesamiento de datos en la planta de impresión 218

Tabla 7.84 Planchas filmadas en 2010 y 2011 221

Tabla 7.85 Consumos de suministros en dispositivos de filmación 221

Tabla 7.86 Procesos de intercambio de infraestructura de la filmadora de planchas 221

Tabla 7.87 Consumos de suministros en dispositivos de procesado de planchas 224

Tabla 7.88 Procesos de intercambio de infraestructura para la procesadora de planchas de químicos reducidos 224

Tabla 7.89 Procesos de intercambio de infraestructura para la procesadora de planchas sin químicos.....225

Tabla 7.90 Consumos de suministros en dispositivos de perforado y doblado 226

Tabla 7.91 Procesos de intercambio para la infraestructura para el perforado y doblado de planchas 227

Tabla 7.92 Configuración y pesos de la rotativa de impresión coldset.....229

Tabla 7.93 Procesos de intercambio de infraestructura para la rotativa de impresión coldset230

Tabla 7.94 Procesos de intercambio de infraestructura para la rotativa de impresión inkjet ..232

Tabla 7.95 Variables y parámetros para los diferentes escenarios en estudio.....233

Tabla 8.1 Nivel de agrupación general y unidades funcionales para Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset.....237

Tabla 8.2 Nivel de agrupación general y unidades funcionales para Sistema del Producto 2: periódico impreso mediante inkjet 238

Tabla 8.3 Nivel de agrupación específico para Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset.....239

Tabla 8.4 Nivel de agrupación específico para Sistema del Producto 2: periódico impreso mediante inkjet 240

Tabla 8.5 Nivel de agrupación específico para la filmación de planchas de fotopolímeros.....241

Tabla 8.6 Principales categorías de impacto y modelos de caracterización (Hauschild 2013)..243

Tabla 8.7 Estudios de Análisis de Ciclo de Vida de productos impresos 245

Tabla 8.8 Resultado de la Evaluación de la Categoría Cambio Climático productos impresos .246

Tabla 8.9 Categorías de impacto asociado a las metodologías de impacto (ILCD 2010b) 251

Tabla 8.10 Visión general de las categorías, indicadores y unidades de Punto Medio (Midpoint) en ReCiPe (Goedkoop 2009).....252

Tabla 8.11 Visión general de las categorías, indicadores y unidades de Punto Final (Endpoint) en ReCiPe (Goedkoop 2009).....253

Tabla 8.12 Parámetros para escenarios de variación de tirada 255

Tabla 8.13 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 256

Tabla 8.14 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET3 y ET7 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 256

Tabla 8.15 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento general.....258

Tabla 8.16 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento específico.....259

Tabla 8.17 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para ET1 a ET7 260

Tabla 8.18 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección.....260

(ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7 260

Tabla 8.19 Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1 a ET7 260

Tabla 8.20 Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7 261

Tabla 8.21 Parámetros para escenarios de variación de gramaje 262

Tabla 8.22 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 262

Tabla 8.23 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 263

Tabla 8.24 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 263

Tabla 8.25 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 264

Tabla 8.26 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 265

Tabla 8.27 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 265

Tabla 8.28 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 265

Tabla 8.29 Parámetros para escenarios de variación de páginas 266

Tabla 8.30 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 267

Tabla 8.31 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 267

Tabla 8.32 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 268

Tabla 8.33 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 268

Tabla 8.34 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso) 269

Tabla 8.35 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 269

Tabla 8.36 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 269

Tabla 8.37 Parámetros para escenarios de variación del formato 271

Tabla 8.38 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EF1, EF2, EF3 y EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 271

Tabla 8.39 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EF1, EF2, EF3 y EF4 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 272

Tabla 8.40 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 272

Tabla 8.41 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 273

Tabla 8.42 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 274

Tabla 8.43 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso) 275

Tabla 8.44 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 275

Tabla 8.45 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 275

Tabla 8.46 Parámetros para escenarios de variación de la tecnología de filmación de planchas 277

Tabla 8.47 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EPP1 y EPP2 para unidad de plancha filmada 277

Tabla 8.48 Cambio Climático para EPP1 y EPP2 con nivel de agrupamiento específico por unidad de plancha 278

Tabla 8.49 Parámetros para escenarios de la tecnología de impresión coldset 279

Tabla 8.50 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EC-A1, EC-A2, EC-A3, EC-T1, EC-T2 y EC-T3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....279

Tabla 8.51 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 con nivel de agrupamiento específico 281

Tabla 8.52 Parámetros para escenarios de impresión digital 283

Tabla 8.53 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 283

Tabla 8.54 Cambio Climático para EI2, EI3, EI5 y EI6 con nivel de agrupamiento general.....285

Tabla 8.55 Cambio Climático para EI2, EI3 y EI5 con nivel de agrupamiento específico 285

Tabla 8.56 Cambio Climático para EI5 y ET3 con nivel de agrupamiento específico 286

Tabla 8.57 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EI2, EI3, EI5 y EI6 287

Tabla 8.58 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EI2, EI3, EI5 y EI6 287

Tabla 8.59 Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6.....288

Tabla 8.60 Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6 289

Tabla 8.61 Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset) 290

Tabla 8.62 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset) 290

Tabla 8.63 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) desglosado en etapas 291

Tabla 8.64 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset) 291

Tabla 8.65 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados y ponderados sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 292

Tabla 8.66 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección, sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7.....292

Tabla 8.67 Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet) .292

Tabla 8.68 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet).....293

Tabla 8.69 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet) desglosado en etapas 293

Tabla 8.70 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet).....294

Tabla 8.71 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados y ponderados sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 294

Tabla 8.72 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección, sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 295

Tabla 8.73 Parámetros para la ubicación geográfica 295

Tabla 8.74 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU1 y ET4 para unidad funcional 1.....296

Tabla 8.75 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1 296

Tabla 8.76 Impactos ambientales de la planta de impresión (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1.....297

Tabla 8.77 Impactos ambientales del transporte terrestre de papel (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1.....297

Tabla 8.78 Impactos ambientales del transporte marítimo del papel (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1.....298

Tabla 8.79 Impactos ambientales por la ubicación de la planta de impresión (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU5, EU6, EU7, EU8 y ET4 para unidad funcional 1.....298

Tabla 8.80 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para los Mix energéticos considerados para unidad funcional 1 299

Tabla 8.81 Cambio Climático para ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento específico para Mix energético AGA 00:10 299

Tabla 8.82 Impactos ambientales por la ubicación de las plantas de tratamiento de residuos (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) en EU9 y ET4 para unidad funcional 1 300

Tabla 9.1 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....303

Tabla 9.2 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....304

Tabla 9.3 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 304

Tabla 9.4 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 305

Tabla 9.5 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) .306

Tabla 9.6 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por unidad de periódico impreso) 306

Tabla 9.7 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 307

Tabla 9.8 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) respecto a EG1 para para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso).....307

Tabla 9.9 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 309

Tabla 9.10 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por unidad de periódico impreso).....310

Tabla 9.11 Porcentaje variación Cambio Climático para EF1 a EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso) 310

Tabla 9.12 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso).....311

Tabla 9.13 Porcentaje de variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EC-A1/ET2, EC-A2/ET4, EC-A3/ET7, EC-T1/ET2, EC-T2/ET4 y EC-T3/ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 313

Tabla 9.14 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) coldset/inkjet para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 314

Tabla 9.15 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) coldset/inkjet para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 315

Tabla 9.16 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes fábricas de papel por kg de papel.....319

Tabla 9.17 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes ubicaciones de Planta de Impresión y Distribución, para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....320

Tabla 9.18 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes Mix Energéticos respecto al Mix de España 2007, para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....321

Tabla 9.19 Resumen de verificación análisis de integridad para los diferentes sistemas de producto 323

Tabla 9.20 Verificación del Análisis de Sensibilidad para unidades del Mix Eléctrico para el Cambio Climático con la Tirada 325

Tabla 9.21 Resumen del Análisis de Sensibilidad para unidades del Mix Eléctrico para impactos de punto medio ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe 325

Tabla 9.22 Verificación del Análisis de Sensibilidad para unidades de Fabricación de Papel prensa para el Cambio Climático con la Tirada 326

Tabla 9.23 Resumen del Análisis de Sensibilidad para unidades de Fabricación de Papel Prensa para impactos de punto medio ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe.....326

Tabla 9.24 Verificación del Análisis de Sensibilidad de la incertidumbre de los datos ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / World ReCiPe H , intervalo de confianza: 95 % para el Sistema de Producto 1- Impresión coldset 326

Tabla 9.25 Verificación del Análisis de Sensibilidad de la incertidumbre de los datos ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / World ReCiPe H , intervalo de confianza: 95 % para el Sistema de Producto 2- Impresión inkjet.....328

Tabla 9.26 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para los sistemas de productos 1 y 2.....329

Tabla 9.27 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para unidades de proceso de Papel Prensa.....329

Tabla 9.28 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para unidades de proceso del Mix Eléctrico.....329

Tabla 9.29 Verificación del Análisis de Calidad de los datos para principales unidades de proceso 329

Tabla 10.1 Resultados de estudios para el cambio climático con varias unidades funcionales 336

Tabla 10.2 Variación del impacto cambio climático para varias unidades funcionales 337

Tabla 10.3 Parámetros para comparación de dos productos impresos 342

Tabla 10.4 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 342

Tabla 10.5 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 343

Tabla 10.6 Impactos ambientales agrupados (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) 343

Tabla 10.7 Diferencia de Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) entre inkjet y coldset para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso).....344

Tabla 10.8 Diferencias en los soportes de noticias: papel y dispositivos digitales 348

Tabla 10.9 Unidades de proceso en una Tablet (Achahlouei 2013).....349

Tabla 10.10 Sectores Industriales en Canarias 363

1. Introducción

El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta de gestión de la sostenibilidad y de la transparencia medioambiental. En este capítulo de introducción se muestra el origen de esta tesis doctoral y los objetivos que se pretenden alcanzar. Se expondrá la metodología que se ha utilizado en el desarrollo de la misma, la estructura y organización de los contenidos expuestos, terminando con un breve resumen de la tesis.

1.1 Objetivos de la tesis

Como se suele decir en la vida, la única forma de avanzar es caminar. Cuando decides emprender la elaboración de una tesis doctoral te encuentras con un camino largo y oscuro. En varias ocasiones he iniciado ese camino con temas diversos como: Filtración de partículas contaminantes o el estudio de microcalorímetros por conducción de calor, y me he parado. El poder compatibilizar mi trabajo profesional externo a la universidad con la investigación no hizo posible avanzar en ambos temas.

Sin embargo, cuando decido abordar una investigación más cercana al trabajo profesional desempeñado en los últimos años, el camino ha sido más sencillo aunque no con menos dificultades, al tratar un tema con menor trayectoria investigadora dentro de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

El acercamiento al medio ambiente y la sostenibilidad se origina tras la implantación del Sistemas de Gestión Medioambiental baso en ISO 14:001 y el Reglamento Europeo EMAS en la industria de Artes Gráficas donde trabajaba. Tras una colaboración en un estudio sobre la gestión integrada de los residuos industriales en el Polígono Industrial de Arinaga, descubrí la metodología del Análisis del Ciclo de Vida como una herramienta potente que evita las desigualdades del mercado productivo con la sociedad, que integra el medioambiente y la economía y que puede hacer más transparente el consumo de productos y servicios.

El objetivo de este trabajo ha sido conocer y aplicar la metodología del Análisis del Ciclo de Vida a un proceso de producción del que se disponía de varias fuentes de información para obtener los impactos ambientales que se producen en diversos escenarios de funcionamiento. El propósito final no es sólo el de poder obtener resultados aplicados a los productos y servicios del sector gráfico, sino que pudiera culminar en nuevas líneas de investigación que acercara la ecología industrial desde la universidad a la sociedad.

El periódico impreso es un producto que ha tenido una evolución tecnológica constante desde sus inicios. En este trabajo se analiza la contribución a la disminución de los impactos ambientales que han aportado alguna de esas innovaciones para diferentes escenarios de funcionamiento que contempla la ubicación geográfica, materias primas, bienes de capital, mix energético, especificaciones del producto, etc. La evolución final del periódico hacia un soporte diferente al papel en los dispositivos digitales es una de las líneas que quedan abiertas. Se comparan dos de las tecnologías de impresión: la offset tradicional con su variedad coldset para rotativas de prensa y la digital a través de la impresión inkjet orientada a producciones de menor tirada.

1.2 Metodología

El desarrollo de la tesis se inicia profundizando en los conceptos de Ecología Industrial y la situación actual del Análisis del Ciclo de Vida a través del estudio del arte de las publicaciones más importantes y recientes relacionadas en las referencias bibliográficas. Se profundizó en el material existente para la industria gráfica y los primeros análisis de ciclo de vida para periódicos que aplicaban una metodología diferente a la actual hasta los últimos estudios publicados en periódicos nórdicos que han sido los pioneros, con importantes institutos especializados en la industria gráfica. Se indagó en las bases de datos existentes, artículos, libros, metodología, software, otras publicaciones y se contactó con los principales proveedores de materia prima que suministraron una valiosa información sobre sus inventarios e impactos.

Tras la visión general del sector se comienza con la fase de recopilación de datos para elaborar el análisis de inventario y poder crear las unidades funcionales. En el proceso de impresión coldset se dispuso de las fichas de seguridad de los proveedores, datos de consumos de la planta de Artes Gráficas del Atlántico a través de sus declaraciones ambientales, comunicaciones personales con AGFA y diversos proveedores de papel y tinta. En el proceso de impresión inkjet de los estudios y proyectos para la implantación de la tecnología inkjet, pruebas de consumos de tinta y comunicación personal con HP y Kodak.

Una vez recopilada la información disponible se inicia el Análisis definiendo el Objeto y Alcance del mismo, donde se definen las unidades funcionales a utilizar, límites del sistema, procedimientos de asignación, suposiciones, limitaciones, categorías de impacto, etc.

Posteriormente se combinó los datos disponibles para crear unidades funcionales básicas y relacionarlas entre sí para llegar a unidades de proceso que permitiese parametrizar y combinar diferentes escenarios. En esta fase de Análisis de Inventario se desarrollaron nuevas unidades y se adaptaron alguna de las existentes en otras bases de datos de inventario. Se utilizó la herramienta Ecoeditor de la base de datos Ecoinvent para crear las nuevas unidades funcionales.

Una vez culminada la fase de inventario se modeló los diferentes escenarios a analizar y se parametrizó las unidades funcionales para cada uno de ellos. En la fase de Análisis del Impacto se analizó las principales metodologías existentes, adoptando la metodología ReCiPe para el cálculo de los impactos. Se diseñó las diferentes configuraciones de cálculo para cada uno de los escenarios y se incorporó toda la información al software Simapro[1] con el fin de calcular de una forma sistemática los impactos a partir de los datos de inventario y la metodología elegida.

A partir de los resultados obtenidos se efectuó la interpretación de los mismos identificando los asuntos más significativos. También se realizó una evaluación a través de análisis de integridad, de sensibilidad con cálculo de incertidumbres, de coherencia y de calidad de los datos para las unidades funcionales más representativas.

Todas las fases han requerido una realimentación continua del proceso por lo que hasta la última fase se ha tenido que ir reajustando todo el análisis hasta la configuración final que se presenta.

[1] Para esta tesis se adquirió una licencia académica del software SigmaPro 7.3.3 que contiene la base de datos de inventario ecoinvent. http://www.pre-sustainability.com/simapro

1.3 Estructura de la tesis

La tesis se estructura en 10 capítulos cuyo contenido se relaciona a continuación. Tras el último capítulo se incluye las referencias bibliográficas y un glosario de los términos y unidades de impactos que se mencionan en el trabajo.

1.3.1 Tablas, Figuras, Introducción

En este primer capítulo de introducción se incluye los objetivos de la tesis, su estructura y un resumen de la misma. El trabajo incluye unas 212 Tablas y 234 Figuras que se relacionan antes del presente capítulo de introducción.

1.3.2 Ecología Industrial y herramientas de aplicación

En el segundo capítulo nos acercamos al término Ecología Industrial que relaciona los sistemas industriales con los sistemas naturales. Se desarrolla el origen y el concepto de esta expresión y su relación con la sostenibilidad y los sistemas industriales. Se mencionan las diferentes herramientas, algunas compartidas con otras disciplinas, que forma parte habitual de la Ecología Industrial entre la que destaca el Análisis del Ciclo de Vida. Entre las limitaciones en la aplicación se encuentra la de requerir un conjunto intensivo de datos de los sistemas que se estudian y que no siempre están disponible y si lo están, es a un elevado precio que no justificaría su aplicación.

1.3.3 El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación ambiental

En este tercer capítulo se profundiza en el Análisis del Ciclo de Vida como herramienta de evaluación describiendo en detalle las diferentes fases del análisis basándonos en información de la normativa vigente y de los diversos estudios publicados. Se hace referencia a las limitaciones del análisis del ciclo de vida, a las variantes que surgen como Análisis de Ciclo de Vida Híbrido Input-Output y a otras herramientas como el Análisis del Coste del Ciclo de Vida para concluir con la relación entre Sostenibilidad y Análisis del Ciclo de Vida así como las diferentes iniciativas públicas y privadas para alcanzarlo.

1.3.4 Tecnología de los medios de comunicación y procesos de impresión en la industria gráfica

En el cuarto capítulo se menciona la evolución tecnológica en los medios de comunicación y en especial los periódicos impresos hacia nuevas tecnologías de impresión como inkjet y sobre todo hacia los dispositivos digitales. Se relaciona los diferentes procesos de impresión en la industria gráfica en especial el offset, que representa el 44% del mercado de la impresión, con su variante coldset y el digital con su variante inkjet orientado a tiradas pequeñas y personalizadas, que aunque tiene menos de un 10% del mercado, está en continuo crecimiento. Ambos sistemas de impresión formaran parte de los sistemas del producto a los que se les efectuará el Análisis del Ciclo de Vida.

1.3.5 La gestión y el impacto ambiental de la industria gráfica

En el quinto capítulo se desarrolla los impactos ambientales en la impresión, los indicadores de gestión que se utilizan y cómo la evolución tecnológica y las regulaciones ambientales han colaborado en su disminución. Entre las herramientas de gestión ambiental aplicadas al sector gráfico se incluye el etiquetado ecológico para el papel prensa, el perfil del papel y para los productos impresos, las certificaciones forestales, los sistemas de gestión ambiental basados en

la ISO 14.001 y Reglamento Europeo EMAS además de otros más genéricos como la Huella ecológica, Huella de Carbono, etc.

1.3.6 Objeto y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso

En el capítulo sexto se inicia la primera fase de aplicación del Análisis del Ciclo de Vida a un producto impreso definiendo el Objeto y Alcance del mismo. Entre los aspectos generales que se desarrolla se efectúa una comparación de las principales diferencias entre los procesos de impresión coldset e inkjet, las diferentes etapas del ciclo de vida de un periódico impreso y un estudio del arte sobre las publicaciones existentes de Análisis de Ciclo de Vida en el sector gráfico.

El objeto del análisis indica que es el identificar los impactos ambientales y consumo de recursos durante el ciclo de vida de un periódico impreso mediante las dos tecnologías mencionadas en una empresa europea. Entre las razones figura el actualizar la información existente, la aplicación de diferentes escenarios y conocer el comportamiento ambiental para cada uno de ellos, proporcionar información de calidad para alimentar bases de datos de inventario y el aplicar los conocimientos desarrollados a otros sectores.

El Alcance del análisis incluye los dos sistemas del producto en estudio: 1. Periódico impreso mediante Coldset y 2. Periódico impreso mediante inkjet, los procesos unitarios a desarrollar, las unidades funcionales que se van a utilizar, así como los límites del sistema, etapas del ciclo de vida a analizar, las fronteras del sistema y criterios de corte. Se realiza una especial mención a los requisitos relativos a los datos, la recopilación, calidad de los mismos, limitaciones y suposiciones. En este capítulo se menciona de forma genérica la utilización de escenarios y parámetros que nos permitirá obtener información de los impactos ambientales de los productos en diferentes condiciones de funcionamiento y para la metodología de impacto seleccionada.

1.3.7 Análisis del Inventario del Ciclo de Vida de un periódico impreso

En este capítulo se efectúa el Análisis de Inventario que es la fase que requiere de un mayor esfuerzo tanto para la recopilación de los datos como para la modelización de los mismos en las diferentes unidades funcionales. Se ha definido en la estructura de la base de datos de inventario las diferentes etapas seleccionadas, las unidades y categorías de los procesos, su planificación y la descripción de las fuentes de orígenes de los datos primarios y secundarios.

En primer lugar se describen los procesos intermedios desarrollados en las fases de preimpresión, impresión coldset, impresión inkjet, distribución, uso y final de vida.

A continuación se desarrollan los datos de entrada que incluyen las materias primas, consumibles y servicios como transporte y electricidad.

Posteriormente se desarrollan las unidades que forman parte de los bienes de capital como son la infraestructura y la maquinaria y equipamiento de la industria. Finaliza el capítulo con el modelado de los diferentes escenarios a los que se les aplicará el análisis de impacto.

1.3.8 El Análisis del Impacto de Ciclo de Vida de un periódico impreso

En el capítulo 8 se efectúa el análisis del impacto para los dos sistemas del producto aplicando la metodología ReCiPe para los impactos de punto medio y punto final a través del software Simapro 7.3.3 que utiliza la base de datos Ecoinvent 2.2 compilada en Mayo de 2010. En esta aplicación se ha incorporado las diferentes unidades de proceso de la fase de inventario parametrizando las materias primas, distancias, tecnologías, especificaciones del producto, mix energético, etc. en función de los escenarios a evaluar.

En este capítulo se describe las principales categorías y metodologías de impactos existentes y los resultados de la evaluación del impacto en función de las especificaciones del periódico impreso, variando tiradas, gramajes de papel, paginación y formato; tecnología de impresión, coldset e inkjet; bienes de capital; ubicación geográfica de la materia prima, planta de impresión y distribución, mix energético y planta de tratamiento de residuos. Se incorpora numerosas tablas y figuras con los resultados de los impactos ambientales.

1.3.9 Interpretación del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso

En este capítulo se resume y argumenta los resultados de los capítulos anteriores. En primer lugar se identifica los asuntos significativos en los diferentes escenarios analizados que abarcan las especificaciones del periódico impreso, tecnología, bienes de capital y ubicación geográfica. Posteriormente se efectúe la evaluación con un análisis de integridad, sensibilidad e incertidumbre para algunos de los impactos, junto con un análisis de coherencia y de calidad de los datos. En las conclusiones de la interpretación se menciona la importancia de la unidad funcional, de los bienes de capital y de la calidad de los datos que forman parte de las limitaciones encontradas y de las recomendaciones para futuras líneas de investigación. Se muestra al final de este capítulo el punto de equilibrio económico y medioambiental, que varía en función de los escenarios utilizados.

1.3.10 Análisis de resultados, conclusiones y líneas futuras

En este último capítulo se efectúa el análisis general de los resultados y del trabajo efectuado planteando las diferentes líneas de investigación que se pueden derivar de la investigación, así como las publicaciones previstas.

1.3.11 Referencias Bibliográficas y Glosario

Se han incluido más de 160 referencias a artículos, libros, catálogos, enlaces de internet relacionados con el Análisis del Ciclo de Vida y los impactos ambientales en la industria gráfica, que figuran en el apartado de Referencias Bibliográficas y a pie de página en los diferentes capítulos. Existen diferentes aplicaciones que han facilitado la recopilación de la información como Google Académico y sus sistemas de alerta que permite tener presente las últimas publicaciones sobre los temas en estudio, sin olvidar la facilidad proporcionada a través de los recursos electrónicos universitarios con sus bases de datos de recursos electrónicos y revistas electrónicas para acceder a los contenidos. Por último, los gestores de citas bibliográficas como Refworks, han facilitado el poder disponer y ordenar la información seleccionada.

Después de la bibliografía se incluye un glosario que resume parte de la terminología utilizada en este trabajo.

1.4 Resumen de la Tesis

La sociedad exige cada vez más, productos y servicios más sostenibles, así como disponer de información transparente sobre las cualidades ambientales de los mismos. Por otra parte en la gestión moderna de las empresas se necesita disponer de potentes herramientas que faciliten el entendimiento entre las características ambientales de los productos y servicios y cómo estos pueden hacerse más sostenibles. El Análisis del Ciclo de Vida es una de las herramientas de gran alcance de la Ecología Industrial que permite evaluar los aspectos e impactos de un producto desde la cuna a la tumba. Es una herramienta que permite dentro de la empresa desarrollar estrategias de sostenibilidad para sus productos y servicios.

En esta tesis se efectúa una investigación sobre los impactos ambientales en los medios de comunicación impresos a partir de la herramienta del Análisis del Ciclo de Vida que se aplica a dos sistemas del producto: periódico impreso mediante offset-coldset y periódico impreso mediante digital-inkjet. A partir de los datos de inventario recopilados de diferentes fuentes entre las que se incluyen los consumos de la principal empresa de impresión de Canarias así como diversos estudios y comunicaciones personales, se diseñan las diferentes unidades de proceso para diversos escenarios de funcionamiento.

Mediante la aplicación de la metodología de impacto elegida ReCiPe se transforma los resultados del inventario en una puntuación determinada para las categorías de impacto seleccionadas entre las que se incluye el Cambio Climático.

La evaluación del impacto ambiental varía en función de los diferentes escenarios que se agrupan en: especificaciones del periódico impreso, tecnología, bienes de capital, ubicación geográfica.

Las principales conclusiones del estudio tienen en cuenta lo siguiente:

- La importancia de la unidad funcional respecto a la que se relacionan los datos del análisis que tiene que ser elegida de forma adecuada al propósito del mismo
- La transcendencia de los bienes de capital utilizados en la producción puede llegar a suponer más del 9% de los impactos y que de forma habitual no se tienen en cuenta en los estudios de Análisis de Ciclo de Vida
- La ubicación geográfica que afecta al origen y tecnología utilizada en la producción de las materias primas, el mix energético a utilizar o diferentes zonas de distribución de los productos hacen que los impactos alcancen valores muy diferentes.
- La parametrización de las unidades de proceso para su uso en escenarios permite obtener los datos de impacto para cada tipo de producto fabricado que puede ser utilizado para la mejora medioambiental del proceso o como información del impacto ambiental del mismo en un etiquetado ecológico del producto.
- La tecnología inkjet aporta menores impactos ambientales pero su elevado coste y su baja productividad hace que todavía no sea la alternativa económica que sustituya a la impresión coldset tradicional más contaminante en la impresión de periódicos

1.5 Abstract

Society is demanding more sustainable products and services. It wants to have clear information about the environmental qualities of them. On the other hand, in modern business management is needed to provide powerful tools to facilitate the understanding between the environmental characteristics of products and services and how they can become more sustainable. The Life Cycle Assessment is one of the powerful tools of Industrial Ecology that allows to evaluate the aspects and impacts of a product from cradle to grave. This tool also allows the company to develop sustainability strategies for their products and services.

This academic thesis research on the environmental impacts in the printing media using the tool of Life Cycle Assesment applied to two Systems Producta: newspaper printed by offset-coldset and by digital-inkjet. Based on inventory data collected from different sources including the consumption of materials and energy from the main Canary printing company and several studies and personal communications, various process units are designed for different operating scenarios.

Through the application of the methodology of impact ReCiPe, inventory results is transformed into a certain score for selected impact categories including Climate Change.

The environmental impact assessment varies according to the different scenarios that are grouped into: newspaper printed specifications, technology, capital goods, geographical location.

The main conclusions are as follows:

- The relevance of the functional unit regarding the data analysis has to be properly selected according the purpose of the study relate.
- The significance of capital goods used in production may even imply for more than 9% of the impacts and habitually is not taken into account in the Life Cycle Assessment.
- The geographic location affects the origin and technology used in the production of raw materials, energy mix used, or different distribution areas products that make the impacts obtain very different values.
- The use of parameters for the process units in the scenarios allows to obtain impact data for each type of product that can be used for environmental improvement of the process or environmental impact information of products through an ecological product labeling.
- Inkjet technology provides less environmental impact but it high cost and low productivity does not yet be the affordable alternative to replace the most contaminating coldset in newspaper printing.

2. Ecología Industrial y herramientas de aplicación

El término Ecología Industrial nos relaciona el sistema industrial con el sistema biológico natural de nuestro medioambiente. La Ecología Industrial ha evolucionado desarrollando y adaptando herramientas y teorías que están contribuyendo a la integración de la industria con el medioambiente haciendo posible un avance hacia la sostenibilidad de la actividad industrial. En los últimos años la Ecología Industrial se ha convertido en un nuevo campo multidisciplinario que comprende las ciencias ambientales, ingeniería, economía y política. En este capítulo se explicará el origen y evolución del término de ecología industrial, la analogía biológica de los sistemas industriales con los naturales, su relación con la sostenibilidad así como una breve descripción de las principales herramientas de aplicación. Entre las herramientas a utilizar como aplicación de la Ecología Industrial destaca el Análisis de Ciclo de Vida que se aplicará en un periódico impreso con diferentes escenarios.

2.1 ¿Qué es la Ecología Industrial?

La Ecología Industrial proporciona una perspectiva sobre el sistema industrial que hace pensar en una contradicción entre los términos industrial y ecológico (Erkman 1997). Estamos acostumbrados a tener en cuenta el sistema industrial como algo separado de la biosfera situando a las fábricas y ciudades en un lado y a la biosfera en otro. La Ecología Industrial considera el sistema industrial como un tipo particular de ecosistema que al igual que los naturales se pueden describir a partir de materiales, energía y flujos de información. El sistema industrial según esta perspectiva se basa en que todos los recursos y servicios son proporcionados por la biosfera de la que no se puede separar.

El término Ecología Industrial se utiliza desde los años 70, extendiéndose la expresión desde 1990 a los ámbitos académicos, empresariales y gubernativos con una definición generalmente aceptada. La Ecología Industrial tiene en cuenta la totalidad de los materiales y flujos de energía a través del sistema industrial incidiendo en tres elementos claves:

- Visión integrada, sistemática y global de todos los componentes de la Economía Industrial y sus relaciones con la biosfera.
- Partiendo del sustrato biofísico de las actividades humanas tiene en cuenta los complejos patrones de los flujos de materiales dentro y fuera del sistema industrial en contraste con la consideración que la mayoría de la población tiene de la economía como unidades monetarias abstractas e independiente de los flujos de energía.
- Considera el cambio tecnológico y su evolución a largo plazo como clave fundamental de la transición del sistema real insostenible al sistema eco industrial sostenible y viable.

Entre las múltiples definiciones de la Ecología Industrial destaca la efectuada en 1994 por Robert White (Allenby 1994) ex presidente de la Academia Nacional de Ingeniería de EE.UU. reflexionando sobre cómo utilizar los conocimientos adquiridos a partir del estudio de la ecología industrial para la política:

"*La ecología industrial es el estudio de los flujos de materiales y energía en las actividades de la industria y de los consumidores, de los efectos de esos flujos sobre el medio ambiente y de la influencia de la economía, la política, las regulaciones y los factores sociales en el flujo, uso y transformación de los recursos. El objetivo de la Ecología Industrial es conocer mejor cómo podemos integrar nuestro interés medioambiental en nuestra actividad económica*"

La ecología industrial pretende ser "un agente de cambio" para la industria, proporcionando principios y herramientas que pueden fomentar el cambio hacia una sociedad más sostenible (Zvolinschi 2007).

Los conceptos de "Metabolismo Industrial" (Ayres 1994), "Ecosistema Industrial Cerrado" (Frosch 1989), "Tecnologías de Cadenas de Alimentación" (Graedel 2002), y "Simbiosis Industrial" (Ehrenfeld 1997) se utilizan como principios generales de la Ecología Industrial según se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Descripciones de Ecología Industrial (Seuring 2004)

Autor	Ecología Industrial
Frosch y Gallopoulos, 1989, p. 95	El modelo tradicional de la actividad industrial en el que cada proceso de fabricación requiere de materias primas generando productos que se venden y residuos que hay que eliminar, se transformó en un modelo más integrado: un ecosistema industrial. El ecosistema industrial funciona de forma análoga a los ecosistemas biológicos.
Graedel, 1994, p. 23	La Ecología Industrial es un nuevo concepto que agrupa y analiza de forma sistemática las interacciones entre las actividades humanas y el medio ambiente. Tal como se aplica a la industria, la Ecología Industrial tiene por objeto optimizar el ciclo total de los materiales industriales a partir de material original hasta el producto terminado, para terminar con la disposición final de residuos.
Ayres 2002, p. 44–59	Ecología industrial es un neologismo que pretende llamar la atención sobre una analogía biológica: el hecho de que un ecosistema tiende a reciclar los nutrientes más esenciales, utilizando sólo la energía del sol para "llevar" el sistema. En un ecosistema "perfecto" la única fuente de energía es la del sol. Todos los otros materiales son reciclados biológicamente, en el sentido de que los residuos de cada especie son los "alimentos" de otra especie. La analogía industrial de un ecosistema es un parque industrial (o alguna región más grande) que recoge y recicla todo los materiales físicos internamente, consumiendo solamente la energía desde fuera del sistema y produciendo productos o servicios para la venta a los consumidores.
Korhonen, 2000, p. 19	La Ecología Industrial se entiende como un concepto de gestión del flujo de materiales para las empresas industriales. Se centra en el material físico y los flujos de energía que utiliza una empresa con su entorno natural, así como de unas empresas con otras con las que coopera. Se centra en los flujos que una empresa produce, así como en los residuos y en las emisiones a la naturaleza

La investigación de las aplicaciones de la Ecología Industrial (Ehrenfeld 2007, Erkman 1997) se concentra principalmente entorno a tres áreas: Metabolismo Industrial, Desmaterialización y Simbiosis Industrial.

- **Metabolismo Industrial**. Es el proceso mediante el cual los flujos de masa y energía, son manipulados o transformados por la economía (Seager 2002). Un ecosistema industrial se entiende como modelo de una comunidad o conjunto de empresas basadas en una alternativa natural. La analogía del metabolismo ha ayudado a desarrollar herramientas y métodos para el seguimiento del flujo de materia y energía a lo largo del ciclo de vida del producto a través de toda la economía del sistema (Ehrenfeld 2007). Estas herramientas se han utilizado en el diseño de productos o procesos de menor impacto ambiental y con el objetivo de reducir el consumo de materiales. La gestión del ciclo de

vida es en gran parte una consecuencia de la aplicación del análisis del ciclo de vida y de un mejor conocimiento de los procesos.

- **Desmateralización.** Desarrollo de conceptos y estrategias para la optimización de los flujos de materias y energía dentro de la economía como consecuencia de la evolución tecnológica y el aumento de la productividad de los recursos. La consecuencia principal en relación a la disminución de la energía es la descarbonización, con el objetivo de ir disminuyendo el contenido relativo de carbono de las fuentes de energía. Esto ha significado el cambio del uso intensivo del carbón, petróleo y gas hacia la energía hidroeléctrica, solar, eólica o nuclear (Erkman 1997).
- **Simbiosis** y **Eco-Parques Industriales.** Entre las empresas que radican en las actuales zonas industriales o en las de nueva creación se crean agrupaciones de industrias donde los productos y residuos se utilizan como recursos por otra empresa produciendo emisiones mínimas. El campo de actuación de los eco-parques industriales y de las bolsas de residuos se pueden extender fuera de los límites de una zona industrial.

El concepto de Ecología Industrial se basa en una analogía directa con los ecosistemas naturales. En la naturaleza un sistema ecológico opera a través de una red de conexiones en el cual los organismos viven y consumen unos y otros los desechos de los demás. El sistema ha evolucionado de manera que en las comunidades de organismos vivos nada de lo que contiene energía o materia útil se pierde. Siempre encontraremos algún organismo que habrá evolucionado y vive tratando los residuos como productos de los que obtiene energía o material útil. Los ecologistas hablan de una red alimentaria, una interconexión de los usos de ambos organismos y sus desechos. En el contexto industrial podemos pensar en esto como el uso que de los productos y productos de desecho. La estructura del sistema de la ecología natural es extremadamente similar a la estructura de un sistema económico o un sistema industrial. (Frosch 1992)

La Ecología Industrial se centra en evitar daños al medio ambiente a través de análisis de sistemas, productos, procesos, diseño de instalaciones y la innovación tecnológica (Chertow 2008).

La Ecología Industrial opera en tres niveles de actuación (Figura 2.1):

- **Empresa.** Utilizando herramientas como el Análisis del Coste Total, Prevención de la Contaminación, Eco-eficiencia y Diseño para el Medioambiente.
- **Agrupaciones de empresa**. La cooperación entre empresas y organizaciones para la utilización e intercambio de los recursos e información dentro de un único o de diferentes sectores industriales, está haciendo posible ampliar la vida de los productos más allá del diseño, la producción, distribución y el uso al poder compartir recursos durante todas las fases incluida la eliminación final procurando simbiosis industrial con otros sectores.
- **Regional y global**. Siguiendo los flujos de materiales y energía entre las regiones económicas en todo el ciclo de vida del producto. La cantidad energía total y los materiales utilizados en un producto, proceso, instalación o servicio o en una región.

Figura 2.1. La Ecología Industrial funciona a tres niveles (Lowe 1997)

La ecología industrial ofrece una visión y una base para la comprensión de cómo se pueden mejorar los actuales procesos de producción. (Lowe 1997, Roberts 2004)

- Conectando distintas empresas en los ecosistemas industriales para optimizar la captura y concentración de los subproductos y residuos de los flujos de materiales y excedente de energía para su uso por otros industrias
- Estrechando lazos a través de la reutilización y el reciclaje localizando las industrias que se benefician económicamente del comercio o intercambio de residuos y subproductos
- Maximizando la eficiencia del uso de materia y energía
- Minimizando la generación de residuos
- Pensando en los residuos como potenciales productos
- Equilibrando las entradas y salidas a las capacidades de los ecosistemas naturales
- Reduciendo la carga ambiental creada por las emisiones
- Diseñando el sistema industrial con sensibilidad hacia el medio ambiente natural con uso eficiente de materia y energía
- Minimizando el transporte materiales tóxicos y peligrosos
- Rediseñando procesos
- Sustituyendo tecnologías y materiales
- Haciendo más con menos
- Proporcionando un sistema adecuado "infraestructura inteligente" que garantice el crecimiento de las eco-industrias para mantener altos niveles de innovación como base de su ventaja competitiva.
- Promoviendo oportunidades para establecer una verdadera asociación y compromiso con las comunidades y gobiernos en el desarrollo de una actitud más sensible a las prácticas de la industria sostenible.

2.2 Ecología Industrial y Sostenibilidad

El mundo está cambiando rápidamente, debido en parte al aumento de la riqueza y al tamaño de la población. Existe una necesidad creciente para que los procesos de producción sean cada vez más eficientes y sostenibles. Tenemos que superar problemas como la desigual distribución de la riqueza, la producción insuficiente de alimentos, el suministro eléctrico, el aumento de la población y el mayor impacto ambiental de nuestra actividad. La sostenibilidad es el elemento clave para resolver los actuales problemas ecológicos, económicos y de desarrollo.

El desarrollo sostenible se ha incorporado a muchos niveles de la sociedad durante los últimos años. La definición más utilizada es la presentada por Gro Harlem Brundtlad Primer Ministro de Noruega y Presidente en 1987 de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED - World Commission on Environment and Development) en el informe "Our Common Future" en la 14 sesión del Consejo de Gobierno del Programa Medioambiental de Naciones Unidas (UNEP). "*El Desarrollo Sostenible es el camino del progreso que satisface las necesidades y aspiraciones de la generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*" (Brundtland 1987). La definición incluye factores sociales, económicos, ambientales y tecnológicos según se muestra en la Figura 2.2.

Figura 2.2. Factores de Sostenibilidad (Brundtland 1987)

La Ecología Industrial comprende diferentes escalas y niveles de actividad del flujo de materia y de energía a través de los sistemas. Permite centrarse a nivel de las instalaciones, empresas o de una forma más amplia a nivel regional o mundial siendo el objetivo final la **Sostenibilidad**, un término abstracto que la Ecología Industrial acerca haciéndolo tangible y medible (Figura 2.3).

Figura 2.3. Círculos concéntricos de un sistema industrial (Chertow 2008)

Varios autores describen una estructura jerárquica de cinco niveles para los modelos de desarrollo sostenible (Tabla 2.2). Debido al número creciente de modelos y herramientas diferentes que se están desarrollando, existe el riesgo de que estas herramientas entren en conflicto compitiendo entre sí pudiendo ser sustitutivos o alternativas unas de otras.

Tabla 2.2. Estrategias de Desarrollo Sostenible (Robert 2000, Korhonen 2009)

Nivel	Desarrollo Sostenible
1	Define los principios que constituyen y construye el sistema bajo estudio. El sistema patrón es el ecosistema global, mientras que el sistema económico humano y el sistema social son subsistema. Existen tres dimensiones en ese sistema: la económica (costes y beneficios), la social(responsabilidad desarrollo derechos humanos) y la ecología (el material y los flujos de energía, la biodiversidad ecológica)
2	Es el deseado estado de sostenibilidad que implica un estado final o resultado concreto. El término a utilizar es el concepto de desarrollo sostenible, que es un proceso continuo cuya dirección es la sostenibilidad.
3	Sugiere el proceso para lograr el éxito del desarrollo sostenible utilizando un análisis retrospectivo (la sesión del sistema se establecen a partir de un resultados exitoso de futuro) y plataformas flexibles donde la inversión actuales no sólo se consideran para resolver los problemas y dificultades actuales sino que también son considerados como un primer paso para las inversiones futuras acorde con la visión futura de la empresa
4	Sigue con acciones prácticas en consonancia con los procesos usados con el objetivo de alcanzar la sostenibilidad dentro del ecosistema patrón con sus subsistemas económicos y sociales
5	Herramientas y técnicas que controlan el éxito de los flujos de las acciones (material y la energía y sus impacto sobre el ecosistema)

La ecología industrial tienen un gran potencial como concepto a aplicar y se utiliza en todos los niveles de la estrategia de desarrollo sostenible, existiendo muchas probabilidades de que si no se utiliza se contribuya a la insostenibilidad.

La ecología industrial se compone de un conjunto de conceptos que emergen de la investigación y la práctica del desarrollo sostenible. En los últimos años se ha provocado un amplio debate científico, así como iniciativas en la industria, la gestión de las empresas y en el diseño e

implementación de políticas públicas. La ecología industrial ofrece una contribución a todos los niveles del modelo de desarrollo sostenible. El pensamiento estratégico es la clave para alcanzar el éxito real de la práctica de la ecología industrial hacia la sostenibilidad bajo la filosofía de la responsabilidad social en las empresas.

La ecología industrial permite ver más allá de los límites del sistema a nivel local o regional o los que resultan de aplicar los límites a un cierto campo específico de conocimientos. La ecología industrial es un nuevo sistema de decisión y diseño de la economía sostenible (Ehrenfeld 1997)

2.3 Herramientas y prácticas habituales de la Ecología Industrial

Existen una gran cantidad de herramientas de aplicación en la Ecología Industrial, muchas de ellas existían con anterioridad al desarrollo de esta nueva disciplina y se han adaptado a ella. Se pueden agrupar de diversas formas aunque se destacan cinco elementos de la Ecología Industrial que se utilizan como herramientas y prácticas habituales (Chertow 2008):

- **Diseño para el medio ambiente y mejora de la Ecoeficiencia** *(Design for Environment – DfE, Ecoefficiency)***.** Se diseña el producto o servicio optimizando las características ambientales del mismo desde las primeras etapas. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WBCSD, 2000) ha identificado siete elementos que las empresas pueden utilizar para mejorar la eco-eficiencia y que proporciona una introducción útil al Diseño para el medioambiente:
    1. Reducir el consumo de materiales
    2. Reducir la intensidad energética
    3. Reducir la emisión de sustancias tóxicas
    4. Mejorar la reciclabilidad
    5. Maximizar el uso de las energías renovables
    6. Extender la durabilidad del producto
    7. Aumentar la intensidad del servicio

  El Diseño para el medio ambiente se asocia con una perspectiva de ciclo de vida porque se basa en consideraciones de un plazo mayor que la producción, el uso, la reutilización y el desecho reconociendo todas las decisiones que afectan al medio ambiente.

- **Análisis del ciclo de vida (Life Cycle Assesment - LCA).** El análisis del ciclo de vida considera todo el conjunto impactos ambientales que ocurre en cada etapa del desarrollo industrial y de uso del producto o servicio no limitándose a lo que ocurre solamente en los procesos de fabricación. Este pensamiento está creando nueva conciencia con un mayor efecto sobre el medio ambiente de los productos y servicios. Así por ejemplo en muchos productos de electrónica de consumo que se fabrican de manera eficiente resultan difíciles de eliminar al final de su vida útil. Los vehículos a motor no generan los mayores impactos sobre el medio ambiente en la fase de fabricación sino en la etapa de uso. El análisis de ciclo de vida es una herramienta analítica para la evaluación sistemática de los aspectos ambientales de un producto o

servicio a través de todas las etapas de su ciclo de vida y se basada en la norma ISO 14040:2006. La estructura formal consta de cuatro etapas que son:

1. Definición de objetivos y ámbito de aplicación
2. Análisis de Inventario
3. Evaluación del impacto ambiental
4. Interpretación.

Un análisis de ciclo de vida puede ofrecer una comparación entre distintos productos o procesos. De sus análisis pueden llegar a ser complejos y caros por lo que también se han desarrollado los análisis de ciclo de vida simplificado que utilizan bases de datos económicas en aquellos casos que resulta difícil obtener los datos.

- **Análisis de flujo de materiales** (*Material Flow Analysis - MFA).* Este método que se utiliza para asignar y cuantificar el flujo de materiales a lo largo de la cadena de suministro del producto de una instalación o grupo de instalaciones o en un determinada región. Dentro de una región determinada de interés se abordan de forma individual para identificar y cuantificar toda su energía, agua y material en las entradas y salidas, así como diversos atributos de la instalación Los datos generales, recogidos a partir de una amplia gama de fuentes, se puede utilizar para crear datos de flujo de materiales esperados para diferentes industrias.

- **Simbiosis Industrial** *(Industrial Symbiosis - IS)***.** El concepto de simbiosis industrial se basa la idea de cambio cuando las instalaciones de residuos de energía, agua y materiales sirven de materia prima para otra instalación. La simbiosis industrial es un enfoque cooperativo que proporciona ventaja competitiva de las empresas que tradicionalmente no estaban vinculados. La mejora de la eficiencia económica y sobre el medio ambiente se unen otros beneficios que afecta al personal a los equipos y al intercambio de información. Entre las múltiples formas de simbiosis industrial existente en todo el mundo destacan los parques eco industrial. Uno de los primeros ejemplos que existen de este modelo es el eco-parque industrial de Kalundborg en Dinamarca.

La ecología industrial combina las técnicas de análisis cuantitativas de los flujos de materiales y energía con la economía y factores regulatorios y sociales.

- **Cadena Verde de Suministro**. (Greening the Supply Chain). Son empresas que alcanzan un nivel de responsabilidad ambiental en la práctica con sus proveedores y clientes. La empresa toma decisiones a través de sus propias normas ambientales dando un trato preferencial a los proveedores que son capaces de cumplir con sus objetivos (Figura 2.4).

Figura 2.4. Cadena Verde de Suministro

- **Responsabilidad Extendida del Productor**. (Extended Producer Responsibility - EPR). El fabricante asume la responsabilidad de sus productos una vez que se han utilizado para sus propósitos originales. Incorpora un enfoque de análisis de ciclo de vida para abordar la responsabilidad de los impactos ambientales de los productos más allá de la fábrica.

- **Certificación Ambiental.** (Environmental Certification). Es un proceso que se aplica a determinados productos o clases de productos de acuerdo con criterios determinados. Si un producto se certifica con éxito recibe una "etiqueta ecológica" expedido por una entidad acreditador. Sirve para informar a los consumidores que un producto o servicio cumple con credibilidad normas medioambientales específicas. Los movimientos de certificación están experimentando un rápido crecimiento desde los bosques, productos de café, prendas de vestir y hasta el ecoturismo como un medio voluntario de la regulación. La certificación incorpora una perspectiva de ciclo de vida, como se ve en toda la cadena de valor, para determinar si se han utilizado prácticas sostenibles en el cultivo y la cosecha para la alimentación, en el bosque para la obtención de productos, así como en la producción de un conjunto amplio y creciente de bienes y servicios.

- **De Productos a Servicios.** (Products to Services). Se cambia el enfoque del consumo de la propiedad en los bienes propios de los servicios que se ofrecen. Esto implica, por ejemplo, que no es tan importante tener un coche para obtener el servicio de transporte pudiendo ofrecerse a través de alternativas como el uso compartido del mismo. La implicación del medio ambiente con el uso de sistemas alternativos a la propiedad como el leasing o el renting ofrecen incentivos a los fabricantes que se orientan a largo plazo en cuestiones como la durabilidad de los productos, el uso menos intensivo de materia y energía, economías de escalas favorables en servicios y una mayor vida útil.

Existen diferentes clasificaciones y categorías en las herramientas que se utilizan en Ecología Industrial (Van Berkel 1997, Finnveden 2005). En la Figura 2.5 se muestra una guía propuesta para la clasificación de estas herramientas.

¿Es la herramienta un procedimiento o un instrumento de análisis?

- Los procedimientos se centran en los procesos y en las conexiones con la sociedad mientras que las herramientas de análiticas se centran más detalles técnicos del análisis y se puede utilizar dentro del marco de su mentor de procedimiento

¿Qué tipos de impacto se consideran?

- Se consideran si se centran en uso de recursos por el impacto ambiental y se incluyen los aspectos económicos

¿Cuál es el objeto de estudio?

- Las políticas planes y programas y proyectos
- Regiones o países
- Organizaciones empresas
- Productos y servicios
- Sustancias

¿Se utilizan estudios ambientales descriptivos o orientados al cambio?

- Este aspecto es muy discutido en los análisis de ciclo de vida donde las decisiones relativas a los datos y metodología puede depender de la meta prevista del estudio

Figura 2.5. Guía para clasificación herramientas (Finnvenden 2005)

A partir de un inventario de las diferentes herramientas de evaluación de la sostenibilidad (Ness 2007), se efectúa una categorización de estas herramientas analizando los diferentes enfoques y evaluando en qué medida son capaces de incorporar las distintas dimensiones de la sostenibilidad. La evaluación de sostenibilidad se basa en tres áreas generales de categorización:

- Indicadores e índices
- Evaluación relacionada con el producto
- Evaluación integrada

En la evaluación se consideran los siguientes factores:

- Las características temporales. Si la herramienta se utiliza para evaluar el pasado o para predecir resultados futuros como por ejemplo un cambio de política una mejora de un proceso de producción.
- El enfoque o áreas de cobertura, si el enfoque está a nivel de producto o una propuesta de cambio de política.
- La integración de los sistemas naturaleza y sociedad, es decir en qué medida la herramienta combina los aspectos ambientales sociales y económicos.

2.3.1 Indicadores e índices

Se desglosan en integrados, de flujo y no integrados.

- Indicador de la presión ambiental (Environmental Pressure Indicators – EPI's) desarrollado por la oficina de estadística de la Unión Europea Eurostat proporciona datos comparables y comprensibles para la Unión Europea. El objeto de este indicador no integrado consiste en conocer por ejemplo el daño a los bosques, la presión pesquera, la intensidad del turismo, residuos depositados en vertederos. Proporciona un conjunto de indicadores para los estados miembros con el fin de medir y evaluar el medio ambiente, permitiendo una comparación de la situación ambiental de los diferentes países miembros.

- Indicadores regionales de flujo de materiales y energía como el análisis de flujo de materiales o el análisis de flujo de sustancias. Los indicadores de flujos de energía en la economía, se basa en la primera ley de la termodinámica, que establece que la energía es constante, que sólo se puede convertir en diferentes tipos de energía. Esta forma de analizar la energía tiene en cuenta tanto la calidad y la cantidad de energía bajo el concepto de exergía (Dincer 2012). La exergía de un sistema es la máxima cantidad de trabajo mecánico que puede ser extraído. Un análisis de exergía da una visión general de la eficacia de la utilización de los recursos, demostrando que se producen pérdidas, y cómo las mejoras tecnológicas pueden aumentar la eficiencia energética.

- Entre los indicadores integrados se han efectuado numerosos intentos de combinar las diferentes dimensiones de la naturaleza y la sociedad en un solo indicador o índice. Los cuatro primeros índices se desarrollan a partir de la contabilidad nacional como son:
    - Producto interior bruto (Gross Domestic Product - GDP) y Producto nacional neto (Net National Product –NNP) Estos dos indicadores se utilizan con frecuencia como

medida general del bienestar humano pero no proporcionan información en cuanto a la sostenibilidad dejando de lado factores críticos como la distribución del ingreso. No tiene en cuenta las consideraciones del medio ambiente para una adecuada calidad de vida.

- Renta nacional sostenible (Susteinable National Income – SNI). Se intenta ir más allá de los parámetros económicos y determinar mediante la incorporación de una utilización sostenible de los recursos, las variaciones en los ingresos de la contabilidad nacional.
- Índice de bienestar económico sostenible (Sustainable Economic Welfare – ISEW) y el Indicador de Progreso General (General Progress Indicator – GPI) son dos herramientas estrechamente relacionadas que añade a la contabilidad nacional factores determinantes del bienestar incluyendo deducciones por los gastos militares, degradación del medio ambiente y depreciación del capital natural.
- Ahorro neto ajustado (Adjusted Net Savings). Es un indicador asociado con el banco mundial, la tasa neta de ahorro abarca el agotamiento de recursos y la degradación del medio ambiente. Se ha ampliado para incluir el cambio tecnológico, recursos humanos, exportación excesiva de recursos, nuevos recursos naturales y capital natural en estado crítico. Un valor positivo refleja transición hacia la sostenibilidad.
- La huella ecológica (The Ecological Footprint). Es una herramienta que estima el consumo de recursos y los términos de asimilación de residuos para una población reflejando los términos económicos en relación con la superficie correspondiente. El cálculo de la huella ecológica es un proceso de múltiples etapas donde se tiene en cuenta el promedio de nivel de consumo anual de alimentos, transportes y en general todos los servicios y bienes de consumo. A continuación se tiene en cuenta la superficie de tierra necesaria para la producción calculando el impacto ambiental de cada uno de los artículos de consumo sumando todas las áreas. El resultado es la superficie de tierra necesaria por habitante para consumo anual de bienes y servicios.
- El índice de bienestar (Wellbeing Index). El índice se compone a su vez del índice de bienestar humano, que incluye la población con parámetros relacionados con la salud y la riqueza; y el índice de bienestar del ecosistema, que incluye la tierra, el agua, la biodiversidad, etc. agregando entre ambos sesenta indicadores diferentes. Los dos índices se combinan bajo lo que se conoce como barómetro de la sostenibilidad.
- Indice de sostenibilidad ambiental (Environmental Sustainability – ESI). Ha sido desarrollado para medir el progreso global de la sostenibilidad en el medio ambiente con el objetivo de efectuar comparaciones entre países y colaborar en la toma de decisiones ambientales. Se compone de 68 indicadores entre las cinco categorías diferentes siguientes:
    - Estados de los sistemas ambientales: aire, agua, suelo, ecosistemas,
    - Reducción de tensiones en los sistemas ambientales
    - Reducción de la vulnerabilidad humana a cambios ambientales, sociales e institucionales
    - Capacidad para hacer frente a los problemas ambientales
    - Capacidad para cumplir con las normas y acuerdos internacionales

- Indice de desarrollo humano (The Human Development Index – HDI). Se utiliza para evaluación social y progreso económico en los distintos países y se compone de tres parámetros generales: longevidad, conocimiento y nivel de vida.

2.3.2 Herramientas relacionadas con la evaluación del producto

Integra un conjunto de herramientas relacionadas con el análisis y la evaluación de productos o servicios, uso de la materia y flujos de energía desde la perspectiva del ciclo de vida. Se evalúa el uso de los recursos y los impactos ambientales a lo largo de la cadena de producción o a través del ciclo de vida de un producto. Puede tener como objetivo identificar riesgos específicos y deficiencias para apoyar la toma de decisiones.

- Análisis de ciclo de vida (Life cycle assessment – LCA). La herramienta más utilizada y que más se ha desarrollado en esta categoría en los últimos 25 años para evaluar los impactos en el medio ambiente de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida. Es un enfoque que analiza la situación real y potencial que un producto tiene sobre el medio ambiente desde la adquisición de materias primas, transporte, proceso de producción, uso y eliminación del producto.
- Coste del ciclo de vida (Life Cycle Cost – LCC). Proporciona un enfoque económico que resume los costes totales de un producto, proceso o actividad sobre la vida. Está asociada a los costes generales.
- Análisis del flujo material del producto (Product material flow analysis). El análisis considera todo flujo material que se utiliza con un producto o un servicio particular y se conoce como mochila ecológica (ecological rucksack). La mochila consiste en todos los materiales necesarios para el proceso de producción menos el peso real del producto que representa la cantidad real de material.
- Análisis de la energía del producto (Product Energy Analysis). Mide la energía que se requiere para la fabricación de un producto o servicio. Incluye tanto los flujos de energía directa como indirecta en los diferentes procesos y niveles del ciclo de vida del producto. Resume los flujos de consumo de energía a través de cada una de las etapas del proceso de producción pudiendo considerar también un análisis exergético.

2.3.3 Herramientas de evaluación integrada

La evaluación integrada la forma un conjunto de herramientas que se utilizan para apoyar decisiones y políticas globales relacionadas con la implantación de proyectos en una región específica.

- Modelos conceptuales y Dinámica de Sistemas (Conceptual modelling and systems dynamics). Los modelos conceptuales efectúan relaciones utilizando diagramas de flujo o relaciones causa-efecto. Estos diagramas se puede utilizar para visualizar y detectar los cambios en un sistema dado o lo que hay que hacer para aumentar la sostenibilidad.
- Análisis Multi-criterio (Multi-Criteria Analysis – MCA). Se utiliza para la evaluación de situaciones en la que existen varios criterios de evaluación. A partir de los objetivos generales plantados se detecta las ventajas y desventajas en ellos, determinando la política óptima.
- Análisis de riesgos y análisis de incertidumbre (Risk analysis and uncertainty analysis). El riesgo se define como la posibilidad de que se produzcan ciertas pérdidas o daños como

resultado de un determinado evento o serie de eventos. El análisis de riego es la evaluación de esos daños potenciales.

- Análisis de Vulnerabilidad (Vulnerability analysis). Se evalúa la vulnerabilidad de los sistemas humanos acoplados al medio ambiente con el objetivo de cómodo determinar qué es un sistema sea sensibles y resistentes a los cambios y cómo hacer frente a los mismos.
- Análisis coste beneficio (Cost benefit Analysis). Se utiliza para evaluar políticas públicas y privadas, propuestas de inversión para sopesar los costes del proyecto frente a los beneficios esperados. En el ámbito de la sostenibilidad se puede utilizar para tener en cuenta los costes y beneficios sociales entre las diferentes alternativas como por ejemplo en el uso de energía y transportes.
- Evaluación del impacto (Impact assessment). Comprende un grupo de herramientas de predicción utilizadas para mejorar la base de la aprobación de políticas y proyectos.
    - La evaluación del impacto ambiental (Environmental Impact Assessment – EIA). Se ha usado desde el año 1960 para evaluar los posibles impactos ambientales de grandes proyectos de desarrollo con el objetivo de reducir sus efectos negativos.
    - Evaluación ambiental estratégica (Strategic Environmental Assessment – SEA). Es una herramienta para la evaluación potencial de los impactos ambientales en las decisiones estratégicas. Se lleva a cabo antes de la evaluación del impacto ambiental, y se realiza en condiciones que implica menos información, mayor incertidumbre y menor concreción, lo que suele ocurrir con las decisiones políticas.
    - Evaluación de impacto de sostenibilidad (Sustainability Impact Assessment – SIA). Herramientas desarrolladas en la unión europea que identifica en positivo o negativo los impactos de las acciones o políticas propuestas.

En la Figura 2.6 se muestra un esquema de las herramientas habituales utilizadas en la Ecología Industrial para la evaluación de la sostenibilidad.

Figura 2.6. Herramientas de evaluación de la sostenibilidad (Ness 2007)

2.4 Limitaciones de la Ecología Industrial

La ecología industrial debe abrirse a una utilización masiva por parte de empresas, organismos gobiernos y particulares con el fin de elegir de forma adecuada los productos y servicios deseados (Roberts 2004).

La investigación en Ecología Industrial requiere de un conjunto intensivo de datos debido a la naturaleza de los sistemas que se estudian. Al tratar de reunir información sobre un determinado sistema, podemos encontrar que parte de la información puede ser difícil o imposible de recopilar, que la precisión no es la adecuada o que la cantidad de información que disponemos hace que no podamos asimilar con eficacia.

En un estudio de análisis de ciclo de vida, el investigador puede tener acceso a datos protegidos proporcionado por las partes interesadas o puede utilizar una base de datos de inventario del ciclo de vida. En ambos casos puede encontrar que hay datos de ciertos materiales y procesos asociados no disponibles. Se puede realizar una revisión de la literatura existente para ver si otros estudios publicados contienen datos del proceso de interés. Una vez localizada la información, tendremos que tener claro cuál es la calidad los datos obtenidos, si siguen siendo vigentes o están en desacuerdo en alguno de sus aspectos. Al reflexionar sobre el proceso a menudo se requiere debates y consultas con expertos. Durante el proceso hay que elegir la unidad funcional, los límites del sistema y las normas de asignación. Si los datos específicos del estudio, formas de cálculo, precisión de los datos no se publican, otros investigadores interesados tendrán que recorrer el mismo camino (Davis 2010)

La ecología industrial debe facilitar la necesidad de información de una forma colectiva que permita la recolección y reutilización de los datos de forma efectiva para toda la comunidad. Esto requiere el uso de sistemas de información que fomenten la evaluación y permita la reutilización, conservación y expansión de los datos y el conocimiento, impidiendo que los investigadores tengan que descubrir la información ya conocida.

Las técnicas actuales del análisis de ciclo de vida han sido cuestionadas como herramienta poco fiable. Las limitaciones identificadas con las prácticas actuales se deben a la falta de datos para la obtención de un inventario adecuado, dificultades a la identificación de los límites del sistema, suposiciones dispares y evaluaciones de impacto en términos que no son comparables. A pesar de estas limitaciones es una herramienta de gran aceptación y está creciendo en aplicaciones de gestión.

La principal ventaja del análisis de ciclo de vida es que proporciona un marco general para hacerse preguntas que guía el proceso de investigación, más allá de las fronteras locales lo que obliga a considerar factores que previamente habían sido ignorados. Hace hincapié en la reducción de residuos y en la previsión de la contaminación en la fuente de producción.

Teniendo en cuenta las mejores prácticas internacionales, es necesario, un cambio en la política de planificación lejos de la segregación y usos de suelo mixtos en las áreas industriales (Ness 2007). Hay industrias que tienen necesidades especiales, con espacios aislados, pero la mayoría se puede encontrar en una mezcla de actividades industriales y no industriales.

2.5 Beneficios y oportunidades de la Ecología Industrial

Una de las dificultades de aplicación de la Ecología Industrial es la idea de que la economía tiene dirección opuesta y de cómo favorecer el ciclo de materiales y de los desechos. La solución está en un aumento de la competitividad económica para que las empresas puedan explotar mejor sus productos y recursos de una forma más eficiente y por tanto más rentable. Un sistema industrial que genera más riqueza con menos recursos y menos efectos sobre la naturaleza es más elegante y atractivo para el consumidor. El objetivo de la industria ecológica es tener menos desperdicio en los procesos industriales. Un reto en el que los ingenieros deben participar y un cambio en el que tienen que contribuir la política, la economía y los ciudadanos. Hay una necesidad de integración en la Ecología Industrial, el diseño para el medio ambiente, la producción limpia, la prevención de la contaminación y las nuevas prácticas de gestión.

La Ecología Industrial es de aplicación en un momento en que resulta evidente que las soluciones tradicionales a la contaminación aplicadas al final de los procesos son insuficientes. (Erkman 1997). Algunas empresas han experimentado a través del Diseño Industrial estrategias de prevención y análisis de la contaminación utilizando metodologías como el Análisis del Ciclo de Vida, Calidad Total, Diseño para el Medioambiente, etc. Sin embargo, todos estos son enfoques para la prevención de la contaminación y producción más limpia que tiene sus límites. La mayoría de las actividades industriales generan desechos o subproductos durante la fabricación o durante la fase de uso del producto o servicio. En la prevención de la contaminación y los métodos de producción más limpios, se sigue pensando en términos de prevenir y reducir residuos compartiendo en cierto modo la filosofía de soluciones aplicadas al final de los procesos.

La solución que aporta la Ecología Industrial pasa por integrar el final del proceso y los métodos de prevención con una perspectiva más amplia a la que se debe subordinar. Para la aplicación de la Ecología Industrial se hace necesario efectuar algunos cambios en la forma de pensar que ayuden a poder abordar de una forma colaborativa, las cuestiones medio ambientales entre empresas, industrias, sectores y organizaciones no gubernamentales, administraciones públicas y el mundo académico para lograr el cambio social (Chertow 2008).

En un mercado caracterizado por la competencia, se ha demostrado la mejora que aporta la cooperación entre las empresas a lo largo de la cadena de suministro, esto es a lo largo de las etapas del ciclo de vida, a través de los intercambios de recursos como agua energía y materiales. Las reducciones anuales en contaminación, el reciclado, la incorporación de nuevas tecnologías, no va a ser suficiente para lograr la ambición de la Ecología Industrial a largo plazo. El objetivo de la sostenibilidad va incorporando un cambio en el paradigma de los modelos de cooperación e intercambio de recursos previstos por la Ecología Industrial. La ecología industrial avanza según diferentes perspectivas y técnicas de análisis desde lo biológico a lo analógico contrastando métodos de análisis para la investigación en este campo. (Seager 2002).

La evolución de la ecología industrial se dirige a conocer el impacto ecológico del producto y el precio oculto de los productos y servicios a través de la transparencia radical donde las empresas muestren el impacto que sobre el medioambiente tienen el bien o producto que comercializan (Goleman 2012)

El avance en este campo no es tan rápido como debería para alcanzar la sociedad sostenible. Las herramientas que se necesitan desarrollar para alcanzar la eficiencia tienen que ser de tal forma que los beneficios que recibimos de ellas supere la cantidad de esfuerzo que necesitamos para crearlas y que se así mantengan. Si estamos mucho tiempo en la reconstrucción del conocimiento existente, no va a contribuir de forma adecuada al fin que buscamos.

La ecología industrial proporciona un enfoque sistemático para el análisis de los flujos de materiales y energía teniendo en cuenta el ciclo de vida de los productos, el diseño de los edificios, infraestructuras y parques industriales, la reutilización y la recuperación, así como el reciclaje de los recursos de una manera más limpia y eficiente (Côté 2000). Este enfoque tiene en cuenta la conexión de los materiales, productos e infraestructura con funciones ecológicas y con los servicios proporcionados por el medioambiente natural estando dirigido a:

- Buscar ahorros y nuevos ingresos en las operaciones existentes
- Creación de mercados para bienes y servicios existentes
- Desarrollo de nuevas tecnologías, procesos y productos
- Identificación de nuevas innovaciones organizativas jurídicas y económicas
- Desarrollo de infraestructuras que fomenten el intercambio, la reutilización y reciclaje
- Abordar los efectos acumulativos de la producción y el consumo.

Los beneficios que la aplicación de la Ecología Industrial tiene para las administraciones públicas incluyen:

- Aumentar la eficiencia del uso de los recursos
- Aumento de la recuperación de las materias de sistemas de consumo
- Reducción del costo de la infraestructura industrial
- Apoyo a la sostenibilidad a las comunidades
- Identificación de nuevas oportunidades de desarrollo económico
- Fomento de la innovación la gestión ambiental y la regulación

Las oportunidades de desarrollo tecnológico que proporciona son:

- Procesos químicos en los cuales se producen productos intermedios tóxicos limitados y en menores cantidades
- Catalizadores que sean fácilmente recuperables
- Biotecnología capaz de descomponer materiales complejos a través de bacterias
- Reducción de la temperatura de los procesos de producción
- Biopolímeros para utilizar en embalajes , adhesivos, materiales absorbentes lubricantes y otros productos
- Nuevas tecnologías para reciclado y la recuperación
- Investigación y desarrollo de nuevos materiales compuestos para los recursos reciclados

Oportunidades en fabricación

- Materiales para equipos de proceso
- Capacidad de las empresas para alterar física y químicamente los subproductos para satisfacer las especificaciones del cliente
- Construcción de infraestructura eficiente para separar los flujos de materiales
- Productos re-manufacturados

Oportunidades de negocio en la gestión

- La empresa puede manejar las compras y ventas de sus productos
- Creación de empresas que ofrece la recuperación de la inversión global, servicios de readaptación, recuperación o comercialización de los equipos y materiales obsoletos

- Ecosistemas de empresas de restauración
- Consultores de diseño
- Empresas de gestión
- Arquitectos, ingenieros y diseñadores de edificios e infraestructuras

Por su parte (Cohen-Rosenthal 2004) propone la siguiente jerarquía en la utilización y reutilización de materiales:

- Necesidad-eficiencia.
    - Uso apropiado, orden y limpieza
    - Diseño para la durabilidad. Conduce a la fidelidad de los clientes mientras que las averías conduce a una pérdida de confianza generalizada e insatisfacción de los productos de la empresa.
    - Canalización de la energía. La liberación de energía causada con los cambios de estados o en la composición tiene un impacto grande en el medio ambiente. En la mayoría de los procesos donde se libera esta energía se disipa a la atmósfera, afectando a los sistemas acuáticos o aéreos como las aves. Esta pérdida de energía es una fuente potencialmente valiosa de energía que se puede canalizar de nuevo con fines comerciales o uso doméstico.
- Uso extendido.
    - Autogénesis. El desarrollo de materiales y productos inteligentes que se adapten a su entorno, que puedan responder a los cambios de estado a señales externas.
    - Reutilización, reparación, re-manufactura. Se requiere una capacidad económica suficiente para poder recoger una cantidad de un determinado material o sustancia y que la energía y costes asociados al transporte de material reciclado tiene que ser inferior a otras opciones de eliminación.
- Poner a parte
    - Desamblaje, desmontaje, reciclado
- Volver a lo básico
    - Compuestos. Los materiales más comunes son mezcla de compuestos químicos diferentes que por lo general se pueden obtener a partir de métodos físicos como filtración o destilación. También se puede recomponer los compuestos en sus elementos constitutivos a través de reacciones químicas. Sustancias complejas se pueden transformar en otros productos utilizables a través de procesos biológicos como el compostaje.
    - Reconstrucción molecular, nanoquímica.
- Usar lo que queda:
    - Conversión de energía. A través de la incineración de basura o biomasa que requieren inversiones costosas que necesitan ser constantemente salen entradas de materia prima y control de flujo, pudiendo bloquear recursos que podría utilizarse mejor otra manera
    - Vertedero, relleno, control de residuos de contaminados

Las nuevas tecnologías facilitan que los usuarios de productos servicios materias primas puedan conocer el inventario del ciclo de vida de los procesos anteriores y esta forma añadir la aportación de cada uno al productor o desecho que genera.

2.6 Conclusiones del capítulo

La Ecología Industrial proporciona una serie de herramientas para el análisis y evaluación de productos con el objetivo final de alcanzar la sostenibilidad. Algunas de estas herramientas se van a desarrollar y aplicar en los siguientes capítulos. Entre las herramientas más importantes destaca el Análisis del Ciclo de Vida. A su vez el análisis de ciclo de vida se puede complementar con otras como sucede en la fase de inventario del análisis de ciclo de vida, en la que se tiene en cuenta las entradas y salidas de flujos de masa y energía en el proceso analizado. El análisis de ciclo de vida sirve a su vez de base para la aplicación de otras herramientas como la huella ecológica, etiquetado ecológico, etc.

A partir de la información proporcionada por el análisis del ciclo de vida para las diferentes categorías de impacto, la empresa puede disponer de una información útil para la mejora de sus procesos o la implantación de otros nuevos desde la fase de diseño a través del eco diseño.

El fin global es la sostenibilidad y poder conocer el precio oculto de los productos y servicios para poder elegir de una forma transparente.

3. El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de evaluación ambiental

El Análisis del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment - LCA) es una herramienta de gestión medioambiental cuyo uso se ha extendido en los últimos años y que sirve para comprender y comparar cómo un producto o servicio se suministra desde su origen "la cuna" (Cradle) hasta su fin "la tumba" (Crave) y cómo afecta al medioambiente evaluando los impactos ambientales. El desarrollo metodológico del análisis de ciclo de vida ha sido importante en los últimos años y se aplica en la práctica de una forma muy amplia. En este capítulo se analiza el origen de esta herramienta, su evolución, las diferentes fases que comprende, sus limitaciones y su evolución.

3.1 ¿Qué es el Análisis del Ciclo de Vida?

El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta utilizada para evaluar los impactos ambientales y los recursos utilizados durante todo el ciclo de vida del producto, desde la adquisición de la materia prima, las fases de producción y uso, así como la gestión de los residuos (ISO 2006a). Antes de que fuera conocida como Análisis de Ciclo de Vida recibió otras denominaciones como Ecobalance, Análisis de Recursos y Perfil Medioambiental, Análisis Medioambiental Integrado, Perfil Medioambiental, etc. (Baumann 2004). Su desarrollo metodológico se inició en la década de los 70 (Hunt 1996; Oberbacher 1996; Boustcad 1996). La experiencia en su aplicación y los múltiples debates que se produjeron dieron lugar a la metodología actual, estableciendo la vigente denominación en una conferencia celebrada en el año 1991 (Baumann 2004). En el año 1997 se establece la primera norma internacional, la ISO 14040 sobre Análisis del Ciclo de Vida, por parte de la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization), actualizada posteriormente en el año 2006 en las normas:

- **ISO 14040:2006** *Análisis del Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia*
- **ISO 14044:2006** *Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y directrices*

De forma general se considera que los primeros estudios de Análisis de Ciclo de Vida fueron efectuados para Coca-Cola en 1969 (Guinée 1995, Weidema 1997). Estos primeros estudios analizaban los envases, el empaquetado, así como la gestión de residuos y el uso de la energía. A partir de la crisis del petróleo en el año 1973 surge el debate energético adquiriendo los análisis de ciclo de vida una gran importancia. La combinación del debate sobre el uso intensivo de los recursos y la crisis del petróleo hacen que el Análisis del Ciclo de Vida evolucione rápidamente desarrollando una metodología comprensible incluyendo en el análisis los recursos, la energía, las emisiones y los desechos (Baumann 2004). En el trabajo de (Pryshlakivsky 2013) se efectúa un estudio sobre la evolución de la norma 14040 después de 15 años de funcionamiento y de las recomendaciones para mejorar este estándar. En el artículo (Llantada 2014) se analiza la evolución de los análisis de ciclo de Vida en los últimos veinte años en España.

Durante la década de los 80, el interés por el Medio Ambiente creció debido a diversos incidentes medioambientales ocurridos como la explosión del reactor nuclear en Chernobyl, hundimientos de barcos con material contaminante, etc. haciendo resurgir el interés por el Análisis del Ciclo de Vida en relación con el envasado y los vertidos. La mayoría de los estudios iniciales se llevaban a cabo por empresas privadas y no estaban disponibles para el público. Se publicaron alguno de los estudios como los que se efectuaron comparando las bolsas de plástico y con las de papel y también diversos tipos de materiales para envases y embalajes.

En los años 90 surge un periodo de unificación en la metodología motivado por el interés creciente y diversas críticas en las que se exponían que los estudios de Análisis de Ciclo de vida se podían ajustar para dar el resultado deseado. En esta década se organizaron las primeras conferencias científicas sobre Análisis del Ciclo de Vida por parte de la sociedad de Toxicología, Medioambiente y Química (Society of Environmental Toxicology and Chemestry - SETAC) donde los investigadores y representantes de la industria discutían y desarrollaban la metodología. Se manifiestaba un gran interés por la protección medioambiental y por establecer estrategias para minimizar el impacto de los productos y el control de las emisiones. La optimización medioambiental de los productos, se veía como el camino más eficiente para la protección medioambiental, más que la minimización de las emisiones de los procesos industriales, especialmente para productos con alta contaminación durante su uso y desecho. El Análisis de Ciclo de Vida comparaba diferentes alternativas en orden a identificar la opción medioambientalmente más adecuada. Al mismo tiempo se incrementó la publicación de estudios aumentando también el interés en esta herramienta.

En esta década de los años 90, se inicia la comercialización de software para el Análisis del Ciclo de Vida que surgen en muchos casos a partir de estudios de empaquetado y envases proporcionando acceso a los datos del Análisis del Ciclo de Vida. En el año 1992 se constituye la Sociedad para la promoción del desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida, SPOLD (Society for the Promotion of Life Cycle Development) que tenía como primera prioridad el proporcionar Inventarios de Ciclo de Vida accesibles para el público (Hindle 1996). También se percibía la necesidad de que las Bases de Datos pudieran ponerse a disposición del público y que contaran con un determinado formato y estructura en función de la información que contenían. En el año 1995 se desarrolla en Suecia (Steen 1995) el formato SPINE (Sustainable Product Information Network for the Environment) y posteriormente el formato denominado SPOLD (Singhofen 1996).

Con el incremento del número de estudios publicados surgió también la oportunidad de comparar los estudios similares que proporcionaban diferentes resultados por lo que surgieron debates sobre la metodología empleada. La SETAC fomentó esos foros de discusión para unificar la metodología sugiriendo un Código de Práctica en 1993 (Consoli 1993) siendo éste el paso previo a la estandarización en 1997 en la norma ISO 14040.

La mayor parte de los estudios efectuados sobre ciclo de vida en los años 70 y 80 se centraron en cuantificar la cantidad de energía y material que se usaba así como los residuos emitidos, en lo que se conoce como Análisis de Inventario. Algunos de los estudios de los años 80 y 90 incorporaban alguna clase de análisis de impacto. La incorporación del impacto se produce con el fin de resaltar la relevancia medioambiental de las entradas y salidas al sistema.

En el año 2002 el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente UNEP (United Nations Environment Programme) y SETAC formaron UNEP/SETAC Life Cycle Initiative[2] para ayudar al desarrollo y la adopción del Análisis del Ciclo de Vida. Teniendo en cuenta la experiencia práctica con la herramienta en varios países europeos junto con EE.UU. y Japón, esta iniciativa permite acercar a los usuarios al uso de la misma El valor añadido de la iniciativa incluye: (Horne 2009)

- La capacidad de acceder y movilizar a la red mundial establecida y creciente de más de 2000 miembros que se han interesado y siguen interesados en la comprensión y la promoción de enfoques de ciclo de vida en todo el mundo. Estos expertos representan a la industria, gobierno, sector académico y de servicios, siendo los líderes en el desarrollo y aplicación del Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión del Ciclo de Vida (Life Cycle Management - LCM) en todo el mundo.
- La capacidad para recoger y gestionar los ejemplos de buenas prácticas y los logros del ciclo de vida en todo el mundo.
- La posibilidad de ser considerada como organismo de referencia para los enfoques del ciclo de vida.
- La oportunidad de conectar la ciencia, la política y la toma de decisiones en los negocios con el lado de la oferta y la demanda de los enfoques del ciclo de vida. Existe la oportunidad de convertirse en la autoridad mundial para la creación de consenso y de revisión inter pares sobre cuestiones metodológicas y las evaluaciones ambientales de los recursos naturales, materiales y productos en el campo de la ciencia.

La Comisión Europea a través de la plataforma europea para el análisis del Ciclo de Vida (ELCD 2014) coordinada por el Centro Común de Investigación (Joint Research Center – JRC)[3] y el Instituto de Medioambiente y Sostenibilidad (Joint Institute for Environment and Sustainability – IES)[4] publica en el año 2010 el Manual de Referencia Internacional del Sistema de Información para el Ciclo de Vida (International Reference Life Cycle Data System – ILCD) para dar soporte a buenas prácticas en los Análisis de Ciclo de Vida y sus aplicaciones en las empresas y gobiernos (Pennington 2010). Este manual surge en coordinación con las principales asociaciones industriales europeas, empresas líderes en el desarrollo de software y Bases de Datos de Análisis de Ciclo de Vida y desarrolladores de metodologías para el impacto del ciclo de vida. (Calcas 2009). El ILCD consiste en una serie de manuales, guías técnicas de aplicación de la ISO 14040. Entre los datos puestos en red a disposición del público por la Comisión Europea se encuentra la Base de Datos Europea de Referencia de Ciclo de Vida (European Reference Life Cycle Database - ELCD), compuesta de datos de inventarios de ciclos de vida de materiales, proveedores de energía, actividades de transporte, servicios de tratamiento de residuos que representa al mercado europeo, proporcionado o aprobado por las asociaciones industriales más relevantes y que se incorpora en los principales software de Análisis de Ciclo de Vida. En la Tabla 3.1 se muestra un resumen del desarrollo de esta herramienta de análisis.

[2] http://lcinitiative.unep.fr
[3] https://ec.europa.eu/jrc/
[4] http://ies.jrc.ec.europa.eu/

Tabla 3.1 Desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida

Año	Acontecimiento
1963	Primeros estudios conocidos sobre Análisis de recursos y perfil ambiental (Resource and Environmental Profile Analyses – REPA)
1969	Primer estudio comparativo multi-criterio ambiental de Coca Cola, base de la metodología actual de los estudios de Ciclo de Vida
1991	La sociedad de Toxicología, Medioambiente y Química (Society of Environmental Toxicology and Chemestry – SETAC) desarrolla la metodología de evaluación de impacto del Análisis del Ciclo de Vida
1992	Primer sistema europeo de etiquetado ecológico establecido por la Comisión Europea, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD), fundada por la industria para abordar la sostenibilidad. Se constituye la Sociedad para la promoción del desarrollo del Análisis del Ciclo de Vida (Society for the Promotion of Life Cycle Development - SPOLD)
1993	SETAC desarrolla Código de Práctica (Code of Practice) para el Análisis del Ciclo de Vida, llevándose a cabo el primer Análisis de Ciclo de Vida en un coche.
1995	Desarrollo del formato estándar SPINE (Sustainable Product Information Network for the Environment)
1997	La Organización Internacional de Normalización (ISO) publica las primeras normas para el Análisis del Ciclo de Vida
2001	La Comisión Europea publica el Libro Verde sobre Política Integrada de Producto (Integrated Product Policy - IPP) sobre la base del concepto del Ciclo de Vida
2002	El Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente UNEP (United Nations Environment Programme) y SETAC formaron UNEP/SETAC la Iniciativa Ciclo de Vida (Life Cycle Initiative)
2003	Comunicación de la Comisión Europea sobre Política de Productos Integrada
2005	La Comisión Europea crea la Plataforma europea de Análisis de Ciclo de Vida. La Unión Europea publica las estrategias temáticas sobre la prevención y el reciclado de residuos así como la utilización sostenible de los recursos naturales
2006	La Comisión Europea publica en línea la primera versión de la Base de Datos Europea de Referencia de Ciclo de Vida (European Reference Life Cycle Database - ELCD). La Organización Internacional de Normalización (ISO) actualiza las normas 14040 y 14044 para el Análisis del Ciclo de Vida.
2007	Se inicia el desarrollo del Manual de Referencia Internacional del Sistema de Información para el Ciclo de vida (International Reference Life Cycle Data System - ILCD)
2008	La Comisión Europea publica el Plan de Producción y Consumo Sostenible y las Políticas de Acción Sostenibles. British Standards publica las especificaciones de la huella de carbono (Public Available Specification - PAS2050) que utiliza la información proporcionada por el Análisis de Ciclo de Vida.
2009	La Organización Internacional de Normalización (ISO) inicia el desarrollo de la primera norma internacional para la huella de carbono. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD) y el Instituto Mundial de Recursos (World Resources Institute – WRI) comienzan a elaborar el Protocolo para Gases de efecto Invernadero (Green House Gas Protocol) y el Estándar de la Cadena de Suministro basado en el ciclo de vida y en el estandar *Scope 3*
2010	La Comisión Europea publica el Manual ILCD (International Reference Life Cycle Data System)

El Análisis del Ciclo de Vida se usa en un número creciente de políticas e instrumentos de negocio tales como el Eco-Diseño, Eco-Etiquetado, Huella de Carbono, Declaración Ambiental de Productos, Gestión del Final de Vida del Producto.

La Comisión Europea está desarrollando continuamente una serie de documentos de orientación técnica y estratégica basada en el Pensamiento del Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking), como complemento de la jerarquía de residuos. Estos documentos sirven de

orientación y ayuda para cuantificar los beneficios ambientales y de salud, así como las compensaciones, que están asociados con las opciones para la prevención de residuos, reciclaje, reutilización y recuperación de energía (Figura 3.1).

Figura 3.1 Jerarquía de Residuos

Este proyecto es una respuesta a la necesidad manifestada por la Comisión Europea y al Parlamento Europeo para que se aplique el Pensamiento de Ciclo de Vida (Life Cycle Thinking - LCT) y el Análisis del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment – LCA) en la política de gestión de residuos de una manera coherente y con garantías de calidad, con el fin de que contribuya su uso en la política de residuos y proporcione orientaciones generales sobre su utilización para la formulación de las políticas (Figura 3.2).

Figura 3.2 Pensamiento Ciclo de Vida

La realización de Análisis de Ciclo de Vida de productos o servicios alternativos permite mejorar la comprensión y hacer comparaciones. Un Análisis de Ciclo de Vida no garantiza necesariamente que uno puede elegir la opción que es "ambientalmente superior" o mejor que otro, pero permitirá observar las ventajas y desventajas asociadas con cada opción al ser evaluados (McDougall 2009).

Algunos de los requisitos del Análisis del Ciclo de Vida se han incluido en la legislación actual. En la Comunidad Europea (CE) se implanta en el año 1992 el Reglamento para el Ecoetiquetado que actualmente forma parte de las siguientes normas:

- **ISO 14020:2000** *Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Principios generales*
- **ISO 14021:1999** *Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Autodeclaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II)*

- **ISO 14024:1999** *Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios y procedimientos.*
- **ISO 14025:2006** *Etiquetas y declaraciones medioambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y Procedimientos.*

Los conceptos del Análisis del Ciclo de Vida se incluyen en la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y sus residuos, que establece que se deben concluir lo antes posible los Análisis de Ciclo de Vida para justificar una jerarquía clara entre embalajes reutilizables, reciclables y recuperables, siendo por todo ello el Análisis del Ciclo de Vida una herramienta integradora (ISO 2006b).

Para cada operación dentro de un determinado escenario se tiene en cuenta las entradas (materiales, recursos y energía) y las salidas (emisiones al aire, agua y residuos sólidos) que se consideran en la fase de Inventario del Análisis del Ciclo de Vida (McDougall 2009).

La gestión de los residuos incluye la eliminación, así como el reciclaje. El término "producto" incluye bienes y servicios. El Análisis de Ciclo de Vida es una evaluación global y considera todos los atributos o aspectos del medio ambiente natural, la salud humana y los recursos. La característica única del Análisis del Ciclo de Vida es el enfoque en los productos desde la perspectiva del Ciclo de Vida. El alcance global del Análisis del Ciclo de Vida es útil para para evitar problemas de desplazamiento, por ejemplo, de una fase del ciclo de vida a otro, de una región a otra, o de un problema sobre el medio ambiente a otro (Finnveden 2009).

3.2 Fases del Análisis del Ciclo de Vida

El análisis del ciclo de vida comprende cuatro fases (Figura 3.3):

1. **Definición del objetivo y alcance (Goal and Scope Definition)**. Incluye las razones por las cuales se lleva a cabo el estudio, la impresión a su aplicación y su audiencia. En esta fase se incluye los límites del sistema, se describe la unidad funcional y el nivel de detalle alcanzado en el estudio. La unidad funcional es una medida cuantitativa de las funciones proporcionadas por un producto o servicio.
2. **Análisis del inventario (Life Cycle Inventory Analysis – LCI)**. En ella se efectúa un inventario de los datos de los recursos de entrada y que afectan al producto en relación con el sistema en estudio y la unidad funcional.
3. **Evaluación del impacto del ciclo de vida (Life Cycle Impact Assessment – LCIA)**. Está orientado a evaluar la magnitud e importancia de los resultados del inventario del ciclo de vida del producto a fin de comprender mejor su impacto ambiental.
4. **Interpretación (Interpretation)**. Se resumen los resultados del inventario del ciclo de vida y del impacto del ciclo de vida como base para conclusiones recomendaciones y tomar decisiones de acuerdo con el objetivo y alcance definido.

El análisis de ciclo de vida trata los aspectos e impactos ambientales de un sistema del producto. Los aspectos e impactos económicos y sociales generalmente están fuera del alcance del ciclo de vida aunque se pueden combinar con otras herramientas para análisis más profundos.

Figura 3.3 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006a)

3.2.1 Objetivo y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida

El objetivo del Análisis del Ciclo de Vida describe la razón por la cual se lleva a cabo el estudio, el tipo de estudio a efectuar y la audiencia a la que va dirigida.

El alcance del Análisis de Ciclo de Vida describe la metodología que se aplicará en el estudio, las opciones, la unidad funcional, los supuestos, los límites y la calidad de los datos. El desarrollo del análisis del ciclo de vida se efectúa de forma interactiva de tal forma que las fases individuales utilizan los resultados de las otras fases por lo que se puede ir corrigiendo fases anteriores a partir de los nuevos resultados.

El Análisis de Ciclo de Vida se estructura alrededor de una unidad funcional que define lo que se está estudiando. Todos los análisis que surgen son por tanto relativos a esa unidad funcional ya que todas las entradas y salidas del inventario del ciclo de vida y evaluación del impacto del ciclo de vida se relacionan con la unidad funcional elegida. La propiedad fundamental de un sistema del producto se caracteriza por su función y no se puede definir solamente en términos de los productos finales. La unidad funcional es una medida cuantitativa de las funciones que los productos (o servicios) proporcionan.

Los límites del sistema en estudio determina los procesos y operaciones que lo componen, las entradas y salidas que se van a tener en cuenta, las fronteras geográficas y la carga sobre el medio ambiente (Sonnemann 2004).

Los requisitos de la calidad de los datos especifican las características de los datos necesarios y su importancia para comprender la fiabilidad de los resultados e interpretar los resultados del estudio (ISO 2006a).

Las decisiones en un Análisis de Ciclo de Vida se basan preferentemente las ciencias naturales. Si esto no fuera posible, se puede utilizar otros enfoques científicos como ciencias económicas y sociales o se pueden hacer referencias a convenciones internacionales. Si no existe una base

científica y una justificación basada en otros enfoques científicos o en convenciones internacionales, las decisiones se pueden basar en juicios de valor (ISO 2006b)

La metodología del análisis de ciclo de vida está abierta la inclusión de nuevos hallazgos científicos y mejoras del estado del arte de la técnica a utilizar.

3.2.2 Inventario del Análisis del Ciclo de Vida

La fase de Inventario del Análisis del Ciclo de Vida es esencialmente un proceso de contabilidad o balance de masa para un sistema. Dentro de los límites del sistema se consideran todos los insumos necesarios y las emisiones de muchas etapas y operaciones del Ciclo de Vida (ISO 2006b). La herramienta del Análisis de Flujo de Materiales (Material Flow Analysis - MFA) proporciona una información detallada de los flujos de materiales y energía que intervienen en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto (OECD 2008).

El Análisis del Ciclo de Vida considera el ciclo de vida completo de un producto, desde la extracción de adquisición de la materia prima, la fabricación, el uso y el tratamiento al final de la vida y de la disposición final. A través de esta visión general y sistemática, se puede identificar y posiblemente evitar el desplazamiento de carga ambiental potencial entre las etapas del ciclo de vida o los procesos individuales (Figura 3.4).

Figura 3.4. Etapas del Ciclo de Vida del Producto

Los flujos elementales incluyen la utilización de recursos y las emisiones al aire, así como los vertidos al agua y al suelo asociados con el sistema. Pueden deducirse interpretaciones de estos datos, dependiendo del Objetivo y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida. Estos datos son los resultados del Inventario del Ciclo de Vida y constituye la entrada para la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida. El Análisis de Ciclo de Vida toma un modelo del ciclo de vida de un producto como su sistema del producto, el cual desempeña una o más de las funciones definidas (Figura 3.5)

Figura 3.5 Sistema del producto para el análisis del ciclo de vida (ISO 2006a)

Los sistemas del producto se subdividen en un conjunto de procesos unitarios. Los procesos unitarios se vinculan entre sí mediante flujos de productos intermedios o de residuos para tratamiento, con otros sistemas de productos, mediante flujos de producto, y con el medio ambiente mediante flujos elementales (Figura 3.6).

Figura 3.6 Ejemplo de un punto de procesos unitarios dentro de un sistema de producto (ISO 2006a)

La división de un sistema del producto en los procesos unitarios que lo componen facilita la identificación de las entradas y salidas del sistema del producto. En muchos casos, el cálculo de las entradas se utiliza como un componente del producto resultante, mientras que en otras se utilizan dentro de un proceso unitario pero no forman parte del producto resultante. Un proceso unitario también genera otra salidas como resultado de sus actividades. El nivel de detalle del modelado que se requiere para satisfacer el objetivo del estudio queda determinado por los límites del proceso unitario.

3.2.3 Impacto del Análisis del Ciclo de Vida

En la fase del Análisis del Impacto del Ciclo de Vida se efectúa la evaluación de las entradas y salidas en relación con el medioambiente. Esta información proporciona una visión general del sistema en relación con la evaluación de productos o servicios en todo el ciclo de vida (McDougall 2009, Pennington 2004).

Para la elaboración del Impacto del Ciclo de Vida se parte de los resultados del Inventario del ciclo de vida para las categorías de impacto escogidas. Para cada categoría se selecciona un indicador de categoría de impacto y se calcula el resultado del indicador de categoría. La recopilación de los resultados del indicador proporciona información sobre los asuntos ambientales asociados con las entradas y salidas del sistema del producto.

Aunque los métodos de evaluación del impacto son muy extensos e incluyen cada vez más sustancias, no cubre todas las sustancias que se pueden encontrar en un inventario. Esto puede dar lugar a que algunos métodos no incluya ciertas materias primas como categorías de impacto (Goedkoop 2010b). La mayoría del software utilizado para el Análisis de Ciclo de Vida contiene las siguientes metodologías de evaluación del impacto:

- CML 2001. Center of Environmental Science of Leiden University
- Eco-indicator 99
- Ecological scarcity 2006 también llamado Ecopoints
- EDIP 2003. Danish LCA methodology
- EPD 2008. Environmental Product Declarations
- EPS 2000. Environmental Priority Strategies in product design
- Impact 2002+. Swiss Federal Institute of Technology – Lausanne
- ReCiPe
- BEES. Building for Environmental and Economic Sustainability
- TRACI 2.Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts
- CED. Cumulative Energy Demand
- CExD. Cumulative Exergy Demand
- Ecological Footprint
- EDP. Ecosystem Damage Potential
- GHP. Greenhouse Gas Protocol
- IPCC 2007. International Panel on Climate Change
- USEtox. UNEP-SETAC Life Cycle Initiative

La Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida traduce el inventario de las emisiones de ciclo de vida de un producto en un perfil ambiental del producto que representa su contribución potencial a una amplia gama de impactos ambientales. En la Figura 3.7 se indican las principales categorías que se usan en las evaluaciones de impacto en las empresas multinacionales.

Para los Análisis de Ciclo de Vida que tengan en cuenta la componente social, Análisis Social de Ciclo de Vida (Social Life Cycle Assessment – SLCA) las categorías de impacto a utilizar incluyen: Derechos humanos, Condiciones de trabajo, Salud y seguridad, Patrimonio cultural, Gobernabilidad, Repercusiones socio-económicas (UNEP-SETAC 2009)

Figura 3.7. Categorías de Impacto en empresa multinacionales (Nygren 2010)

No existe una base científica para reducir los resultados del análisis del ciclo de vida a un único número o a una puntuación global ya que la ponderación requiere de juicios de valor, aunque la información proporcionada por análisis de ciclo de vida sí puede servir de base para desarrollos de otras herramientas que si lo permitan.

3.4.2 Intercambio de datos

Desde que la herramienta para el Análisis del Ciclo de Vida se empezó a comercializar como software, se han realizado múltiples esfuerzos para desarrollar un formato de datos aceptado internacionalmente. Desafortunadamente, no hay consenso y nos encontramos con tres importantes formatos que en la que todos los desarrolladores tratan de hacer lo mismo:

- EcoSpold es el formato desarrollado para la base de datos Ecoinvent. Este formato ha sido aceptado por seis empresas líderes de software para el Análisis del Ciclo de Vida.
- ISO 14048 utiliza un formato no estándar (Spline). Es una referencia Técnica (TR).
  La versión de la ISO original, publicado a finales de los años noventa nunca llegó como un formato estándar de intercambio de software, ya que el texto permite muchos grados de interpretación personal. Una nueva versión de la norma ISO TR 14048, publicado en 2005 no ha cambiado esta situación.
- El centro europeo de Análisis de Ciclo de Vida (JRC-IES 2014) ha desarrollado su propio formato aunque no se conecta adecuadamente con otros formatos existentes. En lugar de describir cómo los datos deben ser almacenados, se especifica un formato básico que debe ser utilizado por todos los programas. Permite que los datos se almacenen en todo tipo de campos para cada software específico. Esto hace que sea fácil de escribir en el formato, pero difícil de conseguir un conjunto coherente e intercambiable de datos.

A pesar de todos los esfuerzos invertidos en el desarrollo de formatos, el problema real no es el formato, pero sí las diferencias en la metodología en el software que se utilizan en los diferentes paquetes comerciales. Si un programa tiene datos que no están disponible en otro software estos datos no tienen a donde ir y se perderán. Una solución pragmática es la ofrecida por (GreenDeltaTC 2014), una compañía que ofrece una base de datos libre como herramienta de conversión.

3.2.4 Interpretación del Análisis del Ciclo de Vida

La Interpretación del Ciclo de Vida utiliza un procedimiento sistemático para identificar, calificar, verificar, evaluar y presentar las conclusiones basadas en los hallazgos del Análisis de Ciclo de Vida, a fin de cumplir los requisitos de la aplicación como se describe en el Objetivo y el Alcance del estudio.

La interpretación del ciclo de vida establece disposiciones para los vínculos entre un Análisis de Ciclo de Vida y otras técnicas de gestión ambiental, enfatizando las fortalezas y limitaciones del análisis de ciclo de vida en relación con la definición de su objetivo y alcance.

El Análisis de Ciclo de Vida es la única herramienta que incluye todo el ciclo de vida junto con todas las cuestiones ambientales asociadas a un producto, envase o sistema de servicios, relacionado con la unidad funcional. Sin embargo, no puede predecir el efecto real sobre el medio ambiente que se pueden producir. Otras herramientas, tales como la evaluación de riesgos, son capaces de predecir los efectos reales que puedan producirse, pero no cubren todas las cuestiones ambientales en el ciclo de vida ni tampoco asocia los efectos a la unidad funcional.

Es evidente que ninguna herramienta individual puede abarcar todos los campos de impacto ambiental, económico y social. Una combinación de herramientas complementarias son necesarias para la gestión ambiental.

La realización de Análisis de Ciclo de Vida de productos o servicios alternativos permite mejorar la comprensión y hacer comparaciones. Un Análisis de Ciclo de Vida no garantiza necesariamente que uno puede elegir la opción que es "ambientalmente superior" o mejor que otra, pero permitirá observar las ventajas y desventajas asociadas con cada opción al ser evaluadas. (McDougall 2009).

La información desarrollada en un estudio de análisis de ciclo de vida y de inventario del ciclo de vida se pueden comparar con otros estudios diferentes, solos si las suposiciones y el contexto de cada estudio son equivalentes. (ISO 2006b).

3.3 ¿Para qué sirve el Análisis del Ciclo de Vida?

El análisis de ciclo de vida se hizo popular los años 90 como herramienta para apoyar las reivindicaciones ambientales que podrían ser utilizadas directamente en la comercialización de los productos y servicios, comprobándose con el tiempo que no era la mejor aplicación.

En los últimos años el pensamiento de ciclo de vida se ha convertido en un elemento clave en la toma de decisiones de la política ambiental, como la política de productos integrada. La mayoría de los informes de sostenibilidad de las grandes empresas y las declaraciones ambientales de

productos utiliza la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (Goedkoop 2010a). En la Figura 3.8 se efectúa una representación esquemática del ciclo de vida genérico de un producto donde las líneas se representa los flujos de material y energía, y los flujos de información.

Figura 3.8 Representación esquemática del ciclo de vida genérico de un producto (Rebitzer 2004)

Las aplicaciones directas del Análisis del Ciclo de Vida que indica la norma son (ISO 2006a):

- Desarrollo y mejora del producto
- Planificación estratégica
- Desarrollo de políticas públicas
- Marketing

Entre las aplicaciones adicionales en el campo de las herramientas y sistemas de gestión ambiental, se incluyen (ISO 2006a):

- Los sistemas de gestión ambiental y la evaluación del desempeño ambiental (Normas ISO 14011, ISO 14004, ISO 14031)
- El etiquetado ambiental y las declaraciones medioambientales (Normas ISO 14020, ISO 14021 e ISO 14025)
- La integración de los aspectos medioambientales en el diseño y desarrollo de producto, diseño para el medioambiente (Informe Técnico ISO/TR 14062)
- La inclusión de aspectos ambientales en las normas de productos (Guía ISO 64)
- La comunicación ambiental (Norma ISO 14063)
- La cuantificación, el seguimiento y el informe de emisiones y la captura de gases de efecto invernadero y la validación y certificación de emisiones de gases de efecto invernadero (Norma ISO 14064)

El análisis de ciclo de vida pueda ayudar a (ISO 2006a):

- Identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida.
- Aportación de información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales para la planificación estratégica, establecimiento de prioridades, el diseño y rediseño de productos o procesos.
- El marketing, incrementando el etiquetado ambiental o la declaración ambiental de producto.

Se han publicado varios estudios sobre el uso de los Análisis de Ciclo de Vida en las empresas en Europa (Frankl 2000; Jönbrink 2008; Nygren 2010) y Norte América (Cooper 2006). En el estudio sobre las razones más habituales que tienen las empresas en la actualidad y en el futuro para la aplicación del análisis del ciclo de vida en Europa que se muestra en la Tabla 3.2, se destacan en orden decreciente de importancia actual y futura para las empresas.

Tabla 3.2 Razones e importancia para aplicar el Análisis del Ciclo de Vida (Frankl 2000) importancia: A (Alta), B (Media), C (Baja)

Aplicación	Actual	Futuro
Identificación de cuellos de botella	A	A
Información y educación a los consumidores y las partes interesadas	A	A
Comparar los productos existentes y las alternativas previstas	A	B
Investigación para el desarrollo y el diseño	B	B
Comparar los productos existentes en las empresa con los de los competidores	B	B
Actualización de especificaciones, selección de proveedores	B	B
Información y formación interna	B	B
Adaptación a la legislación actual y futura	B	B
Políticas de marketing, publicidad con los criterios de etiquetado ecológico	B	B
Asignación ambiental de costos	B	C
Evaluación de los criterios del etiquetado ecológico	C	C
Cambios radicales en el ciclo de vida del producto	C	C
Cambio de producto hacia el servicio	C	C

En un informe del Instituto de Medio Ambiente Finlandés (Nygren 2010) efectuado sobre 20 empresas multinacionales de diferentes sectores se indica que los motivos para la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida se pueden dividir en:

- Orientado a procesos. Con el fin de mejorar eficiencias, oportunidades para ahorro de energía y materiales, identificación de cuellos de botella.
- Orientado a la imagen y al mercado. Para comunicaciones a accionistas y clientes de las preocupaciones ambientales, nuevas aperturas de mercado ("mercado verde").
- Orientador al cumplimiento de disposiciones. No existe una legislación que obligue al uso de los Análisis de Ciclo de Vida, pero sí posible regulaciones futuras que hacen que las grandes empresas elijan a sus proveedores con el cumplimiento de normas ambientales que puedan requerir enfoques de ciclo de vida.

Existen diversas aplicaciones potenciales adicionales en organizaciones públicas y privadas. Aunque no están basadas en la técnica del análisis del ciclo de vida el enfoque, los principios y marco de referencia del ciclo de vida se pueden aplicar de forma satisfactoria en:

- Evaluación del impacto ambiental
- La contabilidad de la gestión ambiental
- Elaboración de políticas (modelos de reciclado, etc)
- La evaluación de la sostenibilidad, los aspectos económicos y sociales no están incluidos en el análisis del ciclo de vida.
- El análisis de flujo de sustancias y materiales
- La evaluación de los peligros riesgo de los productos químicos
- El análisis de riesgos y la gestión de riesgos de instalaciones implantadas
- La responsable de sentido sobre productos como la gestión de la cadena de suministro
- La gestión del ciclo de vida
- Los programas de diseño, enfoque de ciclo de vida
- Cálculos de costo de ciclo de vida

Los análisis del ciclo de vida pueden seguir dos enfoques:

- **Atribucional**. Asigna los flujos elementales y los impactos ambientales potenciales a un sistema del producto específico teniendo en cuenta la historia el producto.
- **Consecuencial**. Estudia las consecuencias ambientales de posibles o futuros cambios entre sistemas de productos alternativos.

El Análisis de Ciclo de Vida se ha convertido en una importante herramienta para la evaluación de impacto ambiental de productos y materiales. Las empresas confían cada vez más en ella para la toma de decisiones, pudiendo también la información obtenida en los análisis, influir en las políticas y regulaciones ambientales.

La mayor parte de los estudios de Análisis de Ciclo de Vida se han efectuado en América, Europa y en Asia principalmente en industria de fabricación de automóviles y en el sector electrónico (Rebitzer 2004). Algunas de los productos y servicios sobre los que se han realizado son: ropa, bolsas para alimentos, envases y contenedores, máquinas expendedoras, productos comestibles, ordenadores personales, libros, edificios, coches, botellas, productos farmacéuticos, material sanitario, contaminación de suelos, gestión de residuos, medios de transporte, servicios de hoteles, aparatos eléctricos, mobiliario, biocombustibles, etc.

3.4 Limitaciones del Análisis del Ciclo de Vida

Aunque los Análisis de Ciclo de Vida se han generalizado en la última década en empresas de tamaño medio o grande, no se aplica a más productos y procesos, por varias razones entre las que destaca:

- El tiempo y las necesidades de recursos para la recopilación de datos
- La complejidad de aplicación del método del Análisis del Ciclo de Vida
- La falta de claridad en cuanto a los beneficios relativos en comparación con los costos de realización de los estudios. Habría que añadir la falta de demanda o de aparente interés en las fases siguientes del ciclo de vida del producto (Aguas abajo).

Entre las limitaciones que tiene la metodología actual nos encontramos con:

- Los resultados de un Análisis de Ciclo de Vida son geográficamente dependientes. Por lo tanto, los resultados de un análisis realizado en Europa no se puede aplicar en otra región sin tener en cuenta las variaciones significativas relacionadas con el contexto geográfico.
- Los Análisis de Ciclo de Vida sólo evalúan los posibles impactos y no un impacto real. Por lo tanto, no proporciona ninguna información sobre las consecuencias que no tengan que ver con las normas riesgos ambientales.
- Los resultados de dos Análisis de Ciclo de Vida sobre un mismo tema pueden variar según los objetivos, procesos, calidad de los datos y los métodos de evaluación de impacto utilizados.
- Un Análisis de Ciclo de Vida detallado requiere los datos de inventario de todos los procesos elementales incluidos dentro de los límites del sistema.

Tabla 3.3 Limitaciones en el Análisis del Ciclo de Vida (Reap 2008b)

Fase del Análisis del Ciclo de Vida	Problema
Objetivo y Alcance	- Definición de la unidad funcional - Selección de los límites - Impactos económicos y sociales - Consideraciones sobre escenarios alternativos
Inventario	- Localización - Criterios de corte en contribuciones significativas - Singularidades técnicas
Impacto	- Categorías de impacto y metodologías de selección - Variación espacial - Singularidad del medioambiente local - Dinámica del medioambiente - Horizonte temporal
Interpretación	- Ponderación y valoración - Incertidumbre en el proceso de decisión
En todas las fases	- Disponibilidad y calidad de los datos

En el estudio efectuado por (Reap 2008b) mostrado en la Tabla 3.3 se relaciona los principales problemas y limitaciones en cada una de las fases del Análisis del Ciclo de Vida y que se podrían agrupar en tres áreas:

- Uniformidad de la información
- Intercambio de datos
- Calidad de los datos e incertidumbre

3.4.1 Uniformidad de la información

El análisis de ciclo de vida requiere una cantidad importante de datos. La falta de los datos puede restringir las conclusiones que pueden extraerse en un estudio específico. Se están desarrollando a través de iniciativas públicas o privadas, diferentes bases de datos que permitirán obtener estudios de mejor calidad. El desarrollo de modelo híbrido de Análisis de Ciclo de Vida y Bases de datos de Entrada y Salida obtenidas a partir de los análisis input-output (IOA) puede resultar interesante en este aspecto, ya que puede proporcionar los datos a partir del sistema económico completo, aunque incluye aproximaciones que necesitan ser discutidas. (Finnveden 2009).

El Análisis de Ciclo de Vida proporciona una visión global de los Impactos Ambientales. Sin embargo no todos los tipos de impactos se cubren de igual forma en un Análisis de Ciclo de Vida. Se reconoce como la mejor herramienta para evaluar los impactos del ciclo de vida del producto pero presenta dificultades que impiden la aplicación más amplia. Alguno de estos inconvenientes surge en los debates sobre la metodología **atribucional y de consecuencia**, el manejo del tiempo y espacio y cuestiones de índole económica y social. Resulta importante su aplicación en las economías emergentes ya que los impactos ambientales aumentan en economías de rápido crecimiento. También es importante aplicar el pensamiento sobre el Ciclo de Vida en todos los países para evitar el desplazamiento de cargas entre los países y los impactos. La introducción del tiempo en los análisis de inventario es pionero y las herramientas actuales no reflejan los avances en los modelos porque se basa en relaciones estáticas y no lo soportan.

3.4.2 Calidad de los datos e incertidumbre

Una definición de la incertidumbre acorde con el contexto actual es" la discrepancia entre una cantidad calculada y el verdadero valor de la cantidad". Las fuentes de incertidumbres son los elementos de entrada del análisis de ciclo de vida, distinguiendo las siguientes fuentes de incertidumbre (Finnveden 2009):

- Los datos como el uso de la electricidad o las emisiones de CO_2
- Las opciones existentes como en los límites del sistema, los principios de asignación, el horizonte temporal en la elaboración del impacto
- Las relaciones existentes como ocurre con la dependencia lineal en la distancia recorrida con el consumo de combustible o la dependencia lineal de la acidificación de las emisiones de SO_2, o en la fórmula a utilizar en los impactos a largo plazo

Los tipos de incertidumbre están en parte relacionados con estas causas:

- Los datos pueden mostrar el resultado de la variabilidad como el uso de electricidad en dispositivos similares, que puede cambiar con el tiempo o depender de condiciones específicas
- Los datos pueden ser erróneos, almacenarse en otras unidades o cantidades diferentes como cuando se confunde el separador de miles con la coma decimal.
- Los datos pueden ser incompletos
- Los datos pueden estar sujetos a redondeos
- Las opciones elegidas pueden ser incompatibles con el objetivo y alcance del análisis, como ocurre al utilizar tecnologías medias u obsoletas para los procesos en lugar de la mejor tecnología disponible.
- La relación de importancia pueden estar equivocadas como cuando se relaciona las emisiones de un gas con una categoría de impacto incompatible.
- La relaciones entre los datos pueden ser incompletas como ocurre al olvidar la influencia de antecedentes que pueden ser decisivos
- La relaciones se pueden aplicar de forma incorrecta en la rutinas de software

Al igual que en otras muchas herramientas de apoyo en la toma de decisiones, el análisis de incertidumbre no se considera muchas veces en los estudios de análisis de ciclo de vida a pesar de que puede tener una gran influencia. Existe una necesidad importante de efectuar el análisis

de incertidumbre cuando se lleva a cabo un estudio análisis de ciclo de vida con el fin de enfocar los esfuerzos de investigación y prestar apoyo en la interpretación de los resultados del análisis.

Cuando se utiliza un análisis de ciclo de vida para apoyar la toma decisiones, la excepción de los datos es una parte importante de información. En la norma ISO 14040 la incertidumbre se menciona en las fases de inventario y el impacto del análisis de ciclo de vida, pero se destaca de forma importante en la fase de interpretación. La norma ISO 14040 proporciona una base genérica del análisis de incertidumbre y no concreta ninguna guía. Se están desarrollando diferentes iniciativas que complementan la norma ISO y proporcionan recomendaciones más explícitas. La incertidumbre puede ser tratada de varias maneras según se siga una vía científica, social o estadística.

- La vía científica resuelve las grandes incertidumbres efectuando más investigación para encontrar los mejores datos y disponer de los mejores modelos. La urgencia en las cuestiones ambientales requiere a menudo de una acción rápida e impide el poder esperar por la evidencia completa sobre todas las cuestiones.
- La vía social resulta útil para discutir las cuestiones inciertas con las partes interesadas accediendo a los datos y opciones. Una variante de esta vía resulta cuando un organismo autorizado establece los datos, modelos y opciones a seguir en un determinado sector.
- La vía estadística no trata de eliminar o reducir la incertidumbre sino incorporar nuevos resultados a través de una gran cantidad de métodos:
    - La variación de parámetros y análisis de escenarios implica el cálculo de resultados con un gran número de valores u opciones
    - La teoría clásica estadística sobre la base de distribuciones de probabilidad, pruebas de hipótesis, etc.
    - Simulaciones de Montecarlo y otros enfoques de muestreo
    - Utilización de métodos analíticos basados en errores de primer orden
    - Utilización de métodos menos convencionales como estadística no paramétrica, análisis bayesianos, teoría de conjuntos difusos
    - Utilización de métodos cuantitativos de incertidumbre sobre la base de indicadores de calidad

Algunas bases de datos contienen datos válidos para casi todos los elementos (Ecoinvent 2014). La mayoría de las principales herramientas de Análisis del Ciclo de Vida contienen algoritmos para llevar a cabo análisis de Montecarlo mientras sólo algunas de ellas permiten el uso de métodos difusos (Mauris 2001, Benetto 2006, Seppälä 2007, Tan 2008). El avance en métodos Bayesianos ha sido menor (Lo 2005).

También se ha producido un vínculo entre la interpretación y la definición del objetivo y ámbito de aplicación del Análisis del Ciclo de Vida como cuando se usan diferentes escenarios, o al definir la unidad funcional, o al explicar las condiciones tecnológicas de diferentes escenarios desde la perspectiva de incertidumbre (Spielmann 2005).

La comunicación de la incertidumbre las diferentes fuentes de datos de los resultados del análisis de ciclo de vida puede mejorar significativamente si la comunidad que desarrolla los Análisis de Ciclo de Vida siguieran los mismos principios para la medida de la incertidumbre ((ISO 1995).

3.5 Desarrollo de Herramientas específicas para el análisis del ciclo de vida.

Los Análisis de Ciclo de Vida pueden tener enfoques diferentes. Algunos se centran en eficiencia de los recursos y de los flujos de materiales, utilizando herramientas como el análisis de flujo de materiales o sustancias (Material Flow Analysis – MFA; Substance Flow Analysis – SFA), otros en los flujos de energía basándose en métodos termodinámicos como la Exergía. Los aspectos económicos se incorporan en herramientas como el Análisis del Coste del Ciclo de Vida (Life Cycle Costing – LCC), análisis económicos de entrada y salida (Input-Output Analysis) y Análisis Coste-Beneficio (Cost Benefit Analysis – CBA). Algunos enfoques se diseñan para evaluar un único impacto como por ejemplo, la huella de carbono (Carbon Footprint) que es una forma sencilla de indicar los impactos del cambio climático, la huella hídrica (Water Footprint) que estima el consumo de los recursos hídricos (Nygren 2010).

3.5.1 Desarrollo de Bases de datos de Inventario

La elaboración del inventario del Análisis de Ciclo de Vida requiere una gran cantidad de datos que precisa de tiempo y recursos. A veces resulta difícil disponer de datos adecuados para el sistema del producto en estudio. Con el fin de facilitar la elaboración de los inventarios y evitar la duplicación en la recopilación de datos, en las últimas décadas se han desarrollado muchas bases de datos. Se incluyen datos públicos de carácter nacional o regional, bases de datos de industria y bases de datos de consultores que se ofrecen con herramientas de software para la elaboración de los Análisis Ciclo de Vida. (Norris 2002)

Las bases de datos nacionales o regionales han evolucionado a partir de proyectos públicos financiados y que proporcionan los datos e inventarios de una gran cantidad de productos y servicios básicos que se necesitan en todos los análisis de ciclo de vida, tales como: la materia prima, la generación de electricidad, los procesos de transportes, los residuos y su tratamiento, así como productos complejos, destacando las siguientes bases de datos:

- Suecia: SPINE@CPM (CPM 2014)
- Alemania: PROBAS (PROBAS)
- Japón: JEMAI (JEMAI 2014)
- Estados Unidos: NREL - (NREL 2014)
- Australia: AusLCI (AusLCI 2001)
- Suiza: Ecoinvent (ECOINVENT 2014)
- Europa: ELCD (ELCD 2014)

Algunas de las principales fuentes de datos de inventarios son proporcionadas por parte de numerosas asociaciones empresariales internacionales apoyando los datos de determinados sectores industriales que demandan esta inforamción (Finnveden 2009). Es el caso de los inventarios de ciclo de vida de aluminio, cobre, de hierro y acero, plásticos, papel y cartón.

La mayoría de las bases de datos ofrecen los datos agregados para todos los procesos relacionados y relacionados con una unidad funcional. De esta forma, se garantiza la confidencialidad de los datos y se puede utilizar de forma frecuente como datos de partida para el modelado de productos, aunque desconociendo el origen exacto de los materiales o de la

energía. Existen diversas discusiones que mantienen que es necesario garantizar la calidad de los datos que al disponerlos de forma agregada da lugar a interpretaciones o prejuicios por esta falta de transparencia.

Algunas bases de datos como Ecoinvent y NREL ofrecen también los datos por unidad de proceso, refiriéndose a tecnologías específicas. Esto proporciona la posibilidad de comparar diferentes tecnologías para un producto o proceso. También permite revisar los detalles de los datos del proceso y las diferentes metodologías, efectuar cambios en el inventario como la proporción en las fuentes de energía o principios de asignación. La mayoría de las bases de datos se basan en datos promedios que representan medidas efectuadas en la producción y condiciones de bienes y servicios según un modelo atribucional. La información proporcionada por las bases de datos de inventarios tiene que ser consistente, de calidad, documentada en los diferentes formatos y con descripción de los métodos de modelización, como en el caso de los bienes de capital (Frischknecht 2007), descripción del modelo de asignación, nomenclatura de flujos e intercambios ambientales. El asegurar el intercambio eficiente de estos datos es uno de los desafíos en el campo del Análisis del Ciclo de Vida.

La iniciativa UNEP/SETAC (UNEP-SETAC 2002) y la Plataforma Europea para el Análisis del Ciclo de Vida (ELCD 2014) están tratando de mantener la coherencia y una garantía de calidad.

3.5.2 Modelado de sistemas y procesos en los Análisis de Ciclo de Vida

Existen un gran número de aplicaciones comerciales y de software libre disponibles para el Análisis del Ciclo de Vida. Un registro de las aplicaciones y bases de datos existentes se puede encontrar en la Agencia Americana de Protección Ambiental[5] (U.S. Environmental Protection Agency – EPA). La mayoría del software que se utiliza para elaborar Análisis de Ciclo de Vida incluye al menos una de las principales bases de datos (Tabla 3.4). En el caso de procesos específicos o para el tratamiento de residuos con flujos complejos fuera del alcance de las bases de datos de inventario habituales existen modelos detallados que abordan las necesidades particulares de esos casos (Finnveden 2009).

Tabla 3.4 Software de Análisis de Ciclo de Vida

Software	Empresa
SimaPro	Pré Consultants (www.pre.nl)
TEAM(EcoBilan)	PriceWaterhouseCooper (www.ecobalance.com)
GaBi	PE International (www.gabi-software.com)
KCL-ECO 3.0	KCL Finland (www.kcl.fi)
Eiolca	Carnegie Mellon Green Design Institute, USA (www.eiolca.net)
BEES 3.0	NIST - National Institute of Standards and Technology (www.nist.gov)
Umberto	ifu Hamburg GmbH (www.ifu.com)
OpenLCA	GreenDeltaTC (www.openlca.org)

En un estudio elaborado entre los usuarios en Europa y Norteamérica sobre la utilización del Análisis del Ciclo de Vida, sus beneficios y las barreras que existen para incrementar su aplicación (Cooper 2006), se muestra que se aplica principalmente en la fabricación, construcción y en

[5] http://www.epa.gov/nrmrl/std/lca/resources.html#Software

materiales de producción en un 47%, seguido de uso académico en un 20%, consultoría un 11%, Gobiernos en un 11% y organizaciones no gubernamentales en un 6%.

La mayor parte de los usuarios, el 69% utilizan un software de uso generalizado disponible en el mercado para el análisis e interpretación de los datos de inventario y de los impactos. De estos, el 56% utilizan Gabi, el 30% SimaPro, el 12% TEAM y el resto usan BEES, ECO-IT, KCL, Umberto.

3.5.6 Análisis de Ciclo de Vida híbrido input-output

El Análisis de Ciclo de Vida basado en las bases de datos de input-output es un método que estima los materiales y recursos energéticos necesarios y las emisiones ambientales que resultan de la actividad en nuestra economía. El método fue desarrollado en la década de 1970 por economista Wassily Leontief sobre la base de su trabajo anterior de 1930 por el que recibió el premio Nobel de economía en 1973 (Finnveden 2009). Es una técnica que realiza la evaluación del ciclo de vida y de los impactos ambientales de un producto o proceso utilizando la información sobre las transacciones de la industria, compras de materiales por un sector a otras industrias, y la información sobre las emisiones directas del medio ambiente de las industrias, para estimar las emisiones totales en toda la cadena de suministro.

Reconociendo su utilidad a las autoridades nacionales de estadísticas comenzaron a compilar tablas de entrada y salida desde la década de 1950. Los cálculos se basan a los datos de sectores industriales y por lo tanto los resultados para productos medio del sector.

La aplicación de los análisis de entrada y salida en exclusiva para elaborar análisis de ciclo de vida nos proporciona una información detallada nivel de producto, de selección de materias primas y para su utilización en el rediseño. De esta forma surge de una técnica y híbrida que combina las ventajas de ambos (Suh 2009).

Los datos medios proporcionados por el Análisis del Ciclo de Vida híbrido input-output son adecuados para los análisis de atributos pero menos adecuado para los de consecuencias ya que no describen como se efectúa el uso de recursos y las emisiones que afectan al sector y a la posible toma de decisiones.

Como parte de la actividad de la Unión Europea, la comisión integrada de políticas de productos (Integrated Product Policy – IPP) ha edificado los productos y servicios claves que se producen y consumen en los países de la unión europea con importantes tareas ambientales.

La base de datos de más fácil acceso es quizás la base de datos EIO-LCA de la universidad Carnegie Mellon, que ofrece en línea los resultados de una serie de intervenciones ambientales (GDI 2014). La herramienta EIO-LCA proporciona una orientación sobre los efectos relativos de las diferentes tipos de productos, materiales, servicios o industrial, respecto al uso de los recursos y a las emisiones en toda la cadena de suministro. Otra herramienta disponible es la proporcionada por el Instituto de Estadística de Suecia (SCB 2014). El archivo de datos ambientales (CEDA 2014) es una base de datos revisados por pares de bases de datos de Estados Unidos que combina diversas fuentes de datos sobre el medio ambiente, emisiones y el uso de los recursos sobre el medio ambiente abarcando 1344 elementos de intervención generados a partir de 480 productos básicos de las tablas input.

Los modelos económicos de entrada y salida representan transacciones monetarias entre los sectores de la industria en forma matemática. Estos modelos indican qué bienes o servicios son consumidos por otras industrias. Los modelos se presentan generalmente en forma de matriz donde cada fila y cada columna representan un único sector industrial.

Estos modelos económicos se utilizan para estudiar los cambios en la demanda o estructura de la economía. A estos modelos económicos se puede añadir información sobre las emisiones al medio ambiente añadiendo una columna adicional que representa al sector medio ambiente y donde el valor de cada final representa contaminante de salida de un sector industrial que a su vez es valor de entrada al sector medioambiente. De esta forma se puede modelar cómo una mayor demanda en la salida de un sector influye en la producción de otros sectores, en este caso la producción de contaminantes al medio ambiente.

Este enfoque EIO-LCA elimina dos de los principales problemas en la definición de los límites y efectos de la circularidad en los modelos basados en procesos. Las transacciones y las emisiones de todos los sectores de la industria se incluyen en los otros sectores industriales, siendo la frontera muy amplia e inclusiva. Dado que en las operaciones del mismo sector se incluyen los efectos de circularidad también se tiene en cuenta en el análisis (Hendrickson 2006). En la Tabla 3.5 se resumen las principales ventajas y diferencias en los dos tipos de análisis.

Tabla 3.5 Ventajas – Inconvenientes LCA-EIO

Ventajas		Inconvenientes	
LCA basado en procesos	**LCA basado en EIO**	**LCA basado en procesos**	**LCA basado en EIO**
Los resultados se detallan en procedimientos específicos	El resultado permite evaluaciones completas para toda economía	Establecer los límites del sistema es subjetivo	las evaluaciones de productos contienen datos agregados
Permite comparaciones de productos específicos	Permite comparaciones a nivel de sistemas	Tiende a ser costoso y largo	Evaluaciones de proceso difícil
Identificar áreas de mejoras de procesos y análisis de puntos débiles	Pone a disposición del público los resultados reproducibles	Dificultad de aplicar para el proceso de nuevo diseño	Debe vincular los valores monetarios, unidades físicas
Proporciona información para futuras evaluaciones desarrollo de producto	Proporciona información para futuras evaluaciones de desarrollo de producto	Utiliza datos propietarios	Las importaciones se tratan como productos creados dentro de los límites económicos
	Proporciona información sobre los productos básicos de la economía	No puede ser reproducidos y se utiliza los datos confidenciales	Dispone de datos para completar los efectos ambientales
		Incertidumbre en los datos	Difícil de aplicar una economía abierta con importaciones no comparables
			Incertidumbre los datos

3.6 El Análisis del Ciclo de Vida Sostenible

En la evaluación de la Sostenibilidad de productos o de tecnologías, se considera que los impactos abarcan tres dimensiones: social, ambiental y económica. Teniendo en cuenta estas tres dimensiones, la perspectiva de ciclo de vida resulta importante para evitar problemas en el sistema del producto. La metodología del Análisis de Ciclo de Vida se está ampliando en el marco del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente[6] PNUMA / SETAC en la iniciativa

[6] http://www.pnuma.org/

del Ciclo de Vida, con métodos que incluyan el desarrollo social (Grießhammer 2006, Jørgensen 2008, UNEP-SETAC 2009).

En la dimensión económica, el Análisis del Coste del Ciclo de Vida (Life Cycle Costing - LCC) sigue un desarrollo metodológico por sí solo (Hunkeler 2008). La integración de las tres dimensiones de la sostenibilidad se analizó y debatió en el 6 º Programa Marco de la UE de Coordinación de Acción para la innovación en el Análisis del Ciclo de Vida para la Sostenibilidad (Calcas 2009) y se recoge en el 7 º Programa Marco de la UE como proyecto de desarrollo y aplicación de una metodología estándar para la evaluación de viabilidad futura de las tecnologías.

El Análisis de Ciclo de Vida ha evolucionado en muchas direcciones en la última década de la mano de organizaciones como UNEP-SETAC con la Iniciativa del Ciclo de Vida (Life Cycle Initiative), la Política Integrada de Productos (Integrated Product Police - IPP) de la Comisión Europea junto con el Pensamiento del Ciclo de Vida a través de la plataforma europea para el Análisis del Ciclo de Vida, incorporando estrategias para el uso sostenible de los recursos, en la prevención y en el reciclado de residuos (Guinée 2011). El periodo 2000-2010 se caracteriza como la década de la elaboración con un incremento de la demanda de Análisis de Ciclo de Vida, pero también se caracteriza por la divergencia de los métodos. La organización nunca tuvo como objetivo estandarizar los métodos de Análisis de Ciclo de Vida en detalle y como no hay un acuerdo común sobre la manera de interpretar los requisitos de la ISO, surgen enfoques divergentes con respecto a los límites del sistema y los métodos de asignación, el Análisis del Riesgo basado en el Ciclo de Vida, los datos medioambientales basados en las tablas económicas de entrada-salida (Input-Output Analysis), etc.

En la parte superior de todas estas divergencias se encuentra el Análisis del Coste del Ciclo de Vida (Life Cycle Costing – LCC) y el Análisis Social del Ciclo de Vida (Social Life Cycle Assessment – SLCA) surgiendo problemas de compatibilidad con los Análisis de Ciclo de Vida Medioambientales fundamentalmente en términos de los límites del sistema, las perspectivas del tiempo y los procedimientos de cálculo.

El futuro de los Análisis de Ciclo de Vida se encuentra en el marco del Analisis del Ciclo de Vida Sostenible (Life Cycle Sustainability Analysis – LCSA), cuyo alcance es más amplio que los actuales análisis que contemplan solo una perspectiva medioambiental para cubrir las tres dimensiones de la sostenilibidad (Personas, Planeta y Prosperidad). El modelo del Análisis de Ciclo de Vida Sostenible introduce tres importantes diferencias con los análisis actuales:

- La fusión entre el inventario y la Evaluación del Impacto, ya que no existe una separación clara entre el comportamiento y la tecnología y entre la tecnosfera y la ecosfera. El combustible necesario para conducir 1km un vehículo depende del coche, del estilo de conducir, la carretera, el tráfico y de las regulaciones existentes. Las consecuencias reales de un proceso de apariencia tecnológica como el trasporte, se vincula al comportamiento de los consumidores, formulación de políticas e inversiones estratégicas.
- Ampliación del Objeto del Análisis. El Análisis del Ciclo de Vida Sostenible se puede efectuar en tres niveles diferentes: producto, medio o toda la economía.
    - Los productos se definen como en la norma ISO 14040 comprendiendo cualquier bien o servicio. Los modelos y métodos que incluyen procesos como

Análisis de Ciclo de Vida LCA, Análisis Híbridos EIO-LCA, Análisis del Coste del Ciclo de Vida LCC, Análisis Social del Ciclo de Vida (SLCA).
    - El medio se refiere a un nivel medio entre el producto y toda la economía y puede incluir grupos de productos y tecnologías, grupos de materias primas, una vivienda, etc.
    - En toda la economía se refiere tanto a las economías de los Estados como a zonas geográficas, entidades políticas, etc.
- Ampliación del alcance de los indicadores incluyendo indicadores de sostenibilidad: medioambiente, económico y social.

3.7 Conclusiones del capítulo

La metodología del Análisis del Ciclo de Vida se ha desarrollado y madurado durante las últimas décadas aunque quedan muchos aspectos por resolver como los relacionados con las bases de datos, aseguramiento de calidad, la coherencia y armonización de las diferentes metodologías. La información proporcionada por el Análisis de Ciclo de Vida puede ser utilizada para mejorar los procesos en las empresas y para establecer políticas económicas en cada sector. A través de eco-tasas se podría gravar un producto o servicio teniendo en cuenta el precio oculto de los mismos en función a sus impactos. Para los países emergentes la implantación progresiva de una tasa ecológica puede suponer una oportunidad para reducir sus impactos ambientales y sociales contribuyendo a la sostenibilidad real.

4. Tecnología de los Medios de Comunicación y proceso de impresión

El impacto ambiental que producen los medios de comunicación, se relaciona sobre todo con el tipo de soporte que se utiliza para transmitir la información. Los periódicos diarios impresos generan importantes impactos ambientales con el consumo de energía, materia prima, emisiones al aire, a la atmósfera y al suelo. La tecnología tradicional de impresión ha ido evolucionando los últimos años disminuyendo los impactos ambientales que producen al implantarse nuevos dispositivos y sistemas de gestión, motivado fundamentalmente por la legislación. En este capítulo se muestra de forma general los diversos medios de comunicación para centrarnos en la información impresa y la proporcionada por los dispositivos digitales, analizando los principales impactos de estas tecnologías y las herramientas de gestión ambiental que se utilizan actualmente en la industria gráfica.

4.1 Tecnología de los medios de comunicación

Las empresas que forman los medios de comunicación se están enfrentando a cambios en su mercado que afectan a las relaciones a largo plazo de las audiencias y anunciantes amenazando su modelo de negocio. El ritmo de los cambios es enorme y está obligando a las empresas a luchar para comprenderlos y desarrollar estrategias de respuestas y reorganización de sus actividades. Las presiones y fuerzas que motivan el cambio provienen de la tecnología, la producción, el mercado, la sociedad y la dirección de las empresas. Los medios de comunicación han operado de forma general en mercados de monopolio u oligopolio, con una competencia menor que en otras industrias, y sin experiencia o conocimiento de cómo reaccionar de una forma rápida a la evolución de los mercados (Picard 2004, Küng 2008).

Las fuentes de información existentes se dividen entre los medios impresos y los medios electrónicos (Figura 4.1). Los medios impresos tradicionales están evolucionando hacia la utilización de tecnologías más eficientes y menos contaminantes con la impresión digital. Los medios electrónicos también se están desarrollando con gran intensidad con la aparición de nuevos dispositivos que atraen a muchos de los usuarios de los soportes impresos.

Figura 4.1 Medios de iInformación (basado en Kipphan 2001)

4.2 Productos y tecnologías de impresión

La impresión sobre papel existe desde el siglo 14 con un desarrollo tecnológico rápido en el que las tecnologías antiguas son sustituidas por otras nuevas. La industria gráfica está muy diversificada debido a la multiplicidad de procesos de impresión utilizados, el tamaño de las plantas y los productos que produce. La elección del proceso de impresión a utilizar se basa por lo general en consideraciones técnicas y comerciales, tales como el formato, el tipo de soporte, la calidad de impresión y el uso final del producto (European Commission 2011). El soporte principal y sobre el que se basa este trabajo de investigación es el papel prensa.

Los procesos convencionales de impresión se pueden descomponer en tres fases principales: preimpresión, impresión y acabado. Los procesos de preimpresión e impresión son los que produce la mayoría de los impactos ambientales más significativos. Una sóla empresa puede incorporar todos los procesos desde la filmación de los patrones a partir del original hasta el producto terminado, aunque otras muchas se han especializado en la preimpresión, impresión y encuadernación. Una misma planta de impresión puede utilizar varios de los procesos de impresión como el offset en bobina o en hoja, coldset o heatset. Actualmente muchas plantas complementan su equipamiento con diferentes tipos de impresión en digital.

La naturaleza o de impresión y publicación está cambiando hacia la impresión digital a medida que esta tecnología se desarrolla y madura. Los consumidores están demandando tiempos de respuestas e impresiones menores y personalizadas (Smyth 2005).

En la Tabla 4.1 se muestra una comparación de los principales métodos de impresión tradicional y digital con los soportes admitidos y principales aplicaciones.

Tabla 4.1 Comparativa de métodos de impresión (basado en Viluksela 2010)

Método	Máster	Tipo tinta	Soporte	Principal aplicación
Offset de hoja	Sí	Alta viscosidad	Papel, plástico	Publicaciones, etiquetados
Rotativa Offset Coldset	Sí	Viscosidad media (base mineral, aceite)	Papel sin estucar	**Periódicos**
Rotativa Offset Heatset	Sí	Alta viscosidad	Papel	Revistas
Huecograbado	Sí	Viscosidad baja	Papel, plástico	Revistas, envases
Flexografía	Sí	Viscosidad baja	Papel, plástico	Envases
Screen	Sí	Viscosidad media	Papel, plástico, textil	Pósters, etiquetas, textil
Electrofotografía	No	Tóner (polvo o líquido)	Papel	Documentos
Inkjet	No	Viscosidad baja (al agua)	Papel, plástico	Documentos personalizados, libros y publicaciones a demanda

La Figura 4.2 muestra la evolución en porcentaje de facturación de las diferentes aplicaciones impresas en el año 2009 y 2013. Teniendo en cuenta los valores de venta, los mayores grupos de producción en el año 2013 fueron: material impreso publicitario (25,2%), la impresión de periódicos y revistas (22,2%) y otras impresiones entre las que se encuentra la industria de envasado y el cartón (22,29%). Las ventas en el año 2013 ascendieron a 50.950.835.000 € frente a las 54.088.404.000 €, lo que supone un descenso de un 5,8% en estos cuatro años.

Figura 4.2 Facturación anual de productos impresos año 2009-2013 (Eurostat[7])

La impresión tradicional con máster domina la industria de impresión en Europa con un 88% frente a la impresión digital con un 12%. Entre las tecnologías de impresión el offset es la mayoritaria con un 44% de todo el material impreso, la flexografía abarca un 17% y el huecograbado un 12%. La impresión offset está disminuyendo y aumentando la flexografía y la impresión digital, que aunque no llega a ser tan importante como la impresión convencional, está creciendo de una forma muy rápida y se espera grandes cambios en el sector para los próximos 10 años (Figura 4.3).

Figura 4.3 Segmentación de las tecnologías de impresión (Ernst&Young 2007)

[7] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables_excel

4.3 La Industria de la impresión

Los productos impresos forman parte de nuestra vida diaria con una gran diversidad de productos como periódicos, revistas, libros, catálogos, folletos, tarjetas, calendarios, sellos, etiquetas, billetes, formularios, pasaportes, sobres, bolsas de papel, envases para alimentos, cajas, latas, camisetas, revestimientos de paredes, etc.

Dependiendo del proceso de impresión los sustratos o soportes de la impresión pueden ser de diferentes tipos: papel, tableros revestidos o no, cartón ondulado, plástico, metal, cerámica, vidrio, madera, telas, etc.

La aplicación principal es la impresión donde el papel abarca alrededor del 75% de todas las impresiones. La impresión de periódicos se estima que es el 35% de toda la impresión que utiliza como soporte el papel. (European Commission 2011).

Las imprentas tienen principalmente dos razones para la producción del material impreso:

- Distribuir información en forma de folletos, anuncios publicitarios, revistas, manuales de instrucciones, material promocional, carteles; o vender el producto final impreso como libros, periódicos, revistas, etc. siendo en estos casos el material impreso el objeto central de la actividad.
- Imprimir productos en el que la información se considera secundaria como sobres, camisetas, cajas, envases, etc.

El año 2008 la industria de impresión en Europa la formaban 127.000 empresas, empleaban alrededor de 908.000 personas y facturaba alrededor de 102 mil millones de euros. La industria de impresión está muy fragmentada y alrededor del 90% la forman empresas pequeñas de menos de 20 empleados (Tabla 4.2).

La principal función de las empresas de comunicación o editores es transformar una idea o un manuscrito en un producto disponible para el público. El editor gestiona todos los pasos del proceso, asume la responsabilidad de los contenidos del trabajo publicado y financia toda la operación. El plazo que transcurre desde la entrega del material a su venta puede ser horas como el caso de los periódicos o años como en el caso de libros (Viluksela 2008). Los diferentes pasos en la edición de una publicación son:

- Creación de contenido: mediante la escritura y la ilustración
- Edición: edición de texto y gestión de los materiales
- Diseño: gráficos, imposición, tipografía, especificaciones
- Producción: pre-impresión, impresión, acabado
- Marketing: información y promoción
- Distribución: entrega, logística, ventas

En la fase de producción, la información en forma de texto e imágenes, se convierte en un producto material con papel y tinta. Los editores tienen un papel clave en asegurar que se emplean prácticas favorables para el medio ambiente, utilizando los principios del diseño

ecológico y trabajando con conciencia ecológica con los proveedores de papel, impresores y distribuidores. Muchas editoriales disponen de sus propias instalaciones de impresión, mientras que otras compran servicios de impresión. Los editores que trabajan con un gran volumen suelen comprar directamente el papel a los proveedores de papel y son los que pueden estar en una posición mejor para solicitar requisitos específicos medioambientales a las plantas impresoras. El resto de los materiales que se consumen en la impresión como son las tintas y las planchas, son adquiridos habitualmente por el impresor aunque el editor puede requerir el uso de un material específico por su composición como por ejemplo en el uso de tinta hecha con aceite vegetal o con aceite mineral. Los productos principales de la industria de impresión para el mercado editorial son: revistas, libros y periódicos.

Tabla 4.2 Industria de artes gráficas y servicios relacionadas año 2007 (Eurostat)

País	Número de empresas	Número de personas empleadas	Valor de Producción (Billones de Euros)	Ratio de inversión media (inversión/valor añadido a los factores de coste entre 2004-2007
Unión Europea (27 países)	134.671	961.000	105.150	25
Alemania	12.224	171.696	21.369	13
Austria	1.022	14.954	2.121	15
Bélgica	4.677	23.259	3.852	18
Bulgaria	988	10.599	279	67
Chipre	288	1.495	112	27
Dinamarca	1.081	10.439	1.563	18
Eslovaquia	270	5.577	353	51
Eslovenia	1.183	6.070	441	29
España	14.853	91.052	9.297	14
Estonia	245		:	21
Finlandia	1.169	11.883	1.733	16
Francia	17.916	95.650	12.353	13
Grecia	4.852	13.355	2.009	13
Hungría	4.082	21.350	838	25
Irlanda	374	5.885	673	13
Italia	18.782	116.498	14.562	13
Letonia	456	5.006	216	66
Lituania	375	5.106	197	33
Luxemburgo	99			4
Malta				
Noruega	1.362	8.239	1.505	14
Países Bajos	3.720	42.307	5.384	12
Polonia	10.960	58.325	3.305	23
Portugal	4.013	22.855	1.243	29
Reino Unido	15.725	151.480	17.768	12
República Checa	9.483	29.203	1.450	25
Rumanía	2.227	20.972	770	56
Suecia	3.406	20.454	2.862	17

4.4 Medios y tecnologías de comunicación electrónicas

Los medios electrónicos incluyen los últimos desarrollos en internet, multimedia (DVD's, CD's, etc.) e incluye también otros medios ya convencionales como la radio y la televisión así como los medios y dispositivos de grabación y almacenamiento en video, audio, etc. Los medios electrónicos han evolucionado como soporte y distribución de la información que generan los medios impresos (Kipphan 2001). Desde el punto de vista del usuario la información de los

medios impresos se ha adaptado con el uso de la nueva tecnología y es posible recibirla en otros soportes y con más prestaciones: interactividad, actualización inmediata y dinamismo al combinar el audio y el video. Sin embargo estos nuevos soportes no resultan exclusivos de los medios tradicionales impresos, dando cabida al resto de los medios de comunicación y a cualquier usuario de la red.

A los dispositivos usuales para recibir la información multimedia como proyectores, pantallas conectados a la televisión, ordenadores, redes de comunicación, sistemas de almacenamiento de datos, hay que añadir en los últimos años el desarrollo y la aceptación por parte del usuario del libro electrónico y de las tabletas.

Los nuevos medios electrónicos ofrecen alternativas innovadoras para poder disponer en dispositivos de pequeño tamaño y prácticos toda la información contenida en libros y medios de comunicación tradicionales como la prensa escrita. La evolución de esto dispositivos será hacia materiales más ligeros y flexibles, dispositivos de mayor capacidad y prestaciones, económicos y que se utilicen de una forma natural como con la tinta electrónica (e-ink), que permite la visualización en estos dispositivos como si fueran en papel sin retroiluminación.

La edición de periódicos y la industria de impresión relacionada han sido estables durante cientos de años. La digitalización y dos nuevos soportes están cuestionando su continuidad (Åkesson 2009). Sin embargo el valor fundamental del periódico es el contenido de calidad y la integridad. Esos valores no están obsoletos en la era digital ni tampoco con los formatos electrónicos.

4.4.1 Papel y tinta electrónica (e-paper, e-ink)

El papel electrónico es un término común para las pantallas digitales que imitan a imprimir en papel. La tinta electrónica es una tecnología que utiliza diminutas microcápsulas que aparecen como manchas en blanco y negro en una hoja de papel. Estas microcápsulas contienen partículas con carga negativa para el negro y cargado positivamente para partículas blancas contenidas en un líquido transparente. Mediante la aplicación de campos eléctricos positivos y negativos de las partículas que se mueven de la parte superior a la inferior de la microcápsulas y por lo tanto un blanco o punto negro aparece en la superficie de la pantalla (Kipphan 2001)

Figura 4.4. Concepto de tinta electrónica con microcápsulas y filtro de color (Kipphan 2001)

La tecnología e-paper no usa ninguna luz de fondo para iluminar los píxeles. La tinta de estos dispositivos se reflejan como en el papel impreso lo que permite un ángulo de visión más amplio en comparación con otras tecnologías de visualización digital. Cuanta más luz la lectura se hace en mejores condiciones, al igual que con la impresión en papel. El papel electrónico permite una alta resolución y alto contraste. El consumo de energía es muy bajo y la imagen una vez creada no necesita energía adicional para mantenerse. Una de las desventajas de los primeros dispositivos es la dificultad para reproducir color en las pantallas (Figura 4.5).

Figura 4.5 Dispositivos con tinta electrónica

4.4.2 Tabletas y libros electrónicos (tablets, e-books)

Se han desarrollado numerosos conceptos para el libro electrónico (e-book). En comparación con el uso de ordenadores de sobremesa y portátiles, estas innovaciones hacen más fácil leer la información en estos dispositivos. La gran capacidad de memoria permite disponer de una gran cantidad de información almacenada. Sin embargo, la rigidez inicial del dispositivo al no disponer de una pantalla sensible y el tipo de imagen que ofrecía, no suponía un sustituto claro a la flexibilidad de un libro o un periódico de papel. La evolución los últimos años ha sido muy rápida existiendo en el mercado múltiples dispositivos que se pueden clasificar en dos tipos principales: las tabletas electrónicas y los libros electrónicos.

- Las tabletas electrónicas tienen la capacidad de un ordenador y pueden ejecutar programas. La pantalla aunque es delgada es rígida y retroiluminada por lo que el uso prolongado cansa la vista. Los últimos modelos permiten trabajar a plena luz del día pero sin llegar a la facilidad de lectura sobre el papel como resulta con los modelos IPAD y el Samsung Galaxy (Figura 4.6).
- Los libros electrónicos se basan en las tintas electrónicas que permiten la lectura sin retroiluminación acercándose a la facilidad de la lectura sobre papel. Ejemplos de estos dispositivos son el Kindle de Amazon, Sony Readers. Los últimos dispositivos incorporan la tinta electrónica en color, sin embargo la velocidad de refresco de la imagen sigue siendo lenta.

Figura 4.6. Tabletas electrónicas

Algunos usuarios han sustituido la lectura de libros y periódicos en los medios tradicionales impresos por la lectura en estos dispositivos electrónicos, comprando los contenidos a través de un proveedor de servicio desde cualquier lugar del mundo.

En estos momentos casi todos los fabricantes de dispositivos electrónicos informa de alguno de los impactos ambientales de los mismos. Se han efectuado numerosos estudios sobre la evolución del papel de los periódicos hacia los dispositivos electrónicos (Ihlström 2004) y algunos de ellos comparan los impactos ambientales de los nuevos dispositivos con los tradicionales (Moberg 2010).

4.5 Cambios y tendencias en medios de comunicación Impresos

Los periódicos como medio de información tienen una larga trayectoria que siempre se ha visto amenazada con la aparición de nuevos medios como la radio, la televisión, internet y recientemente con los soportes digitales. Cada vez que surgía un nuevo medio de comunicación, como el caso de la radio y la televisión, se pronosticaba el final de los periódicos, aunque finalmente salían reforzados. Sin embargo, la aparición de internet y los nuevos soportes electrónicos, han vuelto a poner fecha final a los periódicos con soporte papel (Figura 4.7). La estabilidad de la industria de los medios de comunicación está siendo sustituida por un nuevo entorno en el que todos los medios luchan para adaptarse y sobrevivir. La industria de periódicos y revistas existe desde hace tres siglos, el cine y la radio alrededor de un siglo y la industria de la televisión alrededor de medio siglo. Debido a las diversas políticas gubernativas y las condiciones operativas, la de industria y su mercado se ha mantenido relativamente estable.

Los cambios en las tecnologías de comunicación y en las infraestructuras han alterado de manera significativa la capacidad de las empresas y los individuos para comunicarse. Hasta el desarrollo de la electrónica en las tecnologías por satélite en la segunda mitad del siglo xx, los sistemas de comunicaciones se basaban en mejoras que se desarrollaban lentamente (McMaster 2002). El desarrollo en las tecnologías de comunicaciones fijas y móviles, internet, la tecnología digital, la radio y televisión terrestre, la distribución por cable, están cambiando rápidamente y proporcionando capacidades cada vez mayores con mayor facilidad de uso. Todo esto a un coste que hace posible el acceso a la tecnología de los medios a un mayor número de personas, reduciendo las barreras de entrada a este mercado.

Figura 4.7. Tiempo de extinción de periódicos impresos (Dawson 2010)

En la última década la aparición de los periódicos gratuitos hizo pensar en una dispersión de los ingresos publicitarios y disminución de los clientes respecto a los periódicos de pago. Sin embargo, la llegada de la crisis económica en el año 2008 sí afectó al mercado publicitario, provocando que la desaparición de la mayoría de los periódicos gratuitos. La situación actual de los periódicos impresos en soporte papel está condicionada por un entorno que económico general desfavorable y por la aparición de nuevos soportes que los “expertos” prevén que sustituirán al papel a corto plazo (Tabla 4.3).

Los periódicos seguirán siendo viables como producto de noticias, pero no tal como existen hoy en día. Tienen que innovar o desaparecerán. Hasta ahora ningún medio ha sustituido a otro, pero la fuerza destructora de Internet y las plataformas móviles en la impresión es innegable.

A la hora de seguir una noticia en la red buscamos entre todos los medios de comunicación que ya cuentan con presencia en la red (radio, televisión periódicos, agencias de noticias), aunque seguimos buscando la información “de fiar” en las ediciones digitales de los periódicos o productos de pago asociados a los mismos. En internet la información es "gratis" y en la mayoría de las ocasiones no contrastada.

Posiblemente el periódico de papel seguirá existiendo con menor consumo ya que las nuevas generaciones verán la información de otra manera a través de dispositivos digitales con los que estarán más familiarizados que con el papel. El mercado se está abriendo a nuevos dispositivos que con el tiempo irán sustituyendo al papel tanto más rápido cuanto más se acerque a imitar su funcionamiento: ligero, desechable, económico, que se complementará porque servirá para efectuar otras actividades y que acogerá una fusión del sector editorial de noticias e información con el divulgativo y cultural. En el camino hacia ese modelo seguirá existiendo el papel en tiradas cada vez más reducidas y personalizadas. Es en este nicho de mercado donde la impresión digital

tiene su campo de actuación, ya que permite la impresión de tiradas pequeñas a demanda, desde un libro, un periódico, o un periódico personalizado confeccionado según nuestro perfil, de forma remota e instantánea a partir de las bases de datos de información de los editores.

Tabla 4.3 Factores claves en el tiempo de Extinción de Periódicos Impresos (Dawson 2010)

Globales	Desarrollo de Teléfonos móviles avanzados, tabletas electrónicas y lectores de libros digitales Incrementos de los costes de producción en la impresión y en el papel prensa Utilización de plataformas digitales de noticias Tendencias en la inversión publicitaria Desarrollo plataformas abiertas
Actualización tecnológica	Disponibilidad de un mayor y menos costoso ancho de banda fijo Disponibilidad de ancho de banda móvil y los costes Smartphone y la penetración de los lectores electrónicos
Desarrollo económico	Tasa de crecimiento económico La desigualdad de la riqueza Disparidad de la riqueza regional/urbano
Estructura de la industria	Situación financiera de los principales periódicos Balance de los ingresos publicitarios y de iventas de impresión Estructuras en la distribución de periódicos
Demografica	Estructura de edad, las tasas de natalidad y la inmigración Grado de urbanización Aumento de la alfabetización
Gobierno	Grado de regulación Apoyo financiero para los medios La censura y la obstrucción
Comportamientos de los consumidores	Preferencias en los canales para los medios Disposición a pagar por noticias Interés relativo en las noticias locales y mundiales

Las tiradas en los medios impresos disminuyen y el perfil de sus usuarios se concentra en las personas que necesitan leer y disfrutar de las noticias impresas en papel, que pueden marcar y tomar nota y hasta utilizarlo para envolver un regalo. Por otra parte, para este perfil de usuario, el dispositivo digital resulta caro, no permite ver de forma simultánea varias páginas por su limitada resolución, tamaño y capacidad de la vista del ser humano.

Posiblemente en un futuro cercano, los periódicos tendran que sacar la palabra papel del periódico. Deben convertirse en marcas de noticias independiente de la plataforma que utilicen sin perder su misión principal: contar buenas historias, hacer un periodismo de calidad y dar un servicio público.

Los periódicos en papel deben convertirse en productos de alta calidad, con una presentación muy cuidada e intuitiva, con una propuesta de contenidos diferente que van más allá de las noticias y de los productos básicos. Serán más selectivos y caros que el medio de comunicación que han sido, convirtiéndose en publicaciones de alta calidad con un contenido único que no se encuentran en otras plataformas. Deben adoptar sus portales digitales y mantener en línea propuestas de contenidos de calidad (Innovation Media Consulting 2010).

4.6 El proceso de impresión

A partir de los contenidos elaborados de las fuentes de información, se inicia el proceso de impresión que se divide en tres fases principales: preimpresión, impresión y acabado (Figura 4.8). En la impresión digital la fase de preimpresión se reduce al envío directo del texto y las imágenes a la máquina de imprimir.

La imagen se forma en el papel o sustrato con las tintas que contienen pigmentos de diferentes colores. El color monocromo es un color en el que habitualmente se utiliza la tinta negra. Para la impresión a todo color se utiliza cuatro colores consiguiendo reproducir una amplia variedad

de colores y tonos usando lo que se conoce como cuatricromía de los colores de proceso CMYK (Cyan ,Magenta, Yellow, Black) mezcla de colores sustractivos.

Figura 4.8 Fases del proceso de impresión

4.6.1 Preimpresión

Todas las operaciones de preimpresión siguen las mismas etapas de conversión del material a partir de las fuentes de información, que puede ser de origen convencional o digital para crear un patrón o portador de imagen en una plancha, cilindro o plantilla. El portador de la imagen utiliza los procesos de impresión para transferir la tinta sobre el sustrato a utilizar (papel, cartón, plástico, tela, etc.) (European Commission 2011).

Los procesos de preimpresión incluyen el procesamiento del texto y la imagen que en la actualidad se produce de forma electrónica. La preimpresión es similar a todas las tecnologías de impresión a excepción de la impresión digital en la que no existe la creación de un patrón. Una vez que el formato con las imágenes y el texto deseado se han combinado de forma adecuada, se transfieren de dos formas:

- Exposición sobre una película fotográfica donde la emulsión fotográfica sobre la película compuesta de haluro de plata, se revela, se fija y se aclara mediante dispositivos de filmación de películas para posteriormente filmar la imagen sobre el portador de la imagen.
- Exposición directa sobre el portador de la imagen, como ocurre con la tecnología conocida como CTP (Computer to Plate) del ordenador a la plancha.

De forma general el proceso de preimpresión no usa disolventes orgánicos y no tiene lugar emisiones al aire. Si tiene lugar emisiones al agua en las operaciones de limpieza de los dispositivos. En la Figura 4.9 se muestra la evolución tecnológica en los medios impresos.

Figura 4.9 Evolución tecnológica en los medios de comunicación impresos

4.6.2 Impresión

El proceso de impresión convierte el texto y las imágenes originales contenidos en un portador de la imagen, variando los diferentes procesos de impresión dependiendo en cómo se lleva a cabo la trasferencia de la imagen en función de la tecnología utilizada. El portador de la imagen puede ser una plancha, cilindro o plantilla.

Los métodos convencionales de impresión se basan en un patrón fijo por lo que también se les denomina mecánicos o métodos analógicos. El funcionamiento básico consiste en que la zona que contenga imagen acepta tinta y las de no imagen permanecen sin ella. La tinta se aplica sobre el área de imagen del patrón y se transfiere al sustrato (papel, plástico, cartón, etc.) por medio del contacto entre los dos y una pequeña presión. La transferencia de la imagen se puede hacer directamente del maestro al papel o indirectamente a través de un cilindro recubierto de caucho o goma. En la impresión digital no se utiliza el patrón por lo que la imagen impresa se forma de nuevo para cada forma impresa. Los métodos de impresión digital se conocen también como métodos de no impacto ya que la transferencia de tinta sobre el sustrato no requiere de contacto mecánico o de presión.

Figura 4.10 Tecnología medios impresos (basado en Kipphan 2001)

Los métodos convencionales son la tecnología de impresión dominante entre los que destaca la litografía (que incluye el offset), el huecograbado, la flexografía y la serigrafía.

Durante los últimos quince años se han desarrollado los métodos digitales y se está convirtiendo en una de las principales fuerzas de la industria creando nuevas oportunidades y nichos de mercado.

Entre los productos más comunes de la impresión digital tenemos los manuales técnicos, catálogos de piezas de recambio, libros, carteles, pancartas, camisetas, formularios, etiquetas, facturas y correo directo. La tecnología de chorro de tinta permite una amplia variedad de sustratos, tales como plásticos, papeles lisos, textiles, metales, cristal e incluso alimentos.

La impresión digital es la impresión directa al sustrato de la información digital sin el uso de películas o la creación de una imagen separada del portador. Una característica única de este proceso es que es posible y económico cambiar la imagen o parte de la imagen en cada copia, por lo que se proporciona la personalización del mensaje en la impresión. Estas características permiten una flexibilidad considerable para tiradas cortas (10 a 200 copias) y cambios de productos. Originalmente la impresión digital surge para trabajos en blanco y negro, desarrollándose en los últimos años para trabajos en color.

Las técnicas digitales de impresión se pueden clasificar de acuerdo a la formación de la imagen método, la tinta y el tipo de flujo de trabajo. Hay una amplia gama de tecnologías de impresión digital, tales como electrostática, electrofotografía, chorro de tinta, magnetográfica, transferencia térmica, sublimación de tinta, etc. Los dos métodos dominantes en la actualidad son electrofotografía (también conocido como xerografía o impresión láser) y de inyección de tinta (Inkjet).

A continuación se hace un resumen de las principales métodos de impresión a partir de la información extraída de diversas referencias (Kipphan 2011, Viluksela 2008b, European Commission 2011, Smyth 2005).

Tipografía (Letterpress)

Es la tecnología más antigua de impresión que utiliza como forma impresora imágenes en relieve, sustituida por la impresión offset y la flexografía. El soporte principal de impresión es el papel y los productos más comunes son etiquetas, tarjetas, cupones, sobreimpresión de sobres.

Flexografía (Flexography)

Es la tecnología predominante para materiales de embalaje, aunque se utiliza también para imprimir sobres, etiquetas y adhesivos. Utiliza formas de caucho en relieves que se imprime sobre papel, cartón, plástico, metales.

Offset

Es el método de impresión más popular y la tecnología de impresión dominante, que representa 44 % del mercado (Figura 4.3), aunque este porcentaje está disminuyendo al ser desplazada por las nuevas tecnologías. Es el proceso que se utiliza principalmente para la impresión de ***periódicos***, revistas, libros, folletos, etc. El sustrato o soporte más común es el papel, aunque se pueden emplear otros como el plástico. El principio de funcionamiento de la tecnología offset es que la imagen está en el mismo plano que las de no imagen, y no se produce la mezcla de las tintas con el agua. El agua se distribuye en aparecer la zona de no impresión, área hidrofílica, después de lo cual se aplica la tinta aceitosa. La tinta se repele de las zonas de superficie húmedas y se aplica en las áreas oleofílicas con imagen (Figura 4.11). Una modificación del offset tradicional es el offset seco en el que no se utiliza el agua.

Figura 4.11: Diagrama esquemático de la unidad de impresión offset (basado en Kipphan 2001)

La forma de impresión convencional consiste en una plancha de aluminio que está recubierta con una capa fotosensible y que se utiliza como portador de imagen. La plancha se humedece continuamente con agua de una solución de amortiguación, a través de rodillos de mojado en la unidad de amortiguación. Para favorecer el proceso se utilizan aditivos como el isopropanol, que disminuye la tensión superficial del agua y facilita la adherencia a la plancha de impresión minimizando el uso del agua.

El offset es un método indirecto, ya que la imagen se transfiere primero a una superficie de goma suave y luego al papel. Las unidades de impresión de una máquina de impresión offset se compone de unidades con rodillos para la transferencia del agua y la tinta, cilindro de planchas donde se colocan las planchas de impresión, y el cilindro de impresión que contiene las mantillas con la imagen transferida desde las planchas al papel u otro sustrato.

Las prensas offset pueden ser alimentada por hojas o por bobinas. En el offset de hoja (Sheet-fed), la tinta utilizada se seca por lo general a través de la polimerización por la oxidación con el oxígeno del aire. En ocasiones el secado se efectúa mediante radiación infrarroja. El Offset de hojas se utiliza para imprimir tiradas cortas. Los productos impresos de forma habitual con esta tecnología son cartelería, tarjetas de visita, panfletos, folletos, revistas, libros, informes anuales, billetes de lotería, mapas etc.

La impresión mediante bobina se utiliza para tiradas mayores y dos son los principales métodos utilizados: Impresión en rotativa con tintas de secado en frío, coldset (Figura 4.12) y la impresión en rotativa con horno, heatset).

En el coldset la tinta se seca por la absorción en el papel. Este método se utiliza principalmente para la impresión del periódico en papel no estucado y absorbente. Una vez impreso la banda de papel se corta y dobla en la plegadora por lo que se acaba el producto de forma completa en la máquina.

Figura 4.12 Rotativa de impresión coldset con diagrama esquemático una unidad de impresión

Las tintas en heatset contienen disolventes y aceites que se evaporan durante el secado mediante horno, lo que permite que la tinta se fije sobre el soporte que generalmente es estucado con diferentes tipos de acabados de mayor calidad. La tinta se seca en un horno de aire caliente, que por lo general se calienta con quemadores de gas. La temperatura del aire en el horno oscila entre los 200-300 ° C. La banda de papel se enfría posteriormente mediante rodillos de enfriamiento antes del plegado. En la Figura 4.13 se muestra el esquema de transferencia de tinta hasta el papel en una unidad de impresión heatset.

Las unidades de impresión heatset y coldset se basan en la construcción mantilla-mantilla y en el que las transferencias de tinta sobre el papel se efectúa en la línea de contacto entre los dos cilindros de mantilla. Esto permite la impresión a ambos lados de la banda de papel al mismo tiempo.

Figura 4.13 Diagrama esquemático de la unidad de impresión heatset

Huecograbado (Rotogravure)

La impresión en huecograbado utiliza la tecnología de una superficie deprimida de la imagen. Esta tecnología de impresión se utiliza especialmente para tiradas largas y de alta calidad. Se utiliza en una gran variedad de materiales de impresión, papel, cartón, plástico, textiles etc. Se utiliza para una gran cantidad de aplicaciones como revestimientos de suelos, muebles laminados, paneles de yeso. El huecograbado se dirige a publicaciones de muy alta calidad de impresión a color y de alta tirada. Una máquina de huecograbado moderno puede imprimir cerca de siete millones de páginas a cuatro colores por hora.

El portador de la imagen utilizada en el proceso de impresión de huecograbado consiste en una base de acero recubierta con cobre para obtener una superficie más resistente. La imagen se graba en la superficie de cobre, por lo general, mediante el uso de máquinas de grabado láser o electromecánicos. A continuación de deposita una capa de cromo para proteger la imagen grabada en el cobre más suave. El cromo es depositado por electrólisis en un baño que contiene óxido de cromo y ácido sulfúrico. La producción del cilindro es lenta y costosa, en comparación con otros métodos de impresión, siendo el cilindro es pesado y difícil de manejar. Es por ello que la impresión en huecograbado se utiliza sólo para tiradas muy altas.

Serigrafía (Screen)

La serigrafía es un ejemplo de impresión de una plantilla en la que las zonas de no impresión se forman mediante el bloqueo de partes de la plantilla, mientras que se fuerza a la tinta a pasar a través de las partes no bloqueados en una malla sobre el sustrato.

Esta tecnología se puede utilizar en casi cualquier sustrato, como papel, metal, vidrio, textiles, plástico, corcho, cuero, etc La serigrafía es especialmente adecuado para plazos y tiradas cortas y las plantas de impresión en su mayoría son empresas de pequeño tamaño.

Inyección de tinta (Inkjet)

A partir de la información suministrada de forma digital es posible producir de una sola vez impresiones a color en diferentes tamaños con diversas formas y textura del sustrato. Compite con la serigrafía en muchos tipos de productos impresos. La impresión mediante inyección de tinta consiste en la aplicación de pequeñas gotas por medio de un inyector sobre el sustrato de impresión. Existen diferentes tecnologías aplicadas a las impresoras de chorro de tinta, como las de chorro de tinta continuo y la de gota a demanda (drop-on-demand). Cada color se imprime en uno a varios inyectores de forma independiente y es posible utilizar en todos los casos tinta en caliente o fría.

En el sistema de gota a demanda, las gotas de tinta se producen sólo cuando son necesarias para formar parte de la imagen. Existen diferentes formas de producción de las gotas, como reacción piezoeléctrica, térmica o chorro de burbujas. Una impresora de inyección piezoeléctrica tiene una membrana de bombeo cerca de la abertura de la boquilla. Esta membrana de bombeo se mueve con la ayuda de un cristal piezoeléctrico. Las gotas son generadas de forma intermitente de acuerdo a las señales electrónicas recibidas y caen en el sustrato. Una impresora de inyección de burbuja utiliza un elemento de calefacción para crear pequeñas gotas mediante presión dentro del recipiente. La tinta se acumula debido a la creación de una burbuja obligando a la gota de tinta a pasar a través de la boquilla al sustrato (Figura 4.14).

Figura 4.14 Diagrama esquemático del sistema de chorro de tinta con gota a demanda con formación de burbujas y piezoeléctrico (basado en Kipphan 2001)

Una impresora de chorro continuo de tinta funciona mediante el bombeo a través de una boquilla estrecha hacia el sustrato a imprimir. Después de que la tinta se ha dividido en pequeñas gotas, las gotitas necesarias reciben una carga eléctrica. Las gotas de tinta cargadas se dirigen al sustrato y las gotas de tinta que no tienen carga son desviadas a un depósito para su reutilización (Figura 4.15).

Figura 4.15 Diagrama esquemático de chorro de tinta en continuo (basado en Kipphan 2001)

En las Figuras 4.16 y 4.17 se muestran rotativas para la impresión a partir de bobinas de papel que utilizan la tecnología inkjet orientadas a la impresión de periódicos.

Figura 4.16 Rotativa chorro de tinta HP T-400

Figura 4.17 Rotativa chorro de tinta AGFA - Screen Truepress Jet520

En la Tabla 4.4 se efectúa una comparación entre la impresión offset tradicional utilizada para la elaboración de periódicos y el sistema de impresión digital mediante injet. Ambos sistemas serán objeto de análisis en esta investigación.

Tabla 4.4 Comparativa entre la impresión tradicional offset con inkjet (basado en Ernst&Young 2007 y Viluksela 2010)

	Offset Tradicional	Inkjet
Crecimiento Mercado	Cero/negativo	Fuerte
Potencial Desarrollo Técnico	Limitado	Bueno
Eficiencia Energética	Bueno en las más modernas	Alto consumo energético para la generación de las imágenes en servidores, etc. El secado de la tinta requiere de energía para alto volúmenes de impresión
Eficiencia de material	Necesidad de planchas Desperdicio alto de arranque	Consumo alto de tinta específicas Eficiencia alta en arranque
Uso de sustancias peligrosas	Tintas, químicos del proceso, líquidos limpieza	Bajo para tintas basadas en agua Alto para tintas con solventes
Emisiones	Emisiones de COV's controlados	COV's para tintas con solventes
Desechos salida	Reciclable Residuos peligrosos	Bajo
Destintabilidad	Bueno tinta basada en aceite	Reducida con flotación
Productividad	Precisión en los colores Coste varía en función del color a utilizar Rango amplio de papeles Más económica para copias superiores a 1000 ej. No preparada para imprimir a demanda	Rango amplio de colores Necesita calibración regular de los colores Difícil de alcanzar grandes masas de colores Papeles limitados a la tecnología de la máquina Más económica para volúmenes bajos Imprime de forma eficiente desde un ejemplar

Electrofotografía (Electrophotographic)

El proceso electrofotográfico, también llamada xerografía, se utiliza en las máquinas de fotocopia e impresoras láser. La capa de fotoconductores se expone a la luz de un láser o una unidad LED. Una mayor exposición a la luz en el tambor significa que se aplicará más tóner al área a imprimir (Figura 4.18). El tóner se funde sobre el sustrato para dar la imagen visible. Hay sistemas que utilizan tóner sólido y otros tóner líquido. El tóner consiste principalmente en un pigmento, generalmente el hollín es el tóner de color negro que se utiliza dispersos en resinas termoplásticas. La limpieza se realiza mediante limpieza al vacío o trapos secos.

Figura 4.18 Diagrama esquemático de electrofotografía (basado en Kipphan 2001)

4.6.3 Postimpresión o acabado

La mayoría de los productos impresos requieren de operaciones de acabado que son proporcionadas directamente por las plantas de impresión o por empresas especializadas. Las operaciones más importantes de acabado son:

- Libros: Plegado y alzado del material impreso, cosido, encuadernación y corte.
- Revistas, folletos, catálogos y productos de publicidad: Doblado, alzado, encolado, grapado, refilado.
- Periódicos: Plegado, grapado, corte y operaciones auxiliares de inserción de encartes y suplementos.
- Otros productos de impresión como etiquetas, embalajes, calendarios, etc. requieren de doblado, perforado, laminados, barnizados (puede efectuarse en línea con la impresión).

En la figura 4.19 se muestra la previsión de la evolución de los diferentes sistemas de impresión comentados anteriormente.

Figura 4.19 Previsión de utilización de los procesos de impresión comercial (basado en Smyth 2008)

4.7 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se ha descrito las diferentes tecnologías que utilizan los medios de comunicación detallando posteriormente las fases del proceso de impresión. De las tecnologías mencionadas, la tecnología offset en su versión coldset y la digital en su versión inkjet, son las que actualmente se usan para la impresión de periódicos. La tecnología coldset utiliza máquinas rotativas de gran tamaño y está orientada para grandes tiradas y la más reciente, la inkjet se utiliza para tiradas pequeñas y personalizadas. La evolución de los medios impresos con la aparición de internet y nuevas formas de comunicación, está provocando un cambio en la forma de consumir información a través de los nuevos dispositivos digitales.

5. La Gestión y el Impacto Ambiental en la Industria Gráfica

El impacto ambiental que producen los medios de comunicación está relacionado con el tipo de soporte que utiliza para transmitir la información. Los periódicos diarios en papel generan importantes impactos ambientales con el consumo de energía, materias primas, transportes, emisiones, residuos, etc. La tecnología tradicional de impresión ha evolucionado los últimos años disminuyendo los impactos ambientales que producen al desarrollarse por una parte nuevos dispositivos más eficientes y por otra la aplicación de sistemas de gestión para aumentar la eficiencia y cumplir la nueva legislación. En este capítulo se muestra el estado actual de la gestión ambiental de la industria gráfica y en especial en los medios de comunicación impresos utilizando los sistemas de impresión offset – coldset y los dispositivos digitales con la tecnología inkjet. Se analizarán los principales impactos de estas tecnologías y las herramientas de gestión ambiental que se utilizan.

5.1 Gestión ambiental en la industria gráfica

Las cuestiones ambientales han sido uno de los temas de investigación más habituales en la industria gráfica en los últimos años. En la década de 1990, el aumento de la conciencia ambiental llevó a una investigación más activa en los procesos de impresión y la industria de Artes Gráficas. El objetivo principal de estos estudios fueron el Ecobalance (Juntunen 1995), Análisis del Ciclo de Vida (Dahlheim 1997, INFRAS 1998) o la Eficiencia Energética (Westren-Doll 1997). La mayoría de los resultados indicaban que la fabricación de papel era la causa más importante en los impactos sobre el medio ambiente. El interés en el desarrollo del proceso de impresión influyó en la investigación sobre materiales y procesos más respetuosos del medio ambiente.

Las empresas de artes gráficas nórdicas fueron principalmente las que de forma voluntaria comenzaron a adoptar herramientas de gestión medioambiental en la década de 1990. La mayoría de estas herramientas fueron Sistemas de Gestión Ambiental (Environmental Management Systems - EMS), basados en la norma ISO 14001 y en la Eco-Etiqueta nórdica para productos impresos conocida como la etiqueta Swan (Nordic Ecolabelling 2010). La Unión Europea cuenta con su propia etiqueta ecológica para muchas actividades incluida el papel. Desde el año 2003 se empezó a desarrollar la etiqueta ecológica para los productos impresos entrando en vigor a partir de la Decisión 2012/481/EU de la Comisión Europea el 16 de Agosto de 2012. Los fabricantes de materias primas del sector gráfico han desarrollado productos más respetuosos con el medioambiente mientras que los fabricantes de equipos han mejorado la eficiencia energética y desarrollado técnicas para el ahorro de recursos (Viluksela 2008b)

De forma paralela a las herramientas medioambientales surgen regulaciones más estrictas que afectan al medioambiente, a la eficiencia energética y a la salud. La legislación ambiental se ha ampliado a través de la normativa de la UE, por ejemplo, la Directiva 96/61/CE de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (Integrated Pollution Prevention and Control - IPPC) y la

Directiva 1999/13/CE relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debido al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones, reduciendo los límites de emisión. Otra importante aportación es el documento de referencia de la UE sobre mejores técnicas disponibles (Best Available Techniques - BAT's), donde se especifican las mejores soluciones técnicas desde el punto de vista medioambiental para los principales procesos (European Commission 2011), entre ellos la impresión (Jepsen 2003) junto con el proyecto BATsGRAPH, (BATSGraph 2009) integrado por asociaciones industriales, empresas consultoras y centros tecnológicos para establecer y aplicar las mejores técnicas disponibles en la industria de la impresión.

Durante los últimos años se han publicado diferentes estudios sobre la evaluación y rendimiento medioambiental de las industrias gráficas (Viluksela 2008b; Pohjola 2005, Enroth 2006) proporcionando una actualización de la información existente del sector, así como del beneficio que han obtenido las empresas por el uso de estas herramientas.

Los impactos ambientales en el sector gráfico han sido ampliamente evaluados a través del Análisis del Ciclo de Vida (Dahlheim 1997, INFRAS 1998, Larsen 2006, Pihkola 2010b, Nors 2009, Bousquin 2011). Si bien los resultados no son muy prácticos para las empresas de impresión, sí se han tenido en cuenta para elaborar criterios de etiquetado ecológico para productos impresos (Nordic Ecolabelling 2010; European Commission 2013).

5.1.1 Impacto ambiental de la impresión

Las regulaciones medioambientales han influido de forma primordial para la reducción de los impactos medioambientales en la impresión. Aunque la industria gráfica no es la principal fuente de contaminación, tiene unos impactos ambientales significativos (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Principales impactos ambientales de la impresión

Impacto Ambiental	Ejemplo
Uso de recursos no renovables	Pigmentos minerales en el papel
	Aceites minerales en las tintas y solventes
	Metales en las planchas de impresión
	Metales y plásticos en los equipos
Uso de recursos renovables	Fibras de papel (madera)
	Aceites vegetales en las tintas y productos de limpieza
Uso de sustancias tóxicas o nocivas	Biocidas en los sistemas de mojado
	Aditivos y solventes en las tintas y adhesivos
Uso de energía	Producción de los equipos
	Edificio de la planta de impresión
	Secado de tinta
	Transporte
Emisiones de compuestos orgánicos volátiles	Solventes para el secado de la tinta
	Evaporación de los aditivos de mojado
	Evaporación de los disolventes para limpieza
Residuos reciclables	Papel
	Planchas de impresión
Residuos tóxicos	Residuos de tintas
	Residuos de los disolventes para limpieza
	Residuos fotográficos
Emisiones en el transporte	Emisiones en la cadena de suministro del papel, tintas, materiales
	Entrega de materiales impresos
	Transporte de residuos

En este trabajo se comparan los impactos ambientales entre la impresión tradicional que utiliza como máster una plancha de aluminio según el método de impresión offset en su variante coldset que se utiliza en la prensa diaria, y la impresión digital, sin máster, con la tecnología Inkjet que se está implantando para pequeñas tiradas de periódicos a demanda. En la Tabla 5.2 se efectúa una comparativa en cuanto a emisiones en las diferentes fases del proceso de impresión para la tecnología Coldset e Inkjet.

Tabla 5.2 Comparativa entre las emisiones en la impresión coldset e inkjet

Fase del Proceso Impresión	Tipo de emisión	Coldset	Injet
Preimpresión y preparación de imagen	Emisión de compuestos orgánicos volátiles al aire	Normalmente no hay emisión en la película con el revelado y fijado, pero se puede generar pequeñas cantidades de compuestos de azufre y ácido acético.	
	Emisiones al agua	Las emisiones al agua del proceso de filmación prensa pueden ser de compuestos de plata en el agua de lavado y compuestos químicos en el fijado.	
	Emisiones al agua de las actividades de limpieza	Durante el enjuague una pequeña cantidad del agente de limpieza que contiene cromo podría ser detectado en las aguas residuales	
Elaboración de planchas	Emisión de compuestos orgánicos volátiles al aire	Normalmente no hay emisiones durante la producción de planchas. Se puede producir pequeñas emisiones de COV, tales como los alcoholes de los desarrolladores y de ozono durante la exposición al láser.	
	Emisiones al agua	Parte de la capa fotosensible se disuelve en el revelador durante el proceso de revelado. Una pequeña cantidad de revelador acompaña a la plancha cuando se transfiere al baño de lavado. En función del diseño de los equipos y el flujo del agua de lavado, la variación se produce en la cantidad de productos químicos en el agua de enjuague.	
	Emisiones al agua de las actividades de limpieza	Durante el enjuague, una pequeña cantidad del agente de limpieza que contiene cromo podría ser detectado en las aguas residuales	
Impresión	Emisión de compuestos orgánicos volátiles al aire	El Isopropileno o el etanol han sido los aditivos más utilizados y uno de los principales contribuidores de las emisiones de COV en el sistema offset de impresión. Es el responsable del 90 % de las emisiones al aire.	COV se emite con la tinta en los dispositivos de inyección de tinta con la utilización de disolventes y en la limpieza de las diferentes partes de la máquina. La cantidad emitida es baja en comparación con otras fuentes.
	Emisiones al agua	Los residuos de agua de limpieza y el agua del sistema de mojado pueden contener alcoholes, fungicidas y disolventes.	
	Emisión de compuestos orgánicos volátiles al aire de las actividades de limpieza	COV se desprenden también de los disolventes utilizados en la limpieza las diferentes partes de la rotativa offset de prensa. Mediante el uso de solventes con baja presión de vapor, por ejemplo como base de vegetales o productos de limpieza alto punto de ebullición disolventes alifáticos se pueden reducir las emisiones.	COV se emite en los dispositivos de inyección de tinta con la utilización de disolventes y en la limpieza de las diferentes partes de la máquina. La cantidad emitida es baja en comparación con otras fuentes.

5.1.2 Indicadores ambientales en la impresión

Se han desarrollado estudios han desarrollado indicadores ambientales para la industria de la impresión (Pohjola 2005, Enroth 2006, Envirowise 2004). En la tesis de Enroth el indicador ambiental se calcula dividiendo el impacto ambiental con una variable de utilidad. La utilidad se relaciona con la producción (de una tonelada de productos) o datos financieros (volumen de negocios anual). Los impactos ambientales se dividen en cinco secciones:

- Energía
- Materiales
- Transporte
- Emisiones
- Residuos

En algunos casos se incluyen los recursos financieros y los aspectos sociales: el costo de los trabajos ambientales, la proporción de clientes que piensan que los temas ambientales son importantes, y la proporción de clientes que piensan que la empresa (un periódico en el caso de Enroth) supervisa las cuestiones ambientales de manera satisfactoria (Enroth 2006).

La relación que usa Pohjola es una tonelada de papel que se consume, calculando los indicadores seleccionados de los indicadores ambientales, como el consumo de electricidad **(**kWh / tonelada de papel) o financieros (los costos de energía / tonelada de papel). Pohjola divide a los indicadores en tres categorías:

- la eficiencia ambiental
- eficiencia económica
- carga del medio ambiente

Los indicadores clave de desempeño ambiental en el sector de la impresión según Envirowise son:

- Rendimiento total del material
- Uso de productos químicos
- Uso de la tinta
- Uso de solventes para la mezcla de tintas
- Rendimiento total del producto
- Consumo de agua
- Concentración de COV
- Cantidad de efluentes
- Cantidad de residuos sólidos dispuestos
- Utilización de envases
- Uso de la energía
- Eficiencia de los combustibles

En la Tabla 5.3 se relacionan diversas propuestas de indicadores ambientales y unidades funcionales de estos tres autores.

Tabla 5.3 Indicadores propuestos para la impresión del medio ambiente (Viluksela 2010)

Fuente	Envirowise (2004)	Pohjola (2005)	Enroth (2006)
Unidad Funcional	Area de productos (m^2)	Cantidad de papel (t)	Unidad tonelada de producto (t)
Energía y Agua	Energía neta usada (KWh) Consumo de agua m^3	- Consumo energía eléctrica (KWh) - Consumo de energía calorífica (kWh) - Consumo de agua m^3	- Uso de la energía (Mwh) - Energía no renovable (MWh)
Materiales	- Rendimiento total del material (% área de productos por área de compra de papel) - Uso neto de productos químicos (l) - Uso total de tinta (l) - Disolvente usado para tinta (l) - Uso neto de embalaje (kg)	- Desecho de papel (t) - Cantidad de disolventes (l) - Cantidad de químicos (l)	- Material total - papel (kg) - Material no reciclable (film, metales, aceite minerales en tintas, etc,) (kg) - Papel de impresión no aceptado por criterios de etiquetado ambiental (kg) Materiales peligrosos (kg)
Emisiones	- Concentración de COV (mg/m3) - Cantidad efluentes (m^3)	- CO_2 de la producción de energía (t) - CO_2 del transporte (t)	- O_2 emisiones (kg) - NOx emisiones (kg) - Emisiones (SO_2) - COV emisiones (kg)
Residuos	- Residuos sólidos eliminados (t)	- Cantidad de residuos peligrosos (t) - Cantidad de residuos mezclados (l)	- Cantidad total de residuos (kg) - Cantidad residuos a vertederos (kg) - Residuos peligrosos (con exclusión de residuos electrónicos) (kg) - Residuos electrónicos (kg)
Transporte	- Eficiencia combustible (km/l)	- Adquisición y entrega (km) - Transporte de residuos (km) - Transporte del Personal (km)	- Transporta a la empresa (kg de CO_2) - Entrega del producto (kg de CO_2) - Viajes de negocios (kg de CO_2)
Económico		- Costos de energía (€) - Costos del agua (€) - Costes de eliminación de residuos peligrosos (€) - Costes de eliminación de residuos de papel (€) - Costos de eliminación de otros residuos (€) - Costos de transporte (€)	- Coste de los trabajos ambientales (€)
Social			- Proporción de los clientes preocupados por el medio ambiente (%) - Proporción de clientes satisfechos con el rendimiento medioambiental de la empresa (%)

La mayoría de los indicadores forman parte de los sistemas de Gestión Ambiental basados en la ISO 14001 y en EMAS como los ejemplos de la Tabla 5.4 donde se incluye los datos de la planta de impresión utilizada en el estudio.

Tabla 5.4 Indicadores medioambientales expresados por tonelada de productos impresos

Indicador	Unidad	Coldset (Pihkola 2010a)	Coldset (AGA 2011)	Inkjet (Pihkola 2010a)
Consumo de Energía	KWh/tn	420-500	402	450-800
Consumo de Papel	tn/tn	1,06-1,1	1,16	1,6-1.11
Consumo de tinta	Kg/tn	26-32	20	10-40
Emisión de COV	Kg/tn	0,5-0,6		
Material para reciclar	%	96-98%	94,70%	
Residuos peligrosos	Kg/tn	1,8-2.0	3,1	

5.1.3 Evolución del rendimiento ambiental en la impresión

Se han producido importantes avances tecnológicos en los diferentes métodos de impresión que han llevado consigo mejoras de la eficiencia energética, el uso de los materiales y la reducción de emisiones y residuos. Estos desarrollos han mejorado la eficiencia de los procesos de producción, por lo que se hace un mejor uso de los recursos disminuyendo los impactos ambientales dando como resultado unos costes de producción más bajos. En la Tabla 5.5 se muestra los avances más importantes.

Tabla 5.5 Resumen de las técnicas y mejoras de los procesos de impresión (Pihkola 2010a)

Desarrollo tecnológico	Eficiencia energética	Eficiencia materiales	Reducción de COV's	Reducción residuos	Método
Preimpresión digital con la eliminación de la película de exposición y reducción de los químicos	Medio	Alto		Medio	Todos
Técnicas gestión de color para reducir consumos de tintas		Medio			Todos
Procesado de planchas libres de químicos	Medio	Medio		Medio	Offset
Accionamientos directos reemplazando los ejes y correa de transmisión	Alto				Todos
Compresión óptima de las mantillas, mejora en las propiedades de las superficies de las mantillas y rodillos para reducir la cantidad de solvente necesario para la limpieza	Medio		Medio		Offset
Mejora en la refrigeración, ventilación y recuperación del calor	Alto				Todos
Oxidación térmica regenerativa de secadores a gas y secadores que integran incineración	Alto	Medio	Medio		Offset (Heatset)
Desarrollo de tóner con partículas de menor tamaño y temperatura más bajas para el fijado	Alto	Medio			Electrofotografía
Configuraciones de máquinas y desarrollo tecnológico	Alto	Medio	Medio	Medio	Electrofotografía
Desarrollo de tintas con menor contenido de solventes tamaños más pequeño de partículas		Alto	Alto	Medio	Inkjet
Automatización de la preparación	Medio	Medio	Medio	Medio	Todos
Control del registro de color		Alto		Medio	Todos
Suministro automatizado de la tinta, de la solución y el procesado	Medio	Alto	Medio	Medio	Todos
Dispositivos automáticos de limpieza	Medio	Medio		Medio	Offset
Optimizado de los grados de papel y sus propiedades		Medio			Todos
Reducción y sustitución de productos químicos con reducido COV's		Medio	Alto		Todos
Mejora en la clasificación, tratamiento y gestión de los residuos	Medio	Medio	Medio	Alto	Todos

5.2 Regulaciones ambientales en Europa

Las principales regulaciones ambientales que afectan al sector gráfico tienen que ver fundamentalmente con el uso de la energía, las emisiones y los residuos generados.

5.2.1 Prevención y control integrado de la contaminación (Integrated Pollution Prevention and Control)

La Directiva 96/61/CE del Consejo sobre Gestión Integrada de Prevención y Control de la Contaminación (Directiva IPPC) fue diseñada para controlar los procesos industriales que causan la contaminación en forma de gases de efecto invernadero, la acidificación en las emisiones de sustancias, los vertidos de aguas residuales y los diferentes tipos de residuos.

La Directiva IPPC contiene varios principios importantes con un enfoque integrado de todos los asuntos ambientales de las instalaciones: las emisiones, residuos, energía, recursos, etc. Inluye el ruido con valores límite de emisión y tiene en cuenta las mejores técnicas disponibles

Cerca de 50.000 instalaciones industriales están sujetas a la Directiva IPPC y deben obtener un licencia ambiental de las autoridades ambientales.

La prevención y el control integrados de la contaminación se refieren a las actividades industriales y agrícolas con un elevado potencial de contaminación. Las condiciones medioambientales que deben respetarse para que una instalación industrial o agrícola reciba autorización se relacionan con:

- La aplicación de todas las medidas adecuadas de lucha contra la contaminación y en particular, el uso de las mejores técnicas disponibles (las que generan menos residuos, utilizan las sustancias menos peligrosas, las que posibilitan la recuperación y el reciclado de las sustancias emitidas, etc.)
- La prevención de toda contaminación importante.
- La prevención, el reciclado o la eliminación de los residuos menos contaminantes.
- La utilización eficaz de la energía
- La prevención de los accidentes y la limitación de sus consecuencias
- La adopción de medidas para que al cesar las actividades, el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio.

Por otra parte, la decisión de autorización incluye una serie de requisitos concretos entre los que cabe citar los siguientes:

- Valores límite de emisión de sustancias contaminantes (salvo en el caso de gases de efecto invernadero si se aplica el régimen de intercambio de derechos de emisión)
- Medidas eventuales de protección del suelo, el agua y el aire
- Medidas de gestión de residuos
- Medidas que deben adoptarse cuando se producen circunstancias excepcionales (fugas, fallos de funcionamiento, paradas momentáneas o definitivas, etc.)
- Minimización de la contaminación de larga distancia o transfronteriza
- Vigilancia de los vertidos y cualquier otra prescripción adecuada.

5.2.2 Mejores técnicas disponibles

Con el fin de ayudar a las autoridades a determinar las mejores técnicas disponibles MTD (BAT – Best Available Techniques), la Comisión Europea organiza intercambios de información entre expertos en tecnología, representantes de la industria y organizaciones ambientales. El trabajo de intercambio de información conduce a la elaboración, aprobación y publicación de la Documentos de referencias de las Mejores Técnicas Disponibles - MTD (European Commission 2011), que describen las técnicas consideradas medioambientalmente más adecuada y económicamente viables para los diferentes sectores industriales. Los documentos de referencia se coordinan por la Oficina Europea de la IPPC en Sevilla, España. El documento correspondiente a la tecnología de impresión se titula "Documento de referencia sobre las mejores prácticas disponibles - Técnicas de tratamiento de superficies con disolventes orgánicos" y fue aprobado en 2007 abarcando diferentes tecnologías de impresión como offset, huecograbado o flexografía. En el documento se escribe los requisitos generales para todas las instalaciones que utilizan disolventes orgánicos, tales como la gestión ambiental, plan de gestión de disolventes, el evitar la generación de sustancias tóxicas, el seguimiento y gestión de residuos, etc

5.2.3 Directiva sobre solventes (European Solvent Emission Directive)

La Directiva sobre los solventes de los compuestos orgánicos volátiles (Directiva 1999/13/CE del Consejo) se adoptó en el año 1999. Su objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente, limitando las emisiones nocivas de compuestos orgánicos volátiles (COV) procedentes de procesos industriales a la atmósfera, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y económicos. Se aplica a muchos tipos de actividades que utilizan disolventes, como por ejemplo la impresión, la limpieza, procesos de revestimiento y la fabricación de productos farmacéuticos. La Directiva establece los valores límite de emisión de los gases de escape, así como los contenidos máximos de las emisiones. En el Anexo I de la Directiva especifica las categorías de actividades y los requisitos que se aplican. Se incluyen los siguientes procesos relacionados con la impresión: flexografía, impresión offset de bobinas, laminado en relación con la impresión, huecograbado, serigrafía y barnizado. El Anexo II especifica los umbrales por encima del cual las instalaciones están sujetas a la Directiva, y los valores de emisión que no deben superarse.

5.2.4 Reglamentación sobre residuos

La Directiva sobre los residuos (2008/98/CE, de 19 de noviembre de 2008) especifica que los Estados miembros deben tomar las medidas adecuadas para poner en práctica las siguientes prioridades:

- En primer lugar, para prevenir o reducir la generación de residuos y su nocividad mediante el desarrollo de tecnologías limpias, que utilicen los recursos con moderación, el desarrollo de productos que eliminan o minimizar los residuos y la contaminación, y el desarrollo de técnicas para eliminar las sustancias peligrosas en los residuos.
- En segundo lugar, para recuperar los residuos a fin de obtener materias primas secundarias mediante el reciclaje, la reutilización o regeneración, o para utilizar los residuos para generar energía.

La Directiva sobre residuos también especifica que los residuos se valorizarán o se eliminarán sin causar daños para la salud o el medio ambiente a través de una red de instalaciones de

eliminación de residuos donde se aplican la mejor tecnología disponible. Además, una autoridad designada debe gestionar la aplicación de la Directiva y elaborar planes de gestión para alcanzar los objetivos de la Directiva. De acuerdo con el principio "el que contamina paga", los costes de eliminación de residuos serán sufragados por el productor o el titular de los residuos. La autoridad competente presentará un informe sobre la aplicación de la Directiva a la Comisión cada tres años, y la Comisión publicará un informe basado en la información de los Estados miembros.

En España la Ley 22/2011, de 28 de julio de 2011, de residuos y suelos contaminados tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud . No siempre es posible evitar la generación del residuo, por lo que es necesario darle un tratamiento adecuado. Por ello, se establece el orden en la jerarquía de opciones de gestión:

- Prevención
- Reutilización
- Reciclaje
- Valorización energética
- Eliminación en vertedero

La jerarquía de residuos da un orden de prioridades en la legislación y la política sobre la prevención y la gestión de residuos que se tendrá en cuenta en las propuestas de actuación Sólo cuando no sea posible la gestión de los residuos a través de los sistemas anteriormente citados, se procederá a su eliminación. El objetivo a cumplir en este caso es asegurar una gestión de los residuos eficiente dirigida a maximizar la valorización material de los mismos frente a la energética y ésta frente a la eliminación, a través de una clasificación exhaustiva en origen y una actividad eficiente de los gestores. La eliminación, como sistema de gestión, debe quedar limitada a aquellos residuos que no son susceptibles de ser valorizados (Lozano 2009).

5.2.5 Residuos peligrosos

La Directiva sobre residuos peligrosos (91/689/CEE, de 12 de diciembre de 1991) especifica las sustancias peligrosas a través de tres anexos.

- En el anexo I se indican los tipos de residuos peligrosos genéricos de acuerdo a su naturaleza o los procesos que los generan (por ejemplo, productos farmacéuticos, conservantes de la madera, explosivos).
- El anexo II muestra los componentes de las propiedades peligrosas (por ejemplo, el arsénico, PCB, aminas aromáticas).
- El anexo III describe las propiedades de los residuos que los hacen peligrosos (por ejemplo, explosivos, ecotóxicos, cancerígenos, etc.).

La directiva hace hincapié en que los desechos peligrosos no pueden ser mezclados con otros residuos. Además hay que elaborar planes de gestión de residuos teniendo los operadores que solicitar un permiso por la actividad y deben estar sometido a un sistema de inspecciones. Las autoridades competentes deberán comprobar que los requisitos de operación y la documentación se extienden a los transportistas de residuos peligrosos. La clasificación que se utiliza en España se conoce Lista Europea de Residuos (LER), Orden MAM/304/2002.

5.2.6 Regulaciones de los residuos en la industria de la impresión

Las directivas de gestión de residuos tienen en cuenta el vertido, la incineración de residuos, la recepción en las instalaciones de los residuos y los traslados de residuos dentro o fuera de la UE.

En la industria de la impresión la legislación obliga a la identificación, clasificación y tratamiento adecuado de los residuos de forma diferenciada en sus diversas fracciones, así como llevar un registro, control y presentación de informes mediante declaraciones medioambientales. Los anexos de la Directiva sobre residuos peligrosos que afectan a los materiales y sustancias de la industria de la impresión incluyen:

- Anexo I. Residuos de sustancias utilizadas como disolventes (incluye utilizar agentes de limpieza en trapos), hidrocarburos, agua (ej. solución de los residuos de amortiguación), tintas, barnices, pegamentos, productos químicos fotográficos y de procesamiento de materiales.
- Anexo II. Biocidas (ej. aditivos para el agua de amortiguación) y solventes orgánicos (ej. agentes de limpieza y aditivos de tinta).
- Anexo III. Líquidos inflamables o altamente inflamables (ej. tintas, disolventes de limpieza), sustancias irritantes (ej. películas y productos químicos) y las sustancias tóxicas (ej. tolueno en las tintas de huecograbado).

5.3 Herramientas de Gestión ambiental en la impresión

Desde una perspectiva ecológica y de sostenibilidad, muchos de los autores, editores y algunos casos consumidores, han presionado a la industria gráfica para que las materias primas o las técnicas de impresión sean compatibles con el medioambiente como sucede con la utilización de papel certificado para las publicaciones (Greenpeace 2007). Inicialmente eran escasos las cantidades y las calidades de papel certificado que podían usar los impresores con un precio superior entre un 5% y un 10% respecto al precio del papel sin certificar. Actualmente los fabricantes de papel están poniendo disposición de editores e imprentas papeles certificados con la cadena de custodia al mismo precio. En el caso del uso de papel reciclado los editores están aceptando cada vez más su utilización al desarrollarse mejores técnicas de fabricación que permiten un mejor uso en las imprentas. En otros casos, algunas imprentas han comenzado a comprar y a utilizar energía “verde” (Viluksela 2008b)

5.3.1 Etiquetados ecológicos y Declaraciones ambientales de productos

Las Declaraciones ambientales contienen información detallada sobre el desempeño ambiental de los productos. Están dirigidas principalmente a compradores profesionales que tienen un conocimiento profundo de los aspectos relevantes del producto con el medio ambiente. Las declaraciones medioambientales se basan en los datos que una empresa produce a través del Análisis del Ciclo de Vida. Es una etiqueta de Tipo III de acuerdo a la norma ISO 14025:2006 (ISO 2006c) y cumple con los estándares del análisis del ciclo de vida, norma ISO 14040:2006 (ISO 2006b) e ISO 14044:2006 (ISO 2006a). Los datos de la Declaración Ambiental del Producto (Environmental Product Declaration – EPD) son revisados por un organismo independiente e incluye información sobre la influencia que el producto tiene en relación a diversos problemas ambientales, como el cambio climático, la acidificación y la eutrofización. La Declaración

Ambiental del Producto para el papel de impresión incluye el impacto ambiental de las actividades forestales y los procesos de producción.

Las Etiquetas ecológicas se utilizan para informar a los consumidores sobre el medio ambiente y de los impactos de los productos. Las etiquetas son una forma de reclamos ambientales o declaraciones de los productores de los diferentes productos y servicios. Para administrar y regular el uso de las etiquetas y declaraciones, la organización ISO ha desarrollado un conjunto de normas. La Tabla 5.6 especifica las disposiciones y requisitos para los tres tipos de declaraciones medioambientales.

Tabla 5.6 Lista de normas ISO relacionadas con las etiquetas y declaraciones ambientales

ISO 14024:1999 Etiquetado Ambiental	ISO 14021:1999 Autodeclaraciones Ambientales	ISO 14025:2006 Declaraciones Ambientales
Criterios seleccionados como obstáculos lo que demuestra la excelencia ambiental	Cuestiones concretas que describen las características específicas medioambientales	Datos sobre el rendimiento del ciclo de vida cuyo objetivo es la mejora continua.
Concepto del Ciclo de Vida	Concepto del Ciclo de Vida	Análisis del Ciclo de Vida
- Programa voluntario, multicriterio y desarrollado por una tercera parte. - La etiqueta indica que un producto es preferible para el medio ambiente en función de las consideraciones basadas en su ciclo de vida	- Emitido por el fabricante - Certificación posible	- Obligatoria con validación por una tercera parte - Certificación posible - Publicado de forma privada o pública y acreditados por empresas homologadas
Criterios basado en un grupo de productos públicos	Las reclamaciones deben basarse en la información pública inicial disponible	Los datos de la información inicial deben estar disponibles excepto la información confidencial
Ej: Swan Label, European Eco-Label	Reciclable, compostable, biodegradable, diseñado para desmontar, producto de vida prolongada	Ej: Declaración ambiental de Producto

Existen varios sistemas de etiquetado ecológico para los productos impresos. Los más importantes son la ecoetiqueta nórdica, Swan y la etiqueta ecológica de la UE representado por una flor.

La etiqueta Swan (Nordic Ecolabelling, 2005) fue establecida en 1989 por el Consejo Nórdico de Ministros. El etiquetado del material impreso se ha convertido en uno de los éxitos con el símbolo de El Cisne. Por el momento, más de 230 imprentas en Suecia, 130 en Dinamarca, 50 en Noruega y 40 en Finlandia tienen derecho a utilizar la etiqueta Swan.

Los criterios para obtener la etiqueta ecológica de la UE de los productos impresos, se están preparando desde septiembre 2005, siendo aprobado en los órganos decisorios de la Unión Europea en el año 2012 (European Commission 2013).

La esencia del material impreso es su contenido, no el producto físico. El lector valora si el contenido es interesante y no si tiene una etiqueta ambiental o cumple con determinados requisitos ambientales, con lo cual se explica el por qué la etiqueta medioambiental no suele ser común en los productos impreso y el por qué ser amigable con el medio ambiente no ha sido el primer argumento de ventas para impresores y editores. La mayoría de los clientes no exigen una certificación de sistemas de gestión medioambiental a sus clientes.

Nordic ecolable (Swan)

Es el ecoetiquetado oficial en los países nórdicos. Acorde con la terminología de la norma ISO corresponde al Tipo I, lo que significa que existen un conjunto de criterios predeterminados para el producto y que una tercera parte debe evaluarlo antes de que pueda obtener el etiquetado ecológico. El criterio se basa en el análisis de los impactos ambientales del producto durante su ciclo de vida. El cumplimiento de los criterios se revisa y evalúan cada tres o cuatro años, por lo que el etiquetado nórdico distingue las alternativas ambientalmente más racionales en el mercado y promueve el progreso hacia los productos sostenibles. El etiquetado nórdico cubre tanto los impresos como los servicios de impresión. Tiene que cumplir con requisitos sobre la gestión forestal, la producción de la pulpa y el papel, la impresión y la gestión de los residuos. La madera que se utiliza para hacer el papel debe proceder de cultivos sostenibles, no permitiendo el uso de fibras de entornos forestales protegidos. Se debe cumplir con un porcentaje de papel que venga de bosques certificados.

El logotipo de la etiqueta ecológica (Figura 5.1) nórdica en un material impreso es un símbolo que garantiza que toda la producción impresa cumple con unos requisitos establecidos con el medio ambiente abarcando al papel, la impresión y el producto terminado.

Figura 5.1 Etiquetado ecológico nórdico para la impresión (Swan)

Un bosque certificado significa que la gestión forestal cumple con unas normas de control que son verificadas por organismos independientes. Algunos de estas normas son los FSC y PEFC que se explicaran posteriormente. En la Tabla 5.7 se especifica los criterios de puntación y en la Tabla 5.8 los criterios obligatorios para poder utilizar la etiqueta nórdica.

Tabla 5.7 Criterios de puntuación etiqueta Swan en empresas de impresión y productos impresos (Nordic Ecolabelling 2005)

Id	Especificación	Puntuación
P1	Papel etiquetado ecológico del consumo total	25 p
P2	Papel reciclado del consumo total, además de P1	5 p
P3	Registro de residuos en peso y en % del consumo total	10 p
P4	Uso ecológico de los productos químicos (tintas, barnices, toners)	12 p
P5	Utilización de tinta sin oxidantes o los oxidantes sin cobalto	2 p
P6	Uso ecológico de colas	3 p
P7	Agentes de lavado respetuosos con el medioambiente	3 p
P8	Uso ecológico de los aditivos de la solución de mojado	2 p
P9	Producción sin planchas de impresión / películas	5 p
P10	Emisiones de COV por tonelada del consumo de papel	30 p
P11	Porcentaje de consumo de electricidad procedente de fuentes renovables	5 p
P12	Compartir del consumo de energía térmica a partir de fuentes renovables	5 p
P13	Utilización eficiente de la energía	5 p
P14	Sistema de recirculación del agua de las planchas y películas	2 p
P15	Cantidad de residuos de tinta y técnicas de reducción	5 p
P16	Técnicas para reducir las soluciones de mojado y sus residuos	5 p
P17	Cantidad de residuos mezclados por tonelada de papel <10 kg	3 p
P18	Uso de productos con etiquetado ecológico y los servicios (papel, trapos de lavar la ropa etc)	5 p

Tabla 5.8 Criterios obligatorios etiqueta Swan en empresas de impresión y productos impresos (Nordic Ecolabelling 2005)

Id	Requisitos
M1	Cumplimiento de los requisitos legales en materia de seguridad, medio ambiente y permisos de operación.
M2	Organización y procedimientos definidos para asegurar el cumplimiento de los criterios de etiquetado, con una persona responsable designada.
M3	Documentación de aplicación sobre el control y la gestión.
M4	Cumplimiento de publicación del informe anual cada año en junio.
M5	Todo el personal debe estar capacitado para garantizar el cumplimiento de los requisitos
M6	Etiqueta Swan se utiliza y comercializa de acuerdo con las normas de ecoetiquetado de los países nórdicos
M7	El peso total de los productos, min. 90% debe tener el etiquetado ecológico para el papel (80% para libros, catálogos, carpetas, formularios, etc)
M8	El producto con la etiqueta Swan paral embalaje debe estar libre de PVC
M9	Todos los subcontratistas utilizados en la producción debe tener licencia para la etiqueta Swan
M10	Los pedidos que llevan la etiqueta debe estar marcado para distinguirse de otras órdenes

EU Ecolabel (Flower)

La etiqueta ecológica de la UE (la flor), es el equivalente directo en la Unión Europea de la etiqueta ecológica de los países nórdicos. La etiqueta fue fundada en 1992, existe para el papel, y desde agosto de 2012 aprobada para su aplicación en los productos impresos. Los principios de la etiqueta ecológica de la UE son los mismos que para la etiqueta ecológica de los países nórdicos. Se trata de una etiqueta Tipo I con criterios predeterminados y con la evaluación por terceros. Los criterios se basan en un análisis de los impactos ambientales de un producto durante todo su ciclo de vida. Los criterios son válidos para 3-5 años.

Figura 5.2 Etiquetado ecológico europeo para la impresión (EU Ecolabel)

Los requisitos para el papel y cartón en productos impresos están relacionados con el tratamiento forestal y la producción de la pulpa y papel. El criterio de la etiqueta ecológica de la UE requiere que al menos el 10% de la materia prima impresa y del papel provengan de bosques certificados. Estos criterios están actualmente en revisión, siendo la propuesta que todas las fibras vírgenes deben tener un control forestal con certificado de cadena custodia de una certificación independiente como el FSC, PEFC o equivalente. Estos sistemas permiten la mezcla de materiales certificados y no certificados. En una línea de productos, la proporción de material no certificado no puede ser superior al 50% y deben estar cubiertos por un sistema verificable que garantice que las fibras son de origen legal y no provienen de áreas protegidas (European Commission 2013). Los criterios que se requieren para obtener la etiqueta ecológica para productos impresos se resumen en la Tabla 5.9. Se deben cumplir límites estrictos en la emisión a la atmósfera de sustancias acidificantes y de gases de efecto invernadero, así como para las emisiones de productos químicos y sustancias al agua. Existen también requisitos sobre el uso de la energía, las sustancias químicas peligrosas y la gestión de residuos. La etiqueta ecológica está disponible en la actualidad en 26 categorías de productos.

Tabla 5.9 Criterios de la etiqueta Ecolabel en los productos impresos (European Commission 2013)

CRITERIO 1 – SOPORTE
CRITERIO 2 - SUSTANCIAS EXCLUIDAS O LIMITADAS Y MEZCLAS
a) sustancias y mezclas peligrosas
b) Las sustancias enumeradas en conformidad con el artículo 59 del Reglamento CE n º 1907/2006
c) los productos biocidas
d) Los agentes de lavado
e) alquilfenoles etoxilados - disolventes halogenados -
f) Los colorantes
CRITERIO 3 – REUTILIZACIÓN
CRITERIO 4 – EMISIONES
a) Las emisiones al agua
b) Emisiones a la atmósfera
c) Las emisiones de la publicación de la impresión en huecograbado
d) los procesos de impresión para que no se aplican medidas legislativas
CRITERIO 5 – RESIDUOS
CRITERIO 6 - APTITUD PARA EL USO
CRITERIO 7 - INFORMACIÓN SOBRE EL PRODUCTO
CRITERIO 8 - INFORMACIÓN RECOGIDA EN LA ECOETIQUETA COMUNITARIA

Perfil del Papel (Paper Profile)

Algunos productores de papel han dejado de solicitar la etiqueta Swan y están presentando una declaración propia llamada perfil de papel. El Paper Profile[8] es una declaración de producto que ha sido desarrollado por nueve de los principales fabricantes europeos de papel. El sistema fue lanzado en 2001 y es una declaración basada en la información divulgada por la propia empresa y comprobada por un organismo independiente de control. Existen normas comunes para la recogida, el cálculo y la presentación de datos. La declaración se refiera al origen de la madera, el impacto ambiental de la producción de papel y la información sobre el sistema de gestión medioambiental de la empresa. Al no ser verificado por un tercero, el perfil de papel puede considerarse que pertenece al grupo de ecoetiquetas Tipo II - Autodeclaración Ambiental de la empresa productora de acuerdo con la norma ISO 14025.

5.3.2 Etiquetado climático

Son etiquetas que tienen en cuenta la preocupación por el cambio climático y el calentamiento global. Destacan la huella ecológica, la huella hídrica pero sobre todo la huella de carbono.

Huella de carbono

Refleja la cantidad total de gases de efecto invernadero asociadas a un producto o servicio en su ciclo de vida. El impacto del cambio climático es una de las categorías de impacto que se incluyen en el Análisis del Ciclo de Vida. Por lo tanto la huella de carbono es una evaluación del ciclo de vida en el que el análisis se limita a las emisiones que tienen efecto sobre el cambio climático. Hay varios normativas que aspiran a ser un sello internacional sobre la huella de carbono: PAS 2050 Publicly Available Specification - PAS 2050 (BSI 2008) y la ISO 14067:2013.

En la Tabla 5.10 se muestra los principales parámetros que influyen en las emisiones de CO_2 en las empresas y que afectan al impacto cambio climático.

[8] http://www.paperprofile.com/

Tabla 5.10 Principales parámetros que influyen en la emisión de CO_2 en la Industria Gráfica (PrintCity 2011)

	Parámetro	Fuente de Emisión	Relevante para	Alcance
1	Producción del sustrato	Papel	Producto	3
2	Combustión de carburante	Emisión directa	Sitio	1
3	Producción de tintas	Tintas	Producto	3
4	Producción de energía comprada		Sitio	3
5	Producción de planchas aluminio	Planchas	Sitio	3
6	Transporte de producto terminado al cliente		Producto	3
7	Vehículos de empresa		Sitio	1
8	Transporte de materia prima		Producto	3
9	Producción material embalaje		Producto	3
10	Producción de combustible		Sitio	3
11	Energía comprada		Sitio	3
12	Producción de químicos		Sitio	3
13	Trayecto de los empleados		Sitio	3

5.3.3 Certificaciones forestales y cadena de custodia.

Existen más de cincuenta sistemas de certificaciones forestales que operan a nivel nacional e internacional (Nogueron 2011). Los más conocidos y extendidos son:

- PEFC (Programa para el Reconocimiento de certificación Forestal - Programme for the Endorsement of Forest Certification). Es un sistema para la gestión forestal sostenible
- FSC (Consejo de Administración de Bosques - Forest Stewardship Council). Es una iniciativa internacional para una gestión forestal sostenible teniendo en cuenta aspectos ecológicos, sociales y económicos.

Los consumidores dan cada vez más importancia a los impactos ambientales, la sostenibilidad del papel, de los productos de impresión y el uso sostenible de las materias primas. Se ha incrementado el uso de etiquetas de certificación de los bosques dentro del grupo de los productos impresos. Los programas de certificaciones PEFC y FSC sólo fijan requisitos en manejo forestal y la trazabilidad. No hay requisitos ambientales que se establecen en las siguientes fases de fabricación, tales como la producción de pulpa y papel y de impresión.

Las normas para los bosques con certificación FSC varían de país a país. En Finlandia, la certificación PEFC ha sido hasta ahora más popular entre los propietarios de bosques y la disponibilidad de madera certificada FSC de Finlandia ha sido inexistente.

Además de los sistemas de certificación forestal que están destinadas a los propietarios forestales, la cadena de los certificados de custodia son herramientas que están disponibles para las imprentas. La certificación de cadena de custodia permite al impresor usar la etiqueta FSC o PEFC en los productos y marcas comerciales. La certificación demuestra que la cadena de suministro de la materia prima puede ser seguida desde el bosque hasta el consumidor, incluyendo todas las fases de transformación y distribución.

5.3.4 Sistemas de Gestión Ambiental

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGMA) se han convertido en herramientas populares en muchas áreas de la industria y en el comercio. La aceptación de los sistemas de gestión de la calidad (SGC), sobre todo la serie de normas ISO 9000, ha facilitado el camino para la implantación de los sistemas SGA en la segunda mitad de 1990. La norma de SGA, ISO

14001:1996, fue precedida por normas nacionales, en particular la Británica BS-7750. Al mismo tiempo, la Unión Europea ha establecido su sistema de Gestión y Auditoría Medioambiental (EMAS), que tiene muchos elementos similares a la ISO 14001 añadiendo una eclaración ambiental pública (Enroth 2006).

Sistemas de Gestión Medioambiental

La familia de normas ISO 14000 se refieren a diferentes aspectos de la gestión ambiental. Mediante la aplicación de estas normas, una organización puede reducir al mínimo los efectos perjudiciales para el medio ambiente y mejorar continuamente su comportamiento ambiental. Las normas permiten aplicar un enfoque sistemático para establecer, especificar y evaluar sus operaciones, con el fin de mejorar y comunicar el impacto medioambiental de los productos y servicios. La estructura de la serie 14000 se asemeja a la de la serie de normas ISO 9000 de gestión de la calidad. Las distintas normas relacionadas con la gestión de la calidad se presentan en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11 Normas ISO relacionadas con la gestión ambiental

ISO 14001:2004	Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para uso
ISO 14004:2004	Sistemas de gestión ambiental - Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo
ISO 14015:2001	Gestión ambiental - Evaluación ambiental de sitios y organizaciones (EASO)
ISO 14031:1999	de gestión medioambiental - Evaluación del desempeño ambiental –
ISO / TR 14032:1999	Gestión ambiental - Ejemplos de desempeño ambiental evaluación (EPE)
ISO 14050:2002	de gestión ambiental – Vocabulario
ISO 14063:2006	de gestión ambiental - Comunicación ambiental – Directrices y ejemplos
ISO 19011:2002	Directrices para la calidad y / o auditoría de sistemas de gestión ambiental

EMAS y EMAS III

El Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS) es una herramienta para la gestión, evaluación, presentación de informes y mejorar el rendimiento medioambiental de las organizaciones. El sistema se estableció a través del Reglamento del Consejo CEE 1836/93 y entró en funcionamiento en 1995. El Reglamento CE 761/2001 entró en vigor a todos los tipos de organizaciones, no sólo las empresas industriales. El uso de la norma ISO 14001 ha sido integrado en el SGMA como requisito del EMAS. La participación en EMAS es voluntaria y se aplica a las organizaciones que operan en la UE. Muchos países candidatos a la UE también aplican el sistema. Las principales etapas del proceso EMAS se describen en la Tabla 5.12.

En el año 2009, el Reglamento EMAS se ha revisado y modificado por segunda vez con el Reglamento EMAS III, Reglamento (CE) n º 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009 sobre la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS) fue publicado el 22 de diciembre de 2009 y entró en vigor el 11 de enero de 2010.

Tabla 5.12 Los cuatro pasos que conducen a registro en el EMAS

Paso	Descripción
Revisión ambiental	Evaluar todos los aspectos medioambientales de la organización, prácticas de gestión, las actividades operativas, los productos y servicios y sus requisitos legales.
Sistema de gestión medioambiental	Construir un SGM que especifica la política ambiental, responsabilidades, objetivos, procedimientos operativos, capacitación, seguimiento, información y comunicación.
Auditoría medioambiental	Realizar una auditoría ambiental para evaluar el desempeño del sistema de gestión y el cumplimiento de regulaciones ambientales pertinentes.
Declaración medioambiental	Publicar una declaración medioambiental de la presentación de informes ambientales, el rendimiento en comparación con el previsto, metas y objetivos futuros para la mejora continua.

Desde el punto de vista comunicativo, los sistemas de EMAS requieren que la empresa publique su política ambiental y un informe ambiental anual. La ISO 14001 exige a la empresa publicar sólo su política medioambiental.

Además de las etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales, se han creado varios sistemas para dar información a los consumidores sobre la sostenibilidad de la producción de las empresas. Un sistema de gestión ambiental (tales como EMAS o ISO 14001) no es una etiqueta, pero pueden aparecer en la información proporcionada por un fabricante de papel o impresor. La preocupación de dichos sistemas con sus procedimientos y métodos de trabajo dentro de una empresa garantiza que se abordan las cuestiones medioambientales de una manera sistemática. No se establecen requisitos más bajo que los límites legales para el desempeño ambiental. La empresa se fija en todo momento sus metas para la mejora continua.

Comunicación ambiental

Otra norma ISO relacionada con la gestión ambiental es la ISO 14063 (ISO 2006d) Comunicación ambiental. A través de esta norma cualquier organización puede llevar a cabo un proceso sistemático con el fin de proveer y obtener información, y para entablar un diálogo con las partes interesadas internas y externas con el fin de fomentar un entendimiento común sobre cuestiones ambientales, aspectos y rendimiento. Los principios de la comunicación ambiental deben incluir:

- Transparencia. Los procesos, datos y supuestos relacionados con la comunicación medioambiental deben ser puesto a disposición de todas las partes interesadas (teniendo en cuenta las necesidades de confidencialidad).

- Adecuación. La información debe ser relevante y comprensible a las partes interesadas.

- Credibilidad. La comunicación ambiental debe llevarse a cabo de manera honesta y justa y la información debe ser producidas utilizando métodos e indicadores reconocidos y reproducibles.

- La capacidad de respuesta. La comunicación debe ser abierta y receptiva a las necesidades de las partes interesadas.

- Claridad. La comunicación y el lenguaje utilizado debe ser comprensible a las partes interesadas.

5.4 Conclusiones del capítulo

La evolución tecnológica en las empresas gráficas está relacionada con nuevas regulaciones orientadas hacia una mayor eficiencia y la sostenibilidad. Algunas empresas avanzan más allá de la legislación y ponen en marcha sistemas de gestión que repercuten en la mejora de la organización y que obliga a la empresa a estar al día en las cuestiones ambientales, legislación y desarrollar programas y acciones orientados hacia la mejora continua en estas áreas. La industria gráfica dispone desde el año 2012 de un sistema etiquetado ecológico Ecolabel para el papel y para los productos impresos que da garantía de buenas prácticas medioambientales en la empresa.

6. Objeto y Alcance del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico impreso

El Análisis del Ciclo de Vida es una herramienta que proporciona una información detallada acerca de los aspectos y los potenciales impactos ambientales relacionados con el ciclo de vida de un producto. La tecnología habitual para la impresión de un periódico es el sistema offset en su variedad coldset en el que las tintas se secan por absorción en un soporte de papel de un gramaje que oscila entre los 40-45 g/m^2. El desarrollo de la tecnología digital en su variante inkjet permite la impresión a demanda de una pequeña tirada de periódicos. En este capítulo se establecerá las bases del Análisis del Ciclo de Vida para diferentes escenarios de los dos procesos de impresión, utilizando una unidad funcional que sea comparable con otros sistemas y soportes a analizar posteriormente, como son los dispositivos digitales. Se tendrá en cuenta el transporte, la materia prima como las planchas, tintas, papel, químicos, recursos energéticos, agua, desechos, tratamientos de final de vida, etc. para los dos sistemas de impresión.

6.1 Aspectos generales

El proceso de impresión offset-coldset se utiliza para impresión económica de periódicos de una tirada habitualmente superior a los 2.000 ejemplares con máquinas rotativas que utilizan bobinas de papel que pueden alcanzar hasta 1,7 metros de ancho y con un peso de 2 tonedas. La mayoría de los periódicos se imprimen durante la noche para llegar al punto de venta o de entrega por la mañana. En los casos en que se impriman lejos del lugar de uso los periódicos no llegan a primera hora de la mañana e incluso al día siguiente. Estos casos corresponden por lo general a periódicos de pequeña difusión que se imprimen en otro lugar agrupándose con otros volúmenes mayores para que el coste del transporte del ejemplar sea asequible. Para estos casos se está implantando la tecnología digital mediante inkjet que permite efectuar tiradas cortas, ya que no cuentan con los costes de preparación y ajuste de las máquinas tradicionales de coldset. El periódico tiene un corto tiempo de vida por lo que tiene que estar a tiempo en el quiosco, ser económico y contaminar lo menos posible.

6.1.1 El proceso de impresión offset - Coldset frente al digital - Inkjet

En los últimos años la tecnología digital mediante electrostática e inkjet se ha convertido en una alternativa para la impresión a demanda de productos de pequeñas tiradas. En el caso de libros y catálogos comerciales se lleva trabajando desde hace unos cinco años. La implantación para los periódicos ha sido menor debido a que hasta hace poco tiempo no se conseguía un rendimiento aceptable en cuanto al número de copias por hora (velocidad de la banda de papel), por la calidad del resultado con las tintas de base agua para gramajes bajos y por el elevado coste de la inversión en comparación con la tradicional. La diferencia fundamental entre proceso de impresión offset en su variante coldset frente al digital en su variante inkjet se resumen la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Principales diferencias entre los procesos de impresión Coldset e Inkjet

	Coldset	Inkjet
Tiradas	Superiores a 2.000 ejemplares. No permite personalización de ningún ejemplar	Inferiores a 1.000 ejemplares Permite personalización de cada ejemplar
Equipamiento	Rotativas de gran tamaño y coste con una vida media de quince años. Producto tecnológicamente maduro	Rotativas pequeñas coste media con una vida media de cinco años. Producto tecnológicamente en evolución
Preimpresión	Necesita de un soporte para transferir la imagen. Por lo general es una plancha de aluminio que eleva el precio de la copia cuando la tirada es baja	La imagen se transfiere directamente desde los inyectores por lo que el precio de la copia se mantiene prácticamente constante independientemente de la tirada
Impresión	La máquina requiere de una preparación previa para cada periódico que consiste en la colocación de las planchas y el enhebrado de la banda de papel con un tiempo promedio de 20 minutos por título.	La máquina requiere de una preparación inicial para todos los periódicos, pudiendo imprimir sin parar diferentes títulos con paginaciones diversas uno a continuación del otro.
	Las tintas son de base aceitosa con pigmentos conteniendo colores vivos	Las tintas por lo general son base agua obteniendo una calidad de imagen inferior
	La velocidad de impresión de la banda de papel es de unos 12 m/s	La velocidad de impresión de la banda de papel es de unos 3 m/s
	La configuración permite por lo general obtener diferentes números de páginas utilizando simultáneamente varias bandas de papel hasta alcanzar los 37.000 ejemplares/hora para paginaciones múltiplos de 8 entre 8 y 96 páginas.	Las páginas se imprimen en una sola banda de forma independiente por lo que el rendimiento varía en función del número de páginas imprimiendo 37.000 ejemplares/hora de 4 páginas. 64 pág: 2300 ej/hora 80 pág: 1850 ej/hora 96 pág: 1540 ej/hora
Acabado	El acabado se efectúa en línea en la máquina de impresión en la plegadora	Por lo general se efectúa fuera de línea de la máquina de impresión en un dispositivo que corta, acumula y pliega
Uso		
Desecho	Tecnología de recuperación del papel muy implantada	Problemas con el destintado del papel en fase de solución

6.1.2 El ciclo de vida de un periódico impreso

En el proceso de impresión coldset se utiliza una plancha de aluminio que dispone de áreas de imagen y no imagen donde la diferencia se induce a través de una reacción fotoquímica. En el proceso de impresión, la plancha se pone en contacto con una solución que se adhiere a las áreas sin imagen, aplicándose la tinta en las áreas con imagen. Posteriormente la imagen se transfiere a un cilindro de caucho o goma que transmite la imagen final al papel.

El proceso de preimpresión ha evolucionado desde la utilización de películas y su revelado hasta el actual sistema de filmación en la plancha de aluminio. Este proceso también está evolucionando con la utilización de menos componentes químicos lo que se conoce como “chemical free” o “libre de químicos”. Las planchas de impresión tienen una base de aluminio y se reciclan mediante gestores autorizados o el mismo proveedor de planchas. Los líquidos son recogidos por gestores autorizados quienes efectúan una depuración de los mismos separando el agua del lodo que se envía para su tratamiento en la fabricación de otros productos o incineración. En el proceso de impresión digital el archivo con la imagen a imprimir se envía directamente a la unidad de impresión.

Las tintas que se utilizan en el proceso Offset Coldset son minerales o vegetales en base aceite que no se secan sino que se absorben en el papel. Por lo habitual, se transportan en contenedores de 1.000 kg que recirculan entre el centro de impresión y la fábrica de tinta. En el proceso de impresión Inkjet, las tintas son de base agua por lo que al penetrar en un medio poroso se extiende, ofreciendo una calidad inferior al Offset para gramajes bajos y papeles estucados donde penetran con dificultad y no se adhiere bien a la superficie. Las tintas para Inkjet son ofrecidas directamente por el mismo fabricante de la máquina de imprimir quien se encarga de recoger el envase de residuo y proporcionar nueva tinta, efectuando así mismo una investigación constante en nuevas aplicaciones y propiedades de la tinta. El precio es mucho más elevado al no disponer de competencia y tiene como ventaja el mantener una calidad constante de la tinta sin que se vea afectado por las oscilaciones de los precios de la materia prima y de la competencia. El destintado de las tintas base agua fue problemático en sus inicios. Actualmente los principales fabricantes aplican una metodología común para el reciclado de la tinta basado en el método propuesto por Ingede[9].

El papel del periódico tiene un alto volumen y opacidad. Se fabrica mediante máquinas de calandrado a partir de pasta mecánica aunque durante los últimos años se ha introducido la pasta o pulpa destintada (Deinked Pulp - DIP) producido a partir de papel reciclado que contiene tinta de impresión por medio de un proceso de flotación. La pasta termomecánica se fabrica a partir de trozos de madera que se tratan con presión y calor para separar las fibras y la lignina de la madera. El papel de periódico también contiene material de relleno principalmente arcilla y carbonato de calcio.

En el proceso de impresión la tecnología offset – coldset utiliza una serie de químicos en la solución de mojado para permitir que en área con imagen de la plancha se deposite la tinta y en el resto agua. En la impresión digital - inkjet no es necesaria. Por otro lado la limpieza de la rotativa Offset se utiliza disolventes, detergentes, etc. que no son necesarios en la impresión digital o en mucho menor grado.

El proceso de acabado en el coldset está integrado en la rotativa mientras que en el digital requiere de dispositivos adicionales que en esta fase inicial de desarrollo de la tecnología para periódicos se encuentran fuera de línea, por lo que es necesario descargar la bobina de papel una vez impresa para iniciar el proceso de acabado y terminación del producto final.

La cantidad de recursos energéticos y de mano de obra es mayor en el coldset tradicional aunque la capacidad es muy superior, siendo el ratio de productividad favorable al coldset frente a inkjet.

La diferencia fundamental del proceso coldset frente al inkjet es la preimpresión, ya que no necesita el soporte de plancha para imprimir la imagen y esta pueda variar de un ejemplar al siguiente. De esta forma los costes de preparación son menores que en el Offset y los costes por copia son constantes. Es por ello que para tiradas bajas donde se tiene que repartir los costes de preparación entre los ejemplares solicitados, la impresión digital está resultando más apropiado.

[9] http://www.ingede.org The International Association of the Deinking Industry

En la Figura 6.1 se muestra de forma resumida los principales procesos que intervienen en la impresión. Cada uno de los procesos requiere el uso de materia prima de los procesos previos así como de energía, transportes, generando desechos y emisiones. Este trabajo de investigación se centra en el estudio del proceso de impresión comparando la tecnología coldset e inkjet, teniendo en cuenta todos los procesos previos e incluyendo los procesos posteriores cuando se compara con los dispositivos digitales.

Figura 6.1 Diagrama de flujo de los procesos que intervienen en la impresión

6.1.3 Estudios anteriores relevantes

Los estudios relacionados con los ciclos de vida de productos impresos son relativamente recientes y relacionados con la tecnología existente en cada momento. La mayoría de estos estudios son genéricos abarcando la totalidad de los productos impresos, otros se centran en la materia prima como el papel y sus escenarios de residuos. Los más recientes abarcan los dispositivos electrónicos y las técnicas de impresión digital mediante electrofotografía e Inkjet.

Como veremos posteriormente en la definición de la función a estudiar, los impactos ambientales en la impresión de un periódico dependerán del número total de copias impresas, de la paginación, del formato y del gramaje así como de otros parámetros que no se mencionan que hacen que los estudios no sean del todo comparables. Las fuentes de información han sido en su mayor parte propias y de la base de datos KCL-ECO[10] específica del sector del papel,

[10] KCL-Ecodata pertenece actualmente a VTT para su uso en investigación

aunque en estos momentos no se comercializa. Para fuentes secundarias se utiliza con mayor frecuencia la base de datos Ecoinvent.

Se han efectuado numerosos estudios para periódicos, aunque la mayoría no incorporan los últimos desarrollos aplicados a la impresión entre los que se incluyen: nuevas rotativas que generan menos desperdicios de arranque durante el proceso de ajuste de registros y del balance agua/tinta, dispositivos de control durante la tirada, el menor uso de químicos en la preimpresión y la impresión, la no utilización de alcohol en la solución de mojado, etc. que hacen que en general se generen menos emisiones. Todo ello unido al uso de nuevos dispositivos como el directo a plancha, fuentes energéticas alternativas, mejoras en las eficiencias etc., lo que hace necesario una actualización de los resultados de estudios anteriores. La mayoría de los mismos se han utilizado como base para la elaboración de criterios de etiquetado ecológico, sobre todo en los países nórdicos, Reino Unido y Alemania. Destaca también los efectuados sobre el ciclo de vida del papel y la recuperación y gestión del mismo planteando las alternativas de la incineración frente a depósito en vertedero y la recuperación mediante el reciclado.

Los resultados de los estudios ponen de manifiesto que los bosques y especialmente la producción de pulpa y papel, son los principales contribuidores a los impactos ambientales del ciclo de vida de los productos impresos. Este papel determinante está relacionado por el impacto que se produce por el uso de la energía. Como indicadores de impacto se utilizan principalmente las metodologías Ecoindicator 95, CML, EPS, Edip, y más recientemente Recype.

Los datos de esta tesis doctoral han sido recabados en los años 2010-2012 incorporando la tecnología más reciente existente en estos momentos en la preimpresión, impresión coldset e impresión mediante inkjet.

Primeros análisis de ciclo de vida de periódicos

Los primeros estudios de análisis de ciclo de vida para periódicos fueron elaborados para el grupo de prensa francés Le Monde (Rafenberg 1998) y para la editorial alemana Axel Springer junto con fabricantes de papel, consultores y asociaciones del sector(Infras 1998).

En el estudio de Le Monde (Rafenberg 1998) que formó parte de una tesis doctoral, se analizó la gestión y uso del papel, tintas, planchas, material de embalaje, distribución, etc. con el objeto de obtener un menor impacto ambiental. La unidad funcional elegida fue el número de copias vendidas del total producida (76 copias vendidas de 100 producidas) de un periódico de un número medio de 38 páginas con dos páginas impresas a 4 colores y dos páginas impresas con 2 colores. El peso del producto incluyendo las tintas era de 115,33 g. La mayor parte de la información para la elaboración del inventario provenía de diferentes plantas de impresión del grupo Le Monde y de la base de datos KCL-ECO. Para las diferentes categorías de impacto se empleó la metodología CML.

En el estudio de (Infras 1998) se efectúa un análisis de ciclo de vida para la producción de un periódico diario y de una revista semanal con el objetivo de tener un mejor conocimiento de las cuestiones ambientales que afectan al complejo ciclo del papel. Los datos de partida también provienen de estudios propios. El resultado pone de manifiesto que el 65% de los impactos provienen del papel y 16% del consumo de energía. La unidad funcional es 1 kg de periódico impreso. Como indicadores de impacto se empleó la metodología CML y Ecoindicator 95.

La evolución tecnológica en el sector de la impresión ha sido muy grande por lo que es de esperar que los impactos ambientales se hayan reducido desde estos estudios previos.

El problema que tiene los primeros análisis de ciclo de vida y algunos actuales es la falta de estandarización para poder efectuar comparaciones de los impactos como se indica en (Bousquin 2011) la revisión de diferentes estudios sobre Análisis de Ciclo de Vida en la industria gráfica. El estudio compara las prácticas comunes, las limitaciones, las áreas de mejora y las oportunidades que surgen de la normalización. La mayoría de los estudios analizados están relacionados con los materiales y la impresión digital.

Estudios específicos de centros de investigación nórdicos

Existen numerosos estudios que analizan el impacto ambiental de las publicaciones impresas y las comparan con otras tecnologías. La mayoría de los mismos provienen de los países nórdicos de la mano de KTH (Royal Institute of Tehnology de Suecia), del VTT (Technical Research Centre de Finlandia) y de la consultora FORCE TECHNOLOGY de Dinamarca.

Entre los estudios del **VTT** destacan los efectuados en el marco del proyecto LEADER sobre la huella de carbono y el impacto ambiental de los productos de impresión desde la cuna a la tumba (Pihkola 2010a) y la comunicación de los impactos ambientales de los productos impresos (Pihkola 2010b). El objetivo del proyecto LEADER (2007-2010) era estudiar los impactos que sobre el medio ambiente se originan durante el ciclo de vida de los productos impresos. En el estudio se utilizó el Análisis del Ciclo de Vida para determinar la huella de carbono partir de los datos de varias empresas gráficas y bases de datos input-output a partir del modelo Envimat (Seppälä 2009) donde se obtienen resultados de impacto a partir de la totalidad de datos económicos de las industrias relacionadas con la producción y el consumo de productos de impresión en Finlandia. Durante el proyecto, se obtuvieron datos sobre el ciclo de vida de la impresión de varios productos seleccionados entre los que se encuentran un periódico regional (impreso en offset-coldset), una revista semanal (offset-heatset), un álbum de fotos (impreso con electrofotografía). En el caso del periódico, se consideró un tiempo de lectura diaria de 34 minutos. La unidad funcional era 1.000 kg de productos impresos de un periódico que utiliza papel de 40 g/m^2 en una tirada de unos 80.000 con un peso por ejemplar de 200 g. El fin de uso del papel considerado era 79% reciclado, 16% vertedero, 5% incineración. La fuente de información para el inventario son la base de datos KCL-ECO y Ecoinvent. Para las diferentes categorías de impacto se empleó la metodología ReCipe.

Otros de los estudios relacionados con el proyecto LEADER del VTT es el efectuado sobre el rendimiento ambiental de la impresión digital (Viluksela 2010) donde se analiza la situación actual y las perspectivas de futuro de las tecnologías de impresión digital presentando indicadores para evaluar el desempeño ambiental de la impresión digital. Se comparan las dos tecnologías principales de la impresión digital: el Inkjet y la electrofotografía, así como las aplicaciones habituales de los productos impresos de forma digital: impresión a demanda, productos transaccionales, promocionales, periódicos, revistas, libros, empaquetado y otras aplicaciones. La unidad funcional que se emplea está habitualmente relacionada con el peso de los productos impresos y sugiere que debe estar relacionada con el área de trabajo utilizada, proponiendo utilizar también como unidad mil millones de páginas A4 a doble cara. De esta forma se elimina el gramaje de papel y facilita las comparaciones entre productos. Analiza los

aspectos ambientales de eficiencia energética, de material, emisiones al aire, desechos y reciclabilidad de los productos impresos. El estudio incluye un anexo con resúmenes de otros estudios ambientales relacionados con la impresión.

Entre los estudios del **KTH** destacan los efectuados por (Moberg 2007) sobre análisis simplificado del ciclo de vida de periódicos impresos, periódicos basados en internet y periódicos a través de dispositivos digitales donde se compara los impactos ambientales de un periódico convencional con un tiempo de lectura de 30 minutos/día, con periódicos electrónicos a través del ordenador con un tiempo de lectura de 10 minutos/día y con dispositivos electrónicos de alta resolución. La unidad funcional era el consumo de periódicos de 32.000 copias/día con 40 páginas en formato tabloide (40x28 cm) de 45 g/m^2 durante un año de un único lector. La base de datos para inventario fue STFI-Packforsk data[11] e Ecoinvent 1.2 con el software Gabi. Como indicadores de impacto se usó Ecotax 02, Ecoindicator 99. En un estudio posterior (Moberg 2008) se estudió los efectos que produciría un cambio total del uso de la facturación en papel a la facturación electrónica en Suecia, centrándose en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la demanda acumulada de energía. Se analizó si era preferible desde un punto de vista ambiental, el proceso de impresión y distribución física frente a la electrónica donde existe un consumo de energía en los servidores y dispositivos electrónicos. La unidad funcional es la cantidad de facturas anuales en Suecia. La base de datos para el inventario fue Ecoinvent 2.0 y el software Simapro.

El Centro de tecnología **FORCE** efectuó un estudio (Schmidt 2009) sobre las consecuencias ambientales que supone cambiar la distribución por correo ordinario a la distribución electrónica a través de internet. La unidad funcional es la distribución de 98,5 millones de documentos en el año 2008 de forma electrónica asumiendo que un 15% se imprimen por partes. La información proviene de empresas representativas del sector, Ecoinvent 2.0 con el software Gabi[12]. Los métodos para la evaluación del impacto fueron EDIP97 y CML 2011. El estudio muestra que el cambio de la distribución convencional a la electrónica tiene consecuencias positivas para el medioambiente respecto a todos los impactos ambientales examinados entre los que destaca el calentamiento global, consumo de energía, contribución al cambio climático y disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estudios genéricos del sector gráfico

Hay numerosos estudios de análisis de ciclo de vida en el sector gráfico como el publicado por (Kadam 2005) que compara los aspectos medioambientales, de salud y de seguridad asociados a los procesos de impresión offset y digital. El estudio tiene en cuenta el consumo de material, la generación de residuos y aspectos relacionados con la seguridad y salud en cada etapa de la producción de documentos para una máquina offset de hoja y una digital electrofotográfica analizando aspectos como la tirada, residuos de arranque etc.

En el estudio de (Moger 2006) se hace una revisión de la industria gráfica analizando los impactos ambientales y la percepción del consumidor de los productos gráficos en relación con dichos impactos.

[11] www.innventia.com
[12] www.gabi-software.com

El estudio efectuado por (Larsen 2006) sobre el ecoetiquetado de productos impresos mediante offset, se basa en la evaluación del ciclo de vida, utilizando un nuevo enfoque que hace un mayor énfasis en la producción y en el uso de productos químicos. La unidad funcional utilizada fue una tonelada de producto impreso. Se analizan diversos escenarios: energía media, saturación de papel en el mercado, variación en los desperdicios de papel, variación del consumo de tinta, tratamiento de las aguas, alternativas de agentes biocidas para el agua de mojado, no generación de residuos en las emisiones de agua. El método para evaluación del impacto fue EDIP. Los resultados muestran que el proceso de impresión con 41% (17% corresponde a la tinta), junto con la limpieza con un 17%, cuenta con el mayor impacto ambiental, seguido por la producción de papel con un 31% y la energía consumida en la impresión con un 6%.

Estudios sobre materiales y residuos del proceso de impresión

En el informe sobre las estadísticas claves de la industria europea de la pulpa y el papel (CEPI 2010), se da información acerca de los consumos, producciones, importaciones y exportaciones de pulpa, papel, cartón, material reciclado, consumos de energía e impactos ambientales en el sector gráfico.

La Confederación Internacional de empresas de Artes Gráficas publicó con el apoyo de la Comisión Europea un estudio (Intergraf 2008) con el propósito de identificar las áreas problemáticas en el campo de los residuos de papel y sugerir soluciones para reducir el impacto en el proceso de reciclaje del papel.

Respecto a los estudios de las materias primas se inciden sobre todo los que se desarrollan en torno al papel y su tratamiento posterior como residuo. Destaca el informe de la Comisión Europea (Villanueva 2011) sobre criterios de los residuos de papel con propuestas técnicas de tratamientos final de los mismos, definiendo los requisitos para cumplir con el artículo 6 de la directiva 2008/98/EC. El informe incluye los antecedentes y evaluaciones que se usan para apoyar las propuestas, incluido un amplio análisis tecno-económico del reciclaje de residuos de papel, y el análisis de los posibles impactos económicos, ambientales y legales cuando el papel del residuo deja de serlo. En dos estudios previos (Villanueva 2007, Villanueva 2004) revisa los análisis de ciclo de vida existentes relacionados con el reciclado, incineración o vertido de los residuos de papel y cartón. Se analizó diversos estudios donde se concluye con la ventaja del reciclado del papel sobre la incineración o el vertido.

En el estudio de (Hart 2005) se efectúa un Análisis de Ciclo de Vida en relación con la ecología industrial para el reciclado del papel de impresión donde se destaca las ventajas ambientales sobre el reciclado del papel, la utilización como combustible y el depósito en vertedero. Utiliza el software PEMS4 desarrollado por la Asociación de Investigación de la Industria Papelera (Paper Industry Research Association) destacando el análisis que efectúa en el reciclado del acortamiento de la fibra del papel en el reciclaje. En los estudios de (Schmidt 2007) se efectúa un análisis similar sobre los residuos de papel en Dinamarca. En el de (Merrild 2008) se tiene en cuenta la importancia de la tecnología la hora de decidir entre incineración y recuperación del papel.

En el estudio de (Dahlbo 2005) se consideran las diferentes opciones para la gestión de los residuos de los desechos de periódicos en el área metropolitana de Helsinki a partir de un Análisis de Ciclo de Vida con diferentes escenarios para la evaluación de los residuos de papel.

Para los datos de inventario se utilizó la base de datos KCL-ECO y la información de diversas plantas de impresión. Como indicadores de impacto para los gases de efecto invernadero se usó la proporcionada por DAIA, Ecoindicator 99 y EPS 2000.

En varios estudios (Tucker 2001, Tucker 2004, Tucker 2007) se efectúan balances de masa del papel, tintas, metales, transportes y residuos de periódicos en el Reino Unido así como sus impactos ambientales.

Respecto a las planchas de aluminio utilizadas en la impresión, Kodak, Fujii y Agfa (Vercalsteren 2010, AGFA 2010b) han realizado Análisis de Ciclo de Vida sobre los diferentes tipos de planchas de impresión donde se comprueba la disminución de los impactos con los avances tecnológicos incorporados en estos soportes de aluminio. En el estudio sobre los impactos ambientales de las planchas de impresión de (Zarwan 2009) se analizan las diferentes tecnologías de las planchas de aluminio: convencionales (conventional), con menos químicos (reduced chemistry), libre de químicos (chemical free) y con menos procesado (processless).

En el estudio de (Veith 2008) se efectúa un análisis de ciclo de vida donde se compara los sistemas de impresión de huecograbado y flexografía, a partir de datos recogidos en América y Europa, en relación con el impacto ambiental de las tecnologías que utilizan para la filmación de las planchas.

Así mismo existen estudios sectoriales como el Informe del Perfil Ambiental para la industria del aluminio europea (EAA 2008) donde se desarrolla el inventario de ciclo de vida para la producción de aluminio y los procesos de transformación en Europa.

Agrupaciones de proveedores de materias primas y maquinaria de la industria gráfica han publicado diversos informes sobre la huella de carbono en la industria gráfica y la reducción de energía y la sostenibilidad (Printcity 2011, Printcity 2008).

Estudios sobre la impresión digital

Los principales fabricantes de las nuevas técnicas de impresión que aportan las tecnologías digitales como Xerox, OCÉ y HP están publicando estudios sobre Análisis de Ciclo de Vida, inicialmente para las máquinas de impresión electrográfica, hasta los últimos publicados por HP para rotativas digitales mediante Inkjet (Lesage 2010 y Clément 2011).

En el estudio de Análisis de Ciclo de Vida comparativo de la impresión para marketing colateral (Lesage 2010), se efectúa un completo análisis del ciclo de vida de la impresión Inkyet utilizando tintas UV comparándola con la impresión offset tradicional para un catálogo de 8 páginas a todo color. En el estudio de (Clément 2011) se efectúa al análisis del ciclo de vida para la impresión de libros en Estados Unidos haciendo una comparativa entre la impresión digital frente a la tradicional usando un dispositivo Inkjet para la impresión, abarcando también el acabado, distribución y venta de libros. Este equipamiento es el que se va a utilizar como base del dispositivo digital de impresión Inkjet para la impresión de periódicos en nuestra investigación. En el trabajo de (Canonico 2009) sobre la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero con la tecnología digital, se indica que el papel tiene un efecto predominante en estas emisiones y que con la reducción que supone con la utilización de la impresión digital frente a la convencional se reducen estos efectos. Se comenta las propiedades del soporte papel en cuanto

a una solución duradera, de alta resolución y contraste a muy bajo coste. Plantea dudas en cuanto a la utilización de las alternativas como los libros electrónicos para reducir las emisiones. En los resultados para periódicos se indica que imprimir el contenido adecuado y personalizado puede reducir un 10% los impactos, el minimizar las copias extras para la distribución un 20%, el disminuir los desechos por arranque y ajustes supone un 5% y la mejora en la gestión ambiental de la empresa puede alcanzar hasta un 25% en las empresas que no dispongan de sistemas implantados.

La modelización de sistemas ambientales en la industria gráfica y del transporte de mercancías por carretera se recoge en el estudio de (Pohjola 2005). La evaluación ambiental de nuevas tecnologías para la impresión digital mediante Inkjet queda reflejada en el estudio de (Kunnari 2009) donde se compara los procesos de fabricación de los equipos digitales.

Destacar también los estudios mencionados anteriormente de VTT sobre el rendimiento ambiental de la impresión digital (Viluksela 2010) y el de FORCE sobre el impacto de los libros electrónicos (Schmidt 2009).

En el trabajo de (Toffel 2004) se efectúa un estudio sobre la reducción de los impactos ambientales con el uso de las nuevas tecnologías de comunicación inalámbricas, comparando la tradicional manera de leer un periódico con su lectura a través de un dispositivo digital por un lado y por otro el uso de la videoconferencia en lugar de efectuar viajes de negocio, dando como resultado en ambos casos el menor impacto ambiental con el uso de las nuevas tecnologías.

En el estudio (Interquest 2010) sobre la impresión de libros utilizando tecnologías digitales en Europa se analiza el nivel de uso y penetración de la impresión digital en Europa. Se analiza la impresión a demanda y de tiradas cortas así como los modelos de impresión-distribución comparándola con la impresión centralizada en lugares estratégicos y la distribuida en torno al punto de venta.

En el estudio (Hischier 2003) se efectúa una comparativa sobre los impactos ambientales de los diferentes medios de comunicación utilizando como unidad funcional un periódico de 136 g frente al uso de 110 minutos de TV o 74 minutos de internet.

En el estudio (Kozak 2003) efectuado en la Universidad de Michigan se compara mediante el análisis del ciclo de vida, el libro electrónico frente al impreso de forma tradicional utilizando como unidad funcional un libro de 500 páginas de 7”x10” mediante impresión offset que se compara con el tamaño medio del fichero de datos de 1.372 kb para 40 libros electrónicos similares 53,5 Mb, almacenados en el dispositivo digital. En todos los casos el libro convencional da un peor comportamiento ambiental frente al electrónico siendo muy sensible al uso compartido estimándose un promedio de 4 lectores para el libro tradicional, aunque surgen argumentos en contra del que los lectores actuales no son apropiados para largas sesiones de lectura.

Tabla 6.2 Principales estudios utilizados en la elaboración del ciclo de vida de un periódico impreso

Estudio	Objetivo	Unidad Funcional	Inventory Data	Categoría de Impacto	Fechas
Ecolabelling of printed matter part II **(Larsen 2004)**	Identificar la distribución de los potenciales impactos ambientales y el consumo de recursos durante el ciclo de vida de un material genérico impreso y producido mediante impresión offset de hoja en una empresa de Europa. El resultado se usará para desarrollar los criterio de ecoetiquetado	1 ton de hoja offset producida como materia de comunicación	Plantas de impresión Dinamarca y Suecia; Proveedores de materia prima	EDIP	1990-2002
Screening environmental life cycle assessment of printed , web based and tablet epaper newspaper **(Moberg 2007)**	Estudiar y comparar los impactos ambientales de los tres sistemas de productos periódico impreso, periódico en web y periódico en tablet en un escenario europeo y sueco. Incluye el trabajo editorial como consumo de energía.	Consumo anual de un periódico de 40 páginas tabloide, 45 g/m^2 (60% DIP, 35% TMP, 5% fillers), 32000x6 días/semana, distribución urbana y lector único	STFI-Packforsk Ecoinvent	CML2001 Exergy Energy Ecoindicator 99 Ecotax 02	1995-2002
Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave **(Pihkola 2010a)**	Estudia y analiza el ciclo de vida con el fin de calcular la huella de carbono de diversos productos impresos: periódico regional (impreso en offset-coldset), una revista semanal (heatset offset), un álbum de fotos (impreso con electrofotografía)	1000 kg de periódicos de 48 pp broadsheet, 40 gsm (60%dIP, 35% TMP, 5% filler, 80000 ejemplares, distribución directa a la casa	KCL Ecodata Ecoinvent	ReCipe	2006-2009
Waste Management options for discarded newspaper in the Helsinki Metropolitan Area **(Dahlbo 2004)**	Estudio que desarrolla una metodología general aplicable para la evaluación los costes de los diferentes sistemas de tratamiento de residuos. También proporciona información sobre los impactos de los diferentes tratamientos con el objeto de establecer objetivos en las políticas de residuos.	1 ton de periódico entregada al consumidor	KCL Ecodata Externo	DAIA Ecoindicator 99 EPS 2000	1999-2003
Effects of a total change from paper invoicing to electronic invoicing in Sweden. A screening life cycle assessment focusing on greenhouse gas emissions and cumulative energy demand **(Moberg 2008)**	Estudia los efectos que produciría un cambio total del uso de la facturación en papel a la facturación electrónica en Suecia centrándose en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la demanda acumulada de energía.	Cantidad de facturas anuales en Suecia (1,4 billones)	Ecoinvent 2.0	CML Energy	2000-2005
Environmental Life Cycle Assessment of Paperback Book Printing Alternatives in the USA **(Clément 2011)**	Análisis del ciclo de vida de un libro de bolsillo, impresos con Inkjet y offset, de acuerdo con diversos modelos y escenarios de cumplimiento	Imprimir, encuadernar, distribuir y vender libros de bolsillo a los clientes de tienda en EE.UU. y disponer de ellos en depósito.	HP Externo Ecoinvent 2.0	Impact 2002+ IPCC 2007	2002-2010
Comparative Life Cycle Assessment of Marketing Collateral Printing **(Lesage 2010)**	Comparar los impactos ambientales del ciclo de vida de una máquina digital Indigo 7000 de HP con un determinado modelo de la competencia. Tiene en cuenta el punto de equilibrio económico y medioambiental donde los costes de impresión y los impactos ambientales son iguales para los dos máquinas.	Material impreso de marketing de 8 páginas, tamaño carta, doble cara, cuatro colores	HP Externo Ecoinvent 2.0	Impact 2002+ ReCiPe IPCC 100-años	2002-2007

En el estudio (Kariniemi 2010) se evalúa mediante el análisis del ciclo de vida la sostenibilidad ambiental de la impresión digital en el caso de dos libros con fotografías (40 y 90 páginas de 1300 g/m^2 de portada y 150 g/m^2 de interior) impreso mediante electrofotografía, incluyendo las portadas, el empaquetado, distribución y almacenamiento durante 50 años. Utiliza la base de datos KCL-ECO y entre las categorías de impacto analiza la huella de carbono a partir de la PAS2050.

En la Tabla 6.2 se muestran los principales estudios utilizados como base para la elaboración del ciclo de vida de un periódico impreso mediante coldset e inkjet.

6.2 Objetivo del Análisis del Ciclo de Vida de un periódico diario

El objetivo de este trabajo de investigación es identificar los impactos ambientales y el consumo de recursos durante el ciclo de vida de un periódico impreso mediante la tecnología offset-coldset y mediante la tecnología digital inkjet en una empresa de impresión europea. Los resultados pueden ser usados para calcular la huella de carbono, declaración ambiental del producto impreso y otros indicadores ambientales que permitan posteriormente la comparación con los dispositivos electrónicos.

Figura 6.2 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b)

No se puede hablar de forma genérica del impacto ambiental que tiene un periódico, ya que se relaciona directamente con la definición del producto, la tecnología, materiales, situación geográfica etc.

El producto genérico a utilizar es un periódico tabloide de 390 mm x 289 mm producido en papel prensa de 45 g/m^2 utilizando la mejor tecnología disponible para un rango de tiradas y paginaciones.

Para comparar los impactos del ciclo de vida en el medioambiente entre el coldset e inkjet, se tendrá en cuenta el **punto de equilibrio económico**, que determinará el tamaño del trabajo para el que los costes totales son los mismos en la prensa offset y en la digital. Para el cálculo del punto de equilibrio se tendrá en cuenta no sólo los consumos de materiales y energía sino el coste de la infraestructura y equipamiento necesario, lo que se conoce como bienes de capital, que por lo general no se tiene en cuenta en los estudios de análisis de ciclo de vida. Se calculará el punto de equilibrio para ambas máquinas, en las que son equivalentes desde un punto de vista económico, en diferentes paginaciones.

De forma similar se podrá obtener el **punto de equilibrio medioambiental** entre ambos sistemas, teniendo en cuenta los impactos fijos (preimpresión, preparación y arranque de máquina y limpieza) asociados con la impresión offset que no son despreciables, en el que su importancia disminuye en relación a la unidad funcional al aumentar el número de ejemplares. Para trabajos de una cantidad alta de ejemplares, el impacto compensado será menor que en el digital. El número de ejemplares en los que los impactos ambientales son los mismos tanto en Coldset como en Inkjet se conoce como **punto de equilibrio medioambiental**. Este punto de equilibrio medioambiental podrá variar en función de las diferentes categorías de los impactos. Al definir el objetivo del análisis de ciclo de vida se deben especificar sin ambigüedad los siguientes puntos (ISO 2006a)

6.2.1 Razones para realizar el estudio

Los estudios consultados para la impresión de periódicos mediante la tecnología offset-coldset utilizaban la mejor tecnología disponible en el momento de su elaboración, por lo que es necesario una actualización de los datos de inventario y los resultados de los impactos para tener en cuenta la tecnología y materiales actuales. Esto supondrá menores cargas ambientales en el uso y consumo de recursos y materias primas, así como una disminución de las emisiones y mejoras en los tratamientos finales.

Los estudios existentes para la impresión digital se han efectuado en su gran parte para otras aplicaciones como libros y catálogos comerciales y no para periódicos diarios.

- Conocer las ventajas y desventajas en cuanto al comportamiento ambiental, de la producción en una determinada región frente al envío de productos impresos desde otras zonas. Se analizarán diferentes escenarios geográficos de producción que afectarán a los impactos ambientales de la materia prima, la fabricación y tratamientos de residuos.
- Conocer la evolución que en cuanto al comportamiento ambiental ha supuesto la incorporación de nuevas tecnologías, fuentes de energía y metodologías de producción, Impresión sin químicos, reducción de formatos de impresión, energía renovables, reciclado de papel, etc.
- Explorar y aprender sobre el análisis del ciclo de vida para su aplicación a otros sectores productivos y de tratamientos de residuos.
- Proporcionar información actualizada para la versión 3.0 de la base de datos de inventario Ecoinvent.

6.2.2 Las aplicaciones previstas

- Aportar información al sector sobre los impactos ambientales de la tecnología offset-coldset y de la tecnología digital actualizada, así como de los puntos de equilibrio a partir de los cuales se puede sustituir la tecnología tradicional offset-Colset por la digital-Inkjet para la elaboración de un periódico en función de los costes y tiempos de producción y del impacto ambiental que supone la utilización de cada tecnología en un rango de parámetros.
- Facilitar información que permite calcular la huella de carbono de un periódico, la declaración ambiental del producto impreso y cumplimiento de criterios de ecoetiquetado.
- Estudiar la aplicación de ecotasas para un proceso de producción.

6.2.3 El público objetivo

El Análisis de Ciclo de Vida se desarrolla según la metodología de la norma (ISO 2006a, ISO 2006b). Orientado como trabajo de investigación que forma parte de una tesis doctoral en el ámbito académico, tiene también aplicación en el sector industrial, especialmente en el sector de las artes gráficas, para plantas de producción en general, fabricantes de equipos, proveedores de materiales, editores, etc.

6.2.4 Uso del estudio

El Análisis del Ciclo de Vida para un periódico impreso mediante la tecnología offset – coldset va a permitir conocer la evolución tecnológica que ha tenido el sector de impresión, las alternativas que surgen como la impresión digital para posteriormente compararlos con nuevos soportes como los dispositivos digitales. Esta evolución hace pensar en una reducción de los impactos ambientales. Se trata de analizar y comprobar que efectivamente se producen y qué porcentajes obtenemos para cada situación.

- Comparación de los impactos ambientales offset-Coldset frente a la alternativa de la impresión digital mediante tecnología Inkjet
- Comparación de los impactos ambientales frente a la utilización de un soporte digital en lugar de papel.
- Evaluar los impactos ambientales para diferentes escenarios que comprenden
    - Diversos orígenes de la materia prima: papel, planchas, tintas.
    - Evolución tecnológica con nuevos dispositivos que afectan al consumo de químicos y reducción de materia prima: filmación de planchas sin químicos, limpieza automática, impresión sin alcohol, reducción de maculatura, ahorros energéticos.
    - Tratamiento de residuos. La reutilización del papel a diferentes destinos, el envío a vertedero.
    - Energía a partir de fuentes ecológicas
- Comparar las diferentes categorías de impacto y elegir la más apropiada para el tipo de producto.
- Valorar cómo incluye la variación de parámetros del producto periódico (tamaño periódico, tamaño planchas, gramaje, etc.) en los consumos de materia y energía y los impactos que se producen.

- Considerar el equipamiento y la infraestructura en lo que se conoce como bienes de capital de los equipos de impresión, instalaciones y edificios, equipos de acabado y de filmación.

6.3 Alcance y metodología del estudio

Al definir el alcance del Análisis del Ciclo de Vida, se deben considerar y describir claramente los siguientes puntos:

- los sistemas del producto bajo estudio
- las funciones de los sistemas del producto
- la unidad funcional
- los límites del sistema
- los requisitos relativos a los datos
- escenarios y parámetros
- los procedimientos de asignación
- las suposiciones
- los requisitos de calidad de los datos
- las limitaciones
- los juicios de valor y los elementos opcionales
- la metodología de la evaluación del Impacto de Ciclo de Vida y los tipos de impactos
- la interpretación a utilizar

No se incluye la revisión crítica ni el tipo y formato del informe requerido para el estudio ya que el fin de este trabajo de investigación es la aplicación de la metodología y no es la divulgación del resultado (ISO 2006a).

A partir de la información disponible se efectuará un estudio comparativo para algunos de los escenarios entre el sistema impresión Coldset e Inkjet, por lo que se debe evaluar la equivalencia los sistemas que se comparan antes de interpretar los resultados. Por lo tanto, se debe definir el alcance del estudio de tal forma que se puedan comparar los sistemas. Estos deben compararse utilizando la misma unidad funcional y consideraciones metodológicas equivalentes, como el desempeño, los límites del sistema, la calidad los datos, los procedimientos de asignación, las reglas de decisión sobre evaluación de entradas y salidas y la evaluación del impacto.

6.3.1 Sistemas del producto bajo estudio

Un sistema del producto es el conjunto de procesos unitarios con flujos elementales y flujos de producto, que desempeña una o más funciones definidas, y que sirve de modelo para el ciclo de vida de un producto (Figura 6.3).

Figura 6.3 Ejemplo del Sistema del Producto para el Análisis del Ciclo de Vida (ISO 2006b)

En este trabajo de investigación se estudian tres sistemas del producto, dos para un periódico impreso y un tercero para un dispositivo digital. En este capítulo se estudiará los siguientes sistemas del producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante Coldset
- Sistema del producto 2: periódico impreso mediante Inkjet

Posteriormente se estudiará el tercer sistema

- Sistema del producto 3: periódico a través de un dispositivo digital

En la Figura 6.4 se describe el sistema del producto para el periódico impreso mediante Coldset.

Figura 6.4 Sistema del producto 1: periódico impreso mediante Coldset

En la Figura 6.5 se describe el sistema del producto para el periódico impreso mediante Inkjet.

Figura 6.5 Sistema del producto 2: periódico impreso mediante Inkjet

Los sistemas del producto se subdividen en un conjunto de procesos unitarios (Figura 6.6 y 6.7). Los procesos unitarios se vinculan entre sí mediante flujos de productos intermedios y/o de residuos para tratamiento, con otros sistemas del producto, mediante flujos de producto, y con el medio ambiente mediante flujos elementales.

Procesos unitarios

Es el elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida para el cual se cuantifican datos de entrada y salida (ISO 2006b). Los procesos unitarios se pueden ensamblar y agrupar para formar un producto a partir de los siguientes procesos intermedios.

- Preimpresión que se descompone a su vez los procesos de filmación de planchas, procesado de planchas, acabado de planchas (sólo en Coldset)
- Impresión que integra todo los procesos de alimentación y pasos del papel, suministro de tinta, plegado de las bandas, control del producto impreso, limpieza y mantenimiento
- Acabado que integra los procesos de transporte del producto, apilado, empaquetado y entrega. No se consideran los procesos de inserción y encarte.
- Distribución
- Uso
- Reutilización y Eliminación con los escenarios de residuos.

Figura 6.6 Ejemplo de un conjunto de procesos unitarios dentro de un sistema del producto

En la Figura 6.7 se indica para los sistemas del producto 1 y 2 los diferentes procesos unitarios que se utilizan en forma de diagrama de flujo del proceso.

Figura 6.7 Diagrama de flujo del proceso de impresión para el proceso Coldset e Inkjet

En el Capítulo 7 se muestra los principales procesos unitarios utilizados en los procesos en el inventario del ciclo de vida de los sistemas del producto 1 y 2 clasificado por:

- Equipos
- Materias Primas
- Consumibles proceso producción
- Energía
- Transporte
- Distribución
- Final de Vida

Flujos de productos intermedios

Es el flujo de producto, de materia o de energía que ocurre entre procesos unitarios del sistema del producto bajo estudio (ISO 2006b). Los flujos de productos se miden en relación con la unidad funcional a utilizar. En el caso de nuestros sistemas del producto los flujos de productos intermedios utilizados son:

- Plancha filmada con las imágenes a reproducir
- Periódico impreso en la unidad de impresión
- Periódico para su uso

Flujos elementales

Es la materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o la materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación posterior por el ser humano (ISO 2006b). En el caso de nuestros sistemas del producto los flujos elementales que entran son agua, energía cinética del viento. Los flujos elementales que salen son: vertidos agua, vertidos al suelo, emisiones al aire, calor.

La división de un sistema del producto en los procesos unitarios que lo componen facilita la identificación de las entradas y salidas del sistema del producto. En muchos casos, algunas de las entradas se utilizan como un componente del producto resultante. Mientras que otras (entradas auxiliares) se utilizan dentro de un proceso unitario pero no forman parte del producto resultante. Un proceso unitario también genera otras salidas (flujos elementales y/o productos) como resultado de sus actividades. El nivel de detalle del modelado que se requiere para satisfacer el objetivo del estudio determina los límites de un proceso unitario. (ISO 2006b).

6.3.2 Las funciones del sistema del producto

Las funciones definen las características del desempeño del sistema del producto y son de especial importancia en el caso de los estudios comparativos. En este trabajo de investigación se utiliza una sola función que varía de soporte dependiendo del sistema del producto:

Función	• Transmisión de información a través de un soporte físico

En el caso del sistema del producto 1 (periódico impreso mediante coldset) y 2 (periódico impreso mediante inkjet), el soporte físico es el papel prensa. En el caso del sistema del producto 3 (periódico a través de un dispositivo digital), el soporte físico es el dispositivo digital.

6.3.3 Unidad funcional

El propósito fundamental de una unidad funcional es proporcionar una referencia con la cual se relacionan las entradas y salidas. Se necesita esta referencia para asegurar que los resultados del Análisis del Ciclo de Vida son comparables sobre todo cuando se están evaluando sistemas diferentes. Es importante determinar el flujo de referencia en cada sistema del producto, para cumplir con la función prevista, es decir, la cantidad de productos necesarios para cumplir la función de "*transmisión de información a través de un soporte físico*".

A partir de los estudios analizados y de la experiencia con este producto se proponen cuatro unidades funcionales a emplear en los dos sistemas del producto *periódico impreso mediante Coldset* y *periódico impreso mediante Inkjet*:

Unidad funcional 1	•Un kg de papel impreso de un periódico de unas características determinadas, tirada, paginación y color
Unidad funcional 2	•Un metro cuadrado (1 m^2) de superficie de papel de un periódico de unas características determinadas, tirada, paginación y color
Unidad funcional 3	•Una unidad de periódico (1 ud) de unas características determinadas en cuanto a tirada y paginación.

Para la comparación de los sistemas del producto 1 y 2 de periódicos impresos en papel con el sistema del producto 3 de *periódico a través de un dispositivo digital* se propone utilizar la unidad:

Unidad funcional 4	• Consumo de una unidad de periódico durante un año por un único lector

El material impreso debe ser considerado como un conjunto. El tiempo necesario para producir una unidad funcional es de unas horas disponiendo de todas las materias primas. El tiempo de vida del periódico es de unos días.

A partir de los resultados ensayando todas las unidades funcionales se propone la función más adecuada para cada situación.

Después de elegir la unidad funcional se debe definir el flujo de referencia. Las comparaciones entre sistemas se deben realizar sobre la base de las mismas funciones cuantificadas por las mismas unidades funcionales en la forma de sus flujos de referencia. Es importante determinar el flujo de referencia en cada sistema del producto, para cumplir con la función prevista, es decir, la cantidad de productos necesarios para cumplir la función.

Flujos de referencia

Medida de las salidas de los procesos, en un sistema del producto determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional (UF). Los flujos de referencia que se utilizan en el proceso de producción son:

- Planchas filmadas (kg o m^2) por unidad funcional
- Cantidad de consumibles de producción (papel, químicos, planchas, tintas, etc.) por unidad funcional
- Asignación de impactos totales de los bienes de equipo por unidad funcional
- Consumo de energía por unidad funcional
- Cantidad de periódicos (unidades o kg de papel) producidos por unidad funcional
- Cantidad de periódicos, consumibles y desechos en los escenarios de residuos por unidad funcional

6.3.4 Los límites del sistema

Los límites del sistema definen los procesos unitarios a ser incluidos en el Análisis del Ciclo de Vida. Se incluirán varias etapas del ciclo de vida, procesos unitarios y flujos, como por ejemplo los siguientes:

- Adquisición de materias primas: consumibles líquidos, papel, tintas, planchas
- Entradas y salidas en la secuencia principal de fabricación desde otros procesos.
- Transporte o distribución de las entradas y salidas
- Producción y utilización de combustibles, electricidad y calor
- Disposición de los residuos del proceso de los productos: químicos, aceites, trapos, plásticos
- Recuperación de productos utilizados: contenedores tinta
- Producción, mantenimiento de los equipos de preimpresión, impresión y acabado.
- Operaciones adicionales tales como iluminación, aire comprimido, vacío.

Las Figuras 6.8 y 6.9 muestran el Ciclo de Vida completo de un periódico desde la cuna a la tumba y los límites del sistema para los sistemas del producto 1 y 2.

Figura 6.8 Límites del sistema para los sistemas del producto 1 y 2 (detallado)

Figura 6.9 Límites del sistema para los sistemas del producto 1 y 2 (simplificado)

Las etapas del ciclo de vida incluyen el transporte y el final de vida de los productos y consumibles. Abarca todo el ciclo de vida del producto de impresión periódico desde la cuna a la tumba. Partiendo del ciclo del papel como principal componente incluiría (Figura 6.10):

- la pulpa y fabricación de papel (incluyendo la recolección y fabricación de materias primas)
- el proceso de impresión incluyendo la preimpresión, impresión y acabado
- la distribución del producto impreso hasta los puntos de venta
- los transportes relacionados con las principales materias primas: papel, tintas, planchas, químicos y la recogida de residuos
- los procesos finales de reciclado, incineración y eliminación en vertederos
- la infraestructura incluyendo edificios, maquinaria y otros dispositivos
- no se incluye el trabajo editorial como consumo de energía relacionado con la producción de periódicos

Figura 6.10. Etapas del ciclo de vida de un producto impreso orientado en el papel

El Análisis del Ciclo de Vida se centrará en los procesos contenidos en el entorno del sistema del producto considerándolos como datos primarios. Los procesos exteriores al entorno se consideran como datos secundarios.

Etapas del ciclo de vida

Los ciclos de vida de los sistemas del producto periódico impreso mediante coldset e inkjet se han dividido en las siguientes etapas del ciclo de vida:

- Las actividades del editor: Está fuera de los límites del estudio ya que estas actividades no tienen influencia en la elección del soporte o el sistema de impresión. Por lo tanto no se considera para evaluar el desempeño ambiental de los sistemas del producto del estudio.

- Equipos de producción y al final de su vida útil: La producción de los equipos de preimpresión, impresión y acabado.
    - El equipamiento de preimpresión consta de:
        - Un dispositivo CTP (Computer to Plate) de filmación mediante láser de las planchas de fotopolímeros
        - Una procesadora de planchas para obtener la imagen que compararemos con la tecnología con menos químicos (reduced chemestry) y la libre de químicos (chemical free)
        - Una cadena de transporte de planchas que termina en un equipo de doblado y perforado de planchas.

    La vida útil de los equipos de preimpresión considerada es de 7 años.

- El equipo de impresión coldset, conocido como rotativa de prensa, consta de varios componentes. Las rotativas son de tamaños y configuraciones muy diferentes, que van desde las máquinas de simple ancho y simple desarrollo hasta las más habituales de doble ancho y doble desarrollo que es la utilizada en este estudio (Figuras 6.11 y 6.12). La rotativa coldset se puede agrupar de forma genérica en los elementos indicados en la Tabla 6.3. La vida útil estimada de la máquina de imprimir coldset es de 15 años.
- El equipo para la impresión digital mediante inkjet es también una rotativa que contiene de forma simplificada alguna de las agrupaciones. En los primeros modelos, la unidad de imprimir y la plegadora no se encuentran en línea. En la Tabla 6.4 se muestran los elementos principales que lo componen. La vida útil estimada de la máquina de imprimir inkjet es de 5 años.
- El equipo utilizado para el acabado en la impresión coldset es una línea de transporte automática compuesta por los elementos indicados en la Tabla 6.5. La vida útil estimada de la máquina de la línea de acabado es de 15 años.
- La línea de acabado en la impresión inkjet se compone de una recogida manual o de un apilador y se considera junto a la máquina de imprimir.
- En ambos sistemas se asume que el equipo se vende para su reutilización después de su vida.

Tabla 6.3 Elementos de la máquina de imprimir Coldset

Elemento	Unidades	Materiales	Consumibles
Alimentador de bobinas	3	Papel	Cinta de pegue aceite
Barras volteadoras	3		
Unidad de Impresión	6	Tintas Agua de mojado	Mantillas Cilindros aceite
cilindro de planchas cilindro de mantillas cilindro de satélite instalación lavado de cauchos y satélite batería de tintaje de película equipo turbomojador por centrifugado			
Plegadora	1		Cintas
Guía banda	1		
Bombas de tinta	4		Repuestos
Lavado de mantillas y satélite	1		
Agua humectante	1	Agua de mojado	
Control de registro de corte	1		Tar. Electrónicas
Control de registro de color	1		Tarj. Electrónicas
Equipamiento auxiliar Enfriadora de agua Compresor Iluminación Armarios eléctricos Agua osmotizada			
Galería barandillas, escaleras y pasarelas			
Dispositivo de aspiración de polvo	1		
Dispositivo manual doblado planchas	1		

Tabla 6.4 Elementos de la máquina de imprimir Inkjet

Elemento	Unidades	Materiales	Consumibles
Alimentador de bobinas unidad impresión	1	Papel	Cinta de pegue
Unidad de Impresión	1	Tintas	
Cabezal de tinta cara	4		
Cabezal de tinta reverso	4		
Rebobinador	1		Cintas
Alimentador de bobinas unidad plegado	1		
Plegadora	1		
Apilador	1		

Tabla 6.5 Elementos del equipo de acabado en Coldset

Elemento	Unidades	Materiales	Consumibles
Alimentador de periódicos	1	Papel	Cinta de pegue
Cinta de Transporte	1	Tintas	
Linea de encarte			
Alimentadores automáticos	4		
Alimentadores manuales	4		
Apilador	1		Cintas
Flejado y protección del paquete		Papel kfraft Cinta	

- Materias primas y consumibles. Se considera la producción de la materia prima necesaria para el producto final: papel, tintas, planchas de aluminio (sólo para el sistema del producto 1), químicos , disolventes, etc. También se considera el material fungible que por el uso necesita el equipamiento a lo largo de su vida como son: mantillas, aceites, motores, etc. El transporte de estos materiales desde su lugar de fabricación a la planta de impresión se incluyen en esta fase. También se incluye en esta fase la eliminación de los residuos generados en la planta de impresión como son el desperdicio de papel en el proceso y otros químicos, así como las planchas de aluminio y químicos de preimpresión (sólo para el sistema del producto 1).
- Transferencia y gestión de datos con la información a imprimir. El material a imprimir se envía a la planta de impresión a través de líneas de transmisión de datos, fundamentalmente internet. Se tiene en cuenta el uso de la computadora para el manejo del archivo.
- Proceso de producción. Incluye el consumo de energía y las emisiones directas que se producen durante el proceso de filmación, impresión y acabado.
- Distribución a los puntos de venta: Esto incluye el transporte desde la planta de impresión a la empresa de distribución y luego a los puntos de venta. Las operaciones en estos lugares están incluidos.
- Final de la vida de los periódicos devueltos y vendidos. Esta etapa, que no se considera, incluiría el transporte y la eliminación de los periódicos devueltos o aquellos que el usuario haya entregado a un sistema de gestión y que se utiliza ya sea para depósito en vertedero, incineración con recuperación de energía o reciclaje.

La Figura 6.11 muestra el diagrama de los distintos sistemas, destacando los aspectos incluidos en el estudio.

Figura 6.11 Diagrama de las etapas del ciclo de vida de un periódico impreso

Dimensiones de las fronteras del sistema

Se necesita especificar los límites del sistema en relación a varias dimensiones (Baumann 2004)

- Límites en relación con los sistemas naturales. Se considera la "cuna" y la "tumba" del producto. En nuestro caso la cuna es el origen de la materia prima en la naturaleza y la tumba es el final de vida del periódico impreso.
- Límites geográficos. Diversas partes del análisis del ciclo de vida ocurren en diferentes regiones geográficas: la infraestructura de producción, la producción de la energía eléctrica, gestión de residuos, sistemas de transportes, etc. Para cada material y producto se considera el límite geográfico adecuado al lugar donde se produce y se usa para cada uno de los escenarios utilizados.
- Límites temporales. La perspectiva de tiempo que se considera en la producción uso y tratamiento para los residuos teniendo en cuenta las diferentes alternativas de acción a efectuar es de dos años.
- Límites relacionados con el sistema técnico
    - Se tiene en cuenta los bienes de capital como edificios, maquinarias, vehículos industriales para fabricar los productos estudiados, considerando el impacto de la producción y mantenimiento de los bienes de capital. En la mayoría de los estudios no se incluyen por no disponer de la información.
    - Se utilizan varios criterios de corte para decidir qué entradas se incluyen en la evaluación, tales como masa, energía y la importancia ambiental. Realizar la identificación inicial de las entradas únicamente en función de la contribución de masa, puede dar lugar a omitir entradas importantes en el estudio.
    - Ciclos de vida de otros productos unidos en una red. En la mayoría de los casos los diferentes productos o procesos se pueden relacionar por medio de una sola función en lo que se conoce problema de localización. Se consideran tres casos básicos de localización
        - Procesos de los que resultan varios productos
        - Tratamientos de desechos que surgen a partir de diferentes productos

- Reciclado en ciclo abierto donde el producto reciclado da origen a un producto diferente.

En nuestro estudio sólo se considera el producto en estudio.

Las entradas y salidas de energía se tratan como cualquier otra entrada o salida del análisis de ciclo de vida. Los distintos tipos de entradas y salidas de energía deben incluir las entradas y salidas pertinentes para la producción y entrega de combustibles, energía base y energía del proceso utilizado dentro del sistema que se está creando.

Criterios de corte

Se dispone de información de cada etapa del ciclo de vida en cuanto al equipamiento, los materiales y procesos considerados. En los casos de sistemas existentes e identificados en los que no habían datos suficientes sobre materiales o procesos sólo se han excluido siempre que los impactos ambientales de los componentes contribuyan con menos del 1% del total para el sistema en cuestión.

En algunos casos en los que no se estaba seguro de que el impacto sería menor al 1% también se han incluido para poder asegurar que los productos por encima del umbral no fueran excluidos.

6.3.5 Requisitos relativos a los datos

Los datos seleccionados en el Análisis del Ciclo de Vida se pueden recopilar en los sitios de producción asociados a cada uno de los procesos unitarios definidos dentro de los límites del sistema o a partir de otras fuentes. En la práctica, todos los datos pueden incluir una mezcla de datos medidos, calculados o estimados. Se podrían incluir y recopilar datos que representen el ruido y vibración, la radiación, olor y calor residual, aunque no se han considerado en este trabajo.

Hay dos tipos de fuentes de datos que se utilizan:

- Los datos primarios. Estos son los datos recopilados específicamente para el estudio o directamente relacionados con los procesos estudiados. Las dos principales fuentes de estos datos son los estudios y especificaciones de los fabricantes (para la materia prima, equipamiento) y los estudios específicos y datos de la planta de impresión para los procesos de producción, uso y distribución.

- Los datos secundarios. Son datos que no son específicos para el estudio. La fuente de datos principal aquí es la base de datos Ecoinvent.

La Tabla 6.6 compara los datos y supuestos que se utilizan para cada uno de los sistemas estudiados. Proporciona una visión general de las fuentes de datos utilizadas para este estudio y en las principales hipótesis.

Tabla 6.6 Fuentes de información para las etapas del Ciclo de los Sistemas del Producto

Etapa del Ciclo de Vida	Información	Sistema del producto Periódico impreso Coldset	Sistema del producto Periódico impreso Inkjet
Actividades del editor			
No se considera	Energía consumida en la edición	Estudios	Estudios
Equipos de producción			
Filmación de planchas	Fabricante	Agfa	-
	Localización de la producción	Bélgica/China	-
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	-
	Empaquetado	Incluido	-
	Final de vida	Incluido	-
	Referencias	Agfa 2010, Vercalsteren 2010	-
Procesado de planchas	Fabricante	Agfa	-
	Localización de la producción	Bélgica	-
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	-
	Empaquetado	Incluido	-
	Final de vida	Incluido	-
	Referencias	Agfa 2010, Vercalsteren 2010	-
Doblado y perforado de planchas	Fabricante	Agfa	-
	Localización de la producción	Bélgica	-
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	-
	Empaquetado	Incluido	-
	Final de vida	Incluido	-
	Referencias	Vercalsteren 2010	-
Equipo de impresión	Fabricante	Man Roland	HP
	Localización de la producción	Ausburg (Alemania)	EE.UU.
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	Fabricante/Estudios
	Empaquetado	Incluido	Incluido
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Referencias	Man Roland 2007, Man Roland 2011	Clément 2011
Equipo de acabado	Fabricante	Müller Martini	Hunkeler
	Localización de la producción	Suiza	Suiza
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	Fabricante/Estudios
	Empaquetado	Incluido	Incluido
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Referencias	Müller Martini 2008	Clément 2011
Materias primas y consumibles			
Planchas de alumnio	Fabricante	Agfa	-
	Localización de la producción	Bélgica	-
	Lista de materiales	Fabricante/Estudios	-
	Empaquetado	Incluido	-
	Final de vida	Incluido	-
	Referencias	Agfa 2010, Vercalsteren 2010	-
Papel prensa	Fabricante	UPM / Stora Enso / Holmen	UPM / Stora Enso / Holmen
	Localización de la producción	Canadá/Suecia/Alemania/España	Canadá/Suecia/Alemania/España
	Lista de materiales	Ecoinvent	Ecoinvent
	Empaquetado	Incluido	Incluido
	Final de vida	Incluido (varios escenarios)	Incluido (varios escenarios)
	Referencias		
Tintas	Fabricante	Flint / Sun Chemical / Tipolit	HP
	Localización de la producción	Europa	EE.UU.
	Lista de materiales	Ecoinvent	Ecoinvent
	Empaquetado	Incluido	Incluido

	Final de vida	Incluido	Incluido
	Referencias		Clément 2011
Químicos y otros materiales	Fabricante	Varios	Varios
	Localización de la producción	Europa	Europa
	Lista de materiales	Ficha seguridad / Estudios	Ficha seguridad / Estudios
	Empaquetado	Incluido	Incluido
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Referencias		Clément 2011
Transferencia y gestión de datos			
	Localización de la producción	Europa / España / Canarias	Europa / España / Canarias
	Tamaño del periodico	Varios escenarios	Varios escenarios
Proceso de producción			
	Localización de la producción	Europa/España/Canarias	Europa/España/Canarias
	Ratio de retorno	25%	5%
	Consumo de electricidad	Mix Europa / España /Canarias Parque eólico	Mix Europa / España /Canarias Parque eólico
	Consumo de materias primas y consumibles	AGA 2011, Estudios	Clément 2011
	Emisiones al aire	Fichas de seguridad, AGA 2011	Clément 2011
	Emisiones al agua	AGA 2011, Estudios	Clément 2011
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Transportes	Incluido	Incluido
Distribución a puntos de venta			
	Energía consumida en el almacén	Incluido	Incluido
	Empaquetado	Incluido	Incluido
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Transporte	Incluido	Incluido
Uso			
Recogida de devolución			
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Transporte	Incluido	Incluido
Final de Vida periódicos vendidos			
	Final de vida	Incluido	Incluido
	Transporte	Incluido	Incluido

6.3.6 Escenarios y parámetros

Los elementos relevantes para el análisis de escenarios se definen en la fase de Objeto y Alcance del Análisis de ciclo de vida. El modelado de los escenarios se hace en las fases de Análisis de Inventario y en el Análisis del Impacto del Ciclo de Vida.

Los dos sistemas de producto se estudian desde las siguientes perspectivas: europea, española e insular canaria. Para cada una de ellas se considera el mix de electricidad y los flujos de residuos correspondientes.

En la Tabla 6.7 se muestran las combinaciones de escenarios posibles, así como el escenario base de partida para las comparaciones que se utilizarán en la fase de Análisis del Impacto.

En las fases de Inventario y Análisis del Impacto se utilizarán parámetros variables que permitan efectuar cálculos con los datos de inventario teniendo en cuenta diferentes tiradas, paginaciones, formatos, uso de los bienes de capital, etc.

De esta forma se podrá comparar tiradas pequeñas con los datos de la impresión inkjet y calcular los puntos de equilibrio económico y medioambiental.

Tabla 6.7 Escenarios a considerar en las fases de Análisis de Inventario y Análisis del Impacto del Ciclo de Vida para cada sistema del Producto

Parámetro	Escenarios	Coldset	Inkjet
Origen del Papel	Canadá Norte Europa España	España	España
Tipo de papel	100% fibra vírgen 100% fibra reciclada 50% fibra vírgen, 50 % fibra reciclada	100% reciclada	100% reciclada
Gramaje del papel	45 g/m^2 42 g/m^2 48.8 g/m^2	45 g/m^2	45 g/m^2
Bienes de capital	Incluidos No incluidos	incluido	incluido
Origen de Planchas	Europa China	Europa	- -
Tamaño de plancha	836x593 (formato 420) 776x593 (formato 390, 360)	formato 390	- -
Procesado planchas	Químicos reducidos Libre de químicos	reducidos	- -
Origen de tintas	Europa EE.UU.	Europa	EE.UU.
Paginación	48 páginas 390x289 mm 56 páginas 390x289 mm 64 páginas 390x289 mm	64pp	64pp
Tirada	500 ejemplares 1.000 ejemplares 5.000 ejemplares 10.000 ejemplares 20.000 ejemplares 50.000 ejemplares 100.000 ejemplares	10000 ej.	10000 ej.
Formato periódico	420x289 mm 390x289 mm 360x289 mm	390x289mm	390x289mm
Residuos de Papel	100 % Reciclado, 0% Vertido, 0% Incineración Barcelona 100% Reciclado, 0% Vertido, 0% Incineración Canarias	100% R -BCN	100% R -BCN
Uso del periódico	Europa España Canarias - Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Tratamiento de residuos	España Canarias - Gran Canaria	España	España
Producción periódico	Europa España Canarias - Tenerife Canarias - Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Energía eléctrica	Mix energético Europa Mix energético España Mix energético Canarias - Gran Canaria Mix energético Gran Canaria + Aerogeneradores	Gran Canaria	Gran Canaria

Los escenarios analizados permitirán calcular los impactos ambientales en las diferentes situaciones y que afecta al consumo de los recursos:

- La reducción del consumo de aluminio que supone utilizar un formato de plancha menor al cambiar el formato del periódico
- La reducción del consumo de papel que supone cambiar del formato 420x289mm al formato 390x289mm ó 360x289mm.

- Menor impacto que puede suponer la utilización de la tecnología libre de químicos en lugar de químicos reducidos.
- El impacto de la utilización de una instalación de autoconsumo de energía a partir de un parque eólico que proporciona hasta el 50% de la energía necesaria.
- El impacto según los diferentes orígenes y características del papel (gramaje, composición)
- Impacto en función de los diferentes tratamientos de residuos y de la distancia al centro de tratamiento.
- Cómo afecta el lugar de impresión de un periódico variando respecto al lugar de consumo (ej. Periódico que se imprime en Madrid y se distribuye en Canarias)

El alcance del estudio abarca de la tuna a la tumba, por lo que cubre todo el ciclo de vida del periódico desde la fabricación de la materia prima, excepto el desecho del periódico usado.

6.3.7 Procedimientos de asignación

En el estudio de los procesos es necesario analizar un único sistema con el fin de determinar el impacto ambiental específico que está relacionado con su ciclo de vida. Sin embargo, la mayoría de los sistemas no existen de forma aislada. Tan pronto como un producto se presenta en un proceso que forma parte del sistema que se analiza, se utiliza normalmente en un sistema diferente. Esto significa que el proceso se vuelve parte de otro sistema y que sus impactos ambientales ya no pueden ser totalmente atribuido al sistema que se estudia.

Una situación aparentemente diferente, pero metodológicamente similar, ocurre con los impactos compartidos que se asocian con el reciclaje de final de vida de los productos y con los residuos que ocurren durante la producción o uso. Un material se puede reciclar, recuperar su energía o reutilizar desde un sistema a otro nuevo. Esto significa que el suministro de recursos secundarios es otra función del sistema que genera los residuos al finalizar su ciclo de vida. Los impactos asociados con los recursos secundarios han de ser compartidos entre los sistemas que los utilizan.

La asignación es la distribución de los flujos de entrada o de salida de un proceso o un sistema del producto entre el sistema del producto bajo estudio y uno o más sistemas del producto diferentes e incluye los procedimientos de asignación para la reutilización y el reciclado.

El estudio debe identificar los procesos compartidos con otros sistemas del producto y tratarlos de acuerdo con el procedimiento por pasos que se presenta a continuación (ISO 2006a):

- Paso 1: Siempre que sea posible, se debería evitar la asignación:
    - dividiendo el proceso unitario a asignar, en dos o más subprocesos y recopilando datos de entrada y salida relacionados con estos subprocesos, o
    - ampliando el sistema del producto para incluir las funciones adicionales relacionadas con los co-productos teniendo en cuenta los requisitos de asignación para la reutilización y el reciclado.

- Paso 2: Cuando no se pueda evitar la asignación se deberían separar las entradas y salidas del sistema entre sus diferentes productos o funciones de tal forma que reflejen las relaciones físicas existentes entre ellos; es decir, deberían reflejar la forma en la cual

se modifican las entradas y salidas por cambios cuantitativos en los productos o funciones procedentes del sistema.

- Paso 3: Cuando la relación física por sí misma no pueda establecerse o utilizarse como base de la asignación, se deben asignar las entradas entre los productos y funciones de tal forma que reflejen otras relaciones entre ellos. Por ejemplo, los datos de entrada y salida podrían asignarse entre co-productos proporcionalmente al valor económico de los productos.

En la planta de producción donde se han recopilado los datos de consumo de energía y materia prima, se genera otros productos impresos diferentes a los periódicos, por lo que se lleva a cabo el procedimiento de asignación en los casos de suministros compartidos. La planta de impresión cuenta con una línea de impresión heatset en la que la materia prima fundamental se diferencia claramente:

- Las planchas utilizan un tamaño diferente ya que dependen de la máquina de imprimir.
- El papel prensa utilizado en la planta se diferencia por el gramaje (entre 40-45 g/m^2), la calidad del papel y los anchos de bobinas que también dependen de la máquina de imprimir.
- La tinta utilizada en coldset es más densa, seca por absorción en las fibras del papel. La tinta en heatset es más líquida y seca por temperatura sobre la superficie del papel. Se trabajan con diferentes referencias.

Aunque existen otros materiales específicos para cada línea de fabricación, hay procesos que comparten consumos como los líquidos de preimpresión, el uso de los bienes de equipo compartidos (equipos de preimpresión, compresores, enfriadoras), consumos de electricidad, alumbrado, aire acondicionado, instalaciones generales, transportes interiores que deben ser asignados a partir de criterios que se indican en la Tabla 6.8.

Los datos generales de consumos recopilados en la planta de impresión deben ser repartidos entre dos sistemas del producto: uno es el sistema del producto de impresión coldset en estudio y el otro es el sistema del producto de impresión heatset.

Tabla 6.8 Procedimiento de Asignación sistema del producto: periódico impreso mediante Coldset

Asignación de Consumos	Procedimiento asignación Impresión Coldset
Energía eléctrica	Consumo anual se reparte entre la potencia instalada x nº horas de funcionamiento de cada línea
Agua	Consumo anual se reparte entre las necesidades de consumo de cada equipo x nº horas de funcionamiento
Líquidos de preimpresión	Consumo anual se reparte entre los m^2 de planchas consumidas
Equipos de preimpresión	Consumos de planchas para cada formato de máquina
Iluminación	Consumo anual total se reparte entre cada dispositivo y departamento - Almacén: Toneladas de papel prensa consumido respecto al total - Preimpresión: m^2 de planchas de la máquina Coldset - Impresión: nº horas x potencia de dispositivos impresión Coldset - Cierre: nº horas x potencia del dispositivo de acabado
Planta de Impresión	Se reparte en función de los m^2 que ocupa cada línea de producción
Aire comprimido	En función del nº de horas de funcionamiento de cada línea y potencia
Agua fría	En función del consumo de cada línea
Transporte interior	Nº de bobinas utilizadas

Para la reutilización y el reciclado se pueden aplicar varios procedimientos de asignación (ISO 2006a):

- Un procedimiento de asignación de ciclo cerrado se aplica a sistemas del producto de ciclo cerrado. También se aplica a sistemas del producto de ciclo abierto en los cuales no ocurren cambios en las propiedades inherentes del material reciclado. En estos casos, se evita la necesidad de asignación ya que la utilización de material secundario sustituye la utilización de material virgen (primario). Sin embargo al primer uso de materiales vírgenes en sistemas del producto de ciclo abierto aplicables, le puede seguir un procedimiento de asignación de ciclo abierto.
- Un procedimiento de asignación de ciclo abierto se aplica a sistemas del producto de ciclo abierto en los cuales el material se recicla en otros sistemas del producto y donde éste sufre un cambio en sus propiedades inherentes.

En el estudio de los sistemas del producto de impresión coldset e inkjet se asigna a la reutilización y el reciclado un procedimiento de asignación de ciclo abierto afectando a los residuos que se generan. En la Tabla 6.9 se indican los procedimientos de asignación utilizados para los residuos.

En los procedimientos de asignación para los procesos unitarios compartidos hay que utilizar como base de la asignación, si es viable, el siguiente orden:

- propiedades físicas (por ejemplo la masa)
- valor económico (por ejemplo el valor en el mercado del material sobrante o material reciclado en relación con el valor en el mercado del material virgen), o el número de usos posteriores del material reciclado.

Tabla 6.9 Procedimiento de Asignación escenarios de residuos

Escenarios de residuos	Procedimiento asignación Impresión Coldset	Base Asignación
Líquidos de preimpresión	Consumo anual se reparte entre los m^2 de planchas consumidas en un año	masa
Planchas de aluminio	Planchas específica para cada formato de máquina	masa
Papel prensa	Papel de 45 g/m^2 utilizado en impresión Coldset. Maculatura y restos de bobinas	masa
Tintas	Tinta Coldset	masa
Trapos	Peso de trapos en función de los kg de papel	masa
Químicos comunes	Kg químicos por m^2 de papel	masa

Residuos de papel

El residuo de papel se genera en varias fases del ciclo de vida del periódico: a partir de las bobinas de papel, proceso de producción, distribución y usuario final como se indica en la Tabla 6.10. El papel en el proceso de impresión al igual que el periódico usado por lo general se recicla aunque puede tener otros usos como el depósito en vertedero o su utilización como combustible en plantas de incineración produciendo calor y electricidad. El envío puede ser directo a estas plantas o utilizando el que se ha enviado a vertedero y está mezclado con el resto de residuos. En cualquier caso se considera de lazo abierto.

Tabla 6.10 Puntos de generación residuos de papel

Etapa del Ciclo de Vida			Lugar
Proceso de producción			
	Bobina de papel	Envoltura Mandril Resto de papel en mandril Capas previas para homogenizar Papel averiado	Planta de Impresión
	Impresión	Cambios automáticos de bobinas Cambios de anchos Cambios de proveedor Arranque de máquina Ajuste calidad del producto Control del producto Paradas	Planta de Impresión
	Acabado	Ajuste de máquina Sincronización impresión-acabado Gratuitos Máculas	Planta de Impresión
Distribución a puntos de venta			
	Transporte	Preparación paquetes	Distribuidora
	Punto de venta	Estropeados Devolución no vendidos	Distribuidora
Uso	Periódicos leidos		
		Contenedor recogida selectiva	Sistema integrado de gestión SIG
		Contenedor residuos urbanos	Recogida municipal
		Otros usos	

6.3.8 Las suposiciones

El análisis abarca el ciclo de vida de un periódico desde la cuna a la tumba: pulpa y fabricación del papel, tintas y planchas, la impresión, la distribución de los productos y todo lo relacionado con el transporte, recogida de residuos, reciclaje de papel, eliminación. Se incluye la infraestructura como edificio, maquinaria y otros dispositivos.

El número de lectores se extrae del EGM (Estudio General de Medios) y el tiempo de lectura de diferentes encuestas y estudios. Afecta al impacto ambiental de la información al comparar los sistemas de producto fundamentalmente con el soporte digital. El tiempo de lectura afectaría al soporte digital en cuanto al consumo energético.

Las unidades de los bienes de equipo se han diseñado a partir de los datos proporcionados por el fabricante en los proyectos de instalación y manuales técnicos. El edificio de la planta de impresión se diseñado a partir de unidades de edificios industriales.

Transporte de mercancías y residuos

En la Tabla 6.11 se muestra un resumen de los diferentes transportes, para el escenario base, utilizados en las unidades funcionales en las diferentes etapas del ciclo de vida.

Tabla 6.11 Transporte en las Etapas del Ciclo de Vida para escenario base

Etapa Ciclo de Vida	Material	Sistema del Producto	Modo de Transporte	Origen	Destino	Distancia km*
Equipos de producción						
	Filmación de planchas	Coldset	Terrestre	Bélgica	Canarias	159
			Marítimo			3230
	Procesado de planchas	Coldset	Terrestre	Bélgica	Canarias	159
			Marítimo			3230
	Doblado y perforado de planchas	Coldset	Terrestre	Alemania	Canarias	159
			Marítimo			3230
	Equipo de impresión	Coldset	Terrestre	Alemania	Canarias	1450
			Marítimo			2250
		Inkjet	Terrestre	EEUU	Canarias	239
			Marítimo			17300
Materias primas y consumibles						
	Papel	Coldset/inkjet	Terrestre	Madrid	Canarias	693
			Marítimo			1270
	Planchas	Coldset	Terrestre	Belgica	Canarias	1530
			Marítimo			2250
	Tintas	Coldset	Terrestre	España	Canarias	90
			Marítimo			2250
		Inkjet	Terrestre	EEUU	Canarias	239
			Marítimo			17300
	Químicos Premimpresión	Coldset	Terrestre	EE.UU.	Europa	1450
			Marítimo	EE.UU.	España	2250
	Químicos y otros materiales	Coldset/inkjet	Terrestre	EE.UU.	Canarias	90
			Marítimo	Europa	Europa	2250
Proceso de producción						
	Transportes internos	Coldset/inkjet	Consumos combustible			* litros/kg
Distribución a puntos de venta						
	Suministro al punto de venta	Coldset	Terrestre	Canarias	Canarias	80
Tratamiento de residuos						
	Tratamiento Papel	Coldset/inkjet	Terrestre	Canarias	Barcelona	159
			Marítimo			2250
	Tratamiento Planchas	Coldset	Terrestre	Canarias	Barcelona	159
			Marítimo			2250
	Trat. Residuos Industriales	Coldset/inkjet	Terrestre	Canarias	Barcelona	159

La energía utilizada en el sistema

La asignación de los diferentes porcentajes de energía que se producen en el mix energético viene dado por los datos estadísticos proporcionados por las empresas suministradoras. Se desarrolla en el apartado 7.3.13 de la Fase de Inventario.

Composición y origen del papel

La elección de un determinado fabricante de papel está condicionada al precio de suministro y a la calidad del mismo. En el apartado 7.3.5 se desarrolla las unidades funcionales asociadas a cada tipo de papel y fabricante.

Proceso de producción

Los datos de consumo de cada uno de los materiales son los datos medios por kg de papel durante un periodo superior a un año. El porcentaje de cobertura de tinta es el que utilizan los periódicos a todo color. Se ha tenido en cuenta las horas de funcionamiento del alumbrado en la rotativa, la parte proporcional de los servicios comunes, las horas de funcionamiento de la maquinaria así como el uso de consumibles y piezas de repuesto.

6.3.9 Los requisitos de calidad los datos.

Los requisitos de calidad de los datos muestran las características necesarias de los mismos para el estudio. Las descripciones de la calidad de los datos son importantes para comprender la fiabilidad de los resultados del estudio e interpretar correctamente los resultados del mismo. Para garantizar la validez de los datos se ha seguido las siguientes indicaciones durante el proceso de recopilación de datos y desarrollo de procesos unitarios:

- Flujos relevantes. Incluir en las unidades de procesos todos los productos y residuos que intervienen. Indicar si están basados en la experiencia adquirida o en procesos similares. Reflejar la representatividad tecnológica, geográfica y de tiempo.
- Comprobar la proporcionalidad de las cantidades entre los flujos individuales, la energía, entradas y salidas, etc.
- Verificación sobre los resultados de evaluación del impacto. Se puede localizar errores en los resultados del inventario a partir de resultados inesperados con valores altos o bajos de la evaluación del impacto. Se puede comparar con los resultados de procesos similares de fuentes fiables.
- Aplicación coherente de la metodología de cálculo para los datos del inventario especialmente si procede de diferentes fuentes.
- Revisar y corregir cualquier discrepancia observada en los datos de inventario mediante la consulta de fuentes de datos o expertos técnicos en el análisis del proceso.
- Reflejar los resultados de los indicadores de calidad para los datos indicando su precisión, integridad así como cualquier limitación.
- Identificar la relevancia de los datos no disponibles para ver si pueden influir en los resultados generales del estudio. Los valores se podrían obtener a partir de procesos similares o relacionados.

En la Tabla 6.12 se relacionan los requisitos de la calidad de los datos según (ISO 2006a).

Tabla 6.12 Requisitos de la calidad de los datos (ISO 2006a)

Tiempo	Antigüedad de los datos y período de tiempo mínimo de que se deberían recopilar los datos. Los datos
Geografía	Área geográfica en donde se deberían recopilar los datos de los procesos unitarios para satisfacer el objetivo del estudio
Tecnología	Tecnología específica o mezcla de tecnologías
Precisión	Medida de la variabilidad de los valores de los datos para cada procesado
Integridad	Un porcentaje del flujo que se ha medido o estimado
Representatividad	Evaluación cualitativa de vida del cual el conjunto de datos reflejan la situación real
Coherencia	Evaluación cualitativa de sí la metodología del estudio se aplica de manera uniforme a los distintos componentes del análisis.
Reproducibilidad	Evaluación cualitativa de la extensión en la cual la información sobre la metodología y los valores de los datos, podrían permitir a un profesional independiente reproducir los resultados que aparecen en el estudio.
Fuentes de los datos	Manual de fabricantes, Instrucciones seguridad, etc.
Incertidumbre de la información	Indicada en cada unidad de proceso según matriz Pedigree

Si los datos del inventario del ciclo de vida están disponibles se podría calcular directamente la distribución de probabilidad y la desviación estándar de la muestra. Muchas veces, cuando sólo

hay una fuente de información o un solo valor, la incertidumbre de un valor específico no se puede obtener de la información disponible. Se ha desarrollado (Weidema 1998 y Weidema 2011) un procedimiento estándar simplificado para cuantificar la incertidumbre en estos casos cuyo uso se ha extendido e incorporado en los software de análisis de ciclo de vida.

En la Tabla 6.13 se muestran los factores básicos de la incertidumbre que se aplica por defecto a los flujos de intercambios intermedios y finales. La distribución logarítmica normal se aplica siempre cuando se utiliza el procedimiento estándar simplificado.

Tabla 6.13 Factores básicos de incertidumbre -σ^2 de la distribución normal subyacente- (Weidema 2011)

c: las emisiones de combustión, p: emisiones de proceso, a: las emisiones agrícolas

input / output group	C	P	A	input / output group	c	p	a
demand of:				**pollutants emitted to air:**			
thermal energy, electricity, semi-finished products, working material, waste treatment services	0.0006	0.0006	0.0006	CO_2	0.0006	0.0006	
transport services (tkm)	0.12	0.12	0.12	SO_2	0.0006		
Infrastructure	0.3	0.3	0.3	NMVOC total	0.04		
resources:				NO_X, N_2O	0.04		0.03
primary energy carriers, metals, salts	0.0006	0.0006	0.0006	CH_4, NH_3	0.04		0.008
land use, occupation	0.04	0.04	0.002	Individual hydrocarbons	0.04	0.12	
land use, transformation	0.12	0.12	0.008	PM>10	0.04	0.04	
pollutants emitted to water:				PM10	0.12	0.12	
BOD, COD, DOC, TOC, inorganic compounds (NH_4, PO_4, NO_3, Cl, Na etc.)		0.04		PM2.5	0.3	0.3	
individual hydrocarbons, PAH		0.3		Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)	0.3		
heavy metals		0.65	0.09	CO, heavy metals	0.65		
Pesticides			0.04	inorganic emissions, others		0.04	
NO_3, PO_4			0.04	Radionuclides (e.g., Radon-222)		0.3	
pollutants emitted to soil:							
oil, hydrocarbon total		0.04					
heavy metals		0.04	0.04				
Pesticides			0.033				

Además de la incertidumbre básica, ya sea medida o estimada a partir de la Tabla 6.13, se utiliza una incertidumbre adicional sobre la calidad de los datos que se añade a la distribución logarítmica normal que se muestra en la Tabla 6.14. Esta incertidumbre adicional se basa en un enfoque de la matriz de pedigree según el modelo de trabajo publicado por (Weidema 1998). Se llama matriz pedigree debido a que los indicadores de calidad de datos se refieren a la historia y origen de los datos.

Según la matriz pedigree, las fuentes de datos se evalúan de acuerdo a cinco características: fiabilidad, integridad, correlación temporal, correlación geográfica y la correlación de nuevos avances tecnológicos.

Cada característica se divide en cinco niveles de calidad con una puntuación entre 1 y 5. Por lo tanto para cada entrada o salida se le atribuye un conjunto de cinco puntuaciones.

Tabla 6.14 Matriz Pedigree de nivel de calidad de los datos

Indicador de puntuación	1	2	3	4	5
Fiabilidad	Datos verificados sobre la base de las mediciones	Datos verificados en parte basadas en supuestos o datos no verificados basados en mediciones	Datos no verificados basados en parte en estimaciones limitadas	Estimación cualificada (por ejemplo, por experto de la industria)	Estimaciones no cualificadas
Integridad	Datos representativos de todos los sitios relevantes para el mercado considerado, durante un período suficiente para contrarrestar las fluctuaciones normales	Datos representativos de más del 50% de los sitios relevantes para el mercado considerado, durante un período suficiente para contrarrestar las fluctuaciones normales	Datos representativos de sólo algunos sitios (<<50%) relevantes para el mercado considerado o > 50% de sitios pero de menor período	Datos representativos de un solo sitio relevantes para el mercado considerado, o en algunos sitios, pero a partir de períodos más cortos	Representatividad de datos desconocidos de un pequeño número de sitios y de periodos más cortos
Correlación temporal	Menos de 3 años de diferencia en el período de tiempo del conjunto de datos	Menos de 6 años de diferencia en el período de tiempo del conjunto de datos	Menos de 10 años de diferencia en el período de tiempo del conjunto de datos	Menos de 15 años de diferencia en el período de tiempo del conjunto de datos	Antigüedad de los datos desconocidos o más de 15 años de diferencia en el período de tiempo del conjunto de datos
Correlación geográfica	Datos del área de estudio	Datos promedio en una gran área en la que se incluye el área de estudio	Los datos del área con las condiciones de producción similares	Los datos del área con pocas condiciones de producción similares	Los datos de una zona desconocida o claramente diferente (América del Norte en lugar de Oriente Medio, la OCDE y de Europa en lugar de Rusia)
Correlación de nuevos avances tecnológicos	Datos de empresas, procesos y materiales del estudio	Datos de procesos y materiales del estudio (es decir, idéntica tecnología), pero de empresas diferentes	Datos de procesos y materiales del estudio, pero de diferente tecnología	Datos de procesos o materiales relacionados	Datos sobre procesos relacionados a escala de laboratorio o de una tecnología diferente

6.3.10 Las limitaciones

En el inventario de ciclo de vida se considera todo el material relevante que interviene en el proceso, así como los flujos de energía, emisiones al agua y al aire.

- Se ha considerado los edificios y las máquinas que están directamente relacionadas con el proceso. No se ha considerado las máquinas auxiliares ni su mantenimiento.
- Se ha considerado el consumo general de energía para la iluminación, funcionamiento de la planta de impresión y maquinaria. No se ha considerado la energía para la fabricación de los químicos de preimpresión ni de impresión del sistema.
- Se ha considerado las emisiones al aire durante el proceso de impresión incluidas en las emisiones de las sustancias indicadas en las fichas de seguridad.
- Las emisiones al agua se han obtenido a partir de los análisis disponibles en la declaración ambiental.
- No se ha incluido la producción de combustibles ni la fabricación de productos químicos o aditivos de impresión que no se incluyeron en el inventario.
- Se ha incluido el tratamiento de las aguas residuales del proceso de preimpresión e impresión. También se incluyó el embalaje de todos los materiales y productos. Muchos de los materiales no están embalados o se transportan en contenedores que pueden ser reciclados.

6.3.11 Los juicios de valor y los elementos opcionales

- Se ha minimizado los juicios de valor y las suposiciones realizadas durante las asignaciones, criterios de corte, escenarios, etc.
- Se ha seleccionado las categorías de impacto, indicadores de categoría y los modelos de caracterización acordes a los trabajos relacionados más representativos de reciente publicación.

6.3.12 Las categorías de impacto seleccionadas, la metodología de evaluación de impacto.

La Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida se diferencia de otras técnicas como la evaluación del desempeño ambiental, la evaluación del impacto ambiental y la evaluación del riesgo ya que es un enfoque relativo basado en una unidad funcional, aunque puede utilizar información recopilada mediante otras técnicas.

La evaluación del impacto incluye la recopilación de los resultados de indicadores para las diferentes categorías de impacto, que juntas representan el perfil para el sistema del producto.

La selección de categorías de impacto debe reflejar un conjunto exhaustivo de asuntos ambientales relacionados con el sistema del producto bajo estudio, teniendo en cuenta el objetivo y el alcance (ISO 2006b).

Métodos de evaluación de impacto ambiental y los indicadores

Cada sistema de producto será evaluado a partir de la metodología ReCiPe según se indica en el apartado 8.3.1. Esta metodología utiliza una amplia gama de indicadores de impacto ambiental, incluyendo indicadores de punto medio y de punto final.

Es importante señalar que en el Análisis del Ciclo de Vida, los resultados de la evaluación de impacto representan los impactos ambientales potenciales y no efectivos. Son expresiones relativas a la unidad funcional que no predicen el impacto final o el riesgo en el medio natural, superando los estándares o márgenes de seguridad.

Nivel de agrupación de los impactos

El nivel de agrupamiento más genérico se relaciona con el indicado en la norma (ISO 2006b) con el siguiente desglose:

- Adquisición de materia prima
- Producción
- Uso
- Tratamiento de residuos y reutilización
- Suministro de energía
- Transporte

Para el proceso de impresión se efectuará un agrupamiento más específico que permita conocer el impacto desglosado en función del uso de los bienes de capital, las diferentes materias primas, etc. según la siguiente clasificación:

- Adquisición de materia prima
- Planchas (sólo para sistema de producto 1)
- Tintas
- Papel
- Producción
- Uso
- Tratamiento de residuos y reutilización
- Suministro de energía
- Transporte

Los niveles de agrupamiento se desarrollan en el apartado 8.1.1

6.3.14 La interpretación a utilizar

Los resultados de las fases de Inventario y del Impacto deben interpretarse de acuerdo al objetivo y el alcance del estudio. La interpretación debe incluir una evaluación y verificación del análisis de sensibilidad de las entradas, salidas y elecciones metodológicas significativas para entender la incertidumbre de los resultados. La interpretación del Análisis del Ciclo de Vida corresponde al Capítulo 9. La interpretación debe considerar también lo siguiente en relación con el objetivo del estudio:

- la adecuación de las definiciones, de las funciones del sistema, la unidad funcional y los límites del sistema
- las limitaciones identificadas por la evaluación de la calidad de los datos y el análisis de sensibilidad.
- Se debe verificar la documentación de la evaluación de la calidad de los datos, análisis de sensibilidad, conclusiones y cualquier recomendación de los resultados (ISO 2006b).

6.4 Conclusiones del capítulo

La Fase de Objeto y Alcance marca la pauta a seguir en el Análisis del Impacto de Ciclo de Vida. En esta fase se define la unidad funcional, referencia principal del análisis, que se utiliza para relacionar los flujos de material y energía de la fase de Análisis de Inventario y de los impactos de la fase de Evaluación Impacto del Ciclo de Vida para los diferentes sistemas del producto. Se han definido también los límites del sistema y las principales suposiciones y criterios de asignación.

El objetivo inicial suele formularse de forma general por lo que a lo largo del análisis se ido adaptando y concretando para que el modelo y la metodología se apliquen de forma adecuada.

7. Análisis del Inventario del Ciclo de Vida de un periódico impreso

En la fase del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida se efectúa la recogida y el modelado del sistema del producto a estudiar, en línea con los objetivos y requisitos establecidos en las fases del objeto y alcance. Los resultados del inventario del ciclo de vida son las entradas para la fase posterior del análisis del impacto del ciclo de vida.

El análisis de inventario requiere un gran esfuerzo y uso de recursos para la recopilación de los datos y el modelado del sistema del producto. Los datos que se van a recoger tienen que relacionarse con los flujos y los procesos elementales, de productos y de desechos.

En este capítulo se identifican los procesos requeridos para los sistemas del producto de un periódico impreso mediante coldset y un periódico impreso mediante inkjet, e incluye la planificación de la recogida de los datos primarios, las fuentes de los datos secundarios, el modelado del sistema mediante procesos unitarios, las etapas del ciclo de vida y el cálculo de resultados teniendo en cuenta todas las entradas y salidas de los procesos dentro de los límites del sistema para los diferentes escenarios elegidos.

7.1. Estructura de la base de datos de inventario

La fase del Inventario del Ciclo de Vida facilita mediante la recopilación de datos y procedimientos de cálculo, la información que permite cuantificar las entradas y salidas del sistema del producto elegido. Las fases anteriores del objetivo y el alcance del análisis proporcionan el plan inicial para realizar la fase del inventario del ciclo de vida (Figura 7.1). La realización de un análisis de inventario es un proceso iterativo, de forma que a medida que se recopilan datos y se aprende más sobre el sistema, se identifican nuevos requisitos o limitaciones que incluso puedan requerir una revisión del objetivo o del alcance del estudio.

Figura 7.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b)

En la fase de inventario se cuantifica las entradas y salidas del sistema en relación a la unidad funcional del sistema del producto definida en la fase de Objetivo y Alcance para los diferentes procesos unitarios dentro de los límites del sistema.

El punto de partida para la elaboración del inventario es la cuantificación de los materiales que se necesitan para elaborar un periódico diario a partir de la unidad funcional elegida. Cada materia prima se divide en los componentes que la forman, en los recursos consumidos y en las emisiones generadas.

Los dos sistemas del producto a estudiar en este capítulo son:

- **Sistema del producto 1:** periódico impreso mediante coldset
- **Sistema del producto 2:** periódico impreso mediante inkjet

Se distinguirá los diferentes procesos unitarios, intermedios y las materias primas necesarias siendo muchos de ellos comunes para ambos procesos.

Las unidades funcionales propuestas en la fase del Objeto y Alcance son:

- **Unidad funcional 1:** Una tonelada de papel impreso de un periódico de unas características determinadas en cuanto a tirada, paginación y color
- **Unidad funcional 2:** Un metro cuadrado de superficie de papel de un periódico de unas características determinadas en cuanto a tirada, paginación y color
- **Unidad funcional 3:** Una unidad de periódico de unas características determinadas en cuanto a tirada, paginación y color

Entre las tres unidades funcionales existe una relación proporcional en función de las características del producto elegidas por lo que la cuantificación de las entradas y salidas se efectuará respecto a una de ellas, eligiendo finalmente la unidad funcional 1.
El análisis del inventario implica la recopilación de los datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas de los sistemas del producto y consta de las fases indicadas en la Figura 7.2.

En las diferentes unidades funcionales utilizadas se dispone de la siguiente información:

- Recopilación de datos en planta
- Descripción cualitativa y cuantitativa de los procesos unitarios
- Fuentes bibliográficas
- Procedimientos de cálculo
- Validación de los datos
- Evaluación de la calidad de los datos
- Tratamiento de datos que faltan
- Análisis de sensibilidad para ajustar los límites del sistema
- Principios y procedimientos de asignación

Figura 7.2 Procedimiento simplificado para el Análisis del Inventario (ISO 2006b)

7.1.1 Etapas del Ciclo de Vida de un periódico impreso

El ciclo de vida de los sistemas del producto periódico impreso mediante coldset e inkjet abarca las siguientes etapas del ciclo de vida

- Actividades del editor en las que se tendría en cuenta el consumo de energía y que no se consideran en este estudio.
- Materias primas y consumibles. Se considera la producción de la materia prima directa necesaria para el producto final: papel, tintas, planchas de aluminio, químicos, disolventes, etc. También se considera el material fungible que por el uso necesita el equipamiento a lo largo de su vida como son: mantillas, aceites, repuestos, etc.
- Equipos de producción y final de vida útil: equipos de preimpresión, impresión y acabado.
    - El equipamiento de preimpresión (sólo para Coldset en la impresión offset) consta de:
        - Un dispositivo CTP (Computer to Plate) de filmación
        - Una procesadora de planchas con dos tipos de tecnología: planchas con químicos reducidos (reduced chemistry) y planchas sin químicos (chemical free)
        - Una cadena de transporte de planchas que termina en un equipo de doblado y perforado de planchas.

    - El equipo de impresión mediante rotativa coldset para la impresión offset y rotativa inkjet para la impresión digital.
    - El equipo de acabado se compone de cintas de transportes, apiladores y flejadoras
- Infraestructura y otros bienes de equipo
    - Equipos de procesamiento de datos o conexión a red de datos
    - Edificio para el desarrollo de la actividad
    - Equipos industriales: compresores, bombas, enfriadoras, planta de tratamiento, alumbrado, elementos de transporte interno.
- Proceso de producción. Incluye el consumo de energía y las emisiones directas que se producen durante el proceso de filmación, impresión y acabado.
- Distribución a los puntos de venta
- Recogida de devolución, no se tiene en cuenta
- Final de la vida de los periódicos vendidos o devueltos. No se tiene en cuenta.
- No se considera los impactos ambientales producidos por el personal en el transporte a sus centros de trabajo pero sí todos los impactos en el interior de las instalaciones industriales donde se desarrolla la actividad.

Después de la recopilación de datos, los procedimientos de cálculo incluyen:

- La validación de los datos recopilados
- La relación de los datos con los procesos unitarios
- La relación de los datos con el flujo de referencia de la unidad funcional

En ambos sistemas del producto, los datos de infraestructura, algunos bienes de capital y la energía se comparte con otros sistemas del producto por lo que se aplicó procedimientos de asignación. Para asegurar una comprensión del inventario del sistema del producto a modelar se deben adoptar alguna de las siguientes medidas propuesta por la norma (ISO 2006b):

- Elaborar diagramas de flujo de procesos no específicos que describan todos los procesos unitarios a modelar, incluyendo sus interrelaciones
- Describir en detalle cada proceso unitario en lo que respecta a los factores que influyen en las entradas y salidas
- Lista de los flujos y datos para las condiciones comunes asociadas a cada proceso unitario.
- Elaborar una lista que especifique las unidades utilizadas
- Describir las técnicas de recopilación de datos y cálculos necesarios para todos los datos
- Proporcionar instrucciones para documentar con claridad cualquier caso especial, irregularidades u otros temas asociados con los datos proporcionados.

7.1.2 Unidad y categoría de procesos

Un proceso contiene un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Es el elemento más pequeño considerado en el análisis de inventario del ciclo de vida para el cual se cuantifican los datos de las entrada y salida (ISO 2006b).

Cada proceso trabaja con unas unidades determinadas y se relacionan a su vez con otros para crear redes. Los datos para cada proceso unitario dentro de los límites del sistema pueden clasificarse en (Figura 7.3):

- entradas de energía, entradas de materia prima, entradas auxiliares, otras entradas físicas.
- productos, co-productos y residuos,
- emisiones al aire, vertidos al agua y al suelo, y
- otros aspectos ambientales.

Las entradas de un proceso unitario son:

- Intercambios desde el medioambiente
- Intercambios intermedios con otros procesos

Las salidas de un proceso unitario son:

- Intercambios hacia el medioambiente
- Productos de referencia
- Otros productos y desechos

Figura 7.3 Conjunto de datos de proceso con las categorías de intercambio (Weidema 2011)

Las diferentes unidades de proceso se agrupan en módulos para cada una de las etapas del ciclo de vida (Figura 7.4).

Figura 7.4 Esquema de módulo para las diferentes unidades de proceso

En la Tabla 7.1 se relacionan las principales unidades de proceso para los datos primarios utilizadas que han sido creadas o adaptadas para esta investigación.

Tabla 7.1 Unidades de Proceso utilizadas

Unidad de proceso	Descripción	Coldset	Inkjet
Equipos de producción e infraestructura			
Platesetters, for offset plate, infrastructure	Filmación de planchas	sí	-
Processor, reduced chemistry, for offset plate, infrastructure	Procesado de planchas	sí	-
Processor, chemistry free, offset printing, equipment	Procesado de planchas	sí	-
Bending and punching device, for offset plate, infrastructure	Doblado y perforado de planchas	sí	-
Webpress, coldset printing, infrastructure	Equipo de impresión coldset	sí	-
Webpress, inkjet printing, infrastructure	Equipo de impresión inkjet	-	sí
Printing plant, infrastructure	Planta de impresión	sí	sí
Materias primas y consumibles			
Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid	Procesado de planchas	sí	-
Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid	Procesado de planchas	sí	-
Finisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid	Procesado de planchas	sí	-
Wash gum, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid	Procesado de planchas	sí	-
Photopolymer printing plate, chemistry free, kg per unit	Planchas de fotopolímeros	sí	-
Photopolymer printing plate, chemistry reduced, kg per unit	Planchas de fotopolímeros	sí	-
Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES	Papel Newsprint 100%DIP	sí	sí
Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE	Papel Newsprint 50%DIP	sí	sí
Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE	Papel Newsprint 100%DIP	sí	sí
Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA	Papel Newsprint 0%DIP	sí	sí
Ink for coldset printing, at printing plant	Tinta Coldset	sí	-
Ink for inkjet printing, at printing plant	Tinta Inkjet	-	sí
Cleaning solution, for coldset printing	Solución de limpieza	sí	-
Fountain solution, for coldset printing, liquid	Solución de mojado	sí	-
Bonding agent, inkjet, at plant	Agente adherencia	-	sí
Printhead, inkjet, at plant	Cabezal de impresión	-	sí
Web wipe cassette, inkjet, at plant	Cinta limpiadora	-	sí
Proceso de producción			
Newspaper, coldset printing, per kg printed paper, operation	Operación impresión coldset	sí	-
Newspaper, inkjet printing, per kg printed paper, operation	Operación impersión inkjet	-	sí
Plate imaging, , chemistry free, offset printing, operation	Filmación de planchas	sí	-
Plate imaging, , chemistry reduced, offset printing, operation	Filmación de planchas	sí	-
Transporte			
Transport, lorry 16-32t Printing	Transporte terrestre mat. primas	sí	sí
Transport, lorry 7.5-16t, waste	Transporte terrestre desechos	sí	sí
Transport, lorry 7.5-16t Distribution	Transporte terrestre distribución	sí	sí
Transport, transoceanic freight ship printing	Transporte marítimo mat. primas	sí	sí
Transport, transoceanic freight ship, waste	Transporte marítimo desechos	sí	sí
Transport, aircraft, freight Distribution	Transporte aéreo distribución	sí	sí
Energía			
Electricity, production mix ES 2011	Electricidad ES	sí	sí
Electricity, production mix IC 2011	Electricidad Canarias	sí	sí
Electricity, production mix GC 2011	Electricidad Gran Canaria	sí	sí
Electricity, production mix GC 00:10 2011	Electricidad Gran Canaria nocturno	sí	sí
Electricity, production mix AGA 00:10 2011	Electr. autoconsumo nocturno	sí	sí
Distribución a puntos de venta			
Newspaper, distribution, kg per unit	Distribución punto de venta	sí	sí

Para las nuevas unidades de proceso se ha utilizado la herramienta Ecoeditor[13] proporcionada por Ecoinvent para la actualización de su base de datos a la versión 3.0. Esta herramienta

[13] http://www.ecoinvent.com

permite de forma sistemática ir construyendo cada una de las nuevas unidades funcionales con verificación en tres niveles: software instalado en el equipo, servidor de la base de datos de Ecoinvent y verificación por parte de especialistas del consejo editorial asignados por Ecoinvent.

El formato de cada unidad de proceso creado corresponde al formato de intercambio Ecolpold que utilizan los principales software dedicados al Análisis del Ciclo de Vida como el Simapro[14] que utilizaremos junto con la base de datos Ecoinvent 2.2 como fuente de información de los datos secundarios. Por medio del software se modelizarça las relaciones entre las diferentes unidades de proceso y se calculará los impactos para las diferentes metodologías y escenarios.

Cada unidad de proceso se ordena según la Clasificación Industrial Internacional de todas las actividades económicas, publicada y actualizada por las Naciones Unidas[15] (UN 2009).

La mayor parte de las unidades de proceso hacen referencias a otras unidades como en el caso de los transportes, energía, materias primas y desechos de los materiales. A su vez las materias primas incluyen su composición. Cada unidad de proceso lleva asociada también los datos de incertidumbre para cada material que forma parte de la misma.

Se verifica que los datos se hayan validado durante el proceso de recopilación de datos para confirmar y proporcionar evidencia de que se han cumplido los requisitos de la calidad de datos para la aplicación prevista.

Debido a la naturaleza iterativa del análisis de ciclo de vida, las decisiones en lo que respecta a los datos a incluir deben basarse en análisis de sensibilidad para determinar su importancia, verificando el análisis inicial y revisando los límites iniciales de acuerdo a los criterios de corte establecido en la definición del alcance. El análisis de sensibilidad puede dar como resultado:

- la exclusión de etapas del ciclo de vida o de procesos unitarios cuando el análisis de sensibilidad puede demostrar que carecen de importancia
- la explusión de entradas y salidas que carecen de importancia a los resultados del estudio
- la inclusión de procesos unitarios, entradas y salidas del análisis de sensibilidad que ha demostrado que son importantes

7.1.3 Planificación de la recogida de datos

En la fase de planificación y recopilación de los datos de inventario se ha tenido en cuenta la fuente de los datos, el periodo de tiempo en el que se obtienen, si son datos genéricos o medias anuales, etc. La mayoría de los datos de inventario dependerán en gran medida de las condiciones específicas de operación y de los consumos efectuados. Las unidades de datos de los diferentes procesos se parametrizan para permitir flexibilidad y eficiencia en la consideración de los diferentes escenarios en especial los relacionados con el origen de las mercancías, transportes, diferentes usos de tecnología y los consumos asociados.

En el modelo de atribución que utilizamos se usan datos de proveedores genéricos donde sea posible. Sin embargo, en muchos de los casos, para poder representar de forma adecuada los

[14] http://www.pre-sustainability.com/simapro
[15] http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/isic-4.asp

productos acorde con la tecnología utilizada, se necesita tomar datos específicos de procesos genéricos a partir de las medias de consumos anuales. Por lo general, en la media anual se consideran los datos más actualizados teniendo en cuenta la evolución tecnológica y de la materia prima menos contaminante que se utiliza.

Todos los procedimientos de cálculo de las diferentes unidades de proceso se han documentado especificando y explicando claramente las suposiciones realizadas. Los datos se han validado durante el proceso de recopilación de datos para confirmar y proporcionar evidencia de que se han cumplido los requisitos de calidad de los datos para la aplicación prevista. La validación implica, por ejemplo, realizar balances de materia, balances de energía o análisis comparativos de los factores de emisión y vertido.

La relación de los datos de los procesos unitarios con la unidad funcional se efectúa para cada uno de los flujos y se refleja para los principales procesos intermedios en las unidades de proceso. Se ha calculado los datos cuantitativos de entrada y salida de los procesos unitarios en relación con el flujo de referencia que se relaciona a su vez con la unidad funcional. Cada unidad de proceso describe el modelo en detalle incluyendo información sobre la tecnología, aplicación geográfica, validez temporal y otros datos cuantitativos y cualitativos. Toda esta información resultará útil para la recolección de los datos y el control de calidad.

7.1.4 Fuente de los datos primarios y secundarios

El ciclo de vida de los productos impresos se inicia con la extracción y la adquisición de materias primas, continúa con la fabricación de materiales para su uso en la filmación, impresión, distribución, uso y tratamiento de final de vida. La mayoría de las etapas del ciclo de vida requieren el uso de energía y generan residuos y emisiones. El transporte también se incluye en la mayoría de las etapas dentro de cada unidad de proceso.

La etapa de uso del producto definido para el sistema del producto en estudio, se limita a la lectura y se diferencia del uso de los otros productos intermedios que se producen en las fases previas, como el uso de las planchas filmadas. En esta fase de uso se considera que los requisitos de energía son mínimos.

El final de vida está relacionado con los diferentes escenarios de residuos, la eliminación y la reutilización que se contemplan en las unidades funcionales.

Las unidades funcionales para los diferentes sistemas de producto utilizan fuentes principales de datos que se clasifican en:

- Primarios. Son datos que se han recopilado específicamente para el estudio y que están directamente relacionados con los procesos estudiados. Las fuentes principales para esos datos son la información proporcionada por los consumos y emisiones de la planta de impresión de Artes Gráficas del Atlántico a partir de sus declaraciones ambientales y datos internos (AGA 2011, AGA 2012); diversos fabricantes de materias primas, equipamientos y suministros: UPM Kymmene, Holmen Paper, Stora Enso, Agfa, HP, Man Roland; así como por la información recogida en manuales, fichas de seguridad y literatura del sector gráfico que se indican en cada apartado.

- Secundarios. Estos datos no son específicos del estudio. La fuente principal de los mismos es la base de datos Ecoinvent V2.2. Se han adaptado los datos a la situación de Canarias como en el caso del Mix energético, transportes, infraestructuras, etc.

Los flujos de entrada secundarios incluyen flujos elementales, tales como recursos materiales, la energía, uso del suelo, los flujos de productos, los proveedores de energía, productos químicos y materiales, consumibles y componentes, productos semielaborados, etc.

Los flujos de salida secundarios incluyen los residuos emisiones al aire, agua, suelo y otros aspectos ambientales que puedan ser de relevancia para la evaluación de impactos.

El cálculo de los flujos de energía tiene en cuenta las diferentes fuentes de combustible y electricidad utilizada, la eficiencia de la conversión y la distribución del flujo de energía, así como las entradas y salidas asociadas a la generación y a la utilización de ese flujo de energía.

Para la producción y suministro de electricidad se tiene en cuenta la mezcla de los diferentes tipos de producción de electricidad para cada escenario, las eficiencias de la combustión, las pérdidas por conversión, transmisión y distribución.

Las fuentes más representativas de los datos para los procesos específicos son las mediciones realizadas directamente sobre el proceso u obtenidas mediante la realización de entrevistas o cuestionarios. Los datos hay que tratarlos para ponerlos en relación con la unidad funcional del proceso o unidad de referencia.

Los datos del inventario se obtienen de forma directa o indirecta a partir de datos medidos y de información de los procesos y productos existentes.

- En los procesos y consumos en la planta de producción
- Inventario de las variaciones de existencia y stock
- Mediciones de las emisiones
- Composición de los residuos y productos

La información de los datos puede también se obtiene a partir de:

- Fórmulas y procedimientos
- Listado de piezas
- Manuales de funcionamiento
- Patentes
- Modelos estándar de procesos
- Modelos estiquiométricos
- Especificaciones del producto
- Informes de pruebas
- Límites legales
- Datos de procesos similares
- Documentos de referencia de la ficha de seguridad del producto (MSDS – Material Safety Data Sheet).
- La identificación numérica para productos químicos (CAS - Chemical Abstract Service)[16] proporciona datos sobre la composición de los compuestos químicos registrados.

[16] www.chemfinder.com, http://www.chemicalbook.com

En la etapa de Final de Vida, la forma en la que el producto se utiliza a menudo es mucho menos definida y homogénea, pudiendo existir escenarios de uso y gestión de residuos diferentes.

Los datos proporcionados por un modelo teórico de funcionamiento deben contrastarse con operaciones reales. En el caso de los consumos eléctricos de los equipos hay que tener en cuenta el tiempo y la carga de funcionamiento.

Para evitar los errores de escala al convertir las unidades se debe documentar todos los pasos del cálculo para el inventario final.

En relación con la confiabilidad en la recogida de datos, se debe respetar la protección de la tecnología, el Know-how y los derechos de patente. Se han efectuado dos acuerdos de confidencialidad para la utilización de los datos y modelos con AGFA y HP por lo que en estos casos la información se utilizará como proceso de sistema donde los datos se muestran acumulados de una forma global y no a partir de procesos unitarios desglosándose los componentes fundamentales.

En la Tabla 7.2 se muestra un resumen de las fuentes de los datos y supuestos que se usan en los sistemas estudiados a partir de los datos de la Tabla 6.6.

Tabla 7.2 Fuentes de información para sistemas estudiados

	Coldset	Inkjet
Equipos de producción		
Filmación de planchas	Agfa, Vercalsteren 2010	-
Procesado de planchas	Agfa, Vercalsteren 2010	-
Doblado y perforado de planchas	Man Roland	-
Equipo de impresión	Man Roland	HP, Clément 2011
Equipo de acabado	Müller Martini	HP, Clément 2011
Materias primas y consumibles		
Planchas de alumnio	Agfa, Vercalsteren 2010	-
Químicos preimpresión	Agfa, Vercalsteren 2010	-
Papel prensa	UPM / Stora Enso / Holmen/Ecoinvent	Id.
Tintas	Flint / Sun Chemical / Tipolit/ Ecoinvent	HP, Clément 2011
Químicos impresión	Fichas seguridad, AGA	-
Consumibles Inkjet	-	HP, Clément 2011
Proceso de producción		
Impresión Coldset	AGA, Estudios	
Impresión Inkjet	-	HP, Clément 2011
Filmación planchas	AGA, Estudios	
Energía	Parque eólico	Parque eólico
Mix Europa / España /Canaria	Red Eléctrica, Ecoinvent, AGA	Id.

7.2. Descripción y análisis de los procesos intermedios dentro de los límites del sistema

En la Figura 7.5 se muestran los procesos intermedios dentro del proceso general de impresión considerado en la fase de Objeto y Alcance y que se desglosa en:

- Preimpresión, que a su vez se descompone a su vez los procesos de filmación de planchas, procesado de planchas y acabado de planchas (7.2.1) y que sólo se es de aplicación para el sistema de producto 1, periódico impreso mediante coldset.
- Impresión, que abarca desde el suministro de la materia prima de fases previas como las planchas o externos como el papel, tinta, químicos, etc, así como su uso en la impresión junto con bienes de capital y escenarios de desecho. Este proceso es diferente para cada uno de los sistemas de producto: 1, periódico impreso mediante coldset y 2, periódico impreso mediante inkjet.
- Acabado, que comprende el apilado, empaquetado, flejado y entrega del producto impreso. Se considera agrupado a cada proceso de impresión y no se consideran los procesos de inserción y encarte.
- Distribución que tiene en cuenta el transporte y entrega del producto en el punto de venta.
- Uso que comprende la lectura y desecho del producto una vez usado
- Final de Vida que comprende la eliminación o la reutilización de las materias primas y productos con los escenarios de residuos en las diferentes fases: preimpresión, impresión, distribución y uso.

Figura 7.5 Procesos intermedios del ciclo de vida de un periódico impreso

7.2.1 Preimpresión

El objetivo del proceso de preimpresión es elaborar el soporte o máster que se va a repetir en el proceso de impresión offset-coldset. La elaboración de las planchas con la imagen a reproducir se efectúa en la mayoría de las industrias de forma directa a partir de los ficheros digitales en lo que se conoce como del ordenador a la plancha (CTP – Computer to plate), estando prácticamente eliminado el proceso de filmación con películas antes de la elaboración de las planchas.

El contenido que se filma puede ser texto, imágenes, gráficos, combinándose de acuerdo con el diseño y la tipografía deseada. La imagen se procesa elaborando un mapa de bits según perfiles determinados que tiene en cuenta las limitaciones y requisitos relacionados con: la gestión del color, la imposición, el tipo de papel, tinta, químicos, máquina de impresión, etc. El tratamiento se efectúa con equipos que se denominan RIP's (Raster Imagen Processor).

En la fase de preimpresión se utiliza productos químicos en el procesado de las planchas una vez filmadas, que generan en la mayoría de las tecnologías residuos peligrosos. Los proveedores de planchas y químicos así como los fabricantes de equipos de preimpresión evolucionan desarrollando equipos que reducen el uso de químicos contaminantes. Las plantas de impresión incorporan a su proceso estos nuevos materiales y tecnología en un compromiso que relaciona el coste y su sensibilidad ambiental. Las planchas una vez usadas en el proceso de impresión no pueden ser reutilizadas pero sí recicladas para recuperar el aluminio.

El proceso de preimpresión se desarrolla en torno a la plancha que por lo general es de aluminio, ya que proporciona mejores prestaciones en cuanto a duración, precisión y transferencia de la tinta en el proceso de impresión. El ciclo de vida de la plancha en todo el proceso se puede dividir en seis etapas que se desarrollan a continuación y que se muestran en la Figura 7.6.

Figura 7.6 Etapas del Ciclo de Vida de una plancha filmada para la impresión offset

1. **Producción de la plancha.** La plancha se obtiene a partir de lingotes de aluminio puro que se transportan empaquetados hasta la planta de laminación, donde se obtiene una placa base de aluminio. Posteriormente se efectúan diversos procesos físico-químicos que incluyen el desengrase, graneado electroquímico, anodización, secado, etc. En esta fase también se tiene en cuenta la producción de materias primas necesarias para la elaboración de la capa de emulsión y de protección. Posteriormente la plancha se corta y se prepara para el transporte. Incluye los desperdicios de la producción, transporte y energía de los procesos aguas arriba de la etapa de fabricación. En el apartado 7.3.1 se recoge la unidad de plancha de aluminio por m^2 según la tecnología de la plancha a utilizar: químicos reducidos o libre de químicos.

   - **Photopolymer printing plate, chemistry reduced, offset printing, kg per m2**
   - **Photopolymer printing plate, chemistry free, offset printing, kg per m2**

   En la planta de impresión el tamaño de plancha es función de la máquina impresora y del tamaño del producto final. En este estudio se utilizan dos tamaños para la tecnología

de químicos reducidos y un tamaño para la tecnología libre de químicos con las siguientes unidades de proceso:

- **Photopolymer printing plate, 836x593, chemistry reduced, kg per unit**
- **Photopolymer printing plate, 836x593, chemistry free, kg per unit**
- **Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry free, kg per unit**

2. **Producción de los químicos**. La producción de los químicos necesarios para el procesado de las planchas tras la filmación de las imágenes en los equipos CTP's (Computer to plate). Tiene en cuenta las materias primas químicas, su producción y embalaje. Incluye los desperdicios de producción, transporte y energía de los procesos aguas arriba de la etapa de fabricación. Los líquidos que se utilizan son: revelador (7.3.2), regenerador (7.3.3) y la solución de acabado o goma (7.3.4).

   - **Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
   - **Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
   - **Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
   - **Wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid**

3. **Producción del equipamiento.** Se tiene en cuenta la producción, embalaje y transportes de los bienes de capital hasta al planta de impresión, para disponer de los equipos de filmación de planchas (7.4.2.1) procesado de planchas (7.4.2.2), transporte mediante rodillos, perforado y doblado de planchas (7.4.2.3). Se definen dos equipos para el procesado de planchas en función de la tecnología a utilizar: químicos reducidos o libre de químicos.

   - **Platesetters, for offset plate, infrastructure**
   - **Processor, chemistry reduced, for offset plate, infrastructure**
   - **Processor, chemical free, for offset plate, infrastructure**
   - **Bending and punching device, for offset plate, infrastructure**

   Los equipos de tratamientos de datos se consideran en la unidad de filmación de planchas.

4. **Logística de transportes a clientes**. El transporte de las planchas elaboradas y los químicos necesarios para el procesado de las planchas se consideran dentro de la unidad de filmación de planchas al igual que el transporte de los residuos. En el apartado (7.3.12) se resumen todos los transportes utilizados.

5. **Uso por la planta de impresión.** En la planta de impresión se obtiene la plancha filmada y procesada en los equipos de filmación, procesado y doblado y perforado. Estas planchas se obtienen a partir de las planchas de aluminio del apartado 7.3.1 y con la utilización de los químicos desarrollados en los apartados 7.3.2, 7.3.3, 7.3.4 y el consumo de energía, aire comprimido en relación a la unidad funcional. Se ha desarrollado diferentes unidades de proceso que tienen en cuenta el tipo y el tamaño de la plancha a elaborar. Estas unidades incluyen el transporte y el tratamiento de los residuos de los envases, los tratamientos de final de vida de los residuos químicos y de planchas no aptas para la impresión.

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

La plancha filmada que contiene la imagen a reproducir se utiliza posteriormente en el proceso de impresión.

6. **Tratamientos de final de vida.** El tratamiento de final de vida de las planchas después de su uso en las etapas de preimpresión e impresión incluyen el transporte desde la planta de impresión. Se tiene en cuenta en la unidad de filmación de planchas que se desarrolla a continuación y en la unidad de impresión para la obtención de un periódico 7.2.2. Se resumen en el apartado 7.2.6

Para obtener una plancha litográfica apta para la impresión, se parte de la plancha sin filmar que contiene una capa hidrófila y una capa fotosensible (Photopolymer printing plate). Tras la filmación mediante láser y el posterior procesado se elimina las áreas no expuestas quedando una zona hidrófila donde no existe imagen y repartiéndose la tinta en el resto de la superficie.

La unidad funcional elegida para relacionar el proceso de preimpresión con el de impresión es: kg de filmación de plancha de un determinado tamaño y composición, por unidad de plancha.

Las unidades de proceso de filmación de plancha contienen a su vez los diferentes procesos de intercambio con el medio ambiente, materias primas y energía a partir de balance de masa y energía.

Los datos de entradas se refieren al consumo de materias primas y energía y los datos de salidas son las emisiones al aire, agua y tierra, los residuos y subproductos para los diferentes escenarios a partir de los datos proporcionados por la planta de impresión (AGA 2011, AGA 2012).

En la fase de filmación de las planchas se utilizan las siguientes entradas:

- Equipos para la filmación de planchas (platesetters). Se utiliza el modelo Agfa Polaris XCV-S (7.4.2.1)
- Procesadora de planchas (plate processor). Se utiliza el modelo Agfa VXP85 para las planchas de químicos reducidos (reduced chemistry) y Agfa VCF85 (free chemistry) para las planchas sin químicos (7.4.2.2)
- Dobladora y perforadora de planchas (bending and punching device). Se utiliza transporte de rodillos y dobladora Nela VCP (7.4.2.3)
- Equipos de procesamiento de datos en los que se utiliza servidores, ordenadores, RIP's (raster Imagen processor), red de datos.
- Enfriadoras para aire acondicionado

Los bienes de equipos son producidos por diferentes proveedores. En la mayoría de las unidades se tiene en cuenta solamente los materiales que los componen al no disponer de datos sobre el proceso de producción de los mismos, que afectan también a consumos eléctricos y residuos. Las asignaciones que se han efectuado para las diferentes unidades utilizadas en preimpresión son:

- El consumo eléctrico en preimpresión se considera para el funcionamiento de los bienes de equipo (filmadora de planchas, procesadora, dobladora de plancha), la iluminación y el consumo en la enfriadora para los equipos de aire acondicionado. El consumo de los equipos de tratamientos de datos se tiene cuenta por la unidad de uso en horas. La unidad funcional para el consumo de electricidad variará para cada escenario en función del lugar de producción: Canarias o España Peninsular y del mix energético genérico para Canarias o el específico de autoconsumo en la empresa en estudio (7.3.13).
- El transporte considera la materia prima (con sus envases), el equipamiento y los residuos del proceso. El transporte de las planchas, el equipamiento de filmación y los químicos se efectúa desde el almacén de logística para el envío a los clientes y está situado en Bélgica. Se utiliza transporte marítimo y terrestre, variando en función del origen de la materia prima y del escenario en función del lugar de producción. El transporte se considera en la unidad de cada material o en cada equipo de proceso en su caso.
- Plancha de químicos reducido (chemistry reduced plate) y Plancha libre de químicos (chemistry free plate). Se utiliza la plancha N92V de Agfa para químicos reducidos y la plancha N94V para libre de químicos (7.3.1). La producción de las planchas con base de aluminio incluye el revestimiento y acabado. Los datos proceden de una fábrica de Agfa situada en Alemania. Se considera un desperdicio medio del proceso de un 2,5%.
- Desarrollador (Developer). Se utiliza el PL10 de Agfa (7.3.2) producido en Bélgica.
- Regenerador (Replenisher). Se utiliza el PL10-R de Agfa (7.3.3) producido en Bélgica.
- Solución de acabado (Finisher). Viotet CF de Agfa y Gum Unifin de Agfa (7.3.4) producido en Bélgica.
- Agua. Es el consumo necesario para el procesado y limpieza del equipamiento. Varía en función del tamaño de plancha y del tipo de tecnología.

Las salidas que se consideran son:

- Emisión de calor del equipamiento en función de las horas de funcionamiento de cada equipo.
- Las emisiones al aire se consideran en la composición de los productos químicos que se utilizan.
- Tratamientos para los residuos entre los que se consideran:
    - la mezcla de los químicos de procesado, emulsión de la plancha y agua. Este dato se dispone por m^2 de plancha procesada.
    - El material de embalaje de las planchas sin procesar compuesto de papel, cartón, madera, cinta de polipropileno.
    - Los envases de polietileno de los químicos utilizados en el proceso y el material para su transporte se incluye en la unidad de proceso de cada material.
    - Los residuos de planchas durante el proceso de filmación que se originan por repeticiones, por cambios de páginas u errores en el proceso de filmación y procesado.
    - El tratamiento final de vida de los bienes de equipo se incluyen en su unidad de proceso.

En los escenarios a utilizar se tendrá en cuenta:

- Los dos tamaños de planchas que corresponden a dos formatos posibles de periódicos.
- Las dos tecnologías de planchas que dan lugar a dos sistemas de procesado de planchas que utilizan diferentes químicos.

La mejora tecnológica que supone utilizar la tecnología libre de químicos frente a la de químicos reducidos tiene lugar por el menor consumo de químicos y por sustituir químicos muy contaminantes por otros que no lo son. No existen datos disponibles de los consumos de químicos para el tamaño de plancha 836x593 con la tecnología libre de químicos. El tamaño de plancha de referencia es el 836x593 mm que ha sido el estándar para la máquina de impresión considerada en los periódicos de formato 420x289mm conocido como tabloide.

Los editores han reducido el tamaño del periódico desde el formato 420x289 hasta el formato 390x289 mm y en algunos casos hasta el formato 360x289 al disminuir el formato del periódico y ahorrar en el consumo de papel. Esta redución de formatos puede suponer ahorros entre el 7,7% y el 16,6%.

Las plantas de impresión pueden efectuar, en los casos que posibles, modificaciones en el proceso de filmación de planchas y en sus rotativas, para poder reducir el consumo de m^2 de planchas de aluminio. Se ha pasado de utilizar el tamaño de plancha 836x593 al tamaño 776x593mm, lo que supone un 7,73 % de ahorro en el consumo de planchas de aluminio. También se produce un ahorro en el consumo de químicos al estar relacionados con los m^2 de planchas filmadas.

La unidad funcional de filmación de planchas se construye a partir de los consumos de químicos, agua y energía en el proceso de filmación, procesado y doblado de planchas. Se dispone de la información de consumos de químicos en los últimos 5 años en relación a los m^2 de planchas filmadas con la misma tecnología de químicos reducidos, Tabla 7.3

Tabla 7.3 Evolución de consumo de químicos l/m² 2007-2011 tecnología químicos reducidos

Consumo l/m²	2007	2008	2009	2010	2011	Media
Desarrollador para procesado de planchas PL10 Agfa	0,06450	0,08083	0,07491	0,08184	0,07132	0,07465
Regenerador para procesao de planchas PL10-R Agfa	0,01075	0,01665	0,00355	0,01105	0,00648	0,00995
Solución de acabado Unifin Agfa	0,02428	0,01717	0,02267	0,01309	0,02313	0,02007

En la unidad funcional de filmación de planchas se utiliza el consumo en kg del químico por unidad de plancha. En la Tabla 7.4 se indica los consumos de químicos y agua en función del tamaño de plancha para la tecnología de químicos reducidos.

Tabla 7.4 Consumo de químicos y agua en kg por tamaño de plancha de químicos reducido

Producto	densidad kg/m³	consumo l/m²	0,836*0,593 kg/plancha	0,776*0,593 kg/plancha
Desarrollador para procesado de planchas PL10 Agfa	1031	0,07465392	0,03815682	0,0354183
Regenerador para procesado de planchas PL10-R Agfa	1048	0,00994871	0,00516879	0,00479783
Solución de acabado Unifin Agfa	1073	0,02007095	0,01067649	0,00991024
Agua para procesado y limpieza equipamiento	1000	2,36	1,16996528	1,08599648

Para la tecnología libre de químicos solamente se dispone de información a partir del año 2012. En la Tabla 7.5 se muestra los consumos de químicos y agua para la filmación de planchas con la tecnología libre de químicos y solo para un formato de planchas.

Tabla 7.5 Consumo de químicos y agua en kg por tamaño de plancha sin químicos

Producto	densidad kg/m3	consumos l/m2	0,776*0,593 kg/plancha
Solución de goma Violet	1017	0,066	0,030887396
Solución de acabado Unifin Agfa	1073	0,00833	0,00893809
Agua para procesado y limpieza equipamiento	1000	0,150	0,0690252

A continuación se desarrollan las tres unidades de proceso que tienen en cuenta la tecnología y el tamaño de plancha en la fase de preimpresión.

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

Tabla 7.6 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmada químicos reducidos 836x593

Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit

Origen	Proceso de filmación de planchas en planta de impresión	
Tamaño plancha	836x593	mm
Desperdicio del proceso	2,5	%

Material/Suministros	Unidad Funcional		
Plancha N91 0,836x0,593 con envoltura	0,378	kg	Photopolymer printing plate, 860x593, chemistry reduced
Procesadora de Plancha Agfa Polaris XCV-S	2,02E-06	p	Platesetters, offset printing, equipment
Procesadora de planchas Agfa VXP85	2,02E-06	p	Processor, offset printing, equipment
Dobladora y perforadora de planchas Nella VCP	6,72E-07	p	Bending and punching device, equipment
Enfriadora de absorción aire acondicionado	1,88E-07	p	Absorption chiller 100kW/CH/I U
Red de datos con acesso a internet	1,56E-02	hr	Use, network access devices/IC U
Router conexión red de datos	1,56E-02	hr	Use, IP network/IC U
Servidores, Ordenadores, RIPs activos	2,49E-01	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode
Servidores, Ordenadores, RIPs standby	4,98E-01	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, standby mode
Desarrollador para procesado de planchas PL10	0,03816	kg	Developer, for photopolymer printing plate, liquid
Regenerador para procesao de planchas PL10-R	0,00517	kg	Replenisher, for photopolymer printing plate, liquid
Solución de acabado Unifin	0,01068	kg	Finisher for photopolymer printing plate, liquid
Agua para procesado y limpieza equipamiento	0,97013	kg	Water
Electricidad bienes de equipo	0,66	kWh	Electricity, medium voltage, production IC, at grid/IC U
Aire comprimido	1,03426	m3	Compressed air, average installation, >30kW, 6 bar gauge
Residuos	**Unidad Funcional**		
Emisiones al aire			
Calor	0,88672	MJ	Heat, waste
Emisiones al agua			
DQO Demanda Química de Oxígeno	0,00456	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO_5, Biológica de Oxígeno	0,00592	kg	BOD_5, Biological Oxygen Demand
Amonio	0,00223	kg	Ammonium, ion
Cloruros	0,16104	kg	Chloride
Nitritos	0,00023	kg	Nitrite
Sólidos en suspensión	0,06403	kg	Suspended solids, unspecified
Agentes tensioactivos	0,00029	kg	Surfactants
Tratamiento de residuos			
Desperdicios de planchas en preimpresión	0,00922	kg	Recycling aluminium/
Agua de limpieza a red de saneamiento	0,00090	m3	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3
Residuos químicos de preimpresión con agua	0,06905	kg	Disposal, 90% water, to hazardous waste incineration
Transporte por carretera	0,01165	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	0,16479	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Las dos primeras unidades servirán para comparar el proceso de filmación de planchas cuando se reduce el tamaño del producto final. Se usará para comparar la misma tecnología de filmación para un periódico de 420x289 mm frente a otro de 390x289 mm. Las dos últimas se utilizarán para comparar el mismo tamaño de plancha utilizando dos tecnologías diferentes: químicos reducidos y libre de químicos.

Las unidades funcionales se han construido teniendo en cuenta el consumo de materias primas y energía para una plancha que pesa 0,369 kg/ud en el formato 836x593 y 0,342 kg/ud para el formato 776x593. En la Tabla 7.6 se muestra los procesos de intercambio para la filmación de planchas del tamaño 836x593mm de químicos reducidos.

Para el tamaño de plancha 776x593 hay un menor consumo de aluminio y de los químicos y agua que se utiliza en el proceso. El uso de equipamiento y consumo eléctrico es el mismo que para el formato 836x593. Las emisiones disminuyen al usar menos químicos al igual que los residuos y sus transportes. En la Tabla 7.7 se muestra los procesos de intercambio para la filmación de planchas del tamaño 776x593mm de químicos reducidos.

Tabla 7.7 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmadas químicos reducidos 776x593

Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit

Origen	Proceso de filmación de planchas en planta de impresión	
Tamaño plancha	776x593	mm
Desperdicio del proceso	2,5	%

Material/Suministros	Unidad Funcional		
Plancha N91 0,776x0,593 con envoltura	0,351	kg	Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry reduced
Procesadora de Plancha Agfa Polaris XCV-S	2,02E-06	p	Platesetters, offset printing, equipment
Procesadora de planchas Agfa VXP85	2,02E-06	p	Processor, offset printing, equipment
Dobladora y perforadora de planchas Nella VCP	6,72E-07	p	Bending and punching device, equipment
Enfriadora de absorción aire acondicionado	1,88E-07	p	Absorption chiller 100kW/CH/I U
Red de datos con acesso a internet	0,0156	hr	Use, network access devices/IC U
Router conexión red de datos	0,0156	hr	Use, IP network/IC U
Servidores, Ordenadores, RIPs activos	0,249	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode
Servidores, Ordenadores, RIPs standby	0,498	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, standby mode
Desarrollador para procesado de planchas PL10	0,0354	kg	Developer, for photopolymer printing plate, liquid
Regenerador para procesao de planchas PL10-R	0,0048	kg	Replenisher, for photopolymer printing plate, liquid
Solución de acabado Unifin	0,0099	kg	Finisher for photopolymer printing plate, liquid
Agua para procesado y limpieza equipamiento	0,9005	kg	Water
		kW	
Electricidad bienes de equipo	0,633	h	Electricity, medium voltage, production IC, at grid/IC U
Aire comprimido	1,0343	m3	Compressed air, average installation, >30kW, 6 bar gauge

Residuos	Unidad Funcional		
Emisiones al aire			
Calor	0,88672	MJ	Heat, waste
Emisiones al agua			
DQO Demanda Química de Oxígeno	0,0042	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO_5, Biológica de Oxígeno	0,0055	kg	BOD_5, Biological Oxygen Demand
Amonio	0,0021	kg	Ammonium, ion
Cloruros	0,1495	kg	Chloride
Nitritos	0,0002	kg	Nitrite
Sólidos en suspensión	0,594	kg	Suspended solids, unspecified
Agentes tensioactivos	0,0003	kg	Surfactants
Tratamiento de residuos			
Desperdicios de planchas en preimpresión	0,0087	kg	Recycling aluminium/
Agua de limpieza a red de saneamiento	0,0008	m3	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3
Residuos químicos de preimpresión con agua	0,0632	kg	Disposal, 90% water, to hazardous waste incineration
Transporte por carretera	0,0106	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	0,1509	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Para la tecnología libre de químicos el consumo de aluminio es el mismo ya que no varía el formato de la plancha de 776x593. Los químicos a utilizar varían por el cambio de tecnología. Los consumos de los bienes de capital son iguales, variando el dispositivo de procesado para esta tecnología. La cantidad de residuos y sus transportes disminuyen por el cambio de tecnología.

En la Tabla 7.8 se muestra los procesos de intercambio para la filmación de planchas del tamaño 776x593mm con la tecnología libre de químicos.

Tabla 7.8 Procesos de intercambio para la unidad planchas filmadas sin químicos 776x593

Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit

Origen	Proceso de filmación de planchas en planta de impresión	
Tamaño plancha	776x593	mm
Desperdicio del proceso	2,5	%

Material/Suministros	Unidad Funcional		
Plancha N94 0,776x0,593 con envoltura	0,351	kg	Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry free,
Procesadora de Plancha Agfa Polaris XCV-S	2,02E-06	p	Platesetters, offset printing, equipment
Procesadora de planchas Agfa VXP85	2,02E-06	p	Processor, offset printing, equipment
Dobladora y perforadora de planchas Nella VCP	6,72E-07	p	Bending and punching device, equipment
Enfriadora de absorción aire acondicionado	1,88E-07	p	Absorption chiller 100kW/CH/I U
Red de datos con acesso a internet	0,0156	hr	Use, network access devices/IC U
Router conexión red de datos	0,0156	hr	Use, IP network/IC U
Servidores, Ordenadores, RIPs activos	0,249	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode
Servidores, Ordenadores, RIPs standby	0,498	hr	Use, computer, desktop with LCD monitor, standby mode
Solución de goma Violet	0,0309	kg	Wash Gum, for photopolymer printing plate, liquid
Solución de acabado Unifin	0,0041	kg	Finisher for photopolymer printing plate, liquid
Agua para procesado y limpieza equipamiento	0,0690	kg	Water
Electricidad bienes de equipo	0,3359	kW h	Electricity, medium voltage, production IC, at grid/IC U
Electricidad iluminación	0,0636	kW h	Electricity, medium voltage, production IC, at grid/IC U
Electricidad enfriadora	0,2334	kW h	Electricity, medium voltage, production IC, at grid/IC U
Aire comprimido	1,0343	m3	Compressed air, average installation, >30kW, 6 bar gauge

Residuos	Unidad Funcional		
Emisiones al aire			
Calor	0,7980	MJ	Heat, waste
Emisiones al agua			
DQO Demanda Química de Oxígeno	0,60334	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO_5, Biológica de Oxígeno	0,03548	kg	BOD_5, Biological Oxygen Demand
Amonio	0,00333	kg	Ammonium, ion
Cloruros	0,12877	kg	Chloride
Nitritos	0,00024	kg	Nitrite
Sólidos en suspensión	0,44665	kg	Suspended solids, unspecified
Agentes tensioactivos	0,00022	kg	Surfactants
Tratamiento de residuos			
Desperdicios de planchas en preimpresión	0,00877	kg	Recycling aluminium/
Agua de limpieza a red de saneamiento	0,00007	m3	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3
Residuos químicos de preimpresión con agua	0,03884	kg	Disposal, 90% water, to hazardous waste incineration
Transporte por carretera 158,9 km	0.00655	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco 2248 km	0.09268	tkm	Transport, transoceanic freight ship

La calidad de los datos de los procesos primarios es alta ya que es el resultado de las diferentes mediciones que se efectúan cada año y que forman parte de la declaración medioambiental de la empresa.

El sistema del producto donde se usará la plancha filmada será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

La plancha filmada se utiliza posteriormente en el proceso de impresión para obtener la imagen impresa sobre el papel. En la impresión a color en el proceso Coldset-Offset se dispone de la imagen a imprimir distribuida entre cuatro planchas para cada imagen, una plancha para cada uno de los cuatro colores que forman la cuatricromía CMYK, Figura 7.7 y Figura 7.8.

Figura 7.7 Colores sustractivos C(cyan) M(magenta) Y(Yellow) K(key=Black)

Figura 7.8 Composición de una página impresa en función de los colores sustractivos CMYK

7.2.2 Impresión y acabado Offset-Coldset

La fase de impresión comprende la impresión propiamente dicha en la que se transfiere la imagen, desde el soporte plancha en la impresión offset-coldset, al soporte papel así como el posterior acabado, empaquetado, flejado y entrega del producto impreso.

En este estudio se considera solamente la salida directa del producto una vez impreso a los apiladores y no el acabado con encarte. Es por ello que la unidad de impresión offset recoge también aquellos elementos y consumos que interviene en el cierre o acabado.

En la impresión offset-coldset, el contenido a imprimir se encuentra sobre la superficie de la plancha obtenida en el proceso de preimpresión. La plancha se monta sobre un cilindro (cilindro de planchas) en la máquina de imprimir. Sobre la superficie de la plancha se aplica una disolución acuosa en las proporciones precisas de tinta y agua tratada. Posteriormente se transfiere la imagen con tinta desde la plancha a un material receptor de caucho (mantilla) que a su vez lo traspasa al papel. Este proceso se repetite para cada uno de los colores sustractivos CMYK. En la Figura 7.9 se muestra las diferentes etapas del proceso de impresión y acabado offset-coldset.

Figura 7.9 Etapas del proceso de impresión y acabado Offset-Coldset

Las principales materias primas que intervienen en el proceso de impresión de un periódico mediante offset-coldset son el papel, las tintas y las planchas.

El origen del papel prensa puede ser diverso: España, Alemania, Bélgica, Inglaterra, Finlandia, Noruega, Suecia, Brasil, Estados Unidos, Canadá, Rusia, etc. dependiendo de la calidad y del precio del mercado en cada momento. El papel se suministra en bobinas de diferentes anchos en función de la paginación y combinación a utilizar por la máquina de impresión para distribuir las páginas del producto final. Hasta hace unos años se transportaba directamente en planchas de bobinas descargándose de forma individual cada bobina. Actualmente se transporta hasta la planta de impresión en contenedores utilizando el ferrocarril, transporte por carretera y transporte marítimo.

El papel está almacenado en la planta de impresión en almacenes dispuestos a tal fin que suelen estar acondicionados para que se aclimate y se encuentre en condiciones óptimas de humedad y temperatura antes del proceso de impresión. Debido a la situación insular de Canarias y las conexiones marítimas, el almacenamiento de papel puede extenderse a más de tres meses para poder garantizar el suministro a los diferentes periódicos que se imprimen. Por las condiciones climáticas de las Islas Canarias, estables durante casi todo el año, el almacén de papel y la planta de impresión en general no requiere de acondicionamiento.

El papel junto con la tinta son las dos materias indispensables para la impresión Offset-Coldset y en la impresión Digital–Inkjet. La impresión a color se efectúa superponiendo los cuatros colores de proceso sustractivo que forma lo que se conoce como cuatricromía: CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black), por lo que se utilizará una tinta específica para cada color. Las tintas que se emplean en la impresión offset – coldset son muy viscosas y secan por penetración en las fibras del papel. El consumo de tinta se calcula en función de los m^2 de papel consumido y se muestra para los años 201, 2011 y 2012 en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9 Consumo de kg de tinta Coldset por m² de papel consumido

	2010	2011	2012
Color	0,000433	0,000410	0,000397
Negro	0,000348	0,000355	0,000340
Total	0,000780	0,000765	0,000738

Las características de paginación se relacionan directamente con el número de planchas necesarias para la impresión del periódico, siendo independiente de los ejemplares a imprimir. Cuanto menor sea la tirada, mayor será el impacto del proceso de preimpresión y viceversa. La importancia de esta materia prima en el producto final está relacionada con la cantidad de ejemplares a imprimir. Para periódicos de más de 64 páginas con tiradas superiores a 10.000 ejemplares a todo color suele ser la tercera materia prima en importancia. Para tiradas pequeñas y paginaciones altas, se llega a convertir en la principal materia prima incluso por delante del papel. En la Figura 7.10 se observa la composición del coste de impresión offset-coldset de un periódico de 64 páginas para diversas tiradas.

Figura 7.10 Distribución de costes de impresión periódico Coldset

El resto de materias primas intervienen en una proporción menor, que se tendrá en cuenta en la unidad de proceso de impresión coldset. El agua que se utiliza en el proceso offset, llamada agua de mojado, se debe tratar previamente para que reúna los requisitos de conductividad que permita su utilización y transferencia de la tinta. Se utiliza diversos químicos para proteger la superficie de la plancha, para la limpieza de los rodillos de impresión, aceites para los motores, cintas para el pegue automático de las bandas de papel a alta velocidad, etc.

El papel se transporta desde el almacén principal a un almacén intermedio situado a pie de máquina donde se encuentran los diferentes anchos a utilizar en la producción del día así como los restos de papel de producciones anteriores que han sido retirados de la máquina.

El papel está enrollado en una bobina sobre un mandril de cartón pudiendo alcanzar un diámetro de 1 metro y un peso de 1.200 kg. El desarrollo al desenvolverlo puede alcanzar los 13.000 m.

La bobina está envuelta en un papel especial con tapas de cartón que la protegen de la manipulación en las cargas, descargas y transporte. Para manipularla se utiliza dispositivos de sujeción especial mediante pinzas.

Una vez retirado el papel y el cartón de la envoltura, se elimina entre 2-3 milímetros de las primeras capas de papel para evitar que alguna capa dañada o que contenga alguna microfisura, provoque una rotura de la banda cuando ésta se encuentre en la máquina de impresión a alta velocidad, ocasionando retrasos en el proceso de producción.

En la máquina de impresión se deposita la bobina en uno de los brazos del dispositivo denominado portabobina (reel stand), que por lo general permite disponer de dos bobinas. Una de las bobinas es la que se está utilizando en el proceso de impresión y la otra la que se encuentra en preparación. Cuando la bobina que se está utilizando va llegando a su fin, la máquina se prepara para efectuar el pegue entre ambas, disponiendo de esta forma de una impresión continua sin paradas. Estos dispositivos, junto con las técnicas de ubicación de la cinta de pegue y el material de la cinta de pegue, han alcanzado tal nivel de desarrollo y precisión que prácticamente no se producen roturas de banda en los cambios de bobinas.

Para obtener un periódico de un determinado formato, paginación y gramaje de papel, el proceso de impresión requiere de un ajuste previo de las primeras copias y un chequeo a lo largo de la tirada. En función del número de ejemplares a imprimir los ejemplares de arranque se reparten entre la tirada total dando lugar al consumo bruto por ejemplar.

La máquina de impresión (7.4.3) es un dispositivo fabricado a medida con diversos componentes ensamblados entre diferentes fabricantes.

Las principales partes que componen una rotativa de impresión offset son:

- Portabobinas
- Rodillos de paso de papel
- Unidad de impresión
- Plegadora

Existen dispositivos auxiliares para el transporte y almacenamiento de la tinta, dispositivo de preparación y transporte del agua de mojado, dispositivos de limpieza de mantillas y cilindro, dispositivo de generación de agua fría, dispositivos para recolección del polvo del papel, instalaciones de potencia, sincronización de los diferentes motores, etc.

Tras la alimentación de la banda de papel en los portabobinas, ésta sigue un camino a través de diferentes rodillos hasta llegar a la unidad de impresión, donde dependiendo de la configuración de los cilindros, se pone en contacto con el cilindro de mantilla que contiene la imagen con tinta a imprimir sobre el papel. La configuración de los cilindros de mantillas que permite una impresión más precisa sin tener problemas de registro, separación de un color respecto al otro, es la configuración en satélite (Figura 7.11), en la que cada cara de la banda de papel se imprime una a continuación de la otra en dos unidades diferentes. La banda de papel entra en la primera unidad de impresión y se envuelve en torno a un cilindro central, recibiendo en el desarrollo de una vuelta los cuatro colores de una cara. Posteriormente sale de esa unidad de impresión y entra en otra donde de la misma forma se imprime los cuatro colores de la otra cara.

Figura 7.11 Esquema de unidad de impresión con la configuración satélite

El número de bandas a imprimir de forma simultánea depende de la configuración seleccionada para proporcionar un mayor número de páginas del producto final. En la configuración analizada la máquina de imprimir dispone de 6 unidades de impresión que permite la impresión simultánea de hasta 3 bandas de papel con 3 portabobinas. Las bandas de papel impresas en las unidades de impresión se dirigen de forma sincronizada a la plegadora (folder) donde se superponen en diferentes capas y posiciones, en la que se doblan y pliegan hasta alcanzar el formato final del periódico. Todo el proceso descrito desde la alimentación de papel en los portabobinas hasta la salida de los periódicos impresos, se efectúa en línea a una velocidad máxima de la banda de papel de 12 m/s que equivale a unos 10 ejemplares/s.

Figura 7.12 Etapas del Ciclo de Vida del papel en el proceso de impresión Offset-Coldset

El proceso de impresión se desarrolla en torno a la banda de papel. El ciclo de vida del papel en la impresión coldset se puede dividir en las seis etapas que se muestran en la Figura 7.12

1. **Producción de papel.** El papel se genera en la naturaleza fabricándose a partir de fibra de madera renovable. Es reutilizable, reciclable y biodegradable. Aproximadamente un tercio de la superficie de la tierra está ocupada por bosques. Además de ser una fuente de materia prima natural y renovable, los bosques dan protección, alimento y energía a la fauna y seres humanos. En los últimos años las principales empresas papeleras compran madera de bosques gestionados de forma seminatural principalmente de Europa del Norte, Rusia, Europa Central y Norteamérica. En la mayoría de los casos se conoce el origen de la madera, procediendo de fuentes legales y sostenibles. Para garantizar la sostenibilidad de las fibras, las empresas papeleras utilizan diferentes certificaciones forestales y de cadena de custodia verificada de forma externa entre las que se encuentran las más conocidas internacionalmente FSC y PEFC. Para fabricar papel se necesita agua en los diferentes procesos industriales que también generan desechos y emisiones. El proceso de producción ha evolucionado reduciendo el consumo de agua con su reutilización, tratamientos biológicos, sistemas de cogeneración, etc.

   La producción de papel se estudia en el apartado 7.3.5 y se definen las cuatro unidades funcionales de papel con contenido de fibra virgen y reciclada de diferentes orígenes en función de cada escenario.

   - **Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U**
   - **Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U**
   - **Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U**
   - **Paper, newsprint, DIP containing, at Quebec plant/CA U**

   El papel de Holmen Madrid y Langerbrugge en Bélgica es 100 % fibra reciclada. El papel de Hylte en Suecia, utiliza un 20% de fibra virgen y el resto reciclada. El papel de Quebec Canadá es 100% fibra vírgen. En los escenarios se analiza el papel de cada planta de forma independiente, aunque el producto final impreso se podría obtener con diferentes orígenes si se utilizara simultáneamente con diferentes bobinas. El consumo de papel necesario para la elaboración de un periódico depende de:

   - Formato del periódico. Se analizaran los tamaños 420x289mm y 390x289 mm
   - Gramaje del papel. Se analizarán los gramajes de 42 g/m^2, 45 g/m^2 y 48,8 g/m^2
   - Desperdicio de arranque: Se analizará diversas tecnologías de equipamiento de impresión con maculados entre 600 y 1.200 ejemplares de arranque
   - Desperdicio de tirada. Tiene en cuenta el material de envoltura protector de la bobina, capas de papel del pelado de la bobina y los restos de papel y mandril de la bobina terminada. Se estima en un 5% aunque aumentaría para tiradas pequeñas que requiere continuos cambios de bobina.
   - El material de envoltorio protector de la bobina, cartones laterales y mandril representa un 0,6% del consumo de papel, se tiene en cuenta con la unidad funcional de papel corrugado de ecoinvent.
     - **Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U**

   El reciclaje es una parte esencial de cualquier proceso ecológico responsable. El papel prensa utiliza principalmente fibra reciclada a partir de papel recuperado siempre que este papel esté disponible cerca de las fábricas y se puede minimizar el impacto del transporte. Sin embargo, el reciclaje de las fibras de madera sólo se puede efectuar

entre 6-7 veces debido al acortamiento que sufre en los diferentes tratamientos de reciclado.

2. **Producción de materia prima y químicos**. Tiene en cuenta la producción a partir de las materias primas de los productos necesarios para la impresión de la banda de papel.
    - Las bobinas de papel se unen al finalizar con otra nueva de tal forma que permite el funcionamiento continuo de la máquina de impresión sin parar. Estas uniones se realizan con una cinta de pegue especial que se coloca sobre la nueva bobina en una configuración específica que evita roturas y realiza el empalme a la velocidad nominal de la banda que puede alcanzar los 12 m/min (43 km/h). La unidad funcional de Ecoinvent para este material es:
        - ❖ **Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U**
    - Las planchas filmadas en el proceso de preimpresión varían en función del tipo de tecnología y del tamaño de la plancha, utilizando las unidades de proceso para cada escenario que se indica en 7.2.1
        - ❖ **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
        - ❖ **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
        - ❖ **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**
    - Las planchas transfieren la imagen al cilindro de mantillas que es el que está en contacto con el papel. Estas mantillas son un material fungible que se ve afectado por el uso. Se aproxima a la unidad funcional de ecoinvent:
        - ❖ **Synthetic rubber, at plant/RER U**
    - Las tintas utilizadas en el proceso de impresión Offset-Coldset se analizan en (7.3.6) y se calcula a partir del consumo anual de tinta por m^2 de papel prensa, lo que supone unos 0,000765 kg de tinta por m^2 de papel consumido que equivale para el papel de 45 g/m^2 a 0.017 kg de tinta por kg de papel consumido. La unidad funcional incluye el transporte desde su origen en Barcelona a la planta de impresión en Madrid o Gran Canaria.
        - ❖ **Ink, for coldset printing, at printing plant**
    - ❖ Los aditivos de mojado añadidos, agua osmotizada y remineralizante permiten que se efectúe la emulsión de agua tinta y que se deposite en la parte de imagen de la plancha. Las unidades que se han creado son:
        - ❖ **Remineralizer, conditioner for process water, liquid**
        - ❖ **Fountain solution, for coldset printing, liquid**
    - ❖ Los periódicos impresos se apilan en paquetes que varían en función del número de páginas y de los requerimientos del cliente para su distribución. Los paquetes disponen en el fondo y en ocasiones en la parte superior de papel Kraft para su protección y está flejados con cinta de polipropileno según se observa en la imagen de la Figura 7.13 Las unidades funcionales de Ecoinvent que se utilizan para tener en cuenta estos materiales son:
        - ❖ **Polypropylene, granulate, at plant/RER U**
        - ❖ **Kraft paper, unbleached, at plant/RER U**
    - En el proceso se utiliza soluciones de limpieza y trapos con las siguientes unidades funcionales:
        - ❖ **Cleaning solution, for coldset printing, liquid**
        - ❖ **Textile, woven cotton, at plant/GLO U**

Figura 7.13 Periódicos en paquetes al final del proceso de impresión

- La maquinaria utiliza diferentes tipos de aceites que se tienen en cuenta en con la unidad funcional
    - ❖ **Lubricating oil, at plant/RER U**

- Los materiales se desplazan desde la recepción del mismo a los almacenes y zonas de producción con elementos de transportes eléctricos y de combustible. El consumo eléctrico se tiene en cuenta en la unidad de electricidad que corresponde a cada escenario y el de combustible con la siguiente unidad de ecoinvent:
    - ❖ **Light fuel oil, at regional storage/RER U**

3. **Producción del equipamiento. L**a impresión de periódicos requiere de equipamientos específicos agrupados en torno a la rotativa de impresión coldset (7.4.3) y generales como la utilización de una unidad enfriadora en una planta de impresión. El uso de estos bienes de capital se efectúa relacionando la vida útil de los mismos con los consumos anuales de papel.
    - ❖ **Webpress, coldset printing, infrastructure**
    - ❖ **Absorption chiller 100kW, CH/I U**
    - ❖ **Printing plant, infrastructure**

En la Tabla 7.10 se muestra los consumos de papel prensa en los últimos 5 años. La disminución del consumo se debe a la disminución de tiradas y paginaciones por parte de los editores, reducción del formato y tamaño del periódico, utilización de gramajes menores para el periódico diario. En el caso de la rotativa se considera una vida útil de 15 años y un consumo de papel anual de 3.400.000 kg/año. La unidad de la planta de impresión se considera en la Tabla 7.78 para una superficie de 24.000 m^2. En el caso de la impresión offset, la superficie necesaria es de 4.000 m^2 con una vida de 30 años para el edificio.

Tabla 7.10 Evolución del consumo anual de papel prensa (kg)

2010	2011	2012
4.393.304	3.877.113	3.398.573

Considerando un consumo anual de 3.400.000 kg de papel prensa el uso de las unidades funcionales anteriores por kg de papel serían:

- Rotativa Coldset: 1/(3.400.000x15) = 1,96078E-08

- Enfriadora: 1/(3.400.000x15) = 1,96078E-08
- Edificio de planta de impresión: 1/(3.400.000x30x24/4) = 1,63399E-09

4. **Logística de transportes a clientes**. La unidad funcional de impresión considera el transporte de los materiales y envases, a excepción de las planchas filmadas que se contempla en 7.2.1 y de las tintas que se considera en su unidad funcional en 7.3.6 que también abarca el trasnporte de los contenedores de tintas retornables. La unidad funcional de impresión también considera el transporte de los residuos de los materiales del proceso y sus envases. También considera el transporte de los residuos de planchas usadas en el proceso de impresión.

5. **Uso por la planta de impresión.** Esta unidad comprende el proceso de impresión offset-coldset de impresión de la banda de papel, plegado, acabado y entrega a la línea de transporte. En la Tabla 7.11 se detalla el consumo de químicos, energía, aire comprimido, combustible y otros materiales en relación con la unidad funcional kg de papel prensa consumido.
   - **Newspaper, offset printing, operation, kg per unit**

   El consumo de energía para la elaboración de un periódico se considera en función de cada escenario con procedimientos de asignación que se recogen en 7.3.13
   - **Electricity, production mix ES 2011/ES U**
   - **Electricity, production mix IC 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix GC 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix GC 00:10 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix AGA 00:10 2011/IC U**

   Se considera también el uso de compresores de aire comprimido en la unidad
   - **Compressed air, average generation, >30kW, 8 bar gauge, at compressor/RER U**

6. **Tratamientos de final de vida.** Los materiales y residuos después de su utilización en el proceso de impresión se transportan por empresas autorizadas desde la planta de impresión a los centros de tratamientos de residuos donde se efectúa el proceso de final de vida que se resume en 7.2.6.

Tabla 7.11 Consumo de unidades auxiliares (m, kg o l) por kg de papel prensa consumido

	2011	2012	Unidad de proceso
Remineralizante	0,00022	0,00054	0.0006
Cinta de pegue	0,00137	0,00144	0.0015
Aditivo de Mojado	0,00099	0,00145	0.0015
Limpiador de rodillos y mantillas	0,00396	0,00402	0.004
Cinta de flejado	0,00088	0,00067	0.0009
Papel Kraft	0,00099	0,00151	0.0015
Aceite lubricante	0,00005	0,00003	0.00005
Trapos	0,00214	0,00255	0.0025
Mantillas	0,00009	0,00016	0.0002
Combustible	0,00075	0,00069	0.0008

El consumo de todas las materias primas y recursos necesarios para la elaboración de un periódico para la unidad funcional 1 por kg de periódico impreso se recoge en la Tabla 7.12 para el escenario indicado.

Tabla 7.12 Procesos de intercambio para la unidad de operación de impresión offset

Newspaper, offset printing, operation, kg per kg printed		
Tirada	10.000	ejemplares
Tamaño del periódico	2	1. 420x289mm, 2. 390x289mm
Paginación	64	páginas
Gramaje del papel	45	g/m2
Desperdicio del proceso	5	%
Desperdicio arranque	600	ejemplares
Número de planchas	64	planchas
Tecnología de la plancha	2	1. 836x593mm chemistry reduced 2. 776x593 chemistry reduced 3. 776x593 chemistry free
Origen del papel	1	1. Holmen Madrid 2. Hilte Suecia 3. Langerbrugge Bélgica 4. Quebec Canadá
Origen planchas	0	0. Europa, 1 China
Ubicación Planta de Impresión	2	1. Madrid, 2. Canarias
Mix electricidad Planta Impresión	3	1. ES, 2. IC, 3. GC, 4. AGA
Peso Bruto Calculado	0,1181	=0.045*0.39*0.289*64/2*(10000+600)*1,05/10000
Plantas de Tratamiento Aluminio	1	1. Barcelona, 2. Canarias
Planta de Tratamiento de Papel	1	1. Barcelona, 2. Canarias, 3. China
Plante de Residuos Industriales	1	1. Barcelona, 2. Canarias

Material/Suministros	**Unidad Funcional**		
Rotativa de impresión offset	1,96E-09	p	Webpress, coldset printing, infrastructure
Enfriadora de Agua	1,96E-09	p	Absorption chiller 100kW
Edificio y equipamiento de planta de impresión	1.63E-09	p	Printing plant, infrastructure
Papel prensa con contenido de fibra reciclada	1,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES
	0,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE
	0,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE
Papel corrugado protector bobinas de papel	0,00598	kg	Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U
Cinta de pegue de bobinas	1,50E-03	m	Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U
Filmación de planchas	0,00000	kg	Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced
	0,01240	kg	Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced
	0,00000	kg	Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free
Mantillas para la impresión offset	0,00020	kg	Synthetic rubber, at plant/RER U
Tinta para la impresión Coldset	0,00170	kg	Ink, for coldset printing. liquid
Remineralizante para tratamiento de agua	0,00060	kg	Remineralizer, conditioner for process water, liquid
Solución de mojado para la impresión offset	0,00150	kg	Fountain solution, for coldset printing
Cinta de Fleje	0,00090	Kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER U
Papel Kraft protector paquetes periódicos	0.00150	kg	Kraft paper, unbleached, at plant/RER U
Solución de limpieza para la impresión offset	0,00400	kg	Cleaning solution, for coldset printing
Trapos de limpieza	0.00250	kg	Textile, woven cotton, at plant/GLO U
Aceites y lubricantes	5,00E-05	kg	Lubricating oil, at plant/RER U
Envases de químicos	2,80E-04	kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER U
Palets transporte químicos	7,63E-06	Ud	EUR-flat pallet/RER U
Combustible equipos de transporte interno	8,00E-04	kg	Light fuel oil, at regional storage/RER U
Consumo Agua general	0,3	kg	Water, completely softened, at plant/RER U
Transporte por carretera	0,69346	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U
Transporte marítimo	1,27596	tkm	Transport, transoceanic freight ship/OCE U
Mix eléctrico Gran Canaria	0,45000	kWh	Electricity, production mix GC 00:10/IC U 2011
Mix eléctrico AGA	0,00000	kWh	Electricity, production mix AGA 00:10/IC U 2011
Aire comprimido	0,08950	m3	Compressed air, average generation, >30kW
Emisiones al aire			
Calor	0,15	MJ	Heat, waste
Emisiones al agua			
Agua	0.00024	m3	Waste water/m3
Tratamiento de residuos			
Reciclado madera	1,26E-04	kg	Recycling wood/RER U
Reciclado aluminio	0,01210	kg	Recycling aluminium/RER U
Reciclado de papel	0,10200	kg	Recycling paper/RER U
Eliminación de solución de mojado y limpieza	0,00270	kg	Disposal, solvents mixture, to hazardous waste incineration
Eliminación de lubricantes	0,00016	kg	Disposal, used mineral oil, to hazardous waste incineration
Eliminación de trapos	0,00250	kg	Disposal, emulsion paint remains, to hazardous w.i.
Eliminación de envases de químicos	0,00028	kg	Disposal, polyethylene terephtalate, to municipal inc.
Transporte por carretera residuos	8,96-04	kg	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por barco residuos	0,01270	kg	Transport, transoceanic freight ship/OCE U

7.2.3 Impresión y acabado Inkjet

La impresión digital se diferencia de la impresión tradicional offset en que la imagen se transmite directamente desde los inyectores al papel. Por lo tanto, no utiliza planchas de aluminio en el proceso de preimpresión que se limita a la preparación del fichero a imprimir. En la impresión digital mediante inkjet se aporta la tinta necesaria para cada color en función de la imagen a imprimir, directamente desde los inyectores situados en los cabezales de impresión. La tecnología inkjet está evolucionando desde su uso doméstico a tiradas medias compitiendo con el offset tradicional. En la Figura 7.14 se muestra las diferentes etapas del proceso de impresión y acabado digital-inkjet.

Figura 7.14 Etapas del proceso de impresión y acabado Digital-Inkjet

Las principales materias primas que interviene en la impresión digital son el papel, las tintas y consumibles como los cabezales de impresión y agentes de adherencia.

En los últimos años los fabricantes de rotativas digitales han conseguido utilizar para la impresión digital el mismo papel que se utiliza en la impresión offset-coldset al mejorar el problema con el destintado del papel impreso para las tintas inkjet.

La tecnología inkjet está en una fase inicial donde los costes son muy elevados respecto a la impresión tradicional. Los principales factores que están afectando a su desarrollo son:

- Precio de la máquina de impresión y acabado
- Menor vida útil del equipamiento, 5 años, por el desarrollo de la tecnología
- Precio elevado de los consumibles. Las tintas para inkjet que tienen un precio entre 14 a 20 veces el precio de la tinta offset.

En la Figura 7.15 se desglosa el porcentaje del coste de un periódico para diferentes paginaciones. La impresión inkjet no requiere de impresiones previas de ajuste de la máquina por lo que el coste de impresión se mantiene casi constante e independiente de la tirada.

Figura 7.15 Distribución de costes de impresión periódico Inkjet

Al prescindir del proceso de preimpresión con las planchas de aluminio, químicos y consumos de agua y energía, el impacto ambiental es menor. Sin embargo la menor duración de los bienes de equipo que representa la rotativa digital genera en esta etapa, por el contrario, un mayor impacto. El balance global entre el no tener preimpresión, menores desperdicios en contra de una máquina de menor duración es motivo de análisis en los escenarios de impacto del próximo capítulo.

A diferencia de la rotativa de impresión de Coldset, la impresión Inkjet, al no ser un producto maduro, combina tecnologías de diferentes fabricantes entre la impresión y el doblado y acabado del periódico, que no favorece un acabado en línea. Las rotativas son capaces de imprimir hasta 250 m/min. mientras que los sistemas de acabado apenas superan los 130 m/min. A corto plazo se espera disponer de dispositivos con acabado en línea que alcancen hasta 600 m/min. En el apartado 7.4.4 se desarrolla todas las partes que forman la rotativa y el acabado.

Las máquinas de impresión digital actualmente sólo imprime utilizando una banda de papel, a diferencia con la impresión en offset-coldset que puede combinar varias bandas. Por tanto, la impresión digital sólo se usa una bobina, imprimiendo a lo largo de la banda todas las páginas. El contenido puede variar de una página a otra, por lo que se puede personalizar cada periódico o imprimir periódicos diferentes, con diferentes páginas y uno detrás de otro. El corte también puede ser variable por lo que es posible imprimir diferentes formatos de papel variando el alto y el ancho. El proceso de impresión se desarrolla en torno al soporte del producto final que es el papel. El ciclo de vida del papel en la impresión inkjet se divide también en seis etapas que se muestran en la Figura 7.16. La mayor parte del contenido de las etapas son coincidentes para la impresión offset del apartado 7.2.2 por lo que sólo se comentarán las diferencias.

Figura 7.16 Etapas del Ciclo de Vida del papel en el proceso de impresión Inkjet

1. **Producción de papel.** La producción de papel se estudia en el apartado 7.3.5 y se definen las cuatro unidades funcionales de papel con contenido de fibra virgen y reciclada de diferentes orígenes en función de cada escenario.
    - ❖ **Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U**
    - ❖ **Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U**
    - ❖ **Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U**
    - ❖ **Paper, newsprint, DIP containing, at Quebec plant/CA U**

El consumo de papel necesario para la elaboración de un periódico que depende de:

- Formato del periódico. Se analizaran los tamaños 420x289mm y 390x289 mm
- Gramaje del papel. Se analizarán tres gramajes 42 g/m^2, 45 g/m^2 y 48,8 g/m^2
- Desperdicio de arranque: La impresión digital apenas tiene desperdicio de arranque, sólo el necesario para el enhebrado del papel.
- Desperdicio de tirada. Tiene en cuenta el material de envoltura protector de la bobina, capas de papel del pelado de la bobina y los restos de papel y mandril de la bobina terminada. Se estima en un 5% teniendo en cuenta los cambios de bobina al no trabajar en línea en la impresión digital.
- El material de envoltorio protector de la bobina, cartones laterales y mandril representa un 0,6% del consumo de papel, se tiene en cuenta con la unidad funcional de Ecoinvent
    - ❖ **Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U**

2. **Producción de materia prima y químicos**. Tiene en cuenta la producción a partir de las materias primas de los productos necesarios para la impresión de la banda de papel.
   - Las bobinas de papel se unen al finalizar con otra nueva. En el caso de la impresión digital los dispositvos de acabado no tiene la msima velocidad que los de impresión y se opta por la impresión fuera de línea. La unidad funcional de Ecoinvent para este material es:
     - **Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U**

   - Las tintas utilizadas en el proceso de impresión digital-Inkjet se analizan en (7.3.7) y se calcula teniendo en cuenta el consumo anual de tinta por m^2 de papel prensa a partir de pruebas de consumos efectuadas en periódicos impresos. La unidad funcional incluye el transporte desde su origen: USA o Barcelona a la planta de impresión en Madrid o Gran Canaria. A diferencia del proceso offset los envases no son retornables. Su residuo y transporte se incluye en la unidad funcional de tintas inkjet
     - **Ink, for digital printing. at printing plant**

   - Al igual que en el proceso offset, se utiliza el papel Kraft la protección de los pquetes de periódicos que están flejados con cinta de polipropileno Las unidades funcionales de Ecoinvent que se utilizan para tener en cuenta estos materiales son:
     - **Polypropylene, granulate, at plant/RER U**
     - **Kraft paper, unbleached, at plant/RER U**

3. **Producción del equipamiento.** Para la impresión de periódicos se requiere de equipamientos específicos que se ha agrupado en torno a la rotativa de impresión inkjet (7.4.4) ubicado en una planta de impresión (7.4.1). El uso de estos bienes de capital se efectúa relacionando la vida útil de los mismos con los consumos anuales de papel.
   - **Webpress, inkjet printing, infrastructure**
   - **Printing plant, infrastructure**

La tecnología inkjet está en una fase de desarrollo por lo que se considera una vida útil máxima de 7 años y un consumo de papel anual de 660.000 kg/año, calculado a partir de los parámetros considerados en la Tabla 7.13. La unidad de la planta de impresión se ha calculado para una superficie de 24.000 m^2, en el caso de la impresión digital, la superficie necesaria es de 2.000 m^2 con una vida de 30 años para el edificio.

Tabla 7.13 Parámetros para estimación consumo anual de papel prensa (kg) en inkjet

Velocidad	150	m/min
Ancho banda	0,75	m
Gramaje	0,045	kg/m^2
Operación día	8	horas/día
Operación año	362	dias/año
Consumo papel	**659.745**	**kg/año**

Las cantidades utilizadas de la unidad funcional por kg de papel en la impresión inkjet son:

- Rotativa Inkjet: 1/(660.000x7) = 2,1645E-07
- Edificio de planta de impresión: 1/(660.000x30x24/2) = 4,209E-09

4. **Logística de transportes a clientes**. En la unidad funcional de impresión, al igual que en la impresión offset, se considera el transporte de los materiales y envases. La unidad funcional de impresión también considera el transporte de los residuos de los materiales del proceso y sus envases.

5. **Uso por la planta de impresión.** Incluye la impresión de la banda de papel utilizando los cabezales de impresión y el posterior acabado plegado. La unidad funcional que se indica en la Tabla 7.15 tiene en cuenta los consumos de energía, aire comprimido y consumos de materia prima para cada escenario considerado

   - **Newspaper, inkjet printing, operation, kg per unit**

   Se considera también el uso de electricidad y de aire comprimido con las unidades funcionales:

   - **Electricity, production mix ES 2011/ES U**
   - **Electricity, production mix IC 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix GC 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix GC 00:10 2011/IC U**
   - **Electricity, production mix AGA 00:10 2011/IC U**

   - **Compressed air, average generation, >30kW, 8 bar gauge, at compressor/RER U**

   El consumo de electricidad, calor y aire comprimido se muestra en la Tabla 7.14. Se calcula teniendo en cuenta la potencia y consumos de los diferentes dispositivos que forman la línea de impresión digital, las horas de funcionamiento anuales (362x6) y su relación con el consumo de papel anual de 660.000 kg/año.

Tabla 7.14 Consumo de electricad, aire comprimido y generación de calor para inkjet por kg de papel

Electricidad	192	kw	**0,63**	kWh/kg
Aire Comprimido	37,37	m^3/h	**0,12**	m^3/kg
Calor	99,23	MJ/h	**0,33**	MJ/kg

6. **Tratamientos de final de vida.** Tiene en cuenta los materiales y residuos después de su utilización en el proceso de impresión inkjet. Los residuos a tratar son el papel considerado en la unidad de impresión de la Tabla 7.15. Los envases de las tintas que se transportan por empresas autorizadas desde la planta de impresión a los centros de tratamientos de residuos donde se efectúan el proceso de final de vida que se recoge en 7.2.6.

Tabla 7.15 Procesos de intercambio para la unidad de operación de impresión inkjet

Newspaper, inkjet printing, operation, kg per kg printed		
Tirada	2000	ejemplares
Tamaño del periódico	2	1. 420x289mm, 2. 390x289mm
Paginación	64	páginas
Gramaje del papel	45	g/m2
Desperdicio del proceso	5	%
Desperdicio arranque	20	ejemplares
Número de planchas	0	planchas
Origen del papel	1	1. Holmen Madrid 2. Hilte Suecia 3. Langerbrugge Bélgica
Ubicación Planta de Impresión	2	Canarias
Mix electricidad Planta Impresión	3	1. ES, 2. IC, 3. GC, 4. AGA
Peso Bruto Calculado	0,1721	=0.045*0.39*0.289*64/2*(2000+20)*1,05/2000
Planta de Tratamiento de Pape	1	1. Barcelona, 2. Canarias

Material/Suministros	**Unidad Funcional**		
Rotativa de impresión offset	2,16E-07	p	Webpress, coldset printing, infrastructure
Edificio y equipamiento planta de impresión	4,20E-09	p	Printing plant, infrastructure
	1,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES
Papel prensa con contenido de fibra reciclada	0,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE
	0,00000	kg	Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE
Papel corrugado protector bobinas de papel	0,00598	kg	Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U
Cinta de pegue de bobinas	1,50E-03	m	Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U
Tinta para la impresión inkjet	0,03240	kg	Ink, for coldset printing. liquid
Agente adherencia para impresión inkjet	0,02	kg	Bonding agent, for digital printing. liquid
Cabezal de impresión	0,00026	p	Printhead, inkjet printing
Cinta limpiadora	0,00017	p	Web wipe cassette, inkjet printing
Cinta de Fleje	0.00090	Kg	Polypropylene, granulate, at plant/RER U
Papel Kraft protector paquetes periódicos	0.00150	kg	Kraft paper, unbleached, at plant/RER U
Combustible equipos de transporte interno	0,00080	kg	Light fuel oil, at regional storage/RER U
Transporte por carretera	0.69323	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U
Transporte marítimo	1,27540	tkm	Transport, transoceanic freight ship/OCE U
Mix eléctrico España	0,00000	kWh	Electricity, production mix ES/ES U 2011
Mix eléctrico Canarias	0,00000	kWh	Electricity, production mix IC/IC U 2011
Mix eléctrico Gran Canaria	0,63000	kWh	Electricity, production mix GC 00:10/IC U 2011
Mix eléctrico AGA	0,00000	kWh	Electricity, production mix AGA 00:10/IC U 2011
Aire comprimido	0,12000	m3	Compressed air, average generation, >30kW
Emisiones al aire	**Unidad Funcional**		
Calor	0,33000		Heat, waste
Tratamiento de residuos	**Unidad Funcional**		
Reciclado de papel	0,057		Recycling paper/RER U
Transporte por carretera residuo papel	0.00958		Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por barco residuo papel	0,1334		Transport, transoceanic freight ship/OCE U

7.2.4 Distribución

El periódico impreso se transporta a los puntos de venta y suscriptores a través de empresas de transporte y distribución. Las empresas de distribución pertenecían al igual que la maquinaria de impresión a una misma empresa editorial. En los últimos años, los editores se han agrupado creando empresas de distribución conjuntas para varias publicaciones, siendo muchas veces competencia unas de otras. De esta forma, se han reducido de forma considerable los costes de distribución y minimizado el impacto ambiental al utilizar rutas más cortas y optimizadas en cuanto a carga.

En la fase de distribución se produce el transporte de los ejemplares impresos proporcionados por la planta de impresión a los diferentes puntos de venta o de entrega de suscripciones. Las rutas se establecen en torno a áreas geográficas cercanas que permitan la distribución de todos los ejemplares antes de la apertura de los comercios. El horario de distribución es de tan sólo

unas horas buscando un equilibrio entre el cierre de las redacciones, la optimización del funcionamiento de las plantas de impresión y la puesta a disposición de los compradores.

Figura 7.17 Esquema de horarios de cierre de redacción, impresión y distribución

El reparto de los periódicos se efectúa utilizando furgonetas de unos 3.500 kg que permiten un transporte rápido a las zonas de distribución. La carga de cada envío varía en función de las rutas, paginación de cada periódico y del día de la semana. Así por ejemplo, la tirada de un domingo suele duplicar la tirada entre semana. De forma similar, los periódicos ofrecen más contenidos los fines de semana, al disponer los lectores más tiempo de ocio, por lo que aumenta el número de páginas. Para considerar los impactos ambientales que produce el transporte en la distribución se considera dentro de la unidad de Uso del apartado el transporte del peso de la unidad de periódico la distancia de 50 km.

Al mismo tiempo que se efectúa la entrega de los periódicos diarios se recoge los ejemplares no vendidos del día anterior. Para calcular el porcentaje de devolución a aplicar se analizan los últimos datos anuales[17] certificados de las tiradas del año 2012 de los dos periódicos diarios de mayor difusión que se imprimen y distribuyen en Gran Canaria que se resumen en la Tabla 7.16

Tabla 7.16 Tiradas, difusión y desperdicios de periódicos diarios 1 enero a 31 diciembre 2012

Frecuencia	Periódico	Promedio Tirada	Promedio Difusión	Promedio Desperdicio	%
Lunes-Sábado	La Provincia - DLP	19706	16135	3571	18,1%
	Canarias 7	17310	14312	2998	17,3%
	Media lunes-sábados	37016	30447	6569	17,7%
Domingos	La Provincia-DLP	45329	40620	4709	10,4%
	Canarias 7	26986	21912	5074	18,8%
	Media domingos	72315	62532	9783	13,5%
	Media semanal	42059	35031	7028	16,7%

La distribución utiliza el transporte aéreo cuando el periódico se imprime en península y se transporta a Canarias o aún imprimiéndose en Canarias se transporta a otra isla. Estas situaciones se tendrán en cuenta en los escenarios a utilizar en la unidad de proceso de distribución de la Tabla 7.17.

La distribución no incluye la recogida de la devolución que se considera que es un 20% de la tirada ni el envío a la planta de tratamiento de papel.

[17] http://www.introl.es/medios-controlados/ Información y Control de Publicaciones

Tabla 7.17 Unidad de proceso para la distribución del periódico impreso

Newspaper, distribution, kg per unit				
Tamaño del periódico	2	1. 420x289mm, 2. 390x289mm		
Paginación	64	páginas		
Gramaje del papel	45	g/m2		
Devolución ejemplares a distribuidora	20	%		
Ubicación Planta de Impresión	1	1. Madrid, 2. Canarias		
Ubicación Planta tratamiento Papel	1	1. Barcelona, 2. Canarias, 3. China		
Distribución	1	1. Gran Canaria, 2. Otra Isla		
Peso Neto Calculado	0,162	=0.045*0.39*0.289*64/2		
Material/Suministros		**Unidad Funcional**		
Transporte terrestre de periódicos		0,0126	tkm	Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5/RER U
Transporte aéreo Península/Canarias		0,287	tkm	Transport, aircraft, freight/RER U
Transporte aéreo interinsular		0	tkm	Transport, aircraft, freight/RER U

7.2.5 Uso

El periódico impreso llega al punto de venta o al lugar acordado con el usuario en caso de empresas de suscripción a través de la empresa de distribución. El usuario adquiere el ejemplar y efectúa su uso mediante la lectura. El número de ejemplares vendidos ha disminuido en los últimos años casi un 30%, pasando de 1.400.000 ejemplares vendidos de media diaria en el año 2007 a los 930.000 del año 2012 como se observa en la Figura 7.18. El número de ejemplares vendidos diariamente se conoce como difusión o circulación.

Figura 7.18 Difusión de prensa diaria en España (AEDE 2012)

En la Tabla 7.18 se proporciona la unidad de proceso de Uso para el caso de la impresión Offset-Coldset y en la Tabla 7.19 para el caso de la impresión Inkjet.

Tabla 7.18 Procesos de intercambio para la unidad de uso de impresión offset

Newspaper, coldset printing, per kg printed paper, use				
Tamaño del periódico	2	1. 420x289mm, 2. 390x289mm		
Paginación	64	páginas		
Gramaje del papel	45	g/m2		
Devolución ejemplares a distribuidora	20	%		
Ubicación Planta de Impresión	1	1. Madrid, 2. Canarias		
Ubicación Planta tratamiento Papel	1	1. Barcelona, 2. Canarias, 3. China		
Distribución	1	1. Gran Canaria, 2. Otra Isla		
Peso Neto Calculado	0,162	=0.045*0.39*0.289*64/2		
Material/Suministros		**Unidad Funcional**		
Impresión de periódicos offset-coldset		0,162	kg	Newspaper, offset printing, operation, kg per unit
Distribución de periódicos		0,162	kg	Newspaper, distribution, kg per unit

Tabla 7.19 Procesos de intercambio para la unidad de uso de impresión inkjet

Newspaper, inkjet printing, per kg printed paper, use			
Tamaño del periódico	2	1. 420x289mm, 2. 390x289mm	
Paginación	64	páginas	
Gramaje del papel	45	g/m2	
Devolución ejemplares a distribuidora	20	%	
Ubicación Planta de Impresión	1	1. Madrid, 2. Canarias	
Ubicación Planta tratamiento Papel	1	1. Barcelona, 2. Canarias, 3. China	
Distribución	1	1. Gran Canaria, 2. Otra Isla	
Peso Neto Calculado	0,162	=0.045*0.39*0.289*64/2	
Material/Suministros		**Unidad Funcional**	
Impresión de periódicos inkjet		0,162 kg	Newspaper, inkjet printing, operation, kg per unit
Distribución de periódicos		0,162 kg	Newspaper, distribution, kg per unit

Sin embargo, un periódico es leído por lo general por más de un usuario, en lo que se conoce como audiencia. En el caso de prensa diaria es el número de lectores diarios que leen prensa. En la Figura 7.19 se observa la evolución en los últimos años que ha descendido un 14%. El concepto es de aplicación para otros medios de comunicación no basado en la venta sino en el número de personas que acceden al servicio o al medio.

Figura 7.19 Audiencia de prensa diaria en España (AIMC 2013)

La audiencia también se representa con el concepto porcentaje de penetración que es el porcentaje de individuos que leen o acceden a un determinado medio. Para un universo de personas mayores de 14 años representa unos 39.000.000 individuos. En la Figura 7.20 se observa la evolución de la penetración en el caso de la Prensa Diaria y que según el Estudio General de Medios (AIMC 2013) de la Asociación para la Investigación de los Medios de Comunicación[18] alcanzó en el año 2012 al 36% de la población.

Figura 7.20 Penetración de prensa diaria en España (AIMC 2013)

[18] http://www.aimc.es/

La audiencia, la penetración y el número de horas dedicas a la lectura se utilizarían posteriormente para comparar los impactos del periódico impreso con los dispositivos digitales.

7.2.6 Final de Vida: Eliminación y reutilización

El final de vida se considera como parte del sistema bajo estudio, independientemente de que los desechos se eliminen o se reutilicen. Cada unidad de proceso incluye las emisiones, los flujos finales de residuos y su tratamiento.

Agua

El agua se utiliza principalmente en el proceso de preimpresión para la filmación de las planchas y en el proceso de impresión en emulsión con la tinta. También se utiliza en tareas de limpieza en fregaderos y por el personal en baños y duchas. Si el agua utilizada se mezcla con sustancias peligrosas se trata como residuo peligroso en caso contrario se envía a la red de saneamiento.

El agua que se desecha a través del saneamiento en el proceso de preimpresión proviene de la parte final de la limpieza periódica de piezas y depósitos.

El consumo estimado por m^2 de plancha filmada es de 0,446173 l/m^2 de plancha que se utilizará en las diferentes unidades de filmación de planchas en 7.2.1

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

En el proceso de impresión prensa, el agua que se desecha a través de la red de saneamiento proviene del rechazo de la planta de ósmosis. Se ha calculado el agua asignada al proceso de impresión prensa en función del consumo de papel prensa.

Los residuos de agua peligrosos se recogen de forma independiente. Los no peligrosos se envían al vertido sanitario. En la planta en estudio existe dos zonas de vertido: el lado sur recoge los vertidos de la zona de preimpresión y baños; mientras que el lado norte recoge los de la zona de impresión y vestuarios.

A partir de los datos proporcionados por los análisis de aguas residuales en la industria en los diferentes puntos de vertido (AGA 2012) se calcula las emisiones para cada tamaño de plancha en la Tabla 7.20

Tabla 7.20 Emisiones al agua del proceso de preimpresión

			0,836*0,593 kg/plancha	0,776*0,593 kg/plancha
DQO Demanda Química de Oxígeno	4,7	mg/lO_2	0,0045596	0,0042324
Demanda DBO_5, Biológica de Oxígeno	6,1	mg/lO_2	0,0059178	0,0054931
Amonio	2,3	mg/lN	0,0022313	0,0020712
Cloruros	166	mg/l	0,1610427	0,1494846
Nitritos	0,24	mg/l	0,0002328	0,0002161
Sólidos en suspensión	66	mg/l	0,0640290	0,0594336
Agentes tensioactivos	0,3	mg/l	0,0002910	0,0002702

En el proceso de impresión se desecha agua de rechazo de la planta de ósmosis que son un 30% del agua tratada, las limpiezas periódicas de depósitos de circuitos, el consumo en los baños y duchas por parte del personal y en los fregaderos donde también se efectúa limpieza de piezas y elementos del proceso. En la Tabla 7.21 se recoge el residuo de agua según su origen que se repartirá entre los kg de papel para obtener el ratio de consumo a aplicar en la unidad de proceso de impresión. Parte del agua consumida en el proceso de impresión se va con el papel en la impresión, parte se mezcla con productos químicos y se gestiona como residuo peligroso y el resto va a la red de alcantarillado.

Tabla 7.21 Evolución de consumo de agua (m^3) desechada en el proceso de impresión Offset-Coldset

	2010	2011	2012
Rechazo planta ósmosis	197	174	152
Vaciado depósitos	1,06	0,93	0,82
Sanitarios	471	415	364
Fregaderos	387	342	299
Total	1055	931	816

Preimpresión

Los residuos químicos del proceso de preimpresión son considerados residuos peligrosos. A través de los gestores de residuos se envían a plantas de tratamiento específicas donde se separa el agua del resto quedando un lodo que se neutraliza como residuo inerte o se incinera. Los envases que contienen los líquidos son tratados como envases plásticos contaminados enviándose a plantas de tratamiento que los descontaminan y reciclan el plástico.

El cálculo de la cantidad de kg de residuos líquidos generados se efectúa teniendo en cuenta el consumo de litros de cada químico por su densidad más el peso del agua restante. Cada químico viene en un depósito que varía entre los 12 l hasta los 1.000 l a los que habría que añadir el peso del palet.

En las unidades de filmación de planchas se tiene en cuenta los residuos de los químicos empleados en el proceso de filmación.

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

En la Tabla 7.22 se muestran los residuos líquidos que se originan en el proceso de filmación y revelado de las planchas. En la Tabla 7.23 los residuos sólidos del proceso, madera y envases.

Tabla 7.22 Residuos líquidos en la filmación de planchas

Tamaño plancha	Tecnología	Agua saneamiento l/plancha	Residuos químicos kg/plancha
836x593	Chemistry reduced	0,9011	0,0690
776x593	Chemistry reduced	0,8373	0,0632
776x593	Chemistry free	0,0652	0,0388

En las unidades de las materias primas de cada químico se tiene en cuenta el tratamiento del envase:

- **Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
- **Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
- **wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid**
- **Finisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**

Tabla 7.23 Residuos depósitos y embalaje productos químicos

Producto químico	Madera kg/l	Envases-PE kg/l
Desarrollador para procesado de planchas PL10 Agfa	0,0155	0,046
Regenerador para procesado de planchas PL10-R Agfa	0,064583333	0,054
Solución de goma Violet Agfa	0,064583333	0,07
Solución de acabado Unifin Agfa	0,064583333	0,054

Los residuos de planchas se generan en el proceso de preimpresión en un porcentaje muy pequeño por errores o averías del equipamiento de filmación, procesado o acabado y se incluye también en la unidad de filmación.

Impresión

El principal residuo que se genera en el proceso de impresión son las **planchas usadas** tras el proceso de impresión. Las planchas una vez usadas son almacenadas y prensadas en balas para la entrega a un gestor autorizado para su reutilización en la obtención de aluminio. Se incluye también el transporte de la plancha hasta la planta de reciclado.

Las imprentas reciclan las planchas utilizadas y las desechadas en el proceso de manera muy eficiente, asumiendo que se reciclan un 97%.

Figura 7.21 Residuos de planchas de impresión en balas prensadas

El siguiente residuo en importancia en el proceso es el **papel prensa** que se genera tanto en el proceso de impresión y en mayor proporción en la distribución con la recogida de ejemplares no vendidos.

El papel reciclado se incluye en el módulo para producción de papel periódico con pulpa destintada (DIP), e incluye el transporte a la fábrica de papel, manejo de madera, fabricación de pasta mecánica y de blanqueo, destintado de papel usado, la producción de papel, la producción de energía en el lugar y los residuos internos de tratamiento de agua. No se incluye el transporte de residuos de papel a la fábrica, ya que está ya está incluido en las bases de datos de residuos de papel utilizados.

El desperdicio de papel de la fase de impresión junto a las devoluciones de venta de la fase de distribución se recoge en balas de papel prensado (Figura 7.22) que se reciclan en las fábricas de papel. Es un mercado que depende de oscilaciones de precio por la demanda, por lo que el transporte se dirige a los mercados que pagan el mejor precio pudiendo abarcar desde la producción nacional hasta la internacional en Asia. En los escenarios utilizados se considera los destinos Local, en Barcelona y un puerto en Asia.

Figura 7.22 Residuos de papel de impresión en balas

El papel en el proceso de impresión se genera a partir de:

- Cartón envolvente de la bobina
- Capas de desecho de limpieza de bobina nueva
- Restos de papel en la bobina usada
- Papel en mal estado por golpes u otros accidentes
- Mandril de cartón
- Alimentación de la banda de papel a la máquina
- Arranque y ajuste de máquina de impresión
- Roturas de bandas en los pegues o durante la impresión
- Ejemplares impresos en exceso

En la unidad de impresión se considera como un desperdicio global que puede abarcar hasta el 10% del consumo total y que se tiene en cuenta en los escenarios estudiados.

La unidad de proceso de ecoinvent siguiente se utiliza en las unidades de papel como materia prima en 7.3.5 y contiene los procesos para la recogida del cartón y papel, la posterior clasificación de los residuos de papel en las plantas de tratamiento. La unidad contiene solamente datos de transporte con los orígenes diferentes del papel de desecho recogido.

- **Waste paper, sorted, for further treatment/RER U**

Para la **tinta coldset** se considera el transporte y reciclado con el retorno de los contenedores vacíos de 250 kg para su llenado en fábrica en la unidad de tinta coldset en la unidad de proceso en 7.3.6

- **Ink, for coldset printing, at printing plant**

Para la **tinta inkjet** se considera el transporte y tratamiento como residuos de los contenedores vacíos de 250 kg para su llenado en fábrica en la unidad de tinta coldset en su unidad de proceso en 7.3.7

- **Ink, for inkjet printing, at printing plant**

En la Tabla 7.24 se resumen los tratamientos de residuos que intervienen en el proceso de impresión Offset-Coldset para el escenario utilizado en la unidad de impresión de la Tabla 7.12

Tabla 7.24 Tratamientos de residuos del proceso de impresión Offset-Coldset

Reciclado madera	1,26E-04	Recycling wood/RER U
Reciclado aluminio	0,01210	Recycling aluminium/RER U
Reciclado de papel	0,10200	Recycling paper/RER U
Eliminación de solución de mojado y limpieza	0,00270	Disposal, solvents mixture, to hazardous waste incineration
Eliminación de lubricantes	0,00016	Disposal, hazardous waster, to hazardous waste incineration
Eliminación de trapos	0,00250	Disposal, emulsion paint remains, to hazardous w.i.
Eliminación de envases de químicos	0,00028	Disposal, polyethylene terephtalate, to municipal inc.
Transporte por carretera residuos	8,96-04	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por barco residuos	0,01270	Transport, transoceanic freight ship/OCE U

En la Tabla 7.25 se resumen los tratamientos de residuos que intervienen en el proceso de impresión Inkjet para el escenario utilizado en la unidad de impresión de la Tabla 7.15

Tabla 7.25 Tratamientos de residuos del proceso de impresión Inkjet

Reciclado de papel	0,057	Recycling paper/RER U
Transporte por carretera residuo papel	0.00958	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por barco residuo papel	0,1334	Transport, transoceanic freight ship/OCE U

El resto de los residuos que se generan están incluidos en la unidad funcional de cada material.

Distribución

El principal residuo del proceso de distribución es el papel impreso que se recoge en las devoluciones de los periódicos no vendidos que varían en función de la circulación y que oscila entre un 15 a un 20 por ciento de la tirada total. En la Tabla 7.26 se resumen el tratamiento que se aplica en el proceso de distribución a partir del escenario de la Tabla 7.

Tabla 7.26 Tratamientos de residuos del proceso de distribución

Reciclado de papel devolución	0,0325	Recycling paper/RER U
Transporte terrestre devolución periódicos	0,00253	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por carretera residuo papel	0,00516	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
Transporte por barco residuo papel	0,073	Transport, transoceanic freight ship/OCE U

7.3. Análisis de los datos de entrada. Materias primas y consumibles

Las unidades de proceso se relacionan con otras unidades creando una red interelacionada que llega en su origen a las sustancias de la naturaleza. En los procesos de operación intermedios del apartado 7.2 se han utilizado unidades de proceso relacionadas con el consumo de materias primas, bienes de capital, electricidad y transportes que producen cambios en la tecnosfera[19].

[19] Ambientes artificiales creados por la actividad humana

La materia prima en las diferentes etapas de producción incluidas en esta investigación son las habituales en el proceso de impresión pudiendo variar en mayor medida en la impresión inkjet debido a las diversas tecnologías propietarias existentes en estos momentos.

La composición de los materiales se basa en formulaciones conocidas descrita en estudios, artículos, datos de las fichas de seguridad, informes o patentes de los fabricantes. En algunos casos, se han asimilado componentes al no disponer de su equivalente en la base de datos basándonos en estudios anteriores. Con la evolución tecnológica muchas de las materias primas que aparecen en el estudio serán sustituidas por otras de menor impacto como sucedió con la utilización de películas en el proceso de filmación, el uso del alcohol en la impresión y mejoras en los químicos.

En los siguientes subapartados se desarrollan las unidades elaboradas o adaptadas a nuestro estudio, al no disponer de la información requerida para su aplicación de la base de datos Ecoinvent que usamos como fuente de los datos secundarios. En el apartado 7.4 se relaciona de forma específica los datos de entrada que corresponden con los bienes de capital que no se utilizan de forma habitual en los estudios de Análisis de Ciclo de Vida.

7.3.1 Planchas

Las planchas de impresión que se utilizan en el proceso de impresión offset-coldset de periódicos se obtiene principalmente a partir de un 99,9% aluminio primario a la que se le añade diversas capas de recubrimientos que permite obtener posteriormente en la planta de impresión la filmación de la imagen a reproducir en la fase de impresión. Los datos sobre la fabricación de planchas de aluminio se obtienen a partir de estudios de Análisis de Ciclo de Vida de la Asociación Europea de Aluminio (EAA 2008), de la base de datos Ecoinvent 2.2 y de la información de plantas de producción de planchas de fotopolímeros proporcionada por Agfa a partir de estudios de ciclo de vida (AGFA 2010b; Vercalsteren 2010) y de diversas publicaciones de (AGFA 2010a, Zarwan 2009, Larsen 2006, Pihkola 2010a). En la Figura 7.23 se describe de forma simplificada las diferentes etapas del ciclo de vida de una plancha de impresión offset.

La unidad funcional utilizada para la plancha de impresión tiene en cuenta la producción de las materias primas necesarias para la elaboración de la plancha como son: la producción de la capa de recubrimiento, el revestimiento, el corte de la plancha y el acabado superficial. Incluye también el tratamiento de residuos, transporte y todos los procesos aguas arriba de la fase de fabricación, como el suministro de materias primas y energía. Estos datos han sido obtenidos a partir de un estudio interno facilitado por AGFA bajo acuerdo de confidencialidad (Vercalsteren 2010) y que se muestra de forma agregada.

La plancha de impresión genérica que se considera es una plancha positiva de láser violeta compuesta de una lámina de aluminio sobre la que se dispone una capa de fotopolímero. El fabricante facilita las unidades de plancha en formato adecuado según el tipo de producción y la configuración de la máquina de imprimir. Los datos de producción en la máquina de imprimir considerada, se han obtenido para planchas de formato panorámico 836x593 mm (=0,4957 m^2) de espesor 275 µm con una densidad de 2.705 kg/m^3 lo que proporciona un peso por unidad de:

$$0{,}000275*2705*0{,}836*0{,}593 = 0{,}369 \text{ kg/plancha}$$

Figura 7.23 Ciclo de Vida de la plancha de impresión Offset

Para conseguir el color en las publicaciones impresas se utilizan la superposición de las tramas de imágenes de los cuatro colores del modelo sustractivo CMYK (acrónimo de Cyan, Magenta, Yellow y Key=Negro) que se utiliza en la impresión en colores utilizando cuatro planchas, una por cada color. En la (Figura 7.24) se representa una plancha panorámica correspondiente al color Negro que contiene cuatro páginas de una publicación junto con una de las páginas impresa a partir del contenido de dicha plancha.

Figura 7.24 Plancha formato tabloide filmada y procesada y de una página impresa de un periódico

El mercado de planchas se ha ido concentrando entorno a tres proveedores: Agfa, Kodak y Fuji. En los últimos años se está recibiendo planchas elaboradas en China que están compitiendo en precio con los proveedores habituales (HUAGUANG 2010). En la Figura 7.25 se muestra la cuota de mercado de los principales fabricantes de planchas a nivel mundial (AGFA 2012).

El comportamiento de las planchas entre los diversos fabricantes difieren en cuanto a su duración en las máquinas de impresión, la calidad del punto, uso de químicos, mantenimiento de los equipos de procesado, etc. Sin embargo, todos los fabricantes han hecho un esfuerzo por hacer compatible sus planchas y sus químicos con las otras marcas aunque el resultado no siempre es favorable.

Figura 7.25 Cuota de mercado mundial de fabricantes de planchas (fotopolímeras y térmicas)

Por esta razón, en este estudio sólo se va a considerar los datos disponibles del fabricante de planchas AGFA que con una cuota de mercado mundial superior al 50%, es el mayor fabricante de planchas para España con más de un 70% como se observa en la Figura 7.26. Otras planchas y otros químicos se pueden utilizar de forma indiferente en las procesadoras de planchas con ligeros ajustes en cuanto a los tiempos, consumos y residuos que generan tras el proceso.

En este estudio se considerará dos tipos de planchas: planchas con químicos reducidos (chemestry reduced) y planchas sin químicos (chemestry free). En la Figura 7.27 se observa la evolución tecnológica en las planchas de impresión y la tendencia del mercado hacia el uso de tecnologías libres de químicos. Las planchas convencionales son las que mayor tiempo llevan en el mercado y que por su bajo precio aún se mantiene.

Figura 7.26 Evolución de la cuota de mercado de planchas fotopolímeras en península ibérica

Figura 7.27 Evolución de la tecnológica de las planchas de impresión

Los datos para confeccionar las diferentes unidades de proceso relacionadas se obtienen a partir de información facilitada por AGFA para los modelos de planchas N91v y N92vCF (AGFA 2010a, AGFA 2010c, Vercalsteren 2010, Larsen 2006) y que corresponde a la producción de planchas con base de aluminio incluyendo el revestimiento y acabado. Los datos proceden de una fábrica situada en Wiesbaden en Alemania.

Las planchas de aluminio que se utilizan habitualmente en la impresión de periódicos tienen un espesor de 275 µm con una densidad de 2.705 kg/m^3. La masa de aluminio por m^2 es de 0,81 kg/m^2. La capa de emulsión en la parte superior de la plancha tiene un espesor de 3 micras y su densidad se estima en 1.230 kg/m^3. La masa de la emulsión por m^2 es de unos 4 g/m^2. De esta forma la placa genérica está compuesta por un 99,5 % de aluminio y por un 0,5% de emulsión.

La unidad funcional utilizada para relacionar relacionar el consumo de la plancha de fotopolímeros con los otros procesos, como la filmación, procesado e impresión es 1 m^2 de planchas ya que nos permitirá utilizar esta unidad de proceso independientemente del tamaño de la plancha y de su composición. En la Figura 7.28 se representa las diferentes capas de una plancha de fotopolímeros.

Se han creado dos unidades de proceso para cada uno de los dos tipos de planchas que se desglosan en la Tabla 7.27 para químicos reducidos y en la Tabla 7.28 para libre de químicos.

- **Photopolymer printing plate, chemistry reduced, kg per m2**
- **Photopolymer printing plate, chemistry free, kg per m2**

Tabla 7.27 Procesos de intercambio para la unidad planchas de químicos reducidos

Photopolymer printing plate, chemistry reduced, offset printing, kg per m2

Origen	Agfa Bélgica	
Peso por m²	0,743875	kg

Material	Unidad Funcional		
Aluminio en rollo	0,880000	kg	Aluminium, primary, at plant
Acido Sulfúrico	0,022520	kg	Sulphuric acid, liquid, at plant
Cal viva	0,010980	kg	Lime, hydrated, loose, at plant
Hidróxido de Sodio	0,051250	kg	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix
Acido Clorhídrico	0,040300	kg	Hydrochloric acid, 30% in H2O, at plant
Agua desmineralizada	8,078000	kg	Water, completely softened, at plant
Nitrógeno líquido	0,707500	kg	Nitrogen, liquid, at plant
Cresol, compuestos orgánicos y aditivos	0,002684	kg	Acrylic binder, 34% in H2O, at plant
Pigmentos de Color, surfactantes y aditivos	0,000302	kg	Chemicals organic, at plant
Solventes	0,016421	kg	Solvents, organic, unspecified, at plant
Cartón	0,087510	kg	Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant
Papel compuesto con PE	0,010500	kg	Production of liquid packaging board containers
Papel	0,037000	kg	Paper, wood-containing, supercalendred (SC)
Madera	0,000093	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant
Transporte por carretera materias primas	0,254000	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average
Electricidad MIX Alemania	0,695420	kWh	Electricity mix DE
Electricidad Cogeneración	0,503580	kWh	Electricity, at Mini CHP plant, allocation energy
Compresor de aire	0,145000	tkm	Compressed air, average installation, >30kW, 7 bar
Fuente externa de vapor	0,387000	kWh	Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW

Emisisones y Residuos	Unidad Funcional		
Emisiones al aire			
cloruro de hidrógeno	0,0135	g	Hydrogen chloride
ácido sulfúrico	0,002	g	Sulfuric acid
monóxido de carbono	0,305	g	Carbon monoxide
óxidos de nitrógeno	0,369	g	Nitrogen oxides
Emisiones al agua			
DQO Demanda Química de Oxígeno	0,0021	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
DBO5 Demanda Biológica de Oxígeno	0,00043	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand
Flujo final de residuos			
residuos de Aluminio	0,08232	kg	Aluminium waste
Tratamiento de residuos			
El reciclaje de aluminio	0,06316	kg	Recycling aluminium/RER U
Eliminación por Incineración de residuos peligrosos	0,01944	kg	Disposal to hazardous waste incineration
Eliminación por incineración residuos los residuos	0,01283	kg	Disposal to municipal incineration

Figura 7.28 Capas de una plancha de aluminio utilizada en la impresión offset

Tabla 7.28 Procesos de intercambio para la unidad planchas de libre de químicos

Photopolymer printing plate, chemistry free, offset printing, kg per m2			
Origen	Agfa Bélgica		
Peso por m²	0,743875	kg	

Material	Unidad Funcional		
Aluminio en rollo	0,895000	kg	Aluminium, primary, at plant
Acido Sulfúrico	0,022520	kg	Sulphuric acid, liquid, at plant
Cal viva	0,010980	kg	Lime, hydrated, loose, at plant
Hidróxido de Sodio	0,051250	kg	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix
Acido Clorhídrico	0,040300	kg	Hydrochloric acid, 30% in H2O, at plant
Agua desmineralizada	8,078000	kg	Water, completely softened, at plant
Nitrógeno líquido	0,707500	kg	Nitrogen, liquid, at plant
Cresol, compuestos orgánicos y aditivos	0,002094	kg	Acrylic binder, 34% in H2O, at plant
Pigmentos de Color, surfactantes y aditivos	0,000373	kg	Chemicals organic, at plant
Solventes	0,019035	kg	Solvents, organic, unspecified, at plant
Cartón	0,087510	kg	Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant
Papel compuesto con PE	0,010500	kg	Production of liquid packaging board containers
Papel	0,037000	kg	Paper, wood-containing, supercalendred (SC)
Madera	0,000093	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried, at plant
Transporte por carretera materias primas	0,257256	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average
Electricidad MIX Alemania	0,695420	kWh	Electricity mix DE
Electricidad Cogeneración	0,503580	kWh	Electricity, at Mini CHP plant, allocation energy
Compresor de aire	0,145000	tkm	Compressed air, average installation, >30kW, 7 bar
Fuente externa de vapor	0,387000	kWh	Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW

Emisisones y Residuos	Unidad Funcional		
Emisiones al aire			
cloruro de hidrógeno	0,0135	g	Hydrogen chloride
ácido sulfúrico	0,002	g	Sulfuric acid
Emisiones al agua			
DQO Demanda Química de Oxígeno	0,0021	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
DBO5 Demanda Biológica de Oxígeno	0,00043	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand
Flujo final de residuos			
residuos de Aluminio	0,07728	kg	Aluminium waste
Tratamiento de residuos			
El reciclaje de aluminio	0,06316	kg	Recycling aluminium/RER U
Eliminación por Incineración de residuos peligrosos	0,01944	kg	Disposal to hazardous waste incineration
Eliminación por incineración residuos los residuos	0,01283	kg	Disposal to municipal incineration

El sistema del producto donde se usará estas unidades será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

Los diferentes escenarios que se analizarán relacionados directamente con las planchas tendrán en cuenta:

- Planchas sin químicos
- Planchas con químicos reducidos
- Origen de las planchas
- Tamaño del periódico
- Paginación del periódico
- Tirada del periódico

La plancha de aluminio en origen se adapta a los diferentes tamaños requeridos por el cliente, entregándose en lotes de 1.000 unidades en paquetes dispuestos sobre palets de madera, según se detalla en la Figura 7.29.

Figura 7.29 Materiales de embalaje de plancha N91 para formato 420 mm

En las Tablas 7.29, 7.30 y 7.31 se desarrollan las unidades de planchas con diferentes tamaños y para las siguientes tecnologías:

- **Photopolymer printing plate, 836x593, chemistry reduced, kg per unit**
- **Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry reduced, kg per unit**
- **Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry free, kg per unit**

Estas unidades tienen en cuenta el transporte desde los diversos orígenes considerados así como el material de embalaje que se utiliza. Las planchas para España se transportan en camión desde Bélgica hasta un almacén en Barcelona y desde allí se distribuye para las plantas de impresión. En el caso de un origen fuera de Europa se considera además el transporte en barco hasta Barcelona.

El residuo del material de embalaje se considera en las unidades de planchas previas. El residuo del aluminio se considera en la unidades de filmación de plancha en 7.2.1 y en la unidad de impresión 7.2.2:

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**
- **Newspaper, offset printing, operation, kg per unit**

Tabla 7.29 Procesos de intercambio para la unidad plancha de químicos reducidos para el formato 836x593 mm

Photopolymer printing plate, 836x593, chemistry reduced, kg per unit

Modelo	N91 Digital Photopolymer Plate	
Origen	Agfa Bélgica	
Tamaño plancha	836x593	mm
Número de paquetes	25	paquetes
Número de planchas por paquete	40	planchas
Número de planchas por palet	1000	planchas
Peso real total con palet	418,5	kg

Material			Unidad Funcional		
Plancha N91	0,364	kg	0,36463	kg	Photopolymer printing plate reduced chemestry
Palet madera + tapa madera	16,1	kg	0,00100	p	EUR-flat pallet
Cinta de fleje	0,8	kg	0,00080	kg	Polypropylene, granulate, at plant
Plástico transparente	0,4	kg	0,00040	kg	Polyethylene, LLDPE, granulate, at plant
Cartones refuerzo palets	5,8	kg	0,00580	kg	Corrugated board, recycling fibre
Papel interior 837x593 45 g/m2	0,022	kg	0,02233	kg	Paper, woodfree, uncoated,
Cartulina por cada paquete de 837x593 400 g/m2	0,189	kg	0,00471	kg	Paper, woodfree, uncoated
Papel de paquete de planchas	0,200	kg	0,00500	kg	Paper, woodfree, uncoated
Transporte por carretera	1497	km	0,62683	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,94135	tkm	Transport, transoceanic freight ship

	Residuos		Unidad Funcional		
Madera	16	kg	0,01610	kg	Recycling wood
Papel	32,05	kg	0,03205	kg	Recycling paper
Cartones refuerzo palets	5,8	kg	0,00580	kg	Recycling cardboard
Plástico transparente	1,2	kg	0,00012	kg	Recycling mixed plastics
Transporte por carretera	158,9	km	0,00621	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,08780	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Tabla 7.30 Procesos de intercambio para la unidad plancha de químicos reducidos para el formato 776x593 mm

Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry reduced, kg per unit

Modelo	N94 Digital Photopolymer Plate	
Origen	Agfa Bélgica	
Tamaño plancha	776x593	mm
Número de paquetes	25	paquetes
Número de planchas por paquete	40	planchas
Número de planchas por palet	1000	planchas
Peso real total con palet	388	kg

Material			Unidad Funcional		
Plancha N94	0,338	kg	0,33753	kg	Photopolymer printing plate reduced chemestry
Palet madera + tapa madera	16	kg	0,00100	p	EUR-flat pallet
Cinta de fleje	0,8	kg	0,00080	kg	Polypropylene, granulate, at plant
Plástico transparente	0,55	kg	0,00055	kg	Polyethylene, LLDPE, granulate, at plant
Cartones refuerzo palets	5,58	kg	0,00580	kg	Corrugated board, recycling fibre
Papel interior 837x593 45 g/m2	0,018	kg	0,01842	kg	Paper, woodfree, uncoated,
Cartulina por cada paquete de 837x593 400 g/m2	0,165	kg	0,00413	kg	Paper, woodfree, uncoated
Papel de paquete de planchas	0,186	kg	0,00465	kg	Paper, woodfree, uncoated
Transporte por carretera	1497	km	0,58088	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,87235	tkm	Transport, transoceanic freight ship

	Residuos		Unidad Funcional		
Madera	16	kg	0,01610	kg	Recycling wood
Papel	27,2	kg	0,02720	kg	Recycling paper
Cartones refuerzo palets	5,5	kg	0,00550	kg	Recycling cardboard
Plástico transparente	1,3	kg	0,00080	kg	Recycling mixed plastics
Transporte por carretera	158,9	km	0,00532	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,07532	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Tabla 7.31 Procesos de intercambio para la unidad plancha de libre de químicos para el formato 776x593 mm

Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry free, kg per unit		
Modelo	N94 Digital Photopolymer Plate	
Origen	Agfa Bélgica	
Tamaño plancha	776x593	mm
Número de paquetes	25	paquetes
Número de planchas por paquete	40	planchas
Número de planchas por palet	1000	planchas
Peso real total con palet	388	kg

Material			Unidad Funcional		
Plancha N94	0,338	kg	0,33753	kg	Photopolymer printing plate chemestry free
Palet madera + tapa madera	16	kg	0,00100	p	EUR-flat pallet
Cinta de fleje	0,8	kg	0,00080	kg	Polypropylene, granulate, at plant
Plástico transparente	0,5	kg	0,00050	kg	Polyethylene, LLDPE, granulate, at plant
Cartones refuerzo palets	5,5	kg	0,00550	kg	Corrugated board, recycling fibre
Papel interior 837x593 45 g/m2	0,018	kg	0,01842	kg	Paper, woodfree, uncoated,
Cartulina por cada paquete de 837x593 400 g/m2	0,165	kg	0,00413	kg	Paper, woodfree, uncoated
Papel de paquete de planchas	0,186	kg	0,00465	kg	Paper, woodfree, uncoated
Transporte por carretera	1497	km	0,58088	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,87235	tkm	Transport, transoceanic freight ship

	Residuos		Unidad Funcional		
Madera	16	kg	0,01610	kg	Recycling wood
Papel	27,2	kg	0,02720	kg	Recycling paper
Cartones refuerzo palets	5,5	kg	0,00550	kg	Recycling cardboard
Plástico transparente	1,3	kg	0,00080	kg	Recycling mixed plastics
Transporte por carretera	158,9	km	0,00532	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,07532	tkm	Transport, transoceanic freight ship

7.3.2 Revelador de planchas

El líquido revelador para las planchas de impresión de fotopolímeros (Photopolymer Developer) es la solución ofrecida por los principales fabricantes de planchas quienes los adaptan a su modelo de procesadora (7.4.2). Al igual que las planchas en los últimos años, la tecnología de este químico, ha evolucionado de tal forma que la misma solución reveladora se puede usar en equipos de procesado y con planchas de diferentes proveedores realizando ajustes en los tiempos y temperaturas de procesado. Por esa razón se utiliza en este inventario una de las soluciones más extendidas en los CTP's (Computer to Plate) de planchas de fotopolímeros de láser violeta que es la solución de revelado **PL10** comercializada y distribuida por AGFA (Figura 7.30). A partir de la ficha de seguridad, patentes e información facilitada por la compañía se detalla la composición (AGFA 2010d, Vercalsteren 2010). No se ha considerado la energía, impactos ni desechos que se genera en el proceso de fabricación al no disponer de los datos. La producción de esté químico se efectúa en la fábrica de Mortsel en Bélgica. Este líquido no se utiliza en las planchas N92VCF (libres de químicos).

Figura 7.30 Etiqueta del Revelador PL10

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo de líquido de revelado con el consumo de las planchas de aluminio en la procesadoras de planchas es 1 litro de revelador. El líquido de revelado se suministra en depósitos de 1.000 litros en un palet de madera que pesa 15,5 kg. Se ha creado una unidad de proceso para este químico que figura en la Tabla 7.32

- **Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

El consumo de PL10 por m^2 de plancha es de 0,0747 l/m^2, teniendo en cuenta la densidad de 1.031 kg/m^3, el consumo por unidad de plancha de formato 0,860x0,593 m^2 será de 0,0382 kg/plancha y en el formato 0,776x0,593 m^2 será de 0,0354 kg/plancha. Se usará en las unidades de filmación de planchas de las Tablas 7.6 y 7.7 del apartado 7

Tabla 7.32 Procesos de intercambio para la unidad de revelado de planchas

Developer, for photopolymer printing plate, liquid

Origen	Agfa Bélgica		
Volumen envase habitual	1000	l	
Densidad material	1031	kg/m3	
Peso envase habitual	46	kg	Depósito Multibox
Peso palet	15,5	kg	
Número de envases por palet	1	Ud	

Material			Unidad Funcional		
DATOS CONFIDENCIALES			0,073200	kg	Sodium silicate, hydrothermal liquor
			0,003750	kg	Potato starch, at plant
			0,025800	kg	Propylene oxide, liquid, at plant
			0,025800	kg	Ethylene oxide, at plant
			0,003100	kg	Ethylene glycol, at plant
			0,000164	kg	Benzimidazole-compounds
Agua desmineralizada	1	kg	1,000000	kg	Water, completely softened, at plant
Palet	15,5	kg	0,001000	p	EUR-flat pallet
Depósito de PVC	46	kg	0,046000	kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant
Transporte por carretera	1497	km	1,635582	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	2,456298	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Residuos			Unidad Funcional		
Emisiones al agua					
DQO Demanda Química de Oxígeno			0,125	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO5, Biológica de Oxígeno			0,00302	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand
Tratamiento de residuos					
Madera	15,5	kg	0,0155	kg	Recycling wood
Envases	46	kg	0,046	kg	Disposal, PE sealing sheet, to municipal incineration
Transporte por carretera	158,9	km	0,007309	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,103423	tkm	Transport, transoceanic freight ship

7.3.3 Regenerador de planchas

La solución regenedadora para planchas de impresión de fotopolímeros (Photopolymer Replenisher) considerada es la ofrecida por Agfa. A partir de la ficha de seguridad e información facilitada por Agfa del regenerador **PL1ORI** (Figura 7.33), se detalla la composición (AGFA 2008a, Vercalsteren 2010). No se ha considerado la energía, impactos ni desechos en el proceso de fabricación al no disponer de datos. La producción de esté químico se efectúa en la fábrica de Mortsel en Bélgica. Este líquido no se utiliza en las planchas N91VCF (libres de químicos).

Figura 7.31 Etiqueta del Regenerador PL10-RI

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo del líquido de regenerado con el consumo de las planchas de aluminio en las procesadoras de planchas es 1 litro de regenerador. El líquido de regenerado se suministra en 12 depósitos de 20 l sobre un palet de madera que pesa 15,5 kg**.** Se ha creado una unidad de proceso para este químico que figura en la Tabla 7.31.

- **Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

El consumo de PL10R por m^2 de planchas es de 0,0099 l/m^2, teniendo en cuenta la densidad de 1.048 kg/m^3, el consumo por unidad de plancha de formato 0,860x0,593 m^2 será de 0,0052kg/plancha y en el formato 0,776x0,593 m^2 será de 0,0048 kg/plancha. Se usará en las unidades de filmación de planchas de las Tablas 7.6 y 7.7 del apartado 7.2.1

Tabla 7.33 Procesos de intercambio para la unidad de regenerador de planchas

Replenisher, for photopolymer printing plate, liquid					
Origen	Agfa Bélgica				
Volumen envase habitual	20	l			
Densidad material	1048	kg/m3			
Peso envase habitual	1,08	kg	Depósito Multibox		
Peso palet	15,5	kg			
Número de envases por palet	12	Ud			
	Material		**Unidad Funcional**		
			0,063750	kg	Potassium hydroxide, at regional storage
DATOS CONFIDENCIALES			0,032000	kg	Sodium silicate, hydrothermal liquor, 48% in H2O
Agua desmineralizada	1	kg	1,000000	kg	Water, completely softened, at plant
Palet	15,5	kg	0,004167	p	EUR-flat pallet
Depósito de PVC	1,08	kg	0,054000	kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant
Transporte por carretera	1497	km	1,746492	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	2,622862	tkm	Transport, transoceanic freight ship
Residuos			**Unidad Funcional**		
Emisiones al agua					
DQO Demanda Química de Oxígeno			0,0021	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO5, Biológica de Oxígeno			0,00043	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand
Tratamiento de residuos					
Madera	15,5	kg	0,6458	kg	Recycling wood
Envases	46	kg	0,0540	kg	Disposal, PE sealing sheet, to municipal incineration
Transporte por carretera	158,9	km	0,00858	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,12140	tkm	Transport, transoceanic freight ship

7.3.4 Solución de acabado para planchas

El agente de engomado para protección de las planchas de impresión de fotopolímeros (Offset plate finisher solution) considerado es el que suministra Agfa para planchas con químicos reducidos y libre de químicos. A partir de la ficha de seguridad y de la información facilitada por Agfa de la solución **Unifin** (Figura 7.32), se detalla la composición (AGFA 2010e, Vercalsteren 2010 y Larsen 2006). No se ha considerado la energía, impactos ni desechos en el proceso de fabricación. En el caso de las planchas libres de químicos se utiliza además una solución de lavado con goma (Wash Gum Solution) A partir de la ficha de seguridad y de la información facilitada por Agfa de la solución **Violet CF Gum** de Agfa, Figura 7.32, se detalla la composición (AGFA 2010f y Vercalsteren 2010). La producción de ambos químicos se efectúa en la fábrica de Mortsel en Bélgica.

Figura 7.32 Etiqueta de las soluciones de acabado Unifin y Violet CF Gum

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo del líquido de protección de las planchas y la solución de lavado con el consumo de las planchas de aluminio en la procesadoras de planchas es 1 litro de la solución de acabado o de lavado. El liquido Unifin se suministra en 24 depósitos de 10 l sobre un palet de madera que pesa 15,5 kg. El líquido Violet se suministra en 12 depósitos de 20 l sobre un palet de madera que pesa 15,5 kg. Las las unidades de proceso para estos químicos que se muestran en la Tabla 7.34 y 7.35

- **Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid**
- **Wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid**

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

Para la filmación de planchas de químicos reducidos, el consumo de Unifin por m^2 de planchas es de 0,0201 l/m^2, teniendo en cuenta la densidad de 1.073 kg/m^3, el consumo por unidad de plancha de formato 0,860x0,593 m^2 será de 0,0107kg/plancha y en el formato 0,776x0,593 m^2 será de 0,0099 kg/plancha. Se usará en las unidades de filmación de planchas de las Tablas 7.6 y 7.7 del apartado 7.2.1 En la filmación de planchas libre de químicos, el consumo de Unifin en el formato 0,776x0,593 m^2 será de 0,0041 kg/plancha.

El consumo de Violet CF por m^2 de planchas es de 0,000849 l/m^2, teniendo en cuenta la densidad de 1.017 kg/m^3, el consumo por unidad de plancha en el formato 0,776x0,593 m^2 será de 0,00309 kg/plancha. Se usará en las unidades de filmación de planchas de la Tabla 7.8 del apartado 7.2.1

Tabla 7.34 Procesos de intercambio para la unidad de agente engomado de protección de planchas

Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid

Origen	Agfa Bélgica		
Volumen envase habitual	10	l	
Densidad material	1073	kg/m^3	
Peso envase habitual	0,7	kg	Garrafa
Peso palet	15,5	kg	
Número de envases por palet	24	Ud	

Material			Unidad Funcional		
			0,049870	kg	Sodium phosphate, at plant
			0,058100	kg	Sodium sulphate, from natural sources, at plant
			1,000000	kg	Water, completely softened, at plant
Palet	15,5	kg	0,004167	p	EUR-flat pallet
Depósito de Polietileno	0,7	kg	0,070000	kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant
Transporte por carretera	1497	km	1,807873	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	2,715043	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Residuos			Unidad Funcional		
Emisiones al agua					
DQO Demanda Química de Oxígeno			0,145	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
Demanda DBO5, Biológica de Oxígeno			0,0195	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand
Tratamiento de residuos					
Madera	15,5	kg	0,064583	kg	Recycling wood
Envases	0,7	kg	0,07	kg	Disposal, PE sealing sheet, to municipal incineration
Transporte por carretera	159	km	0,011123	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,157383	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Tabla 7.35 Procesos de intercambio para la unidad de solución de lavado con goma de planchas

Wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid

Origen	Agfa Bélgica		
Volumen envase habitual	20	l	
Densidad material	1017	kg/m^3	
Peso envase habitual	1,08	kg	Garrafa
Peso palet	15,5	kg	
Número de envases por palet	12	Ud	

Material			Unidad Funcional		
			0,97500	kg	Potato starch, at plant
			0,01729	kg	Ethylene oxide, at plant
			0,00092	kg	Benzimidazole-compounds, at regional storehouse
			0,00765	kg	1-propanol, at plant
			0,02461	kg	Sodium phosphate, at plant
			0,00299	kg	Phosphoric acid, industrial grade, 85% in H2O
			1,00000	kg	Water, completely softened, at plant
Palet	15,5	kg	0,00417	p	EUR-flat pallet
Depósito de Polietileno	1,08	kg	0,05400	kg	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant
Transporte por carretera	1497	km	1,70008	tkm	Transport, lorry 16-32t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	2,55316	tkm	Transport, transoceanic freight ship

Residuos			Unidad Funcional		
Madera	15,5	kg	0,0645833	kg	Recycling wood
Envases	1,08	kg	0,054	kg	Disposal, PE sealing sheet, to municipal incineration
Transporte por carretera	159	km	0,008581	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
Transporte por barco	2248	km	0,121410	tkm	Transport, transoceanic freight ship

7.3.5 Papel

El papel ha ocupado una función muy importante en nuestra sociedad desde hace siglos. Casi todo lo que nos rodea contiene papel y su demanda se está incrementando. Tiene múltiples usos finales y satisface importantes necesidades humanas siendo parte de nuestra vida. La edición tiene sus orígenes en Egipto y se remonta a más de 5.000 años. En la actualidad el empleo en los medios de comunicación impresos está disminuyendo por la diversidad de soportes que está incorporando las tecnologías de la información y los nuevos dispositivos electrónicos.

En los últimos años ha evolucionado principalmente hacia dos direcciones:

- El uso en múltiples aplicaciones sobre todo en embalajes.
- Fabricación más responsable entre las que se incluye medidas para un uso sostenible de los bosques, reducción de materias primas como agua, disminución de los consumos energéticos aplicando cogeneración y energías renovables en su fabricación y la reutilización del mismo a través del reciclado.

Entre todas las materias primas que intervienen en la impresión, la que suele tener mayor relevancia es el papel formando el soporte del producto a estudiar independientemente de la técnica de impresión offset o inkjet.

La base de datos Ecoinvent recopila en el informe "*Life Cycle Inventories of Packaging & Graphical Papers"* (Hischier 2007) diferentes estudios efectuados por fabricantes y asociaciones del sector gráfico proporcionando unidades funcionales que permiten efectuar análisis de impacto a partir de los datos de inventario proporcionados. Contiene información de las diferentes unidades de proceso relacionadas con la industria de la celulosa y fabricación de papel a partir de la información de 220 fábricas de celulosa y 1.074 fabricantes de papel con 1.843 máquinas, que representaba el 90% del sector en Europa partiendo de la información facilitada por CEPI (Confederation of European Paper Industries) en (CEPI 2001). En la Tabla 7.36 se recoge la evolución mundial de la producción de papel y cartón (CEPI 2011).

Tabla 7.36 Producción de Papel y Cartón (t) (CEPI 2011)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Europa	99.475	102.835	105.865	110.991	111.745	115.420	116.426	112.332	101.376	109.552
Norte América	100.577	101.744	100.633	104.363	102.427	102.119	100.950	95.856	84.585	88.636
Asia	96.904	101.989	108.535	117.362	125.108	135.754	146.332	152.299	154.517	164.367
Oriente Medio	1.308	1.447	1.589	1.752	1.922	2.157	2.420	2.566	2.545	2.784
Latinoamérica	15.161	15.753	16.299	17.465	17.886	18.501	19.162	19.606	19.660	20.292
Oceanía	3.584	3.874	3.904	4.021	4.044	3.939	3.989	3.972	3.891	3.929
Africa	3.419	3.584	3.642	3.920	4.002	4.123	4.398	4.598	3.946	4.340
Total	320.427	331.225	340.467	359.874	367.133	382.012	393.676	391.228	370.520	393.899

Las unidades de proceso de Ecoinvent tienen en cuenta la recogida de papel prensa en Europa, así como su clasificación en las plantas de tratamiento. El proceso de destintado está integrado en las fábricas de papel junto con la utilización del papel recuperado como materia prima y el uso de una unidad de proceso para el destintado. Los datos provienen de empresas Suizas, norte de Europa y Escandinavas. El informe recoge datos sobre la clasificación de los residuos de papel así como sobre materias primas auxiliares para la impresión como las tintas.

Las unidades de proceso que recoge Ecoinvent tienen en cuenta:

- Mercado de celulosa
- Papeles Gráficos: **papel prensa (newsprint) de fibra virgen o reciclada**, LWC, SC, Woodfree (estucado, sin estucar, reciclado, con destintado, sin destintado)
- Papel de embalaje
- Cartón ondulado
- Cartoncillo

Nuestro análisis se centra en el papel prensa conocido habitualmente en el sector como **Newsprint** que puede contener fibra vírgen o reciclada.

El papel se fabrica a partir de la madera, materia prima natural, renovable, biodegradable y 100% reciclable. La última versión de la base de datos Ecoinvent 3.1 del año 2014 sólo actualiza una unidad del papel prensa correspondiente a la fibra reciclada que se añade en este estudio como:

- **Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA U**

El resto de unidades disponibles representan la situación del sector papelero en el año 2.000. Durante estos últimos años la tecnología ha evolucionado hacia un menor consumo energético y menores emisiones. Es por ello que se adaptarán las unidades de Ecoinvent teniendo en cuenta la evolución del sector, el tipo de papel y los escenarios a utilizar.

En el estudio sobre "*Huella de Carbono e Impactos Ambientales de los productos impresos de la cuna a la tumba*" (Pihkola 2010a) se indica que el impacto global de un periódico para la categoría Cambio Climático del indicador IPCC GWP 100 años en kg CO_2 eq por tonelada de periódicos alcanza un valor de 1,066 kg CO_2 eq para el escenario básico que utiliza un mix eléctrico medio de Finlandia de los últimos 5 años y tratamiento de final de vida desglosado en 79% reciclado, 16% vertedero y 5% incineración. En el caso de uso de fuentes energéticas renovables el indicador alcanza un valor de 0,485 kg CO_2 eq. En la Tabla 7.37 se indica la aportación de cada etapa del ciclo de vida para el escenario básico, por lo que la fabricación de la pulpa y papel tiene un valor de 0,562 kg CO_2 eq por kilogramo de periódico para el escenario básico.

Tabla 7.37 Porcentaje impacto Cambio Climático en las etapas del ciclo de vida de papel (Pihkola 2009)

%	Etapas del Ciclo de Vida
53%	Fabricación de pulpa y papel
15%	Impresión
16%	Distribución
16%	Tratamientos final de vida periódico

El impacto de la categoría Cambio Climático para las unidades de proceso disponibles para el papel prensa de Ecoinvent se recogen en la Tabla 7.38.

Tabla 7.38 Impacto de la categoría Cambio Climático (IPCC GWP 100a en Ecoinvent 2.2)

Procesos unitarios disponibles Ecoinvent	kg CO2 eq / kg periódico
Paper, recycling, no deinking, at plant/RER U	0,8284
Paper, newsprint, at plant/CH U	0,8466
Paper, newsprint, at regional storage/CH U	0,9636
Paper, newsprint, DIP containing, at plant/RER U	1,0681
Paper, newsprint, at regional storage/RER U	1,2879
Paper, newsprint, 0% DIP, at plant/RER U	1,2972
Paper, recycling, with deinking, at plant/RER U	1,5565

Para la opción media recogida en la unidad de proceso,

- **Paper, newsprint, at regional storage**

que comprende el papel desde la papelera hasta la planta de impresión, el impacto en la categoría de Cambio Climático es de 1,28 kg CO_2 eq por kilogramo de periódicos que duplica el valor de 0,562 kg CO_2 eq por tonelada de periódicos de un escenario similar actualizado (Pihkola 2009).

Es necesario, por lo tanto, adaptar el valor proporcionado por Ecoinvent 2.2 a la situación actual a partir de la información facilitada por los fabricantes de papel, Tabla 7.39.

En nuestro estudios utilizaremos la información recogida en la Declaración Ambiental del Producto extendida en el sector gráfico (5.3.1.3) conocida como Paper Profile de los principales empresas papeleras que distribuyen papel prensa en España (UPM-kymmene 2011, Holmen Paper 2011, Stora Enso 2010a, Stora Enso 2011b, Papresa 2009).

Tabla 7.39 Información de Paper Profile de fabricantes de papel prensa

Empresa	Fábrica	País	Fecha Declaración	Consumo de energía eléctrica comprada por tonelada de papel (kWh/t)	% Fibra reciclada	kg CO_2 eq por tonelada de papel
UPM-Kymmene Corporation	Shotton	Reino Unido	2010	650	100 %	0,32
Holmen Paper	Madrid	España	2010	424	100 %	NA
Stora Enso	Langerbrugge	Bélgica	2010	574	100 %	NA
Stora Enso	Hylte	Suecia	2010	1571	45 %	NA
Papresa	Papresa	España	2008*	664	100 %	0,82

*Información interna (no paper profile)

En las unidades de proceso a utilizar hay que tener en cuenta el mix de energía eléctrica disponible, el consumo energético de la fábrica de papel y el porcentaje de fibra reciclada por tonelada de papel. También se considerará para los diferentes escenarios la ubicación geográfica de la fábrica de papel y de la planta de impresión.

La principal materia prima para la fabricación de papel es la madera de los bosques. No obstante, la industria del papel Europea se encuentra en la vanguardia de la industria de reciclaje. En el año 2000 el ratio de utilización de papel reciclado en la UE fue del 45,4% (CEPI 2001), siendo la tasa de reciclaje de papel 2009 del 72% (CEPI 2010), la tasa más alta alcanzada

a nivel mundial. Destacar que el 90% de los periódicos y cartón ondulado de cajas están hechos de fibra reciclada. Sin embargo, no todos los productos son adecuados para ser fabricados a partir de fibra reciclada, y el sistema siempre requiere de una inyección de fibra fresca (CEPI 2011). En España la tasa de reciclaje de papel y cartón en los últimos tres años se muestra en la Tabla 7.40.

Tabla 7.40 Tasa de reciclaje de papel y cartón (Aspapel 2012)

Año	% reciclado
2009	74,20
2010	74,10
2011	79,20

La industria del papel ha aumentado la productividad de sus recursos mejorando los niveles de emisión de la industria. Las emisiones específicas de CO_2 por tonelada de producto se han mantenido estable en los últimos años en torno a los 0,34 t CO2 / t de producto a pesar de que las capacidades de las máquinas se han infrautilizado por el menor consumo durante la recesión económica que comenzó a finales de 2008 (CEPI 2011).

En la Figura 7.33 se muestra de forma simplificada las diferentes etapas del ciclo de vida del papel prensa con reciclado.

Figura 7.33 Ciclo de Vida del papel reciclado

La producción de papel (Hischier 2007) se efectúa a partir de fibras vírgenes o frescas o a partir de fibras recicladas. Las fibras vírgenes provienen de troncos de madera del bosque (wood logs) o astillas de madera (wood chips) de otros procesos de la madera. Tanto las fibras frescas como las recicladas se fabrican en la fábrica de pulpa o celulosa (pulpe mill).

Las fábricas de papel o cartón pueden estar integradas o no con las de celulosa dando lugar a tres tipos de infraestructuras:

- Fábricas de celulosa (Pulpe mill)
- Fábricas de papel /carton (Non-integrated paper/board mill)
- Fábricas de celulosa y papel/carton integradas (Integrated paper/board mill Paper/board)

Las fábricas de papel, por lo general, utilizan una considerable cantidad de combustibles obtenidos por cogeneración a partir de residuos orgánicos y restos de maderas que tienen emisiones diferentes que la producida por los combustibles tradicionales.

La fabricación de papel y cartón comprende los siguientes procesos generales:

- Producción de madera y pulpa. La fuente de datos que utiliza Ecoinvent para este proceso es la base de datos de KCL[20] (KCL 2002) y de información de empresas papeleras como Holmen y Stora Enso.

- Infraestructura de las fábricas de celulosa y de papel. La máquina de papel pesa unas 4.500 toneladas siendo el 80% acero de gran calidad (high quality Steel), el 20% restante se descompone en: 10% plastico (75% HDPE y 25% PCV), 10% equipos de control y 80% acero de baja calidad (steel lower quality). La construcción de la máquina consume 12,5 MJ de energía primaria por kg de acero (Frischknecht 1996). Se tiene en cuenta que la máquina recorre 1.000 km desde el mayor productor mundial (Voith Paper) situado en el sur de Alemania, así como el desmantelamiento con el reciclado de metales, plásticos, y componentes electrónicos. La vida útil de la máquina de fabricación de papel es de 50 años con una producción anual de 368 kt lo que da una utilización de máquina por kg de papel $p=1/(50*368.000.000)= 5,44\ 10^{-11}$.

- los residuos líquidos y sólidos destacando los lodos primarios, rechazos del destintando, cenizas de combustión, etc.

Cada uno de los conjuntos de datos de las unidades del proceso producción de papel prensa incluye las siguientes etapas de producción: proceso de destintado, la producción de la máquina de papel de pasta mecánica, pulpa, el lugar de producción de energía, así como la tecnología de limpieza de gases de combustión y la planta de tratamiento de aguas residuales. En la Figura 7.34 se resumen las diferentes partes, junto con los flujos de materia y energía más importantes.

[20] KCL-ECO 3.0 (www.kcl.fi)

Figura 7.34 Esquema de fábrica de papel con los flujos de materiales y energía (Hischier 2007)

Las unidades funcionales del papel a utilizar en el proceso de impresión en 7.2.2 se obtienen para los papeles y orígenes de los diversos escenarios a partir de la unidad de Ecoinvent

- **Paper, newsprint, DIP containing, at plant/RER U**

Teniendo en cuenta el porcentaje de fibra virgen, reciclada, el Mix energético del país, consumo energético y emisiones, a partir de los datos proporcionados por el papelero en las declaraciones ambientales, se obtienen las unidades mostradas en las Tablas 7.39, 7.40 y 7.41 para el papel cuyo origen son las fábricas de: Holmen Paper Madrid Mill – España, Hylte Mill - Suecia y Langerbrugge Mill – Bélgica.

- **Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U**
- **Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U**
- **Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U**

Se ha creado a partir de los datos proporcionados por Ecoinvent V.3 la unidad funcional para papel 100% fibra virgen

- **Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA U**

El sistema del producto donde se usará el papel será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**
- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

A partir de la información sobre sostenibilidad y cifras principales de producción y medio ambiente de los cuatro últimos años[21] así como en la declaración ambiental de la fábrica de Holmen Paper Madrid disponible en el Paper Profile (Holmen Paper 2011), se adapta la unidad de proceso al contenido de la Tabla 7.41 La fabricación de papel prensa en la fábrica de la multinacional Holmen Paper en Madrid utiliza papel 100% reciclado.

[21] http://www.holmen.com/en/Sustainability/Sustainability-in-Holmen/Facts-and-figures/Holmen-Paper-Madrid/

Tabla 7.41 Procesos de intercambio para la unidad papel 100% reciclado de Holmen Madrid

Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U		
Material/Suministros		
0,0052	m3	Water, cooling, unspecified natural origin/m3
0,0042	m3	Industrial wood, softwood, under bark, u=140%, at forest road/RER U
0,0049	m3	Industrial residue wood, softwood, forest-debarked, u=70%, at plant/RER U
1,2936	kg	Waste paper, sorted, for further treatment/RER U
0,0828	kg	Kaolin, at plant/RER U
0,0133	kg	Aluminium sulphate, powder, at plant/RER U
0,0128	kg	Malusil, at plant/RER U
0,0226	kg	Chemicals organic, at plant/GLO U
0,4240	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
0,1350	tkm	Transport, freight, rail/RER U
0,1490	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
5,44E-11	p	Paper mill, integrated/RER/I U
Emisiones al aire		
6,97	MJ	Heat, waste
0,400612	kg	Carbon dioxide, fossil
0,001944	kg	Nitrogen oxides
3,09E-06	kg	Sulfur dioxide
Emisiones al agua		
0,000428	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
0,000135	kg	Nitrogen
3,09E-06	kg	Phosphorus
1,54E-05	kg	Suspended solids, unspecified
Tratamiento de residuos		
0,004396	kg	Disposal, wood ash mixture, pure, 0% water, to sanitary landfill/CH U
0,002124	kg	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U
8,97E-05	kg	Disposal, sludge from pulp and paper production, 25% water, to sanitary landfill/CH U
2,53E-05	kg	Disposal, ash from paper prod. sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,019367	kg	Disposal, ash from deinking sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,002694	kg	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH U
0,000853	kg	Disposal, paper, 11.2% water, to municipal incineration/CH U
0,000278	kg	Disposal, textiles, soiled, 25% water, to municipal incineration/CH U
0,00015	kg	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH U
0,000299	kg	Disposal, steel, 0% water, to municipal incineration/CH U
0,000214	kg	Disposal, hazardous waste, 0% water, to underground deposit/DE U

Para la fabricación de papel prensa en Europa se utiliza la información de las fábricas de la multinacional Stora Enso situadas en Suecia, Hylte Mill, con 50 % de fibra vírgen y 50% de fibra reciclada Tabla 7.42 y en Bélgica, Langerbrugge Mill, con 100% de fibra reciclada, Tabla 7.43.

Las unidades se obtienen a partir de la información de los datos de sostenibilidad para cada una de las fábricas recogida en el Informe de Responsabilidad Global de Stora Enso 2011 (Stora Enso 2012) y en las declaraciones ambientales de ambas fábricas recogidas en sus Paper Profiles (Stora Enso 2011a, Stora Enso 2011b).

También se ha tenido en cuenta la última declaración medioambiental EMAS de la fábrica de Hylte (Stora Enso 2007) para calcular las unidades de proceso adaptadas a cada fábrica.

Tabla 7.42 Procesos de intercambio para la unidad papel 50% reciclado de Hylte en Suecia

Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U		
Material/Suministros		
0,009051	m3	Water, cooling, unspecified natural origin/m3
0,000885	m3	Industrial wood, Scandinavian softwood, under bark, u=140%, at forest road/NORDEL U
0,000352	m3	Chips, Scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant/NORDEL U
0,002152	kg	Sulphate pulp, average, at regional storage/RER U
0,588608	kg	Waste paper, sorted, for further treatment/RER U
0,007848	kg	Kaolin, at plant/RER U
0,003291	kg	Aluminium sulphate, powder, at plant/RER U
0,002353	kg	Malusil, at plant/RER U
0,000272	kg	Quicklime, milled, loose, at plant/CH U
0,000634	kg	Bentonite, at processing/DE U
0,002278	kg	Deinking emulsion, in paper production, at plant/RER U
0,002398	kg	Sodium dithionite, anhydrous, at plant/RER U
0,003068	kg	Fatty acids, from vegetarian oil, at plant/RER U
0,000606	kg	EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid, at plant/RER U
0,000842	kg	DTPA, diethylenetriaminepentaacetic acid, at plant/RER U
0,004177	kg	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U
0,000308	kg	Sulphuric acid, liquid, at plant/RER U
0,000172	kg	Nitrogen, liquid, at plant/RER U
0,006709	kg	Sodium silicate, spray powder 80%, at plant/RER U
0,004557	kg	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U
2,72E-05	kg	Phosphorus, white, liquid, at plant/RER U
0,002025	kg	Retention aids, in paper production, at plant/RER U
0,00362	kg	Sulphur dioxide, liquid, at plant/RER U
0,002329	kg	Chemicals organic, at plant/GLO U
1,571	kWh	Electricity, medium voltage, production NORDEL, at grid/NORDEL U
0,06248	tkm	Transport, freight, rail/RER U
0,16188	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
0,05964		Transport, transoceanic freight ship/OCE U
5,44E-11	p	Paper mill, integrated/RER/I U
Emisiones al aire		
11,9	MJ	Heat, waste
0,36898	kg	Carbon dioxide, biogenic
0,038164	kg	Carbon dioxide, fossil
0,000234	kg	Nitrogen oxides
6,11E-06	kg	Sulfur dioxide
Emisiones al agua		
4E-07	kg	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl
0,0018	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
0,000013	kg	Sulfate
0,000037	kg	Nitrogen
0,000003	kg	Phosphorus
0,00005	kg	Suspended solids, unspecified
Tratamiento de residuos		
0,010262	kg	Disposal, wood ash mixture, pure, 0% water, to sanitary landfill/CH U
0,004958	kg	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U
0,000209	kg	Disposal, sludge from pulp and paper production, 25% water, to sanitary landfill/CH U
5,9E-05	kg	Disposal, ash from paper prod. sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,045215	kg	Disposal, ash from deinking sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,006289	kg	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH U
0,001992	kg	Disposal, paper, 11.2% water, to municipal incineration/CH U
0,000648	kg	Disposal, textiles, soiled, 25% water, to municipal incineration/CH U
0,00035	kg	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH U
0,000698	kg	Disposal, steel, 0% water, to municipal incineration/CH U
0,000249	kg	Disposal, hazardous waste, 0% water, to underground deposit/DE U

Tabla 7.43 Procesos de intercambio para la unidad papel 100% reciclado de Langerbrugge en Bélgica

Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U		
Material/Suministros		
0,012505	m3	Water, cooling, unspecified natural origin/m3
0,000376	m3	Industrial wood, softwood, under bark, u=140%, at forest road/RER U
0,000313	m3	Industrial wood, Scandinavian softwood, under bark, u=140%, at forest road/NORDEL U
0,000216	m3	Industrial residue wood, softwood, forest-debarked, u=70%, at plant/RER U
0,000179	m3	Chips, Scandinavian softwood (plant-debarked), u=70%, at plant/NORDEL U
0,0176	kg	Sulphate pulp, average, at regional storage/RER U
0,567	kg	Waste paper, mixed, from public collection, for further treatment/RER U
0,189	kg	Waste paper, sorted, for further treatment/RER U
0,0168	kg	Kaolin, at plant/RER U
0,0027	kg	Aluminium sulphate, powder, at plant/RER U
0,0026	kg	Malusil, at plant/RER U
0,0003	kg	Quicklime, milled, loose, at plant/CH U
0,0007	kg	Bentonite, at processing/DE U
0,00054	kg	Deinking emulsion, in paper production, at plant/RER U
0,00265	kg	Sodium dithionite, anhydrous, at plant/RER U
0,00339	kg	Fatty acids, from vegetarian oil, at plant/RER U
0,00067	kg	EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid, at plant/RER U
0,00093	kg	DTPA, diethylenetriaminepentaacetic acid, at plant/RER U
0,0113	kg	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U
0,00034	kg	Sulphuric acid, liquid, at plant/RER U
0,00019	kg	Nitrogen, liquid, at plant/RER U
0,0167	kg	Sodium silicate, spray powder 80%, at plant/RER U
0,0109	kg	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U
0,00003	kg	Phosphorus, white, liquid, at plant/RER U
0,00013	kg	Retention aids, in paper production, at plant/RER U
0,004	kg	Sulphur dioxide, liquid, at plant/RER U
0,00185	kg	Chemicals organic, at plant/GLO U
0,574	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
0,135	tkm	Transport, freight, rail/RER U
0,149	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
5,44E-11	p	Paper mill, integrated/RER/I U
Emisiones al aire		
11,9	MJ	Heat, waste
0,82271	kg	Carbon dioxide, biogenic
0,162345	kg	Carbon dioxide, fossil
0,000517	kg	Nitrogen oxides
1,69E-05	kg	Sulfur dioxide
Emisiones al agua		
2,44E-06	kg	AOX, Adsorbable Organic Halogen as Cl
0,001739	kg	COD, Chemical Oxygen Demand
3,26E-05	kg	Nitrogen
1,27E-05	kg	Phosphorus
Tratamiento de residuos		
0,005856	kg	Disposal, wood ash mixture, pure, 0% water, to sanitary landfill/CH U
0,002829	kg	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill/CH U
0,000119	kg	Disposal, sludge from pulp and paper production, 25% water, to sanitary landfill/CH U
3,37E-05	kg	Disposal, ash from paper prod. sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,025801	kg	Disposal, ash from deinking sludge, 0% water, to residual material landfill/CH U
0,003589	kg	Disposal, plastics, mixture, 15.3% water, to municipal incineration/CH U
0,001136	kg	Disposal, paper, 11.2% water, to municipal incineration/CH U
0,00037	kg	Disposal, textiles, soiled, 25% water, to municipal incineration/CH U
0,000199	kg	Disposal, wood untreated, 20% water, to municipal incineration/CH U
0,000398	kg	Disposal, steel, 0% water, to municipal incineration/CH U
9,18E-05	kg	Disposal, hazardous waste, 0% water, to underground deposit/DE U

El impacto según la categoría del cambio climático calculado para las unidades de proceso adaptada a las fábricas seleccionadas se muestran en la Tabla 7.44 que se tienen en cuenta las fuentes de las materias primas y el mix energético a utilizar.

Tabla 7.44 Impacto de la categoría Cambio Climático (IPCC GWP 100a de Ecoinvent 2.2) para unidades papel prensa adaptadas

Procesos unitarios disponibles Ecoinvent	kg CO2 eq / tonelada periódico
Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U	1,06
Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U	0,52
Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U	0,69
Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA U	0,73

La Comisión Europea adopta con fecha 12 de Julio de 2012 la decisión por la que se establecen los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica, Ecolabel, de la UE al papel prensa (European Commission 2013). Los criterios aplicables a la categoría de productos de papel proporcionan una información más detallada sobre la composición y consumos de materias primas, energía así como de las emisiones y gestión de residuos basándose en diversos criterios.

La Tabla 7.45 contiene una comparativa de los criterios de etiquetado ecológico para el papel prensa, de los que se dispone información, aplicados a las unidades de proceso que se emplean en este estudio por lo que es de esperar que las fábricas que no cumplan con alguno de los parámetros, se adapten si desea ofrecer el etiquetado ecológico en sus productos. De esta forma aquellos papeles con la etiqueta ecológica proporcionarían una mejor información para su utilización en los Análisis de Ciclo de Vida.

Tabla 7.45 Comparativa del criterio de etiquetado ecológico para las unidades de papel del estudio

Criterios	Unidad	Límite Ecolabel	Ecoinvent	Holmen Paper Madrid	Stora Enso Hylte	Stora Enso Langerbrugge
Emisiones al agua y a la atmósfera	kg/t papel	<4	3,789	2,361	2,043	2,285
Demanda Química Oxígeno (COD)	kg/t papel	1,5	3,270	0,428	1,800	1,739
Azufre	kg/t papel	1,5	0,050	0,003	0,006	0,017
NOx	kg/t papel	1,5	0,459	1,927	0,234	0,517
Fósforo	kg/t papel	1,5	0,010	0,003	0,003	0,013
Consumo Energía						
Electricidad	Kwh/t papel		1610	424,2	1571	574
Fibras		0-100%		100%	50%	100%
FSC		sí		no	sí	sí
PEFC		sí		sí	sí	sí
Gestión residuos						
No peligrosos	kg/t papel	S.G.A.	63,56	30,275	70,681	40,332
Peligrosos	kg/t papel	S.G.A.	0,37	0,214	0,249	0,088

7.3.6 Tintas coldset

La tinta usada en el proceso de impresión Coldset seca por adsorción al depositarse sobre el papel poroso, en una emulsión con el agua, en función de la imagen filmada en la plancha.

La tinta está contenida en las baterías de la unidad impresora que son diferentes para cada color. La transmisión hasta el cilindro de planchas se efectúa por medio de rodillos de diferentes diámetros que constituye la batería de entintado, y que permite disponer de una película homogénea y fina que se deposita en las áreas con imagen de la plancha dispuesta en el cilindro de plancha. En las áreas sin imagen se deposita una emulsión de agua. Posteriormente, la plancha con tinta entra en contacto con el cilindro de mantilla que queda impregnado de tinta que en su recorrido se deposita sobre el papel con el que entra en contacto. Esta operación se repiute para cada color y en ambas caras. Las mantillas necesitan limpieza y soluciones de humectación. En la Figura 7.35 se detalla el esquema de una unidad de impresión y un tintero

para la impresión a doble cara. Se representa cada color de la tinta empleada según la configuración CMYK.

El transporte de tinta se realiza en contenedores retornables de 250 kg que pueden almacenar hasta 1.000 kg de tinta de cada color desde su origen en Barcelona a la planta de impresión en Madrid o Gran Canaria, dependiendo del escenario considerado.

El consumo de tinta se obtiene a partir del consumo anual de tinta en prensa de la planta de impresión en estudio. Se calcula en función de los m^2 de papel consumido, en lugar de kg de papel, para poder tener en cuenta la aportación de tinta para diferentes gramajes de 42 g/m^2, 45 g/m^2 ó de 48,8 g/m^2que se aplicaran en los escenarios a considerar.

Figura 7.35 Tintero y unidad de impresión de Offset-Coldset

La tinta coldset está formada por pigmentos, aglutinantes, disolventes y material de relleno. Cada fabricante ajusta su composición en función de las características de la máquina, número de rodillos de baterías de tinta, condiciones de trabajo (temperatura, humedad, velocidades, características del agua), etc. y de una serie de propiedades que tiene que cumplir para garantizar la calidad del producto final tales como: que sea de rápida absorción y secado, que no penetre hasta atravesar la capa de papel, que no tire de la fibra y provoque roturas de las bandas de papel, que no deje restos en la batería y que permita una emulsión con el agua sin estropearse.

Para las tintas de impresión Coldset adaptaremos la unidad funcional proporcionada Ecoinvent teniendo en cuenta sí se trata de tinta en negro o color según se muestra en la Tabla 7.46.

Tabla 7.46 Composición tinta Offset-Coldset

	Black colour	Coloured colour	Ecoinvent
Disolventes (Solvents)	52 %	40 %	47.5%
Aglutinantes (Binders)	30 %	25 %	28.5%
Aceites vegetales (Vegetarian oils)	2 %	15 %	5%
Pigmentos (Pigments)	14 %	14 %	14%
Material relleno (Filler materials)	2 %	6 %	5%

Los principales fabricantes de tintas que distribuyen en España son SunChemical[22], FlintGroup[23], y Tipolit[24] del grupo Huber. Aunque se puede acceder a la composición de cada fabricante a través de las fichas de seguridad (MSDS Material Securty Data Sheet) o en las bases de datos de patentes publicadas, no suelen existir unidades de proceso creadas para la composición de la tinta, por lo que se asimilan a unidades ya existentes de la base de datos de inventarios Ecoinvent.

Basándonos a la información sobre la composición, supuestos y simplificaciones siguientes, se establece la unidad de proceso a utilizar para las tintas con los siguientes materiales.

- Disolventes. Se utiliza generalmente una mezcla de diferentes hidrocarburos. En la base de datos Ecoinvent se representa por **"light fuel oil"**
- Aglutinantes. Hay una variedad de materiales que se útil enzan como aglutinantes. En el color engro principalmente es el betún o asfalto y resinas duras. Para el color sólo se utilizan resinas duras que se muestran como resinas alquídicas **"alkyd resins"**
- Aceites vegetales. Se consideran que son 50% de soja y 50% de palma.
- Pigmentos. Pueden ser negro humo **"black carbon"** o sustancias orgánicas como PET
- Material de relleno. Se considera el carbonato de calcio.

El resto de recursos y residuos que utiliza la energía, transporte e infraestructura se consideran de la siguiente forma:

- Energía. A partir de la información de (Plätzer 1998) y de (Hischier 2003), se considera un consumo de 0,35 kWh para la electricidad y de 1,75 MJ para el calor (50% "**light furel oil"** and 50% "**natural gas**").
- Agua. En (Hischier 2003) se considera un consumo de 750 l de agua de refrigeración por 1.000 kg de tinta producida.
- Emisiones y residuos. Según (Hischier 2003) y (Plätzer 1998) no hay emisiones directas ni desechos, ya que la producción es un proceso de mezcla. La única emisión a ser considerada, es el calor representado por el consumo de electricidad.
- Infraestructura y Transporte. Debido a la falta de datos concretos, los transportes se muestran de acuerdo con las distancias habituales en (Frischknecht 2007) y para la infraestructura se considera las unidades de proceso **"chemical plant, organics"**.

En las Tablas 7.47 y 7.48 se representan las unidades de proceso para la tinta coldset negra y color. El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

[22] www.sunchemical.com
[23] www.flintgrp.com
[24] www.tipolit.net

Tabla 7.47 Procesos de intercambio para la unidad tinta coldset negra

Black ink, offset, at plant, kg			
Origen	1	1. Barcelona	
Volumen envase habitual	1000	Kg	
Peso envase habitual	250	kg	Cuba Acero
Número de envases por palet	1	Ud	
Material	**Unidad Funcional**		
Disolvente	0,52	kg	Light fuel oil, at refinery/RER U
Aglutinante	0,1	kg	Bitumen, at refinery/RER U
Aglutinante	0,2	kg	Alkyd resin, long oil, 70% in white spirit, at plant/RER U
Aceite vegetal	0,01	kg	Soya oil, at plant/RER U
Aceite vegetal	0,01	kg	Palm oil, at oil mill/MY U
Pigmento	0,07	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Pigmento	0,07	kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, at plant/RER U
Matrial de relleno	0,02	kg	Limestone, milled, loose, at plant/CH U
Agua	0,00075	m3	Water, cooling, unspecified natural origin/m3
Energía	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Energía calor	0,875	MJ	Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER U
Infraestructura	0,875	MJ	Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U

Tabla 7.48 Procesos de intercambio para la unidad tinta coldset color

Color ink, offset, at plant, kg			
Origen	1	1. Barcelona	
Volumen envase habitual	1000	kg	
Peso envase habitual	250	kg	Cuba Acero
Número de envases por palet	1	Ud	
Material	**Unidad Funcional**		
Disolvente	0,4	kg	Light fuel oil, at refinery/RER U
Aglutinante	0,083	kg	Bitumen, at refinery/RER U
Aglutinante	0,167	kg	Alkyd resin, long oil, 70% in white spirit, at plant/RER U
Aceite vegetal	0,075	kg	Soya oil, at plant/RER U
Aceite vegetal	0,075	kg	Palm oil, at oil mill/MY U
Pigmento	0,03	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Pigmento	0,11	kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, at plant/RER U
Matrial de relleno	0,06	kg	Limestone, milled, loose, at plant/CH U
Agua	0,00075	m3	Water, cooling, unspecified natural origin/m3
Energía	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Energía calor	0,875	MJ	Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER U
Infraestructura	0,875	MJ	Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U

El uso del color en la impresión de prensa diaria se extendió en los periódicos a todas las páginas desde el año 2005. Sin embargo, la situación económica desde el año 2008 hasta la actualidad afecta al sector editorial de prensa diaria con una disminución en la publicidad, lo que está provocando una reducción del porcentaje de uso de tintas de color frente al negro. En la Tabla 7.49 se muestra la evolución del consumo de tinta por m^2 de papel consumido en color y negro que se incluirá en la unidad de proceso de impresión coldset del apartado 7.2.2 con el ratio de 0,000765 kg tinta/m^2.

Tabla 7.49 Evolución del consumo de tinta Offset-Coldset (kg tinta/m^2)

	2010	2011	2012
Color	0,00043318	0,000410536	0,000397226
Negro	0,00034753	0,000354871	0,000340289
Total	0,00078071	0,000765407	0,0007375147

En la Tabla 7.50 se muestra los porcentajes de uso de tintas color-negro en los años 2010, 2011 y 2012. La unidad de proceso de la Tabla 7.51 utiliza el consumo de tinta con un 54% de tinta en color y de un 46% de tinta negra.

Tabla 7.50 Evolución del consumo de tinta Offset-Coldset (% color-negro)

	2010	2011	2012
Color	55,4%	53,6%	53,9%
Negro	44,6%	46,4%	46,1%

Las tintas se suelen fabricar en pequeñas plantas situadas cerca del lugar de consumo donde se producen la mezcla de los componentes. En los escenarios considerados se sitúa la planta de fabricación en Barcelona.

Tabla 7.51 Procesos de intercambio para la unidad de tinta coldset

Ink for coldset printing, at printing plant		
Unidad Funcional		
0,46	kg	Black ink, offset, at plant/RER U
0,54	kg	Colour ink, offset, at plant/RER U
0,09863	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
2,81041	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Tratamiento de residuos		
0,01973	tkm	Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
0,56208	tkm	Transport, transoceanic freight ship

7.3.7 Tintas inkjet

Las rotativas digitales mediante inkjet utilizan tintas pigmentadas con base acuosa que han sido desarrolladas para impresión de alta calidad y alta fiabilidad a través de los cabezales de impresión. El suministro de la tinta se realiza por parte del fabricante en depósitos no retornables de 200 litros. La mayoría de los fabricantes de equipos de impresión digital son los que suministran la tinta para sus rotativas. La impresión a color se efectúa al igual que el offset mediante la combinación de cuatro colores cuyos porcentajes de utilización variará en función del trabajo a efectuar.

En el caso de las tintas para Inkjet no existe batería de entintado ni mantillas, enviándose la tinta en la propoción adecuada a través de gotas diminutas desde los cabezales de impresión al papel. De esta forma cada impresión puede ser diferente por lo que las limitaciones en el número de páginas, formatos dependerá de la capacidad del hardware instalado.

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo de tintas en el proceso de impresión es 1 kg de tinta de cada color. Se ha creado las diferentes unidades de proceso a partir de las fichas de seguridad de las tintas que HP utiliza para su rotativa digital. La composición de las tintas se ha modelado a partir de las fichas de seguridad disponible del fabricante HP[25] (HP 2011c, HP 2011d, HP 2011e, HP 2011f) y de información confidencial facilitada por el fabricante. En la Tablas 7.52, 7.53, 7.54 y 7.55 se muestran las unidades de proceso para las tintas inkjet en función de los consumos de cada tinta por kg de papel impreso. La unidad recoge el transporte de la tinta desde los orígenes recogidos en los diferentes escenarios.

[25] http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdata/ijmsdsesspa.html

Tabla 7.52 Procesos de intercambio para la tinta negra en inkjet

Black ink, inkjet, at plant			
Material	**Unidad Funcional**		
Pigmento	0,09	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Aglutinante	0,03	kg	Triethylene glycol, at plant/RER U
Agua	0,92	kg	Water, completely softened, at plant/RER U
Energía calor	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
Emisiones	**Unidad Funcional**		
COV	0,042	kg	VOC, volatile organic compounds

Tabla 7.53 Procesos de intercambio para la tinta cyan en inkjet

Cyan ink, inkjet, at plant			
Material	**Unidad Funcional**		
Aglutinante	0,02857	kg	N-methyl-2-pyrrolidone, at plant/RER U
Aglutinante	0,1	kg	Acetamide-anillide-compounds, at regional storehouse/RER U
Pigmento azul secreto	0.025	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Aglutinante	0.0281	kg	Triethylene glycol, at plant/RER U
Agua	0.825	kg	Water, completely softened, at plant/RER U
Energía	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
Emisiones	**Unidad Funcional**		
COV	0,011	kg	VOC, volatile organic compounds

Tabla 7.54 Procesos de intercambio para la tinta magenta en inkjet

Magenta ink, inkjet, at plant			
Material	**Unidad Funcional**		
Aglutinante	0,0258	kg	N-methyl-2-pyrrolidone, at plant/RER U
Aglutinante	0,1	kg	Acetamide-anillide-compounds, at regional storehouse/RER U
Pigmento magenta secreto	0.05	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Aglutinante	0,0562	kg	Triethylene glycol, at plant/RER U
Agua	0,775	kg	Water, completely softened, at plant/RER U
Energía	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
Emisiones	**Unidad Funcional**		
COV	0,043	kg	VOC, volatile organic compounds

Tabla 7.55 Procesos de intercambio para la tinta yellow en inkjet

Yellow ink, inkjet, at plant			
Material	**Unidad Funcional**		
Aglutinante	0,15315	kg	Propylene glycol, liquid, at plant/RER U
Pigmento amarillo secreto	0.05	kg	Carbon black, at plant/GLO U
Aglutinante	0,112	kg	Tetrachloroethylene, at regional storage/CH U
Aglutinante	0,0562	kg	Triethylene glycol, at plant/RER U
Agua	0,7	lg	Water, completely softened, at plant/RER U
Energía	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
Emisiones	**Unidad Funcional**		
COV	0,131	kg	VOC, volatile organic compounds

El sistema del producto donde se usará la tinta inkjet será:

- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

Al no disponer de datos reales del consumo de tinta en el proceso inkjet, se ha utilizado la información facilitada por el fabricante para diversas pruebas de impresión de periódicos efectuadas para varios perfiles de consumo en la máquina HP Webpress. Se ha elegido un perfil que proporciona un compromiso aceptable entre el consumo de tinta y calidad final.

En la Tabla 7.57 se muestra la unidad de consumo de tinta utilizada en el apartado 7.2.3 para la impresión inkjet, recogiendo los datos de transporte para los diferentes escenarios en función del origen de las tintas, ubicación de la planta de impresión y escenario de residuos.

Las tintas inkjet no utilizan hasta este momento contenedores retornables por lo que el residuo se trata como material contaminado.

El envase que contiene la tinta es de polietileno con una capacidad de 200 l y un peso de 9 kg.

Tabla 7.56 Procesos de intercambio para la unidad de tinta inkjet

Ink for inkjet printing, at printing plant			
Origen		1	1. Barcelona, 2. USA
Volumen envase habitual		200	kg
Peso envase habitual		9	kg
Número de envases por palet		1	Ud
Unidad Funcional			
0,62182	kg		Black ink, for digital printing. liquid
0,11168	kg		Cyan ink, for digital printing. liquid
0,17426	kg		Magenta ink, for digital printing. liquid
0,09223	kg		Yellow ink, for digital printing. liquid
0,04364	kg		Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER U
0,0823	tkm		Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
2,35	tkm		Transport, transoceanic freight ship/OCE U
Tratamiento de residuos			
0,04363	kg		Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration/CH U
0.00693	tkm		Transport, lorry 7.5-16t, EURO5
0,0981	tkm		Transport, transoceanic freight ship

7.3.8 Agente de adherencia

Para obtener una alta calidad de impresión se requiere un control preciso de la extensión y penetración de la tinta sobre el papel. La química de superficie y las propiedades físicas de papel no estucado pueden ser muy variables y producir resultados impredecibles. La impresión digital mediante inkjet suele presentar en los papeles no estucados que se utilizan para la impresión de prensa problemas de baja densidad óptica, colores diluidos y traspaso.

El modelo de rotativa digital mediante tecnología inkjet analizado, emplea un agente de adherencia que permite que la tinta que se utiliza en base agua no penetre en el papel y se consiga mayor definición y tonalidad en los textos y en las imágenes.

Las rotativas de prensas HP Inkjet Web ofrecen una calidad de impresión y durabilidad en los papeles no estucados por la utilización del agente de adherencia que se dispone en los puntos que van a recibir la tinta. Se aplica a través de unos cabezales dispuestos en barras de impresión. El agente de adherencia de HP reacciona químicamente con las tintas de pigmento HP para

inmovilizar rápidamente los pigmentos cerca de la superficie del papel controlando la propagación de tinta y su penetración (HP 2011a).

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo del agente de adherencia en el proceso de impresión es 1 kg del agente de adherencia. Se ha creado la unidad de proceso para este químico que se indica en la Tabla 7.57

La composición del agente de adherencia contiene información confidencial de HP y se ha modelado a partir de su ficha de seguridad (HP 2011b).

Tabla 7.57 Procesos de intercambio para la unidad de agente de adherencia en inkjet

Bonding agent, inkjet, at plant			
Origen	1	1. Barcelona, 2. USA	
Volumen envase habitual	200	kg	
Peso envase habitual	9	kg	Cuba Polietileno
Número de envases por palet	1	Ud	
Material	**Unidad Funcional**		
Aglutinante	0.1456	kg	Tetrachloroethylene, at regional storage/CH U
Agua	0.87	kg	Water, completely softened, at plant/RER U
Energía calor	0,35	kWh	Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U
Planta	4E-10	p	Chemical plant, organics/RER/I U
Transporte por tren	0,6	tkm	Transport, freight, rail/RER U
Transporte por carretera	0,1	tkm	Transport, lorry >16t, fleet average/RER U
Emisiones	**Unidad Funcional**		
COV	0,014	kg	VOC, volatile organic compounds

7.3.9 Cabezales de impresión

Los cabezales de impresión y el cabezal del agente de adherencia se disponen en dos filas en lo que se conoce como barras de impresión (Figura 7.36). Cada cabezal de impresión se puede reemplazar individualmente en caso necesario. Cada cabezal de impresión está formado por cinco cabezales de inyección térmica de silicio para producir una banda de impresión de 108 mm (4,25 pulgadas). A su vez cada cabezal de inyección está formado por 2.112 inyectores en dos columnas independientes, lo que proporciona una resolución de impresión de 1200 inyectores por pulgada (HP 2011a).

Figura 7.36 Cabezales de impresión de la rotativa digital T350 (HP 2011a)

Cada barra de impresión contiene un total de 14 cabezales por color, lo que hace un total de 70 cabezales incluyendo el que usa el agente de adherencia. El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

La unidad funcional elegida para relacionar el consumo de cabezales en el proceso de impresión digital es 1 unidad de cabezal. Se ha creado la unidad de proceso para este consumible que figura en la Tabla 7.58. El consumo de este componete se efectúa en 7.2.3

La composición del cabezal contiene información confidencial de HP y se ha modelado a partir de un inventario de Análisis de Ciclo de Vida facilitado por HP (Clément 2011).

Tabla 7.58 Procesos de intercambio para la unidad cabezal de impresión inkjet

Printinghead, inkjet, at plant			
Material			**Unidad Funcional**
Componentes cerámicos	0.1456	kg	Ceramic tiles, at regional storage/CH U
Plásticos	0.87	kg	Polyester resin, unsaturated, at plant/RER U
Componentes electrónicos	0,35	kWh	Printed wiring board, mixed mounted, unspec., solder mix

7.3.10 Cinta de limpieza de cabezales

Es una cinta enrollada contenida en un dispositivo "cassette" de plástico que se va desenrollando durante la limpieza de los cabezales.

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

La composición de la cinta contiene información confidencial de HP y se ha modelado a partir de un inventario de vida facilitado por HP (Clément 2011). El consumo de este componente se muestra en la Tabla 7.59 y se efectúa en 7.2.3

Tabla 7.59 Procesos de intercambio para la unidad cinta de limpieza de cabezales impresión inkjet

Web wipe cassette, inkjet, at plant			
Material			Unidad Funcional
Componentes cerámicos	0,3	kg	Polycarbonate, at plant/RER U

7.3.11 Agua

El consumo de agua se efectúa en las dos etapas del proceso de producción: preimpresión e impresión, y en las instalaciones generales de saneamiento, riego y contraincendios.

Se utiliza la unidad funcional que proporciona la base de datos Ecoinvent para el agua

- **Water, completely softened, at plant/RER U**

El uso considerado del agua en las diferentes etapas del proceso es el siguiente:

- En el proceso de preimpresión se consume agua en la producción de planchas en el equipo procesado de planchas tras la filmación y se desglosa en un consumo de agua por m^2 de

planchas filmadas, reposiciones diarias para mantener niveles y en las actividades de limpieza y llenado de depósitos.

El consumo varía dependiendo de la tecnología de procesado de planchas a utilizar así como en el tamaño de plancha en cada caso:

- Procesado con químicos reducidos. En la Tabla 7.60 se indica el desglose del consumo de agua por m^2 de planchas dando un total de 1,957 l/m^2

Tabla 7.60 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en l/m2

Etapa	l/m^2	Observaciones
Durante la producción	1,8018	40 l cada 22 m^2
Lavado en fregadero cada 3 semanas	0,0272	48,2 l cada 3 semanas
Llenado del depósito tras lavado	0,0180	32 l cada 3 semanas
Vaciado y llenado depósito revelador	0,1015	55 l/día
Reposición diaria	0,0085	5 l/día
	1,9569	

y en la Tabla 7.61 el consumo en función del tamaño de plancha a utilizar.

Tabla 7.61 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en kg/plancha

densidad kg/m^3	consumos l/m^2	0,836*0,593 kg/plancha	0,776*0,593 kg/plancha
1000	1,9569	0,9701	0,9005

Estos consumos se utilizaran en las unidades funcionales de filmación de planchas de 7.2.1

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**

- Procesado con libre de químicos. En la tabla 7.62 se indica el desglose del consumo de agua por m^2 de planchas dando un total de 1,5 l/m^2

Tabla 7.62 Consumo agua procesado y limpieza para libre de químicos en l/m2

Etapa	l/m2	Consumo por 1200 m^2
Llenado Depósito	0,0667	80
Lavado tanque	0,0167	20
Lavado tanque final	0,0167	20
Lavado rodillos	0,0417	50
Mezcla con goma	0,0083	10
	0,1500	

y en la Tabla 7.63 el consumo en función del tamaño de plancha a utilizar.

Tabla 7.63 Consumo agua procesado y limpieza para químicos reducidos en kg/plancha

densidad kg/m^3	consumos l/m^2	0,836*0,593 kg/plancha	0,776*0,593 kg/plancha
1000	0,1500	0,0743622	0,0690252

Estos consumos se utilizaran en la unidad funcional de filmación de planchas

- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

- En el proceso de impresión se consume agua en el equipo de tratamiento de agua para el agua de mojado y en los dispositivos de limpieza. En el resto de instalaciones se consume agua en las instalaciones generales de saneamiento, riego y contraincendios. Este consumo de agua se debe asignar a otra unidad que intervenga directamente en el proceso como puede ser los kilogramos de papel consumido. La información del consumo total de agua de la industria proviene de los datos de la declaración medioambiental de la empresa de los años 2009, 2010 y 2011.

  El cálculo del consumo del resto de instalaciones a aplicar en la impresión de prensa, se obtiene aplicando procedimientos de asignación en función del **consumo de papel** que se utiliza en las dos líneas de impresión que tiene la empresa: impresión de prensa e impresión comercial. Estos consumos se utilizarán en la unidad de impresión del apartado 7.2.3 y contendrá el consumo de agua que se utiliza en el resto de instalaciones y que se resumen en la Tabla 7.64, adoptando el ratio de 0,3 kg de agua por kg de papel prensa.

Tabla 7.64 Consumo de agua general en kg/kg de papel

	2010	2011	2012
Consumo total agua (m^3)	2471	1742	1964
Consumo agua preimpresión (m^3)	191,29	179,88	174,42
Consumo agua impresión prensa (m^3)	1228,3	820,6	978,5
Consumo agua impresión comercial (m^3)	1051,4	741,5	811,1
Consumo total planchas (m^2)	97.750	91.920	89.131
Consumo papel prensa (kg)	4.393.304	3.877.113	3.398.573
Consumo papel comercial (kg)	3.760.360	3.503.459	2.817.186
kg agua/ kg papel prensa	0,280	0,212	0,288

7.3.12 Transportes

El transporte interviene en casi todas las fases del proceso de impresión, desde la fabricación de materia y equipamiento, suministro a la planta de impresión y en las operaciones de final de vida y procesos intermedios. Por lo general se considera el transporte de la mercancía y el equipamiento desde la planta de fabricación hasta la planta de impresión incluido en la unidad de proceso de la materia prima. El transporte de las operaciones de final de vida también está por lo general incluído en las unidades de proceso de cada materia prima. Las principales unidades de transporte de Ecoinvent usadas son:

- **Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U**
- **Transport, transoceanic freight ship/OCE U**

Las distancias utilizadas en cada uno de los transportes se han parametrizados para poder aplicar los diferentes escenarios. En la Tabla 7.65 se recogen las distancias marítimas usadas y las variables usadas para los diferentes escenarios y en la Tabla 7.66 las distancias terrestres utilizadas.

Tabla 7.65 Distancias marítimas utilizadas entre Origen-Destino para los diferentes escenarios

Parámetro	Distancia (km)	Origen - Destino
d_m_SWE_ROT	928	Marítimo Suecia - Rotterdam
d_m_ROT_LPA	3234	Marítimo Rotterdam - Las Palmas
d_m_MON_ROT	6343	Marítimo. Montreal - Rotterdam
d_m_ROT_COR	1428	Marítimo Rotterdam - La Coruña
d_m_ANT_LPA	3243	Marítimo Antwerp, Belgium - Las Palmas
d_m_ANT_COR	1437	Marítimo Antwerp, Belgium - La Coruña
d_m_BCN_LPA	2248	Marítimo Barcelona - Las Palmas
d_m_VAL_LPA	2011	Marítimo Valencia - Las Palmas
d_m_CAD_LPA	1272	Marítimo Cádiz - Las Palmas

d_m_SHA_BCN	16370	Marítimo Shanghai, China (vía Canal de Suez) - Barcelona
d_m_SFC_BCN	15047,5	Marítimo. San Francisco - Barcelona a través del canal de Panamá
d_m_PI1	escenarios	Distancia Marítima Papelera Holmen - Madrid - Planta Impresión
d_m_PI2	escenarios	Distancia Marítima Papelera Hylte - Suecia - Planta Impresión
d_m_PI3	escenarios	Distancia Marítima Papelera Langerbrugge - Bélgica - Planta Impresión
d_mP_PI	escenarios	Distancia Marítima Papelera a Planta de Impresión
d_m_PT_P1	escenarios	Distancia Marítima a Planta Tratamiento Papel situada en Barcelona
d_m_PT_P2	escenarios	Distancia Marítima a Planta Tratamiento Papel situada en Canarias
d_m_PT_P3	escenarios	Distancia Marítima a Planta Tratamiento Papel situada en China
d_mPI_PT_Papel	escenarios	Distancia Marítima Planta de Impresión a Planta Tratamiento Papel
d_mDI_PT_Papel	escenarios	Distancia Marítima Distribución a P. Trat. Papel (Distri. en Canarias)

Tabla 7.66 Distancias terrestres utilizadas entre Origen-Destino para los diferentes escenarios

Parámetro	Distancia (km)	Origen - Destino
d_t_LPA_AGA	38,9	Terrestre Las Palmas - AGA
d_t_Hyl_SWE	149	Terrestre Papelera Hylte a Gothenburg, Sweden
d_t_Lan_ANT	60	Terrestre Papelera Langerbrugge a Antwerp, Belgium
d_t_QUE_MON	260	Distancia terrestre desde Quebec a Montreal
d_t_COR_MAD	592	Terrestre La Coruña - Madrid
d_t_BCN_MAD	620	Terrestre Barcelona - Madrid
d_t_MAD_CAD	654	Terrestre Madrid - Cádiz
d_t_AgfaBEL_ROT	120	Terrestre Agfa, Belgium Rotterdam
d_t_AgfaBEL_AgfaBCN	1410	Terrestre Agfa, Belgium - Agfa, Barcelona
d_t_MAN_BCN	1410	Terrestre MAN Roland -Alemania - Barcelona
d_t_AgfaBCN_BCN	48,2	Terrestre Agfa, Barcelona - Barcelona
d_t_FlintBCN_BCN	40	Terrestre Flint, Barcelona - Barcelona
d_t_NelaALE_BCN	1120	Terrestre Nela Alemania, Barcelona
d_t_BCN_PtrBCN	120	Terrestre Barcelona, Planta de Tratamiento de Residuos
d_t_AGA_PtrLPA	40	Terrestre Las Palmas, Planta de Tratamiento de Residuos
d_t_NAN_SHA	977	Terrestres Nanyang, Henan, China Shangai, China
d_t_HP_SFC	200	Terrestre HP, Puerto San Francisco USA
d_t_Hun_BCN	998	Terrestre Hunkeler, Wikon Suiza - Barcelona
d_t_PI1	escenarios	Distancia Terrestre Papelera Holmen - Madrid - Planta Impresión
d_t_PI2	escenarios	Distancia Terrestre Papelera Hylte - Suecia - Planta Impresión
d_t_PI3	escenarios	Distancia Terrestre Papelera Langerbrugge - Bélgica - Planta Impresión
d_t_PT_P1	escenarios	Distancia Terrestre a Planta Tratamiento Papel situada en Barcelona
d_t_PT_P2	escenarios	Distancia Terrestre a Planta Tratamiento Papel situada en Canarias
d_t_PT_P3	escenarios	Distancia Terrestre a Planta Tratamiento Papel situada en China

Para los escenarios de residuos se han creado unidades de transporte equivalentes:

- **Transport, lorry 7,5t-16t, waste EURO5/RER U**
- **Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE U**

Para el cálculo de las distancias marítimas se han emplado las herramientas que proporcionan las navieras para el seguimiento de los envíos[26]. También se pueden encontrar información de las emisiones de transporte de forma directa[27] .

En la base de datos Ecoinvent las unidades de transporte se clasifican según el año en:

--> 1993
EURO 1 (1994 - 1996)
EURO 2 (1997 - 2000)
EURO 3 (2001 - 2006)
EURO 4 (2007 - 2008)
EURO 5 (2009 -->)

[26] http://www.mscgva.ch/tracking/index.html ; http://www.searates.com/
[27] http://www.ecotransit.org ; http://lipasto.vtt.fi/indexe.htm

7.3.13 Electricidad

El mix eléctrico interviene en la mayor parte de las unidades de proceso de cualquier sistema. El mix eléctrico tiene en cuenta las diferentes tipos de combustibles y electricidad utilizada, la eficiencia de la conversión, la distribución del flujo de energía, las entradas y salidas asociadas a la generación y la utilización de ese flujo de energía. El mix eléctrico utiliza los porcentajes, para cada escenario, de los diversos orígenes de la energía eléctrica proporcionados por las unidades de proceso de Ecoinvent.

Para los datos primarios del sistema en estudio, el mix eléctrico se adapta a los diferentes escenarios donde se utiliza, en función de la situación actual de producción del mercado español. Se tiene en cuenta el mix eléctrico peninsular y los diversos escenarios del mix eléctrico insular en Gran Canaria a través de la información que proporciona Red Eléctrica siguiendo las unidades de proceso de Ecoinvent y del estudio "Life Cycle Inventories of Electricity Mixes and Grid" (Itten 2012). En esta investigación se han desarrollado las siguientes unidades de proceso:

- **Electricity, production mix ES 2011/ES U**
- **Electricity, production mix IC 2011/IC U**
- **Electricity, production mix GC 2011/IC U**
- **Electricity, production mix GC 00:10 2011/IC U**
- **Electricity, production mix AGA 00:10 2011/IC U**

Para los datos secundarios se mantiene las unidades del mix eléctrico que proporciona Ecoinvent. La utilización de las diferentes fuentes de producción de energía eléctrica da lugar a diferentes impactos ambientales en función de la tecnología utilizada y que se tendrá en cuenta en la adaptación de las unidades de proceso de Ecoinvent a la situación actual. El consumo de la energía eléctrica se efectúa en baja tensíon por lo que existen unidades intermedias que relacionan el mix eléctrico elegido con el transporte a alta tensión, media tensión y baja tensión que se muestran en las Tablas 7.67, 7.68 y 7.69.

- **Electricity, low voltage, production**
- **Electricity, medium voltage, production**
- **Electricity, high voltage, production**

Tabla 7.67 Procesos de intercambio para baja tensión

Electricity, low voltage, production , at grid		
1	Kwh	Electricity, low voltage, production, at grid
Material/Suministros		
1,1396	Kwh	Electricity, medium voltage, production, at grid
4,5893E-09	Kg	Sulphur hexafluoride, liquid, at plant/RER U
0,000000294	Km	Distribution network, electricity, low voltage/CH/I U
Emisiones al aire		
0,12563	MJ	Heat, waste
4,5893E-09	Kg	Sulfur hexafluoride
Emisiones al suelo		
0,37688	MJ	Heat, waste

Tabla 7.68 Proceos de intercambio para media tensión

Electricity, medium voltage, production, at grid		
1	Kwh	Electricity, medium voltage, production, at grid
Material/Suministros		
1,0135	kWh	Electricity, high voltage, production, at grid
7,825E-08	kg	Sulphur hexafluoride, liquid, at plant/RER U
3,24E-08	km	Transmission network, electricity, medium voltage/CH/I U
Emisiones al aire		
0,026672	MJ	Heat, waste
7,825E-08	kg	Sulfur hexafluoride
Emisiones al suelo		
0,021822	MJ	Heat, waste

Tabla 7.69 Proceos de intercambio para alta tensión

Electricity, high voltage, production, at grid		
1	kWh	Electricity, high voltage, production, at grid
Material/Suministros		
1,0115	kWh	Electricity, production mix
3,17E-10	km	Transmission network, long-distance/UCTE/I U
8,44E-09	km	Transmission network, electricity, high voltage/CH/I U
Emisiones al aire		
0,039341	MJ	Heat, waste
0,0000045	kg	Ozone
0,000005	kg	Dinitrogen monoxide
Emisiones al suelo		
0,0020706	MJ	Heat, waste

Mix eléctrico península

La base de datos Ecoinvent proporciona para España un mix eléctrico que no refleja la evolución hacia fuentes de energía renovables de los últimos años, por lo que se crea una nueva unidad funcional que tenga en cuenta la situación actual en la Tabla 7.69. En los últimos años ha disminuido el uso del carbón pasando de un 28,08% a un 12,08% e incrementándose las energías renovales como la eólica que pasa de un 5,82% a un 14,93% y la fotovoltaica que pasa de un 0,04% a un 2,31%, según se detalla en la Tabla 7.70.

Tabla 7.70 Mix eléctrico Ecoinvent frente a media 2009-2011 en España peninsular

Tipo Generación	Unidad Funcional	Ecoinvent	2009-2011
Carbón	Electricity, hard coal	24,36%	8,15%
	Electricity, lignite	3,72%	3,93%
Fuel/gas	Electricity, oil	8,45%	0,47%
	Electricity, industrial gas,	0,40%	
Ciclo combinado	Electricity, natural gas	19,60%	23,53%
Nuclear	Electricity, nuclear	22,83%	20,96%
Hidráulica	Electricity, hydropower	11,63%	13,08%
	Electricity, hydropower, pumped	1,07%	
Eolica	Electricity, at wind power plant	5,82%	14,93%
Resto régimen especial	Electricity, production mix photovoltaic	0,04%	2,31%
	Electricity, at cogen ORC 1400kWth,	1,51%	1,54%
	Electricity, at cogen with biogas engine	0,56%	11,09%

En la Figura 7.37 se muestra la proporción media de energía según el tipo de generación entre 2009 a 2011.

Figura 7.37 Mix eléctrico España peninsular 2009-2011

La unidad funcional que se empleará para el consumo de energía en España peninsular se detalla en la Tabla 7.71:

- **Electricity, production mix ES**

El cálculo de la unidad funcional para el mix eléctrico para España peninsular se efectúa teniendo en cuenta los balances eléctricos a 31 de diciembre de los años 2009, 2010 y 2011 proporcionados por Red Eléctrica[28] en sus informes del sistema eléctrico y series estadísticas.

Tabla 7.71 Procesos de intercambio para el mix eléctrico España Peninsular

Electricity, production mix ES		
1	**kWh**	**Electricity, production mix, ES**
0,08154	kWh	Electricity, hard coal, at power plant/ES U
0,03930	kWh	Electricity, lignite, at power plant/ES U
0,00474	kWh	Electricity, oil, at power plant/ES U
0,00021	kWh	Electricity, industrial gas, at power plant/ES U
0,23526	kWh	Electricity, natural gas, at power plant/ES U
0,20958	kWh	Electricity, nuclear, at power plant/UCTE U
0,11978	kWh	Electricity, hydropower, at power plant/ES U
0,01102	kWh	Electricity, hydropower, at pumped storage power plant/ES U
0,14933	kWh	Electricity, at wind power plant/RER U
0,02310	kWh	Electricity, production mix photovoltaic, at plant/ES U
0,01540	kWh	Electricity, at cogen ORC 1400kWth, wood, allocation exergy/CH U
0,11090	kWh	Electricity, at cogen with biogas engine, allocation exergy/CH U

Mix eléctrico Canarias – Gran Canaria

El mix de producción de energía eléctrica en Canarias difiere del sistema peninsular y también para cada una de las islas. En la Tabla 7.72 se observa el mix eléctrico de Canarias, la situación insular de Gran Canaria en media anual, los datos medios para la franja horaria de producción de prensa diaria a partir de las 00:10 y los de la empresa Artes Gráficas del Atlántico en esa misma franja horaria teniendo en cuenta el autoconsumo de sus aerogeneradores. Los datos según el tipo de generación se obtienen a partir de la información facilitada por Red Eléctrica

[28] www.ree.es

para el sistema eléctrico canario. En la última fila de la Tabla 7.72 se muestra los datos de kg CO_2/kWh correspondiente a la categoría de impacto Cambio Climático que se estudiará en el Capítulo 8. En la Figura 7.38 se muestra la demanda de energía eléctrica en Gran Canaria en Junio de 2013 con los diferentes orígenes de suministro a las 00:10.

Las unidades funcionales que se emplearán para el consumo de energía en las Islas Canarias son:

- **Electricity, production mix IC 2011/IC U**
- **Electricity, production mix GC 2011/IC U**
- **Electricity, production mix GC 00:10 2011/IC U**
- **Electricity, production mix AGA 00:10 2011/IC U**

Tabla 7.72 Mix eléctrico Canarias, Gran Canaria, Gran Canaria 00:10 y AGA 00:10

Tipo Generación	Unidad Funcional	Canarias 2011	Gran Canaria 2011	Gran Canaria 2011 00:10	AGA 2011 00:10
Ciclo Combinado	Electricity, light fuel oil, at power plant 2011	**31%**	39%	42%	14%
Turbina de Vapor	Electricity, heavy fuel oil, at power plant 2011	30%	44%	42%	14%
Motor Diésel	Electricity, diesel, at motor 2011/IC U	25%	8%	7%	2%
Turbina de Gas	Electricity, light fuel oil, at turbine 2011/IC U	8%	1%	0	0%
Eólica	Electricity, at wind power plant/RER U	4%	6%	9%	69%
Solar fotovoltaica	Electricity, production mix photovoltaic	2%	2%	0	0
	kg CO_2 / kWh	0,824571	0,797189	0,777481	0,271558

Figura 7.38 Demanda de energía eléctrica en tiempo real en Gran Canaria[29]

En Gran Canaria hay dos centrales térmicas que utilizan como combustible el Gasoleo y Fuel Oil. Aproximadamente el 93% de la energía proviene de la combustión en las centrales térmicas y el 7% de las renovables. El Fuel Oil se utiliza principalmente en los grupos de vapor y en los grupos diésel. El Gasóleo se utiliza en los Grupos Combinados y en la turbina de Gas.

[29] http://www.ree.es/seie/canarias/curvas_demanda.asp

La Central Térmica del Barranco de Tirajana está ubicada en una parcela de 500.000 m^2 y tiene como actividad principal la generación de energía eléctrica de origen térmico a partir de combustibles líquidos fuel y gasóleo (Endesa 2012). La Central de Ciclo Combinado transforma la energía térmica del combustible en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos: el correspondiente a una turbina de gas (ciclo Brayton) y el convencional de agua/turbina vapor (ciclo Rankine).

En la Tabla 7.73 se detalla la potencia de generación térmica instalada en el año 2011 en Gran Canaria, con el combustible que utiliza y el régimen donde se utiliza.

Tabla 7.73 Potencia parque generador térmico en Gran Canaria

Central	Tecnología	Nº Grupos	Potencia Unitaria (MW)	Potencia total (MW)	Combustible actual	Uso
Jinámar	Turbina Vapor	2	60	120	Fuel Oil	Régimen Base
	Turbina Vapor	2	40	80	Fuel Oil	Régimen Base
	Turbina Vapor	2	33,15	66,3	Fuel Oil	Régimen Base
	Motor Diésel	2	24	48	Fuel Oil	Punta y emergencia
	Motor Diésel	3	12	36	Fuel Oil	Punta y emergencia
	Turbina Gas	2	37,5	75	Gasóleo	Punta y emergencia
Barranco de Tirajana	Turbina Gas	1	23,45	23,45	Gasóleo	Punta y emergencia
	Turbina Vapor	2	80	160	Fuel Oil	Régimen Base
	Turbina Gas	2	37	74	Gasóleo	Punta y emergencia
	Ciclo Combinado	2	210	420		
	- Turbina de Gas	2	70	280	Gasóleo	Régimen Base
	- Turbina de Vapor	1	70	140		
GRAN CANARIA				1102,75		

En la Tabla 7.74 se indica el impacto ambiental en la categoría de Cambio Climático considerado para cada tipo de generación según los datos proporcionados por REE.

Tabla 7.74 Impacto ambiental en la categoría de cambio climático por tipo de generación en Gran Canaria

Tipo Generación	kg CO_2 / kWh
Ciclo Combinado	0,757580
Turbina de Vapor	0,970963
Motor Diésel	0,732223
Turbina de Gas	1,423853
Eólica	0,011240
Solar fotovoltaica	0,050942

A partir del balance de energía producida en la planta de autoconsumo de Artes Gráficas del Atlántico que es del 68,67% consumida del parque eólico frente al 31,33% consumida de la red por la compra de energía, se calcula el porcentaje por tipo de generación a utilizar. Al no disponer de un periodo anual, se ha considerado los datos de referencia de los seis meses que abarcan desde marzo a agosto. En las Figuras 7.39, 7.40 y 7.41 se detallan los mix eléctricos de Gran Canaria, Gran Canaria a las 00:10 y AGA a las 00:10.

Figura 7.39 Mix eléctrico Gran Canaria 2011

Figura 7.40 Mix eléctrico Gran Canaria 2011 a las 00:10

Figura 7.41 Mix eléctrico AGA 2011 a las 00:10

En la Tabla 7.75 se resume la proporción de las unidades de proceso que se utilizan para cada uno de los escenarios.

Tabla 7.75 Proporción de unidades de proceso para los escenarios del mix eléctrico

Unidad de Proceso	Ecoinvent España	Peninsula	Canarias	Gran Canaria	Gran Canaria 00:10	AGA 00:10
Electricity, hard coal, at power plant	0,244	0,082				
Eectricity, hard coal, at power plant	0,037	0,039				
Electricity, oil, at power plant	0,084	0,005				
Electricity, natural gas, at power plant	0,196	0,235				
Electricity, industrial gas, at power plant	0,004	0,0002				
Electricity, hydropower, at power plant	0,116	0,120				
Electricity, hydropower, at pumped storage	0,011	0,011				
Electricity, nuclear, at power plant	0,228	0,210				
Electricity, production mix photovoltaic, at plant	0,0004	0,023	0,020	0,020		
Electricity, at wind power plant	0,058	0,149	0,040	0,060	0,090	0,691
Electricity, at cogen ORC 1400kWth, wood,	0,015	0,015				
Electricity, at cogen with biogas engine	0,006	0,111				
Electricity, light fuel oil, at power plant 2011/IC			0,310	0,390	0,417	0,142
Electricity, heavy fuel oil, at power plant 2011/IC			0,300	0,440	0,422	0,143
Electricity, diesel, at motor 2011/IC			0,250	0,080	0,070	0,024
Electricity, light fuel oil, at turbine 2011/IC			0,080	0,010		

Consumos de electricidad en preimpresión

El consumo de electricidad que se utiliza en las diferentes fases del proceso de preimpresión se calcula mediante un proceso de asignación, separando los consumos de preimpresión y los de impresión, incluyendo en esta última los consumos generales de la industria.

El consumo eléctrico en la fase de preimpresión tiene en cuenta los consumos eléctricos de:

- Los equipos de filmación, procesado y doblado de planchas. En función de la velocidad de filmación de las planchas y del número de planchas, se calcula el tiempo de funcionamiento a plena potencia y en espera a partir de los datos proporcionados por el fabricante.
- El proceso de preimpresión utiliza sistemas informáticos con servidores, líneas de transmisión de datos, ordenadores, etc. Dependiendo del número de horas de funcionamiento de cada equipo y de la potencia del mismo se obtiene el consumo normal y en espera.
- El consumo del alumbrado se calcula en función de potencia instalada y del número de horas de funcionamiento
- La enfriadora de aire acondicionado que se utiliza para mantener a una temperatura en torno a los 18 los servidores y equipos de preimpresión consume en función de la potencia instalada y de las horas de funcionamiento.

Los equipos de preimpresión se utilizan para la filmación de diferentes tamaños de plancha por lo que en función de los m^2 de planchas de prensa consumida en relación con el total, se calcula el consumo eléctrico total asignado a preimpresión para la filmación de planchas de prensa. En la Tabla 7.76 se indica el consumo eléctrico en la fase de preimpresión en la planta de impresión de AGA.

Tabla 7.76 Consumo eléctrico anual en preimpresión (kWh)

	2010	2011	2012
Servidores	53.671	53.409	54.083
Dispositivos	110.192	109.654	111.038
Total	163.863	163.063	165.122

El consumo eléctrico de preimpresión se utiliza en las unidades funcionales de filmación de planchas del apartado 7.2.1.

- **Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

El consumo de los dispositivos se relaciona con los m^2 de planchas filmadas según se indica en la Tabla 7.77

Tabla 7.77 Consumo eléctrico anual en preimpresión (kWh/m^2 plancha)

Tamaño	2010	2011	2012	kWh/m^2 plancha
836x593 mm	0,599	0,636	0,659	0,66
776x593 mm	0,556	0,590	0,611	0,62

El consumo de los servidores y equipos de tratamientos de datos por metro cuadrado de plancha en los últimos tres años se indica en la Tabla 7.78. La unidad funcional de filmación de planchas, calcula el consumo eléctrico de los servidores y equipos de tratamientos de datos a partir del número de equipos, su potencia y las horas de funcionamiento como se muestra en la Tabla 7.79, utilizando un consumo medio de 0,63 kWh/m^2 plancha. El consumo eléctrico en todos las unidades de preimpresión se ha parametrizado para los diferentes escenarios de producción de energía eléctrica.

Tabla 7.78 Consumo eléctrico anual de equipos de tratamiento de datos en Preimpresión (kWh/m^2 plancha)

2010	2011	2012
0,589	0,625	0,647

Tabla 7.79 Consumo eléctrico de equipos de tratamiento de datos en proceso de preimpresión (kWh/m^2 plancha)

Unidad Funcional en Plate Imaging	horas	kWh	kWh/m^2 plancha
Use, network access devices/IC U	0,0156	0,00756	0,00024
Use, IP network/IC U	0,0156	0,0882	0,0028
Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode	0,249	0,65	0,326
Use, computer, desktop with LCD monitor, sleep/standby mode	0,498	0,3	0,301
			0,63

Consumos de electricidad en impresión y acabado

El consumo de electricidad en la fase de impresión y acabado se relaciona con los kg de papel utilizado en la unidad funcional de impresión y acabado offset-coldset (7.2.2). Se obtiene a partir de la distribución de los datos de consumo eléctrico desglosado de la planta de impresión en

función de las fases del proceso: preimpresión, impresión prensa, impresión comercial, alumbrado y procesos comunes. Al no tener dispositivos de medida en cada línea se efectúa la asignación teniendo en cuenta las horas de funcionamiento y la potencia de los equipos tanto en espera como en plena producción.

La distribución del consumo de energía eléctrica total que la industria ha tenido en los últimos tres años se indica para cada fase del proceso en la Tabla 7.80

Tabla 7.80 Distribución del consumo eléctrico de la planta de impresión

	2010	2011	2012
Servidores datos	3,1%	3,3%	3,1%
Preimpresión	6,4%	6,8%	6,4%
Maquinaria Impresión	54,6%	53,0%	55,3%
Maquinaria Cierre	8,4%	8,1%	7,6%
Alumbrado	4,3%	4,6%	4,3%
Generales	23,3%	24,3%	23,2%

El consumo eléctrico en la fase de impresión y acabado se utiliza en la unidad funcional de impresión y acabado del apartado 7.2.2 y 7.2.3

- **Newspaper, offset printing, operation, kg per unit**
- **Newspaper, inkjet printing, operation, kg per unit**

El consumo eléctrico por unidad de periódico impreso con la tecnología offset-coldset, se calcula a partir del consumo anual de la línea de prensa en la fase de impresión dividido por el consumo de kg de papel prensa como se indica en la Tabla 7.81, eligiendo el valor de 0,45 kWh/kg de papel. Para conocer el consumo por unidad de periódico se multiplica por el peso bruto de un periódico que se calcula en función del formato del periódico, gramaje, desperdicio de arranque y número de ejemplares totales impresos, variando para los diferentes escenarios de cálculo utilizados.

Tabla 7.81 Consumo eléctrico en la fase de impresión por kg de papel prensa impreso

	2010	2011	2012
kWh/año en impresión coldset	1.570.866	1.457.321	1.558.100
kg/año consumo papel prensa	4.393.304	3.877.113	3.398.573
kWh/kg de periódico	0,358	0,376	0,458

El consumo de electricidad por unidad de periódico impreso con la tecnología inkjet, se obtiene a partir de la información de las especificaciones de los equipamientos de impresión y acabado teniendo en cuenta los dispositivos de secado y la velocidad de impresión de la banda de papel. La potencia instalada para la impresión digital es de 192 kw funcionando durante 6 horas/día. El consumo anual de energía previsto en impresión digital es de 417.024 kWh que se utiliza en 660.000 kg/año de papel prensa. El ratio de conumo de energía por kg de papel que se obtiene es de 0,63 kWh/kg de papel.

Se utiliza una unidad funcional para el consumo eléctrico que se parametriza para los diferentes escenarios de uso y ubicación de la planta de impresión.

7.4 Análisis de los datos de entrada. Bienes de Capital: infraestructura y equipamiento

La mayoría de los estudios de Análisis de Ciclo de Vida no tienen en cuenta el impacto que proporciona la producción de los bienes de capital necesarios para la producción de un bien o la obtención de un servicio. Sin embargo, las normas ISO para el Análisis del Ciclo de Vida (ISO 2006a, ISO 2006b) consideran los bienes de capital como parte integrante del sistema del producto. En la mayor parte de los casos no se tienen en cuenta ya que surgen dudas sobre su importancia a la hora de incluirlo frente al resto de los impactos y sobre todo por la dificultad de obtener información fiable para su utilización (Frischknecht 2007). En esta investigación se tendrá en cuenta los bienes de capital que intervienen directamente en la producción de un periódico impreso y que están relacionados con:

- Infraestructura necesaria: edificio de la planta de impresión y servicios generales.
- Equipamiento necesario para la impresión: dispositivos utilizados en la preimpresión, impresión y acabado para las dos tecnologías en estudio.

En este trabajo de investigación se analizará posteriormente el efecto que produce el considerar los bienes de capital al efectuar una comparativa con otros sistemas en los que su influencia se prevee importante como son los dispositivos digitales.

7.4.1 Infraestructura

Los edificios y servicios generales que forman parte de la infraestructura acogen la actividad de producción necesaria para obtener un producto o para dar un servicio. Al igual que el equipamiento tienen, por lo general, una vida superior a un año y tampoco se destinan directamente al consumo.

Sin embargo, en la unidad de producción o uso se puede tener en cuenta el impacto que proporciona dedicando la parte proporcional necesaria para la obtención del bien o servicio en función de la vida útil que se considere para el bien. El consumo que se considera de estos bienes es el uso final que recibe la actividad y su incorporación en los productos. La vida útil es el período entre el momento de la producción y el momento de iniciar el tratamiento de residuos del bien.

Las unidades de proceso creadas para los datos de infraestructura normalmente incluyen el mantenimiento durante su vida, la ocupación y transformación del suelo, y su desmantelamiento y el tratamiento de los residuos.

Los datos de infraestructuras no se consideran como unidad de masa sino en función de su capacidad o de la parte proporcional de la vida útil que son necesarios.

En la Tabla 7.82 se detallan los procesos de intercambio que se utilizan en la unidad funcional del edificio de la planta de impresión. La unidad se ha calculado para una superficie de 24.000 m^2. En el caso de la impresión offset, la superficie necesaria es de 4.000 m^2 con una vida útil de 30 años para el edificio. En el caso de la impresión digital, la superficie necesaria es de 2.000 m^2 con una vida útil de 30 años para el edificio. La unidad funcional del edificio de la planta de

impresión se utiliza en las unidades de impresión de la Tabla 7.12 para la impresión offset y de la Tabla 7.15 para la impresión inkjet.

- **Newspaper, offset printing, operation, kg per kg printed**
- **Newspaper, inkjet printing, operation, kg per kg printed**

El consumo de la unidad funcional de la planta de impresión se obtiene a partir de los kilogramos de papel que se consumen anualmente, la superficie que ocupa la planta y la vida útil estimada.

Para la tecnología offset los datos de consumo son: 1/(3.400.000x30x24/4) = 1,63399E-09 p
Para la tecnología inkjet, los datos de conumo son: 1/(660.000x30x24/2) = 4,209E-09 p

Tabla 7.82 Procesos de intercambio para la infraestructura de la planta de impresión

Printing plant, infrastructure			
Origen:	1. Madrid, 2. AGA		
Superficie:	24000	m2	
Recursos	**Unidad Funcional**		
Ocupación, construcción sitio	24000	m2a	Occupation, construction site
Ocupación, construcción zona industrial	600000	m2a	Occupation, industrial area, built up
Ocupación, vegetación zona industrial	60000	m2a	Occupation, industrial area, vegetation
Transformación	13200	m2	Transformation, from unknown
Transformación, construcción zona industrial	12000	m2	Transformation, industrial area, built up
Transformación, vegetación zona industrial	1200	m2	Transformation, industrial area, vegetation
Materiales	**Unidad Funcional**		
Edificio, hall, estructura de acero	9600	m2	Building, hall, steel construction/CH/I U
Electrónica para las unidades de control	6250	kg	Electronics for control units/RER U
Acero inoxidable	438000	kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER U
Aceros de baja aleación	156000	kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER U
Polietileno, HDPE, granulado	25000	kg	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant
Residuos	**Unidad Funcional**		
Hormigón	6250	kg	Disposal, to inert material landfill
Polietileno	25000	kg	Disposal, polyethylene, to municipal incin.

Dentro de la infraestructura se puede considerar otros equipamientos y bienes de capital que se usan en diferentes partes del proceso como: equipos de procesamiento de datos, unidades enfiradoras para el aire acondicionado, iluminación, aire acondicionado, instalación contraincendios, elementos de transporte interno, etc.

Equipos de procesamiento de datos

En diversas etapas del ciclo de vida en el proceso de impresión se utilizan equipos para el procesamiento de datos utilizándose principalmente en las actividades indicadas en la Tabla 7.83.

Tabla 7.83 Equipos de procesamiento de datos en la planta de impresión

Etapa del Ciclo de Vida	Equipo	Función
Preimpresión	Red de datos	Entre los dispositivos de procesamiento de datos
	Router	Comunicación red datos e internet
	Ordenadores	Recepción de información y visualización del software
	Servidores	Almacenamiento de datos y ejecución de programas de imposición y tratamiento de imágenes
	RIP's (Raster Imagen Processor)	A partir del fichero con la imagen se genera una trama de bit's para color que se utiliza en los equipos de filmación de planchas.
Impresión	Ordenadores	Control del equipo de impresión
	Servidores	Almacenamiento de datos y ejecución de programas de control del equipo de impresión
Acabado	Ordenadores	Control del equipo de cierre
	Servidores	Almacenamiento de datos y ejecución de programas de control del equipo de cierre

Los equipos de procesamiento de datos utilizan las siguientes unidades funcionales adaptadas a los escenarios de Mix eléctrico a considerar.

- **Use, IP network/IC U**
- **Use, network access devices/IC U**
- **Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode/IC U**
- **Use, computer, desktop with LCD monitor, standby mode/IC U**

Enfriadora

El aire acondicionado necesario para el proceso de preimpresión y el agua fría de la rotativa utiliza una enfriadora con la siguiente unidad funcional de Ecoinvent

- **Absorption chiller 100kW, CH/I U**

El uso de la unidad en preimpresión se relaciona con la vida útil y con el consumo de planchas en preimpresión mostrándos en la Tablas 7.6, 7.7 y 7.8. El uso en el proceso de impresión coldset de la Tabla 7.12 se relaciona con los kilogramos anuales de papel y la vida útil estimada en 15 años: 1/(3.400.000x15) = 1,96078E-08p

Alumbrado

El alumbrado se incluye en el proceso de preimpresión teniendo en cuenta la potencia instalada, las horas de funcionamiento y el número de planchas anuale. El consumo por plancha que se utilizará en la unidad funcional de filmación de planchas de las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8 será 0,06354724 kWh/plancha. El alumbrado en impresión y acabado se considera dentro del consumo del proceso de intercambio para la unidad de operación de impresión coldset en la Tabla 7.12 y para la unidad de operación de impresión inkjet en la Tabla 7.15.

Elementos de transporte interno

Se considera el combustible necesario en los procesos de intercambio para la unidad de operación de impresión coldset en la Tabla 7.12 y para la unidad de operación de impresión inkjet en la Tabla 7.15.

7.4.2 Equipamiento de preimpresión

En el proceso de preimpresión del apartado 7.2.1 se indicó el equipamiento a considerar en el proceso de intercambio para la unidad de plancha filmada de las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8.

- **Platesetters, for offset plate, infrastructure**
- **Processor, chemistry reduced, for offset plate, infrastructure**
- **Processor, chemical free, for offset plate, infrastructure**
- **Bending and punching device, for offset plate, infrastructure**

Equipos de filmación de planchas

El proceso de preimpresión se inicia con la filmación de las planchas de fotopolímeros en los dispositivos conocidos como CTP (Computer to plate). El equipo de filmación de planchas considerado es el modelo de Agfa Polaris XCV-S de láser violeta que permite trabajar con diferentes formatos de planchas y almacenar en cada una de sus tres bandejas hasta 250 planchas panorámicas.

La productividad del equipo es de 98 planchas/hora a una resolución de 1270 dpi[30] habitual en prensa. El equipo tiene un peso de 1.980 kg (AGFA 2004, AGFA 2007b). Las principales partes que lo componen se indican a continuación y en la Figura 7.42.

1. Módulo de exploración láser
2. Caja de componentes electrónicos
3. Descargador
4. Sistema de calibración
5. Cargador de planchas
6. Mesa
7. Cinta transportadora
8. Extractor de hojas protectoras
9. Cassette
10. Contenedor de papel
11. Estabilizadores de aire comprimido
12. Conexión con procesadora de planchas en línea

Figura 7.42 Equipo de filmación de planchas Polaris XCV-S

La unidad funcional elegida para relacionar el uso del equipo de filmación de planchas con el consumo de las planchas de aluminio es 1 ud de equipo de filmación. Se ha creado la unidad de proceso para este equipo en la Tabla 7.81 que contienen los datos de materiales que figuran en el manual de servicio del equipo (Agfa 2007a).

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

El consumo de electricidad por el funcionamiento del equipo, el aire comprimido así como el calor generado, se considera en la unidad funcional de filmación de planchas de las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8.

Para tener en cuenta la parte del equipo asociado al proceso de filmación y procesado de planchas que se tiene considerar en la unidad de filmación, hay que tener en cuenta la vida del equipo y el número de planchas que se estima filmar y procesar.

A partir de la información de la planta de impresión de este estudio (AGA 2011, AGA 2012) y las horas medias de funcionamiento de cada equipo de filmación, que se obtienen a partir de la

[30] dpi: dots per inch (puntos por pulgada)

cantidad de planchas filmadas anuales y de la velocidad de filmación (Tablas 7.84 y 7.85) se calcula el número de planchas a filmar y procesar.

Los equipos de filmación de planchas y procesado de planchas tienen una vida entre 5-8 años ya que quedan obsoletos por los nuevos equipos con innovaciones tecnológicas y porque el fabricante y sus proveedores dejan de dar soporte de piezas de repuesto.

Para calcular la repercusión de los bienes de equipo en el proceso de filmación de planchas se considerará la cantidad de metros cuadrados que se filman cada año. En el año 2010 se filmaron 97.750 m^2 y en el año 2011 92.257 m^2

Tabla 7.84 Planchas filmadas en 2010 y 2011

Año	Metros cuadrados	Planchas tamaño 0,836x0,593	Nº horas
2010	97.750 m^2	197.178	2465
2011	92.258 m^2	186.098	2326

Teniendo en cuenta que son tres las líneas de filmación y procesado, tomando 2.500 horas de funcionamiento, el resto del tiempo estaría en espera (362*24-2500/3)=396 horas.

Tabla 7.85 Consumos de suministros en dispositivos de filmación

	Horas	Consumo eléctrico (Kwh)	Disipación Calor (MJ)	Aire Comprimido (m^3)
Horas espera	7855	6284	7854	23564
Horas funcionamiento	833	1667	3516	25000
TOTAL	8688	7950	11371	48564
Total/plancha		0,12816	0,183	0,783

En el estudio se consideró 7 años de vida útil y 15.600 m^2 de planchas filmadas por filmadora

Considerando los datos del año 2011 por ser más desfavorable en la repercusión de los bienes de equipo y teniendo en cuenta que la empresa dispone de 3 líneas de procesado y filmado, se consideran que se procesan 30.750 m^2 de planchas por cada procesadora

Tabla 7.86 Procesos de intercambio de infraestructura de la filmadora de planchas

Platesetters, for offset plate, infrastructure			
Modelo:		Polaris XCV	
Origen		Bélgica	
Función:		Filmadora de planchas	
Velocidad		80	planchas/hora
Consumo eléctrico normal		2000	w
	máximo	2500	w
	espera	800	w
	desactivado	200	w
Consumo aire normal		500	l/s
	espera	50	l/s
Disipación calor normal		4220	kJ/h
	espera	1000	KJ/h
Peso real total		1975	kg

Material			**Unidad Funcional**		
Aluminio	325	kg	325	kg	Aluminium, production mix, at plant
Acero	1653	kg	1653	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Acero inoxidable	6	kg	6	kg	Steel, electric, chromium steel 18/8, at plant
Latón	4	kg	4	kg	Brass, at plant
Materiales sintéticos	10	kg	10	kg	Polyvinylchloride, at regional storage
Motores y bombas	78	kg	78	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Ventiladores	4	kg	4	kg	Fan, at plant
Componentes electrónicos	65	kg	65	kg	Printed wiring board, mixed mounted

Caucho	2	kg	2	kg	Synthetic rubber, at plant/RER U
Batería Litio	1	kg	1	kg	Printed wiring board, mixed mounted
Láser	4,5	kg	5	kg	Printed wiring board, mixed mounted
Instrumentos ópticos	10	kg	10	kg	Printed wiring board, mixed mounted
Madera embalaje	290	kg	580	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried
Cartón	1	kg	1	kg	Corrugated board, recycling fibre, double wall
Plástico	2	kg	2	kg	Polyethylene, LDPE, granulate
Transporte carretera fábrica a usuario	159	km	361	tkm	Transport, lorry >32t, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario	3234	km	7353	tkm	Transoceanic freight ship
Residuos			**Unidad Funcional**		
Alumninio	325	Kg	325	kg	Recycling aluminium
Hierro, acero	1663	Kg	1663	kg	Recycling steel and iron
Componetes electrónicos	81	Kg	81	kg	Disposal, electronics for control units
Plásticos	12	Kg	12	kg	Recycling mixed plastics
Caucho	2	Kg	2	kg	Recycling rubber and leather
Cartón	1	Kg	1	kg	Recycling cardboard
Madera	290	kg	290	kg	Recycling wood

Teniendo en cuenta que la plancha de 0,836x0,593 m^2 tiene una superficie de 0,495748 m^2, en un año se procesarían 62.028 planchas de esa medida.

Considerando un consumo anual de planchas por unidad de filmación de 62.000 planchas y una vida útil del equipamiento de 8 años, el consumo de la unidad funcional de la filmadora de planchas de la Tabla 7.86 a utilizar en las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8 de planchas filmadas será: 1/62000/8=0,000002016p.

Equipos de procesado de planchas

La plancha filmada tiene que ser procesada en un equipo de revelado que permite eliminar la emulsión de las zonas de no impresión y endurecer las zonas de impresión. Se consideran dos equipos de filmación de planchas que se utiliza para las dos tecnologías en estudio: químicos reducidos y libre de químicos.

La procesadora VXP-85 (AGFA 2007c) se utiliza para la fijación de la imagen en las planchas de químicos reducidos (reduced chemestry) y es compatibles con las planchas del modelo N91v de Agfa. Utiliza el líquido revelador PL10, el regenerador PL10-RI y la solución de acabado Unifin. La combinación de todas estas materias primas junto con la plancha y el equipo de filmación de revelado dará lugar a las unidades de proceso de filmación y revelado de planchas descritos en las Tablas 7.6 y 7.7 para dos tamaños de planchas del apartado 7.2.1

El equipo de procesado VXP-85 contiene las secciones principales que se indican a continuación relacionadas con la Figura 7.43

1. Precalentamiento. Se endurece la emulsión de la plancha filmada mediante calentadores de aire caliente.
2. Prelavado. Se lava y cepilla para quitar el recubrimiento de la placa.
3. Revelador. Se efectúa el revelado de la placa y la extracción de la emulsión no expuesta con rodillos de escobilla.
4. Lavado y extracción de los productos químicos del revelador de la placa revelada.
5. Engomado/acabado mediante la aplicación de una fina capa de goma sobre la placa revelada y lavada para protegerla de la oxidación, suciedad, huellas digitales, etc.
6. Secado de la plancha para permitir la manipulación inmediata de la misma

Figura 7.43 Equipo de procesados de planchas de químicos reducidos VXP-85

La procesadora VXCF85 (AGFA 2010i) se utiliza para la tecnología más reciente de filmación de planchas, las planchas sin químicos (free chemestry) compatibles con el modelo N92VCF de Agfa. La procesadora VXCF85 (Figura 7.44) utiliza únicamente la solución de acabado Unifin, por lo que el impacto ambiental del procesado de planchas se reduce notablemente. La combinación de la solución de acabado Unifin junto con la plancha y el equipo de filmación de revelado correspondiente, dará lugar a una unidad de proceso de filmación y revelado de planchas sin químicos descrito en la Tabla 7.8 del apartado 7.2.1.

Figura 7.44 Equipo de procesados de planchas sin químicos VXCF-85

La unidad funcional elegida para relacionar el uso del equipo de procesado de planchas con el consumo de las planchas de aluminio es 1 unidad de equipo de procesado. Se han creado dos unidades de proceso para estos dos equipos que figuran las Tablas 7.86 y 7.87

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

La repercusión de los bienes de equipo de procesado de planchas se considerará igual que los equipos de filmación a los que están unidos en línea, según lo descrito en el apartado 7.4.2.1 al estar conectados en línea.

Considerando un consumo anual de planchas por unidad de filmación de 62.000 planchas y una vida útil del equipamiento de 8 años, el consumo de la unidad funcional de la procesadora de

planchas de la Tablas 7.88 y 7.89 a utilizar en las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8 de planchas filmadas será: 1/62000/8=0,000002016p.

Tabla 7.87 Consumos de suministros en dispositivos de procesado de planchas

	Horas	Consumo eléctrico (Kwh)	Disipación Calor (MJ)
Horas de Espera	7855	3927	14178
Horas de Funcionamiento	833	7500	26992
TOTAL	8688	11427	41169
Total/plancha		0,18421	0,664

Los datos de consumo de electricidad, aire comprimido y calor de la Tabla 7.87 se tendrán en cuenta para el procesado de planchas en la unidad funcional de filmación de planchas de las Tablas 7.6, 7.7 para las planchas de químicos reducidos y en la Tabla 7.8 para las planchas sin químicos.

Tabla 7.88 Procesos de intercambio de infraestructura para la procesadora de planchas de químicos reducidos

Processor, reduced chemistry, for offset plate, infrastructure

Modelo:		VXP85	
Origen		Bélgica	
Función:		Procesadora de planchas	
Velocidad		80	planchas/hora
Consumo eléctrico normal		9000	w
	máximo	10400	w
	espera	500	w
Consumo aire normal		0	l/m
Disipación calor normal		32390	kJ/h
	espera	1805	KJh
Peso real total		465	kg

Material			**Unidad Funcional**		
Aluminio	88	kg	88	kg	Aluminium, production mix, at plant
Acero	179	kg	179	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Acero inoxidable	30	kg	30	kg	Steel, electric, chromium steel 18/8, at plant
Latón	1	kg	1	kg	Brass, at plant
Materiales sintéticos	90	kg	90	kg	Polyvinylchloride, at regional storage
Motores y bombas	42	kg	42	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Cobre	7	kg	7	kg	Copper, at regional storage
Caucho	53	kg	53	kg	Synthetic rubber, at plant
Transformadores	11	kg	11	kg	Transformer, low voltage use, at plant
Ventiladores	7	kg	7	kg	Fan, at plant
Componentes electrónicos	4	kg	4	kg	Printed wiring board, mixed mounted
Madera embalaje	290	kg	580	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried
Cartón	0,5	kg	0,5	kg	Corrugated board, recycling fibre
Plástico	15,5	kg	15,5	kg	Polyethylene, LDPE, granulate
Transporte carretera fábrica a usuario	159	km	122	tkm	Transport, lorry >32t, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario	3234	km	2474	tkm	Transoceanic freight ship
Residuos			**Unidad Funcional**		
Aluminio	88	kg	88	kg	Recycling aluminium
Hierro, acero	199	kg	199	kg	Recycling steel and iron
Componetes electrónicos	15	kg	15	kg	Disposal, electronics for control units
Plásticos	92	kg	92	kg	Recycling mixed plastics
Cartón	0,5	kg	0,5	kg	Recycling cardboard
Madera	290	kg	290	kg	Recycling wood

Tabla 7.89 Procesos de intercambio de infraestructura para la procesadora de planchas sin químicos

Processor, chemical free, for offset plate, infrastructure			
Modelo:		VCF85	
Origen		Bélgica	
Función:		Procesadora de planchas libre de químicos	
Velocidad		80	planchas/hora
Consumo eléctrico normal		9000	w
	máximo	10000	w
	espera	500	w
Consumo aire normal		0	l/m
Disipación calor normal		29151	kJ/h
	espera	1805	KJh
Peso real total		230	kg

Material			Unidad Funcional		
Aluminio	40	kg	40	kg	Aluminium, production mix, at plant
Acero	146	kg	146	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Acero inoxidable	16	kg	16	kg	Steel, electric, chromium steel 18/8, at plant
Latón	0	kg	0	kg	Brass, at plant
Materiales sintéticos	20	kg	20	kg	Polyvinylchloride, at regional storage
Motores y bombas	12	kg	12	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Cobre	7	kg	7	kg	Copper, at regional storage
Caucho	23	kg	23	kg	Synthetic rubber, at plant
Transformadores	3	kg	3	kg	Transformer, low voltage use, at plant
Ventiladores	2	kg	2	kg	Fan, at plant
Componentes electrónicos	4	kg	4	kg	Printed wiring board, mixed mounted
Madera embalaje	100	kg	200	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried
Cartón	0,5	kg	0,5	kg	Corrugated board, recycling fibre
Plástico	21	kg	21,0	kg	Polyethylene, LDPE, granulate
Transporte carretera fábrica a usuario	159	km	108	tkm	Transport, lorry >32t, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario	3234	km	2199	tkm	Transoceanic freight ship
Residuos			**Unidad Funcional**		
Aluminio	40	kg	40	kg	Recycling aluminium
Hierro, acero	181	kg	181	kg	Recycling steel and iron
Componetes electrónicos	7	kg	7	kg	Disposal, electronics for control units
Plásticos	41	kg	41	kg	Recycling mixed plastics
Cartón	0,5	kg	0,5	kg	Recycling cardboard
Madera	100	kg	100	kg	Recycling wood

Equipo de doblado y perforado de planchas

Una vez que disponemos de la plancha filmada y procesada, es necesario doblada en dos de sus bordes y abrir varias perforaciones que permitan su ajuste perfecto en el cilindro de planchas en la máquina de imprimir. Para efectuar esta operación se utiliza una máquina dobladora y perforadora de planchas que se conecta en línea mediante una cinta de rodillos con las salidas de las procesadoras y que termina en un dispositivo clasificador de planchas dobladas y perforadas.

El equipo de perforado y doblado elegido es el modelo Nela VCP (Figura 7.45) que permite múltiples tamaños de planchas y diversas configuraciones de perforaciones y dobleces con registro totalmente automático y posicionamiento con control de vídeo (Nela 2010).

Figura 7.45 Equipo de doblado y perforado de planchas Nela VCPm

La unidad funcional elegida para relacionar el uso del equipo de doblado y perforado de planchas con el consumo de las planchas de aluminio es 1 unidad de equipo de doblado y perforado. Se ha creado una unidad de proceso para este equipo en la Tabla 7.91 y que contienen los datos de materiales que figuran en las fichas del fabricante incluyendo los transportes de rodillos y clasificador de planchas a la salida.

El sistema del producto donde se usará este material será:

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**

La utilización de este dispositivo se relaciona con las planchas filmadas teniendo en cuenta que se alimenta de tres procesadoras. Considerando un consumo anual de planchas por unidad de filmación de 62.000 planchas y una vida útil del equipamiento de 8 años, el consumo de la unidad funcional para el perforado y el doblado de planchas de la Tabla 7.91 a utilizar en las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8 de planchas filmadas: 1/62000/8/3=0,000000672p.

Tabla 7.90 Consumos de suministros en dispositivos de perforado y doblado

	Horas	Consumo eléctrico (Kwh)	Disipación Calor (MJ)	Aire Comprimido (m^3)
Horas de Espera	6188	619	619	9282
Horas de Funcionamiento	2500	3750	1250	37500
TOTAL	8688	4369	1869	46782
Total/plancha		0,02348	0,010	0,251

Los datos de consumo de electricidad, aire comprimido y calor de la Tabla 7.90 se tendrán en cuenta en la unidad funcional de filmación de planchas de las Tablas 7.6, 7.7 y 7.8.

Tabla 7.91 Procesos de intercambio para la infraestructura para el perforado y doblado de planchas

Bending and punching device, for offset plate, infrastructure						
Modelo:		Nela VCPEVOLUTION 900				
Origen		Alemania				
Función:		Perforadora y dobladora de planchas				
Velocidad		250	planchas/hora			
Consumo eléctrico normal		1500	w			
	espera	100	w			
Consumo aire normal		250	l/m			
	espera	25	l/m			
Disipación calor normal		500	kJ/h			
	espera	100	KJh			
Peso real total		1150	kg			
Material				**Unidad Funcional**		
Aluminio		345	kg	345	kg	Aluminium, production mix, at plant
Acero		805	kg	805	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Acero inoxidable		40	kg	40	kg	Steel, electric, chromium steel 18/8, at plant
Latón		1	kg	1	kg	Brass, at plant
Materiales sintéticos		30	kg	30	kg	Polyvinylchloride, at regional storage
Motores y bombas		40	kg	40	kg	Steel, low-alloyed, at plant
Cobre		10	kg	10	kg	Copper, at regional storage
Transformadores		11	kg	11	kg	Transformer, low voltage use, at plant
Ventiladores		5	kg	5	kg	Fan, at plant
Componentes electrónicos		4	kg	4	kg	Printed wiring board, mixed mounted, , at plant
Pantalla de control modo reposo		2500	h	2500	h	Use, computer, desktop with LCD monitor, active mode
Pantalla de control modo activo		6188	h	6188	h	Use, computer, desktop with CRT monitor, standby mode
Madera embalaje		230	kg	460	m3	Sawn timber, softwood, planed, kiln dried
Cartón		6	kg	6,0	kg	Corrugated board, recycling fibre
Plástico		8	kg	8,0	kg	Polyethylene, LDPE, granulate
Transporte carretera fábrica a usuario		1159	km	1333	tkm	Transport, lorry >32t, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario		2248	km	2586	tkm	Transoceanic freight ship/OCE/I U
			Residuos			Unidad Funcional
Alumninio		345	kg	345	kg	Recycling aluminium/RER U
Hierro, acero		896	kg	896	kg	Recycling steel and iron/RER U
Componetes electrónicos		15	kg	15	kg	Disposal, electronics for control units/RER U
Plásticos		38	kg	38	kg	Recycling mixed plastics/RER U
Cartón		6	kg	6,0	kg	Recycling cardboard/RER U
Madera		230	kg	230	kg	Recycling wood/RER U

7.4.3 Rotativa Impresión Coldset

La máquina de imprimir admite múltiple configuraciones en función de la paginación, ejemplares y espacio disponible en la planta de impresión. Por lo general, la máquina dispone de varias unidades de impresión que reciben el papel de las unidades desbobinadoras desde donde se desenrolla hacia las unidades de impresión. Las bandas de papel una vez impresa se acumulan y doblan formando el periódico final.

En función del ancho de la banda de papel admisible las máquinas de impresión se clasifican en:

- **Máquinas de simple ancho**. Permiten adaptarse fácilmente a diferentes anchos del producto final, periódicos de diferentes tamaños. Sin embargo requiere el doble de portabobinas y unidades de impresión para la misma capacidad respecto a las máquinas de doble ancho. De la misma forma se utilizan el doble de bobinas, aunque estas son de la mitad de tamaño.
- **Máquinas de doble ancho**. Sólo permiten los anchos de bobina elegidos en la configuración de la máquina durante su pedido. Utiliza la mitad de portabobinas que la configuración de simple ancho lo que permite optimizar el funcionamiento.

En función del tipo de corte de la banda impresa:

- Máquinas de simple desarrollo.
- Máquinas de doble desarrollo. El desarrollo del cilindro de impresión es el doble en relación con las de simple desarrollo permitiendo en cada vuelta del cilindro imprimir el doble de páginas optimizando el espacio.

La configuración de la máquina de impresión Coldset utilizada en este estudio es el modelo Colorman con unidades de impresión satélite de la empresa Man Roland, de doble ancho y doble desarrollo, por lo que cada unidad impresora puede imprimir hasta 32 páginas tabloide, en múltiplos de 8 páginas en función del ancho de la banda.

- 1/4 de banda para 8 páginas
- 2/4 de banda, mitad de la banda, para 16 páginas
- 3/4 de banda para 24 páginas
- 4/4 de banda, el ancho completo para 32 páginas

La máquina para imprimir periódicos (Figura 7.11) consta de las partes que se detallan en el esquema de la Figura 7.46 donde se observa una sección lateral de un portabobinas y los embudos sobre la plegadora. El esquema de la Figura 7.47 muestra la vista lateral de las tres torres y cada una con dos unidades de impresión, y en los extremos los embudos y la salida hacia las dos plegadoras de la que dispone la máquina.

- Portabobinas
- Unidades impresoras
- Unidades volteadoras
- Superestructura de plegado
- Plegadora
- Cuadros eléctricos (cabinets)
- Cinta de transportes
- Apiladores

Figura 7.46 Esquema de vista lateral rotativa de impresión coldset

Figura 7.47 Esquema de vista frontal de rotativa de impresión coldset

A partir de los datos del Manual de Proyecto (Man Roland 2007), se obtienen los pesos y la composición de cada una de las partes según el tipo de material que lo compone indicado por la experiencia y el fabricante. La configuración de máquina elegida está formada por tres portabobinas, tres unidades de impresión y una plegadora según se muestra en la Tabla 7.92.

Tabla 7.92 Configuración y pesos de la rotativa de impresión coldset

	Portabobinas	Unidad Impresora	Unidad Volteadora	Superestructura plegado	Plegadora	Cabinets
Peso Unidad (t)	10,2	38	5,7	5,1	9	125
Nº Unidades	2	3	2	1	1	20
Peso Total (t)	20,4	114,	11,4	5,1	9	2,5

La máquina de impresión tiene un peso aproximado de 291.000 kg, de los cuales casi el 85% corresponde a acero de alta calidad.

El 15% restante se distribuye entre plásticos (9,6% HDPE y 3,2% PVC), 6,2% equipos de control, 7,2% aluminio, 70% acero de baja calidad y otros materiales de menor incidencia. La composición del equipamiento de control es similar al equipamiento de la industria química (Althaus 2007).

La rotativa de periódicos se instala sobre unos cimientos de formado por una placa solera de 144 m^3 de hormigón armado. La cimentación de la máquina tiene por misión absorber las cargas estáticas y dinámicas de la máquina impresora. Se dimensiona para que el comportamiento de la máquina cumpla con las mínimas exigencias en el régimen de funcionamiento normal y no se produzcan en el entorno de la máquina vibraciones indeseadas.

La fabricación del equipamiento requiere de un gran consumo energético (Frischknecht 1996) que se obtiene por aproximación a otras unidades de Ecoinvent como la que se utiliza en la máquina de papel.

- **Paper machine, at paper mill/RER/I U**

Considerando un consumo anual de 3.400.000 kg de papel prensa y una vida útil de la rotativa de 15 años, el consumo de la unidad de proceso de intercambio de la Tabla 7.93 que se utiliza en la unidad de operación de la impresión offset de la Tabla 7.12 es de: 1/(3.400.000x15) = 1,96078E-08p por kilogramo de papel.

Para el final de vida se asume que todos los metales se reciclan, mientras que los plásticos y el equipamiento electrónicos siguen los tratamientos contemplados en las unidades de Ecoinvent (Doka 2009).

Tabla 7.93 Procesos de intercambio de infraestructura para la rotativa de impresión coldset

Webpress, coldset printing, infrastructure			
Origen:	Augsburg, Alemania		
Peso:	291.000 kg		
Ubicación:	1. Madrid, 2. AGA		
Material			**Unidad Funcional**
Acero inoxidable	245900	kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER U
Acero	31880	kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER U
Polietileno	4386	kg	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER U
Cloruro de polivinilo	1462	kg	Polyvinylchloride, at regional storage/RER U
Aluminio	3262	kg	Aluminium, production mix, cast alloy, at plant
Cobre	1174	kg	Copper, primary, at refinery/GLO U
Fibra de vidrio, resina poliéster	292	kg	Glass fibre reinforced plastic, polyester resin
Electrónica para las unidades control	2813	kg	Electronics for control units/RER U
Base de Hormigón	144	m3	Concrete, sole plate and foundation, at plant
Hornos Industria de Fuel	1562513	MJ	Light fuel oil, burned in industrial furnace 1MW,
Horno Industrial Gas Natural	1562513	MJ	Natural gas, burned in boiler fan burner low-NOx
Electricidad	321530	kWh	Electricity, medium voltage, at grid/DE U
Transporte carretera fábrica a usuario	421875	tkm	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario	654644	tkm	transport, freight, sea, transoceanic ship
Residuos			**Unidad Funcional**
	1041675	MJ	Heat, waste
Residuos			**Unidad Funcional**
Hormigón	331200	kg	Disposal, concrete, to inert material landfill
Polietileno	4386	kg	Disposal, polyethylene, to municipal incineration
Cloruro de polivinilo	1462	kg	Disposal, polyvinylchloride to municipal incineration
Componetes electrónicos	2813	kg	Disposal, electronics for control units/RER U
Reciclado acero	277780	kg	Recycling steel and iron/RER U
Reciclado aluminio	3262	kg	Recycling aluminium/RER U
Reciclado material no metálico	1174	kg	Recycling non-ferro/RER U

7.4.4 Rotativa Impresión Inkjet

La rotativa de impresión digital a considerar es el modelo T350 de HP que se muestra en el esquema de la Figura 7.48. La banda de papel se mueve de derecha a izquierda en esta vista. La bobina de papel se desenrolla desde el desbobinador y se recoge en un rebobinador una vez que está impresa la banda. Después de la impresión de una cara, la banda de papel es volteada en las barras volteadoras. La banda de papel pasa por dos unidades de impresión, uno por cada cara, donde se encuentran los cabezales de impresión y donde se aplica el agente de adherencia y las tintas en el orden negro, cyan ,magenta y amarillo.

Después de cada unidad de impresión hay un secado de la banda para permitir la impresión en la otra cara y el posterior bobinado. El número de calentadores activos dependerá del tipo de papel y la densidad de impresión. El secado de la banda de papel es un requisito fundamental para aumentar la capacidad de producción con banda que alcanzan mayores velocidades y una

correcta cobertura de la tinta. Una unidad de control de la impresión comprueba la calidad de la impresión y ajusta el funcionamiento de los cabezales.

Figura 7.48 Configuración de la rotativa de impresión digital HP-350

En la Figura 7.48, la banda de papel entra por la derecha a la unidad impresión pasando de derecha a izquierda a través de rodillos. Existe un dispositivo automático de control de la tensión de la banda de papel a través de la unidad impresora, del secador y de las barras inversoras.

En la Figura 7.49 se muestra el recorrido de la banda de papel dentro de la unidad de impresión (HP 2011a) y la disposición de los cabezales de impresión del apartado 7.3.9.

Figura 7.49 Configuración del color en unos de los módulos de impresión de la rotativa T350

Como se indicó en el apartado 7.2.3, la tecnología inkjet está en fase de desarrollo por lo que se considera una vida útil máxima de 7 años. Considerando un consumo de papel anual de 660.000 kg la unidad de proceso de intercambio de la Tabla 7.94 que se utiliza en la unidad de operación de laimpresión digital de la Tabla 7.15 es de: 1/(660.000x7) = 2,1645E-07p por kilogramo de papel.

Tabla 7.94 Procesos de intercambio de infraestructura para la rotativa de impresión inkjet

Webpress, inkjet printing, infrastructure			
Origen:	1. USA. 2. Alemania		Impresora
	Suiza		Acabado
Peso:	22858	Kg	Impresora
	5623	kg	Acabado
Ubicación:	1. Madrid, 2. Canarias		

Material			**Unidad Funcional**
Acero inoxidable	20931	kg	Chromium steel 18/8, at plant/RER U
Acero	2081	kg	Steel, low-alloyed, at plant/RER U
Polietileno	427	kg	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER U
Cloruro de polivinilo	142	kg	Polyvinylchloride, at regional storage/RER U
Aluminio	4250	kg	Aluminium, production mix, cast alloy, at plant
Cobre	232	kg	Copper, primary, at refinery/GLO U
Fibra de vidrio, resina poliéster	192	kg	Glass fibre reinforced plastic, polyester resin
Electrónica para las unidades control	226	kg	Electronics for control units/RER U
Cabezal de imrpresión	140	p	Printhead, inkjet, at plant
Cinta limpiadora	10	p	Web wipe cassette, inkjet, at plant
Horno Industrial de Fuel	129444	MJ	Light fuel oil, burned in industrial furnace 1MW,
Horno Industrial Gas Natural	129444	MJ	Natural gas, burned in boiler fan burner low-NOx
Electricidad USA	101455	kWh	Electricity, medium voltage, at grid/US U
Electricidad Suiza	27989	kWh	Electricity, medium voltage, at grid/CH U
Transporte carretera fábrica a usuario	11291	tkm	transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5
Transporte barco puerto origen a usuario	407981	tkm	transport, freight, sea, transoceanic ship
Residuos			**Unidad Funcional**
	1041675	MJ	Heat, waste
Residuos			**Unidad Funcional**
Polietileno	427	kg	Disposal, polyethylene, to municipal incineration
Cloruro de polivinilo	142	kg	Disposal, polyvinylchloride to municipal incineration
Componetes electrónicos	226	kg	Disposal, electronics for control units/RER U
Reciclado acero	23012	kg	Recycling steel and iron/RER U
Reciclado aluminio	4250	kg	Recycling aluminium/RER U
Reciclado material no metálico	232	kg	Recycling non-ferro/RER U

7.5 Modelado del sistema. Escenarios para un periódico impreso

Una vez definidas las unidades de proceso que definen los sistemas de producto en estudio,

- **Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset**
- **Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet**

se cuantifican los impactos ambientales mediante el análisis de impacto que se llevará a cabo en el Capítulo 8 para las diferentes categorías y metodologías de impacto de los escenarios en estudio. En la Tabla 7.95 se relaciona las variables y parámetros que se utilizan en los diferentes escenarios.

Tabla 7.95 Variables y parámetros para los diferentes escenarios en estudio

Bienes de capital
se consideran, no se consideran
Paginación
32, 64, 96
Tirada
500, 1000, 5000, 10000, 20000, 50000
Tecnología de filmación de planchas
químicos reducidos, libre de químicos
Origen de las planchas
Europa, China
Origen del papel
Madrid - Holmen, Bélgica - Langerbrugge, Suecia - Hylte
Tipo de papel
100 % fibra reciclada (DIP), 20 % fibbra reciclada (DIP)
Formato del periódico
420x289 mm, 390x289 mm
Gramaje del papel
45 g/m^2 , 42 g/m^2
Desperdicio arranque
10, 600, 1200 ejemplares
Desperdicio tirada
5%, 10%
Ubicación Planta de Impresión
Madrid, Gran Canaria
Mix electricidad Planta Impresión
España, Islas Canarias, Gran Canaria, AGA
Planta de Tratamiento Aluminio
Barcelona, Canarias
Planta de Tratamiento Papel
Barcelona, Canarias, China
Planta de Tratamiento de Residuos Industriales
Barcelona, Canarias
Origen Tinta inkjet
Barcelona, USA
Reciclado depósito tinta inkjet
Envase retornable, envase desecho
Distribución
Gran Canaria, otra isla, península

7.6 Conclusiones del capítulo

El análisis de inventario es sin duda el proceso más arduo y dificultoso del análisis del ciclo de vida ya que requiere una revisión contínua al depender las diferentes unidades del proceso de datos de consumos que no sólo hay que calcular sino ponerlos en función de las materias primas que lo componen, teniendo a su vez en cuenta aspectos como el material de embalaje, transportes, tratamientos de residuos, etc. Partiendo de unidades más genéricas que se determinan en el proceso de impresión, surgen unidades dependientes que en algunos casos forman parte de otros procesos y a los que se les aplica procedimientos de asignación.

En muchos casos no se dispuso de información exacta a la hora de elaborar las unidades por lo que se utilizó estudios del sector. Si en cada etapa de un proceso productivo se efectuara el análisis de ciclo de vida y se ofreciera como información a la siguiente etapa, sería posible disponer de un inventario totalmente detallado y exacto del producto.

8. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida de un periódico impreso

La evaluación del impacto del ciclo de vida relaciona los flujos elementales del inventario del ciclo de vida con los impactos medioambientales que causan. En este capítulo se describirán las principales categorías de impacto así como las diferentes metodologías desarrolladas para su evaluación. Se seleccionarán las categorías más adecuadas para la evaluación del impacto del sistema de producto de un periódico impreso mediante coldset y un periódico impreso mediante inkjet para los diferentes escenarios elegidos. A través de los indicadores de categoría seleccionados se condensan y explican los resultados del impacto. La evaluación del impacto ofrece una imagen de las emisiones agregadas y del uso de los recursos que reflejan sus potenciales impactos ambientales.

8.1 Etapas en la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida

Es la fase siguiente al Análisis del Inventario del Ciclo de Vida y donde se evalúan los datos de entrada y salidas de los diferentes sistemas de producto del análisis del inventario (Figura 8.1). Como las fases anteriores es un proceso iterativo donde se tienen en cuenta aquellas categorías de impacto que influyen en mayor medida en la evaluación que se efectúa. En la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida el inventario de las emisiones y recursos consumidos en el análisis, se evalúan en términos de impactos usando indicadores para la salud humana, el entorno natural y los recursos naturales.

Figura 8.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b)

La fase de evaluación del impacto puede utilizar diferentes metodologías que abarcan diversas categorías de impacto. La existencia de varias metodologías ha creado una confusión innecesaria

debido en parte a la variedad de resultados dependiendo de la metodología que se elija al tener distintos enfoques y aproximaciones.

A pesar que la norma ISO 14040 (ISO 2006b) ha traído cierto grado de normalización, todavía se permite muchos métodos compatibles con la norma para la Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida. Las directrices de la ISO 14040 sobre el Análisis del Ciclo de Vida sólo proporciona un marco general en lugar de una descripción técnica detallada estándar. Los grupos de trabajo de SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry seguidos posteriormente por la iniciativa del ciclo de Vida bajo las siglas UNEP-SETAC[31], comenzaron a trabajar de forma voluntaria en un consenso científico y desarrollo de recomendaciones de las mejores prácticas (de Haes 2002, UNEP 2011). Todo esto ha sido complementado por actividades de otras organizaciones entre las que se incluye la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos[32] EPA y la Comisión Europea[33].

Aunque no existe uniformidad de los métodos de evaluación, a nivel mundial se han llegado a las siguientes conclusiones (ILCD 2010b, ILCD 2010c):

- Consenso en combinar los modelos de efectos intermedios (Midpoint) y efectos finales, sobre áreas de protección (Endpoint) de manera coherente para aprovechar las ventajas de ambos conceptos. Como ejemplo los indicadores de efecto intermedio para el cambio climático en términos de CO_2 equivalentes y de efecto final en términos de impacto sobre los ecosistemas. Las áreas de protección y los daños asociados a indicadores como Salud Humana, Entorno Natural y Recursos Naturales.
- Conjunto genérico de criterios de calidad para elaboración de los diferentes métodos y su aplicación sobre los métodos de evaluación de impacto más utilizados.
- Un consenso mundial entre los desarrolladores de los modelos que generalmente se utiliza en los análisis de ciclo de vida como los efectos toxicológicos.

En estos momentos la International Reference Life Cycle Data System (ILCD 2010a) proporciona un documento de orientación con el objetivo de apoyar a través de un marco robusto y consistente las diferentes metodologías para la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida que no desarrolla la norma ISO 14044 (ISO 2006a). La guía ILCD proporciona el marco general para el análisis y las recomendaciones generales para las Áreas de Protección y las categorías más generales de impacto

La Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida de acuerdo con la norma ISO 14044 se efectúa a través de dos pasos obligatorios y dos opcionales:

1. **Selección y clasificación de las categorías de impacto**, donde las categorías de impacto ambiental relevantes para el estudio se definen por su vía y el indicador de impacto. A los flujos elementales del inventario se les asignan las categorías de impacto de acuerdo a la capacidad de contribución de las sustancias en los diferentes problemas ambientales.

[31] http://www.lifecycleinitiative.org/es/
[32] http://www.epa.gov/espanol/
[33] http://eplca.jrc.ec.europa.eu/

2. **Caracterización**, donde el impacto de cada una de las emisiones se modela cuantitativamente de acuerdo al mecanismo ambiental. El impacto se expresa mediante una puntuación en una unidad común a todas las contribuciones dentro de la categoría de impacto por la aplicación de los factores de caracterización. Un factor de caracterización es un valor específico para cada sustancia calculado para cada modelo de caracterización que expresa el impacto de cada flujo elemental en términos de una unidad común del indicador de categoría.

3. **Normalización**, donde los diferentes valores de impacto caracterizados se relacionan con una referencia común con el fin de facilitar las comparaciones entre las categorías de impacto, por ejemplo, los impactos causados por una persona durante un año.

4. **Ponderación**, donde se efectúa una clasificación o ponderación de las distintas categorías ambientales de impacto reflejando la importancia relativa de los impactos considerados en el estudio.

Las etapas de normalización y ponderación no son obligatorias y forman parte de las metodologías.

8.1.1 Grupos de análisis de las Etapas del Ciclo de Vida

El resultado del impacto se puede desglosar en cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida. El nivel de agrupamiento más genérico se relaciona según lo indicado en la norma ISO 14040:2006 (ISO 2006b) con el siguiente desglose

- Adquisición de materia prima
- Producción
- Uso
- Tratamiento de residuos y reutilización
- Suministro de energía
- Transporte

En la Tabla 8.1 se muestra el nivel de agrupamiento y las unidades funcionales más genéricas asociadas a cada nivel de agrupamiento para el Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset.

Tabla 8.1 Nivel de agrupación general y unidades funcionales para Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset

Adquisición materia prima	Cleaning solution, for Coldest printing, liquid Fountain solution, for coldset printing, liquid Remineralizer, conditioner for process water, liquid Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U Synthetic rubber, at plant/RER U Kraft paper, unbleached, at plant/RER U Textile, woven cotton, at plant/GLO U Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid
Producción	Newspaper, coldset printing, operation, kg per unit
Uso	Newspaper, distribution, kg per unit

Tratamiento de residuos, reciclado, utilización	Disposal, emulsion paint remains, 0% water, hazardous waste incineration Disposal, hazardous waste, 25% water, to hazardous waste incineration Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration Disposal, PE sealing sheet, 4% water, to municipal incineration/CH U Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration Disposal, separator sludge, 90% water, to hazardous waste incineration Disposal, solvents mixture, 16.5% water, to hazardous waste incineration Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration Recycling aluminium/RER U Recycling cardboard/RER U Recycling mixed plastics/RER U Recycling non-ferro/RER U Recycling paper/RER U Recycling rubber and leather/RER U Recycling steel and iron/RER U Recycling wood/RER U Transport, lorry 7,5t-16t, waste EUROS/RER U Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE
Suministro de energía	Electricity, high voltage, production ES 2011, at grid
Transporte	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U Transport, transoceanic freight ship /OCE U

En la Tabla 8.2 se muestra el nivel de agrupamiento y las unidades funcionales más genéricas asociadas para el Sistema del Producto 2: periódico impreso mediante inkjet.

Tabla 8.2 Nivel de agrupación general y unidades funcionales para Sistema del Producto 2: periódico impreso mediante inkjet

Adquisición materia prima	Ink, for digital printing. at printing plant Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA Bonding agent, inkjet, at plant Printhead, inkjet, at plant Web wipe cassette, inkjet, at plant
Producción	Newspaper, inkjet printing, operation, kg per unit
Uso	Newspaper, distribution, kg per unit
Tratamiento de residuos, reciclado, utilización	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration Disposal, separator sludge, 90% water, to hazardous waste incineration Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration Recycling cardboard/RER U Recycling mixed plastics/RER U Recycling paper/RER U Recycling rubber and leather/RER U Recycling steel and iron/RER U Recycling wood/RER U Transport, lorry 3,5-7,5t, waste EURO5/RER U Transport, lorry 7,5t-16t, waste EUROS/RER U Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE
Suministro de energía	Electricity, low voltage, production, at grid 2011
Transporte	Transport, lorry 3,5t-7,5t, EURO5/RER U Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U Transport, transoceanic freight ship /OCE U

La agrupación también se puede efectuar de forma específica para el proceso de impresión según se indicó en la fase de Objetivo y Alcance permitiendo conocer el impacto desglosado en función del uso de los bienes de capital, las diferentes materias primas, etc. según la siguiente clasificación:

- Adquisición de materia prima
- Planchas (sólo para sistema de producto 1)
- Tintas
- Papel
- Producción
- Uso
- Tratamiento de residuos y reutilización
- Suministro de energía
- Transporte

En la Tabla 8.3 se muestra este nivel de agrupamiento específico para el Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset.

Tabla 8.3 Nivel de agrupación específico para Sistema del Producto 1: periódico impreso mediante coldset

Adquisición materia prima	Cleaning solution, for Coldest printing, liquid Fountain solution, for coldset printing, liquid Remineralizer, conditioner for process water, liquid Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER U Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide, at plant/RER U Synthetic rubber, at plant/RER U Kraft paper, unbleached, at plant/RER U Textile, woven cotton, at plant/GLO U
Planchas	Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid
Tintas	Ink, for coldset printing, at printing plant
Papel	Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA U
Bienes de Capital	Webpress, coldset printing, infrastructure Printing plant, infrastructure Platesetters, offset printing, equipment Processor, chemistry reduced, offset printing, equipment Bending and punching device, offset printing, equipment Absorption chiller 100kW Paper mill, integrated/RER/I U
Producción	Newspaper, offset printing, operation, kg per unit
Uso	Newspaper, distribution, kg per unit
Tratamiento de residuos, reciclado, utilización	Disposal, emulsion paint remains, 0% water, hazardous waste incineration Disposal, hazardous waste, 25% water, to hazardous waste incineration Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration Disposal, PE sealing sheet, 4% water, to municipal incineration/CH U Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration Disposal, separator sludge, 90% water, to hazardous waste incineration

	Disposal, solvents mixture, 16.5% water, to hazardous waste incineration
	Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration
	Recycling aluminium/RER U
	Recycling cardboard/RER U
	Recycling mixed plastics/RER U
	Recycling non-ferro/RER U
	Recycling paper/RER U
	Recycling rubber and leather/RER U
	Recycling steel and iron/RER U
	Recycling wood/RER U
	Transport, lorry 7,5t-16t, waste EUROS/RER U
	Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE
	Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3/CH U
Suministro de energía	Electricity, high voltage, production ES 2011, at grid
Transporte	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U
	Transport, transoceanic freight ship /OCE U

En la Tabla 8.4 se muestra el nivel de agrupamiento específico para el proceso de impresión en el Sistema de Producto 2: periódico impreso mediante inkjet.

Tabla 8.4 Nivel de agrupación específico para Sistema del Producto 2: periódico impreso mediante inkjet

Adquisición materia prima	Bonding agent, inkjet, at plant
	Printhead, inkjet, at plant
	Web wipe cassette, inkjet, at plant
Tinta	Ink, for digital printing. at printing plant
Papel	Paper, newsprint, DIP containing, at Holmen Madrid/ES U
	Paper, newsprint, DIP containing, at Hylte plant/SE U
	Paper, newsprint, DIP containing, at Langerbrugge plant/BE U
	Paper, newsprint, 0% DIP, at Quebec plant/CA U
Bienes de Capital	Webpress, coldset printing, infrastructure
	Printing plant, infrastructure
	Absorption chiller 100kW
	Paper mill, integrated/RER/I U
Producción	Newspaper, inkjet printing, operation, kg per unit
Uso	Newspaper, distribution, kg per unit
Tratamiento de residuos, reciclado, utilización	Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration
	Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration
	Disposal, separator sludge, 90% water, to hazardous waste incineration
	Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration
	Recycling cardboard/RER U
	Recycling mixed plastics/RER U
	Recycling paper/RER U
	Recycling rubber and leather/RER U
	Recycling steel and iron/RER U
	Recycling wood/RER U
	Transport, lorry 3,5t-7,5t, waste EURO5/RER U
	Transport, lorry 7,5t-16t, waste EUROS/RER U
	Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE
Suministro de energía	Electricity, low voltage, production, at grid 2011
Transporte	Transport, lorry 3,5t-7,5t, EURO5/RER U
	Transport, lorry 7,5t-16t, EUROS/RER U
	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U
	Transport, transoceanic freight ship /OCE U

En el apartado 8.4.2 se utilizará un nivel de agrupamiento específico para las planchas de fotopolímeros utilizadas en la impresión offset. En la Tabla 8.5 se muestra el nivel de agrupamiento específico utilizado.

Tabla 8.5 Nivel de agrupación específico para la filmación de planchas de fotopolímeros

Adquisición materia prima	Developer, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Finisher for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Replenisher, for photopolymer printing plate, offset printing, liquid Wash gum for photopolymer printing plates, offset printing, liquid
Planchas	Photopolymer printing plate, chemistry free, offset printing, kg per m2 Photopolymer printing plate, chemistry reduced, offset printing, kg per m2
Bienes de Capital	Platesetters, offset printing, equipment Processor, chemistry reduced, offset printing, equipment Bending and punching device, offset printing, equipment Absorption chiller 100kW
Producción	Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry free, kg per unit Photopolymer printing plate, 776x593, chemistry reduced, kg per unit
Uso	Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation Plate imaging, 0,836*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation
Tratamiento de residuos, reciclado, utilización	Disposal, emulsion paint remains, 0% water, hazardous waste incineration
	Disposal, hazardous waste, 25% water, to hazardous waste incineration Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration Disposal, PE sealing sheet, 4% water, to municipal incineration/CH U Disposal, polyethylene terephtalate, 0.2% water, to municipal incineration Disposal, separator sludge, 90% water, to hazardous waste incineration Disposal, solvents mixture, 16.5% water, to hazardous waste incineration Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration Recycling aluminium/RER U Recycling cardboard/RER U Recycling mixed plastics/RER U Recycling non-ferro/RER U Recycling paper/RER U Recycling steel and iron/RER U Recycling wood/RER U Transport, lorry 7,5t-16t, waste EUROS/RER U Transport, transoceanic freight ship, waste /OCE Treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3/CH U
Suministro de energía	Electricity, high voltage, production ES 2011, at grid
Transporte	Transport, lorry 16-32t, EURO5/RER U Transport, transoceanic freight ship /OCE U

8.2 Categorías de impacto existentes para las diferentes metodologías

La categoría de impacto es una clasificación que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ISO 2006a). El indicador de categoría de impacto es la representación cuantificable de una categoría de impacto.

Para cada categoría se convertirá los flujos elementales del inventario en una unidad común conocida como indicador de categoría usando los factores de caracterización. Se sumarán los resultados de cada indicador de categoría a lo largo del ciclo de vida del sistema para alcanzar

una unidad de medida del impacto. Las categorías de impacto elegidas deben estar acorde con el objetivo y alcance de nuestro estudio.

Las categorías de impacto basada en los modelos de efecto intermedio (Midpoint) son más comunes que los modelos de caracterización de efectos finales (Endpoint) que requieren una observación más detallada del análisis de riesgo y relaciones de datos de las diferentes sustancias y emisiones. En la Figura 8.2 se muestra el marco de las categorías de impacto más común para el modelado de la caracterización de efectos intermedios (Midpoint) y de efectos finales (Endpoint) sobre áreas de protección (ILCD 2010c).

Los resultados de punto medio son completos mientras que los resultados de punto final son concisos. El enfoque de punto final que proporciona información adicional de daño y debe ser utilizado como un complementario al modelo del punto medio (Dong 2014)

Los cálculos de los indicadores de categoría de impacto se obtienen multiplicando las cantidades de los flujos elementales del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida por el factor de caracterización relevante y sumando los resultados para alcanzar un gran total para cada categoría de impacto.

Figura 8.2 Categorías de impacto para la caracterización de efectos intermedios y finales en áreas de protección (ILCD 2010c)

Los flujos elementales del inventario se agrupan entorno a las Categorías de Impacto como "Calentamiento Global – Global Warming". Para la categoría Calentamiento Global se utiliza una unidad común que se llama indicador de categoría, equivalente de dióxido de carbono CO2eq.

Para obtener la suma de todas las emisiones es necesario convertirla en las unidades del indicador de categoría.

En la Tabla 8.6 se identifica las principales categorías de impacto del modelo de efecto intermedio (Midpoint) basado en el estudio de identificación de las mejores prácticas existentes para el modelado de la caracterización en la evaluación del impacto del ciclo de vida (Hauschild 2013). En los modelos de efecto final (Endpoint) el factor de caracterización está en la mayoría de los casos referidos a Años de Vida Ajustados por Discapacidad - AVAD (Disability Adjusted Life Years – DALY), Fracción del Potencial Desaparecido (Potential Disappeared Fraction – PDF), y a los excedentes de costos.

En el análisis del ciclo de vida de un periódico impreso tenemos que cuantificar para cada sistema de producto y los diferentes escenarios, los principales impactos ambientales que intervienen.

Tabla 8.6 Principales categorías de impacto y modelos de caracterización (Hauschild 2013)

Categoría de Impacto	Modelo de Caracterización predominante	Factor de Caracterización	Unidad de equivalencia
Calentamiento Global	Intergovemmental Panel on Climate Change IPCC	Potencial de Calentamiento Global (GWP)	kg CO2 eq.
Agotamiento del ozono	World Meteorological Organization	Potencial del Agotamiento del Ozono (ODP)	kg CFC-11 eq.
Inorgánicos respirados	(Humbert 2009)	Fracción de admisión para partículas finas	kg PM2.5 eq.
Toxicidad humana	USEtox model (Rosenbaum 2008)	Unidad tóxico comparativa para seres humanos	CTUh
Radiación ionizante	Human health (Frischknecht 2000) Ecological Risk (Garnier-Laplace 2008)	Exposición humana relativa a U^{235} Unidad tóxico comparativa para ecosistemas	Bq C-14 eq. CTUe
Ecotoxicidad	USEtox model (Rosenbaum 2008)	Unidad tóxico comparativa para ecosistemas	CTUe
Formación de ozono fotoquímico	LOTOS-EUROS (Van Zelm 2008)	Potencial fotoquímico oxidación	NMVOC
Acidificación	Accumulated exceedance (Seppälä 2006, Posch 2008)	Excedencia acumulada	kg SO_2 eq.
Eutrofización terrestre	Accumulated exceedance (Seppälä 2006, Posch 2008)	Excedencia acumulada	m2
Eutrofización acuática	EUTREND model (Struijs 2009)	Timpo permanencia nutrientes agua fresca (P) o marine compartimentada (N)	kg N / Kg P
Uso del suelo	Soil Organic Matter (Milà i Canals 2007)	Disponibilidad de tierras	m2a
Consumo de recursos	CML 2002 (Guinée 202)	Escasez	PR2004

En el Análisis del Impacto de Ciclo de Vida de un periódico impreso y con objeto de comparar con otros estudios similares se consideran las siguientes categorías de impactos:

8.2.1 Calentamiento Global o cambio climático

La categoría de impacto Calentamiento Global considera las diferentes emisiones al aire que contribuyen al cambio climático mundial. La tierra recibe un flujo constante de radiación solar que proporciona calor. Parte de este calor se refleja de vuelta al espacio mientras que otra se irradia desde la tierra a ser espacio. Desde la revolución industrial se ha producido una rápida acumulación de CO_2 y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera. Esos gases absorben y re-irradian calor que queda atrapado en la atmósfera. Sus consecuencias incluyen la subida de altura del nivel del mar, mayor frecuencia de tormentas, cambios en las precipitaciones y otras consecuencias adversas. Las emisiones de CO_2 provienen en su inmensa mayoría de la combustión de los combustibles fósiles aunque hay otros contribuyentes como son las emisiones de metano y óxido nitroso y diversos procesos y productos químicos.

El cambio climático tiene en cuenta numerosos mecanismos ambientales que afectan tanto a la Salud Humana como al Entorno Natural. Los modelos para el cambio climático se han desarrollado para evaluar los impactos futuros de las diferentes políticas y escenarios.

El cambio climático se origina por la emisión de gases de efecto invernadero y otras sustancias que influyen en su concentración en la atmósfera. Los gases de efecto invernadero son sustancias con la capacidad de absorber la radiación infrarroja de la tierra. El cambio en la concentración y radiación se determina teniendo en cuenta el tiempo de residencia de la sustancia. El modelo reconocido a nivel mundial ha sido desarrollado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)[34] que calcula la radiación de los gases de efecto invernadero y los potenciales de calentamiento global (Global Warming Potentials - GWP) cuyo uso está recomendado como categoría de impacto de efecto intermedio (Midpoint)

Figura 8.3 Diagrama de flujo para el cambio climático (ILCD 2010c)

El IPCC ha producido desde su establecimiento en 1988 una serie de informes de evaluación (1990, 1995, 2001, 2007 y 2014), Informes Especiales, Documentos Técnicos y Guías Metodológicas que son obras de referencia de uso común y ampliamente utilizado por

[34] www.ipcc.ch

responsables de políticas, científicos y expertos. En su cuarto informe (IPCC 2007) se confirmaba que el cambio climático y el calentamiento global en los últimos 50 años es una realidad, con más de un 90% de probabilidad de ser atribuido principalmente a las actividades humanas. El IPCC llama a las emisiones de CO_2 hechas por el hombre como la razón principal del calentamiento global. En la Figura 8.3 se representa el diagrama causa-efecto para el Cambio Climático desde la emisión a los daños causados.

Tabla 8.7 Estudios de Análisis de Ciclo de Vida de productos impresos

Estudio	Objetivo	Unidad Funcional	Categoría de Impacto
Ecolabelling of printed matter part II **(Larsen 2004)**	Identificar la distribución de los potenciales impactos ambientales y el consumo de recursos durante el ciclo de vida de un material genérico impreso. El resultado se usará para desarrollar los criterio de ecoetiquetado	1 t de hoja offset producida como materia de comunicación	EDIP
Screening environmental life cycle assessment of printed , web based and tablet epaper newspaper **(Moberg 2007)**	Estudiar y comparar los impactos ambientales de los tres sistemas de productos periódico impreso, peródico en web y periódico en tablet en un escenario europeo y sueco. Incluye el trabajo editorial como consumo de energía.	Consumo anual periódico de 40 páginas tabloide, 45 g/m2 (60% DIP, 35% TMP, 5% fillers), 32000x6 dias/semana, distribución urbana y lector único	CML2001 Exergy Energy Ecoindicator 99 Ecotax 02
Carbon footprint and environmental impacts of print products from cradle to grave **(Pihkola 2010a)**	Estudia y analiza el ciclo de vida con el fin de calcular la huella de carbono de diversos productos impresos: periódico regional (impreso en offset-coldset), una revista semanal (heatset offset), un álbum de fotos (impreso con electrofotografía)	1000 kg de periódicos de 48 pp broadsheet, 40 g/m^2 (60%dIP, 35% TMP, 5% filler), 80000 ejemplares, distribución domicilio	ReCipe
Waste Management options for discarded newspaper in the Helsinki Metropolitan Area **(Dahlbo 2004)**	Estudio que desarrolla una metodología general aplicable para la evaluación los costes de los diferentes sistemas de tyratamiento de residuos.	1 ton de periódico entregada al consumidor, sin aclarar el producto	DAIA Ecoindicator 99 EPS 2000
Calculating the carbon footprints of a Finnish newspaper and magazine from cradle to grave **(Nors 2009)**	Estudio sobre la huella de carbono de diversos productos impresos: preiródiuco y revista semanal teniendo en cuenta diversos escenarios de residuos	1 t de periódico impreso de 40 g/m2, DIP 40%, 83% reciclado, 16% Land filled y 1% incineración	PAS2050 IPCC
Carbon footprints in the supply chain: the next step for business (**Carbon Trust 2006)**	Estudio del periódico Daily Mirror	1 t de periódico vendido. Peso del periódico 182 g	PAS2050 IPCC
Environmental performance of Alma Media's online and print products **(Hohenthal 2013)**	Estudio comparativo de diferentes periódicos del grupo editorial en sus ediciones impresas y digitales	1 t de periódico impreso de 45 g/m2, 107.000 copias/día, 301 número/año, 201 g/pieza, 32 páginas broadsheet	ReCipe
Effects of a total change from paper invoicing to electronic invoicing in Sweden. A screening life cycle assessment focusing on greenhouse gas emissions and cumulative energy demand **(Moberg 2008)**	Estudia los efectos que produciría un cambio total del uso de la facturación en papel a la facturación electrónica en Suecia centrándose en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la demanda acumulada de energía.	Cantidad de facturas anuales en Suecia (1,4 billones)	CML Energy
Environmental Life Cycle Assessment of Paperback Book Printing Alternatives in the USA **(Clément 2011)**	Análisis del ciclo de vida de un libro de bolsillo, impresos con las tecnologías de differente y de acuerdo con los modelos de cumplimiento de diversos.	Imprimir, encuadernar, distribuir y vender libros de bolsillo a los clientes de tienda en EE.UU.	Impact 2002+ IPCC 2007
Comparative Life Cycle Assessment of Marketing Collateral Printing **(Lesage 2010)**	Comparar los impactos ambientales del ciclo de vida de una máquina digital Indigo 7000 de HP con un determinado modelo de la competencia. Tiene en cuenta el punto de equilibrio económico y medioambiental.	Material impreso de marketing de 8 páginas, tamaño carta, doble cara, cuatro colores	Impact 2002+ ReCiPe IPCC 100-años

Para las categorías de impacto de efecto intermedio (Midpoint), IPCC tiene tres versiones que corresponde al impacto en términos de radiación acumulada como resultado de los gases de

efecto invernadero después de 20, 100 o 500 años. En algunos círculos se usa el impacto después de 100 años como el adoptado por el protocolo de Kyoto (ILCD 2010c).

La mayor parte de los estudios de evaluación de impacto del ciclo de vida utiliza la categoría de calentamiento global o cambio climático. También en los estudios relacionados con los productos gráficos en los que aparece a través de diversas metodologías de impacto como ReCiPe, Edip o directamente a través de IPCC o estudios de huella de carbono basados en PAS2050. En la Tabla 8.7 se resumen algunos de los estudios analizados con las unidades funcionales y metodologías de impacto utilizadas.

La totalidad de los estudios analizados calculan el impacto producido por la categoría de impacto Cambio Climático a través de diferentes metodologías. En la descripción de la unidad funcional hacen referencia a las características del producto analizado: gramaje de papel, porcentaje de reciclado, paginación, tirada y escenarios de residuos empleados. En los estudios más recientes la metodología de impacto más utilizada es la ReCiPe (Hohenthal 2013, Nors 2009, Lesage 2010), que es la que utilizaremos para comparar los resultados con esta investigación.

En la Tabla 8.8 se muestra los resultados de la categoría de impacto Cambio Climático en los estudios analizados, convirtiendo la unidad funcional de Kg $CO_{2\ eq}$ por tonelada de papel en los estudios cuya unidad funcional fuera diferente.

Tabla 8.8 Resultado de la Evaluación de la Categoría Cambio Climático productos impresos

	Autor	Año	kg CO2-eq / t papel*
Ecolabelling of printed matter	Larsen	2006	1,35
Assessment of chemical emissions in life cycle impact assessment. Thesis	Larsen	2004	1,4
Environmental Life Cycle Assessment of Paperback Book Printing Alternatives in the USA	Clément	2011	2,65
Screening environmental life cycle assessment of printed , web based and tablet epaper newspaper	Moberg	2007	2,12
Carbon footprint and environmental impacts of print products form cradle to grave (Newspaper)	Pihkola	2010	1,16
Comparative Life Cycle Assessment of Marketing Collateral Print HP (Offset)	Lesage	2010	3,67
Waste management options for discharged newspaper Helsinki	Dahlbo	2008	1
Calculating the carbon footprints of a Finnish newspaper and magazine from cradle to grave	Nors	2009	0,75-0,94
Carbon footprints in the supply chain: the next step for business	Carbon Trust	2006	0,95
Enviromental perfomance of digital printing (Offset)	Viluksela	2010	1,28
Environmental performance of Alma Media's online and print products	Hohenthal	2013	0,8-1
A Life Cycle Assessment of the production of a daily newspaper and a weekly magazine	Infras	1998	2,3
Newsprint a life cycle study	Ecobilan	1998	1,4 - 1,5

* Unidades funcionales convertidas a partir de la información facilitada en los estudios

En todos los estudios analizados se obtiene un resultado para una o varias categorías de impacto con diferentes escenarios de fuentes de energía, residuos o tecnología. En ningún caso se ha considerado la variación de las especificaciones o características del producto impreso, ni diferentes orígenes de materia prima o destino de residuos.

8.2.2 Agotamiento del ozono

La categoría de impacto de agotamiento del ozono se refiere a la reducción de la capa de ozono estratosférico que protege a la Tierra de la dañina radiación ultravioleta. El agujero de la capa de ozono se detectó en la Antártida en el año 1985. Las principales causas de la disminución del ozono son las emisiones de productos químicos persistentes que contienen átomos de cloro o de bromo y que se usan comúnmente en los refrigerantes, propelentes, disolventes y espuma aislante. Afortunadamente casi todos los países del mundo se han comprometido eliminar la producción y uso de estas y otras sustancias que agotan el ozono, aunque todavía se pueden encontrar en muchos productos y cadenas productivas. El potencial de agotamiento de Ozono (Ozone Depletion Potential - ODP) de una sustancia, es una medida relativa al potencial para formar el equivalente estratosférico efectivo de cloro (Equivalent Effective Stratospheric Chlorine – EESC). El potencial de agotamiento del ozono ODP, son los factores equivalentes que abarca el tiempo de permanencia de las sustancias que agotan el ozono, la formación de EESC y el agotamiento del ozono estratosférico resultante. La Figura 8.4 muestra el diagrama causa-efecto del mecanismo medioambiental para el impacto de disminución de la capa de ozono.

Figura 8.4 Diagrama de flujo para Agotamiento del ozono (ILCD 2010c)

8.2.3 Sustancias inorgánicos respiratorias

La concentración ambiental de partículas en suspensión causadas por la emisión de polvo, óxidos de azufre y nitrógeno al aire es elevada. Las emisiones de SO_2 y NO_x crean aerosoles de sulfatos y nitratos. El material particulado se puede clasificar de muchas formas: partículas total en suspensión, partículas de diámetro inferior a 10 micrones, partículas menores de 2,5 micrones, menores de 0,1 micras etc. El factor de caracterización para la materia particulada respirada tiene en cuenta el destino ambiental, la exposición, la dosis-respuesta del contaminante y la severidad. El contaminante puede ser una sola sustancia química o un grupo de agentes (ICLD 2010c).

8.2.4 Toxicidad humana

La categoría de impacto relacionada con la toxicidad humana tiene que ver con los contaminantes que afectan a la salud humana y que se encuentran en las partículas de materia

del aire. Estas partículas muy pequeñas son emitidas por sustancias de combustión, incineración de residuos, en la construcción, en polvo agrícola e incendios. Este material particulado es causa de problemas respiratorios y asma. También puede contribuir a trastornos cardiacos. En general cuanto menor sea el tamaño de la partícula más peligroso para la salud humana resulta ya que pueden penetrar profundamente hasta alcanzar órganos vitales.

8.2.5 Radiación ionizante

Utiliza el mismo marco de referencia que el aplicado para la toxicidad humana y la ecotoxicidad. El modelado comienza a partir del punto de emisión expresado en Becquerel (Bq) y se calcula la exposición y el destino radioactivo. Para la toxicidad humana, el análisis de la exposición calcula la dosis que un ser humano absorbe dados los niveles de radiación en el análisis del destino. La medida para la dosis efectiva es el Sievert (Sv) sobre la base de factores de equivalencia para el cuerpo humano (ILCD 2010c).

8.2.6 Ecotoxicidad

La categoría de impacto ecotoxicidad es una categoría más general y se refiere a la posibilidad que una emisión pueden causar daños a especies de plantas y animales teniendo cuenta la toxicidad y la concentración en diferentes medios. Esta categoría de impacto se subdivide en emisiones al aire, agua y suelo, dado que las implicaciones de toxicidad de una sustancia van a depender de cómo se transportan en el medio ambiente.

8.2.7 Formación de ozono fotoquímico

Los impactos negativos de los contaminantes generados fotoquímicamente se deben a su naturaleza reactiva que les permite oxidar las moléculas orgánicas en las superficies expuestas. El impacto sobre los seres humanos surge cuando el ozono y otros compuestos con oxígeno reactivo se inhalan y entran en contacto con las vías respiratorias dañando los tejidos y causando enfermedades. El impacto sobre la vegetación surge cuando los compuestos reactivos atacan las superficies de las plantas. El esquema de reacción que subyace a la vía de impacto es muy complejo y depende de la formulación concreta de los compuestos orgánicos volátiles que se originan (ICLD 2010c).

8.2.8 Acidificación

La categoría de impacto acidificación tiene en cuenta la posibilidad de que las emisiones aumenten la acidez de los sistemas de agua y el suelo por la concentración de iones de hidrógeno. El más conocido de los efectos es la lluvia ácida, que puede corroer el medio construido, dañar los bosques, acidificar los suelos y los cursos de agua los cuales tienen efectos muy perjudiciales sobre las plantas y la vida acuática. Además los productos químicos ácidos también se pueden incorporar en polvo o el humo en el aire, depositándose a continuación el suelo, edificios. La mayor contribución a la acidificación proviene del dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno de la combustión de combustibles fósiles.

8.2.9 Eutrofización

La categoría de impacto eutrofización se refiere a la adición de nutrientes químicos a las aguas superficiales que origina el crecimiento excesivo de plantas en esas aguas, como sucede con las algas. La descomposición de estas plantas consume el oxígeno disponible en el agua, lo que conduce a la muerte de otra vida acuática como sucede a los peces. En los sistemas terrestres

naturales, la adición de nutrientes puede cambiar la composición de la vegetación causando efectos secundarios en otras especies. Los principales impulsores de la eutrofización incluyen el uso excesivo de fósforo y compuestos nitrogenados procedentes de fertilizantes utilizados para la agricultura, así como la contaminación de los sistemas sépticos y alcantarillas.

8.2.10 Uso del suelo

La categoría de impacto Uso del suelo refleja el daño a los ecosistemas debido a los efectos de ocupación y transformación del suelo como sucede con las producciones agrícolas, la extracción de minerales y los asentamientos humanos. La ocupación de la tierra se puede definir como el mantenimiento de un área en un estado particular durante un período de tiempo determinado. La transformación es la conversión de tierras de un estado original a otro estado alterado, o de un estado alterado a otro.

8.2.11 Consumo de recursos

La tierra contiene una cantidad finita de recursos no renovables, tales como los metales y combustibles. El agotamiento de los recursos es la disminución de la disponibilidad de la reserva total del potencial disponible más allá de su tasa de sustitución. Esta categoría de impacto considera el efecto tanto en los recursos renovables como son la extracción de agua, viento, madera y en los no renovables como el agotamiento de los minerales y combustibles fósiles. En la mayoría de los Análisis de Ciclo de Vida se considera el agotamiento de los recursos en una única categoría de impacto que no refleja la amplia gama de cuestiones relacionadas con el agotamiento.

8.3 Metodologías para la Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida

La evaluación del impacto del ciclo de vida debe interpretar los resultados del inventario con sus potenciales impactos en lo que se conoce como las “áreas de protección” de la evaluación del impacto del ciclo de vida (Consoli 1993). Hoy en día existe una aceptación generalizada en la comunidad del Análisis de Ciclo de Vida que las áreas de protección son la salud humana, el medio ambiente natural, los recursos naturales y en cierta medida se extienden al entorno alrededor del ser humano (Finnveden 2009).

La metodología del Análisis del Impacto del Ciclo de Vida se refiere a una recopilación de métodos individuales de caracterización o modelos de caracterización, en conjunto con las diferentes categorías de impacto cubiertas por la metodología. El método es el modelo de caracterización individual mientras que la metodología es la colección de métodos. El factor de caracterización, se deriva del modelo de caracterización que se aplica para convertir el resultado asignado del inventario del análisis del ciclo de vida a una unidad común del indicador de categoría (Figura 8.5).

Las primeras metodologías que se desarrollaron para la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida se usaron desde antes del año 1992:

- EPS (Environmental Priority Strategies) metodología basada en el modelado del punto final (Endpoint)
- Swiss Ecoscarcity o Ecopoints metodología basada en la distancia al objetivo inicial.

- CML 1992, directrices holandesas, metodología basada en el modelado del punto medio.

Figura 8.5 Metodología de la Evaluación del Impacto de un Análisis de Ciclo de Vida (ILCD 2011)

Estas tres metodologías han servido de base para las principales escuelas que han desarrollado metodologías para la evaluación del impacto.

El uso de una variedad de métodos hace difícil la comparación y la interpretación de los resultados. Las diferencias en los métodos representan distintos enfoques del análisis del impacto que pueden ser de interés en ciertas aplicaciones.

Las metodologías de Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida de uso más frecuente son:

- CML 2002 (Guinée 2002)
- Eco-Indicator 99 (Goedkoop 2001)
- EDIP (1997-2003) (Wenzel 2000, Hauschild 1998, Hauschild 2005)
- EPS2000 (Steen 1999a, Steen 1999b)
- Impact 2002+ (Crettaz 2002, Jolliet 2004, Payet 2004)
- LIME (Itsubo et al., 2004, Hayashi 2000)
- LUCAS (Toffoletto et al., 2007)
- ReCiPe (De Schryve 2007, Huijbregts 2005a, Huijbregts 2005b, Goedkoop 2009)
- Swiss Ecoscarcity or Ecological Scarcity (Brand 1998, Ahbe 1990, Frischknecht 2006)
- TRACI (Bare, 2002, Bare 2011, Hertwich 1997)
- MEEuP methodology (Kemna 2005)

En la Tabla 8.9 se recogen las principales categorías de impacto asociadas a cada una de las metodologías descritas, teniendo en cuenta si se tratan de categorías de impacto de efectos intermedios, finales o ambas.

Tabla 8.9 Categorías de impacto asociado a las metodologías de impacto (ILCD 2010b)

	Calentamiento Global	Agotamiento del ozono	Inorgánicos respirados	Toxicidad humana	Radiación ionizante	Ecotoxicidad	Formación de ozono fotoquímico	Acidificación	Eutrofización terrestre	Eutrofización acuática	Uso del suelo	Consumo de recursos
CML 2002				M			M	M	M	M		M
Eco-Indicator 99	E	E	E				E	E	E		E	E
EDIP 2003/EDIP97		M		M		M	M	M	M	M		M
EPS2000	E	E	E	E		E	E				E	E
Impact 2002+			E	ME		ME	E	ME		ME		E
LIME	E	E	M	E			ME	ME		E	E	E
LUCAS												
MEEuP			M	M		M	M	M	M	M		
ReCiPe	ME	E	ME	ME		ME	ME	ME		ME	ME	E
Swiss Ecoscarcity 07					ME	M					ME	
TRACI			M	M		M	M	M		M		

	Disponible en la metodología pero no se ha investigado más a fondo
E	Categoría de impacto de efectos finales y que se ha investigado más profundamente
M	Categoría de impacto de efectos intermedios y que se ha investigado más profundamente
ME	Categoría de impacto de efectos intermedios y finales que se ha investigado más profundamente

8.3.1 ReCiPe

El objetivo de cualquier metodología de Análisis del Impacto del Ciclo de Vida es transformar los resultados del Inventario del Ciclo de Vida en un número limitado de indicadores con una puntuación. Esta puntuación refleja la realidad de una determinada categoría de impacto ambiental. En la caracterización de un Análisis de Ciclo de Vida, se hace una distinción entre dos clases de categorías de impacto: las llamadas categorías de punto medio y punto final categorías (Jolliet 2004).

- Midpoint. Las categorías de punto medio representan clases homogéneas de impactos con respecto al tipo de efecto o al mecanismo ambiental. Estas categorías corresponden en gran parte a los puntos de enfoque de la política ambiental.
- Endpoint. Las categorías de punto final se formulan de manera más funcional y representan los valores ambientales finales eventualmente dañadas por intervenciones antropogénicas.

La metodología de impacto ReCiPe utiliza indicadores en estos dos niveles (Goedkoop 2009):

- Punto medio – Midpoint con 18 indicadores
- Punto final – Endpoint con tres indicadores
    - Daños a la salud humana
    - Daño a los ecosistemas
    - Daño en la disponibilidad de recursos

El motivo del uso de indicadores del punto final es que muchos indicadores de categorías de impacto de punto medio son difíciles de interpretar, en parte porque hay demasiados y también porque muchos tienen un significado abstracto. Los indicadores de punto final facilitan la interpretación al tener un significado más comprensible.

En la Tabla 8.10 se muestra las categorías de impacto de punto medio para la metodología ReCiPe junto con las unidades del fenómeno físico-químico que modela y las unidades con las que se mide el impacto. En la Tabla 8.11 se muestra las categorías de impacto de punto final.

Tabla 8.10 Visión general de las categorías, indicadores y unidades de Punto Medio (Midpoint) en ReCiPe (Goedkoop 2009)

Categoría Impacto	Nombre del Indicador	Unidad del fenómeno físico-químico modelado	Unidad Impacto
Calentamiento Global	Fuerza radiante infrarroja	Wxaño/m^2	kg CO2 eq
Agotamiento del ozono	Concentración ozono estratosférico	Cloro eqxaño	kg CFC-11 eq
Toxicidad humana	Dosis de riesgo ponderado		kg 1,4-DB eq
Formación de oxidantes fotoquímicos	Concentración ozono fotoquímico	Kg	kg NMVOC
Formación material particulado	Cantidad admitida PM_{10}	Kg	kg PM10 eq
Radiación ionizante	Dosis absorbida	hombrexSv	kg U235 eq
Acidificación Terrestre	Saturación base	añoxm^2	kg SO2 eq
Eutrofización de agua dulce	Concentración de fósforo	añoxkg/m^3	kg P eq
Eutrofización marina	Concentración de nitrógeno	añoxkg/m^3	kg N eq
Ecotoxicidad terrestre	Concentración de riesgo ponderado	m^2xaño	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad de agua dulce	Concentración de riesgo ponderado	m^2xaño	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad Marina	Concentración de riesgo ponderado	m^2xaño	kg 1,4-DB eq
Ocupación de la tierra agrícola	Ocupación	m^2xaño	m2a
Ocupación del suelo urbano	Ocupación	m^2xaño	m2a
Transformación suelo natural	Transformación	m^2	m2
Agotamiento del agua	Cantidad de agua	m^3	m3
Agotamiento de metal	Grado de descenso	kg^{-1}	kg Fe eq
Agotamiento fósil	Menor poder calorífico	MJ	kg oil eq

La metodología de evaluación de impacto ReCiPe surge a partir de las metodologías CML (Guinée 2002) orientado a la evaluación de impactos de punto medio con y Eco-Indicator 99 (Goedkoop 2001) focalizado en la interpretación de los resultados y que usa el enfoque de punto final.

Esta metodología surge a partir del consenso de expertos en la metodología de evaluación de impactos ofreciendo con la misma metodología resultados de indicadores de punto medio y final.

El nombre de ReCiPe porporciona una “receta” para el cálculo de indicadores de categoría del Impacto de Ciclo de Vida. Las siglas representa las iniciales de las empresas e institutos que fueron los principales colaboradores en su diseño: RIVM and Radboud University, CML, y PRé Consultants.

Tabla 8.11 Visión general de las categorías, indicadores y unidades de Punto Final (Endpoint) en ReCiPe (Goedkoop 2009)

Categoría Impacto	Nombre del Indicador	Unidad del fenómeno físico o químico modelado	Unidad Impacto
Daños a la salud humana	Pérdidas año ajustada a la discapacidad	año	DALY
Daños a la diversidad del ecosistema	Pérdidas de especies duante un año	año	especiesxaño
Daños a la disponibilidad de recursos	Incremento de costes	$	$

Aunque no existe una metodología de evaluación de impacto única aplicable en todas las situaciones, existen diversas discrepancias entre las metodologías existentes que hacen que sean muy dependientes de los objetivos y alcance del análisis sobre todo en lo que se refiere a la utilización de los indicadores de punto medio y final.

En la metodología ReCiPe, la incertidumbre de conversión de los diferentes mecanismos ambientales se tiene en cuenta al utilizar tres perspectivas:

- Individualista (*Individualist* - I). Se basa en intereses a corto plazo, tipos de impacto discutuble con optimismo tecnológico en cuanto a la adaptación humana.
- Jerarquizada (*Hierarchist* - H). Se basa en principios y políticas más comunes con respecto a plazos y otras cuestiones.
- Igualitaria (*Egalitarian* -E). Es la perspectiva más precavida, teniendo en cuenta los plazos, tipos de impacto de mayor duración que todavía no están establecidos plenamente pero de los cuales existe alguna indicación disponible.

Las versiones por defecto para los puntos medios y final que vamos a aplicar en esta investigación son:

- *ReCiPe midpoint method, Hierarchist version with European normalization*
- *ReCiPe endpoint method, Hierarchist version, with European normalisation and average weighting set Europe ReCiPe H/A*

Los valores de los impactos se expresan en unidades complejas y reflejan los impactos ambientales de una manera que no corresponden directamente a los problemas perceptibles o amenazas predominantes. Su valor absoluto como una medida de evaluación sigue siendo difícil de interpretar, siempre y cuando no se coloque en un contexto ambiental adecuado.

La normalización en el Análisis de Ciclo de Vida ofrece una situación de referencia de la amenaza sobre el medio ambiente para cada categoría de impacto ambiental. La normalización permite traducir de impacto en puntos abstractos para cada categoría de impacto en función de la contribución relativa del producto a una situación de referencia.

Los resultados de los indicadores de categoría de impacto se comparan con un valor normal por lo que se obtiene dividiendo el valor de la categoría de impacto por la referencia. La referencia puede ser elegida libremente, pero a menudo es la carga ambiental promedio anual de un país o de un continente dividido por el número de habitantes que se utiliza como referencia.

8.3.2 Resultados de la Evaluación del Impacto Ambiental

Los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental se muestran en los siguientes apartados a partir de la aplicación de la metodología ReCiPe obteniendo los valores de los indicadores de punto medio según sus unidades de caracterización y los de punto final con las unidades de caracterización y con los valores normalizados y ponderados. La evaluación del impacto ambiental se efectuará para los diferentes escenarios agrupados según la siguiente estructura:

- Especificaciones del periódico impreso: tirada, gramaje del papel, paginación, formato
- Tecnología: preimpresión, impresión coldset, impresión inkjet
- Bienes de Capital: impresión coldset, impresión inkjet,
- Ubicación geográfica: materias primas, planta impresión, distribución, mix energético, planta tratamiento de residuos.

Para cada de los escenarios se mostrarán los siguientes resultados de la evaluación del impacto

- Indicadores de punto medio según la metodología ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe con los siguientes indicadores y unidades:

Calentamiento Global	kg CO2 eq
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC
Formación de material particulado	kg PM10 eq
Radiación ionizante	kg U235 eq
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq
Eutrofización de agua dulce	kg P eq
Eutrofización marina	kg N eq
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq
Ocupación de la tierra agrícola	m2a
Ocupación del suelo urbano	m2a
Transformación del suelo natural	m2
Agotamiento del agua	m3
Agotamiento de metal	kg Fe eq
Agotamiento fósil	kg oil eq

  Estos indicadores se mostrarán de forma conjunta en tablas o gráficas comparativas de los diferentes escenarios. En ocasiones se mostrará el desglose de algún impacto como Calentamiento Global con los niveles de agrupamiento indicados en 8.1.1.

- Indicadores de punto final según la metodología ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A con los siguientes indicadores y unidades:

Cambio climático de la Salud Humana	DALY
Agotamiento del ozono	DALY
Toxicidad humana	DALY
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY
Formación de material particulado	DALY
Radiación ionizante	DALY
Cambio climático Ecosistemas	species.yr
Acidificación Terrestre	species.yr
Eutrofización de agua dulce	species.yr
Ecotoxicidad terrestre	species.yr
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr
Ecotoxicidad Marina	species.yr

Ocupación de la tierra agrícola	species.yr
Ocupación del suelo urbano	species.yr
Transformación del suelo natural	species.yr
Agotamiento de metal	$
Agotamiento fósil	$

Los indicadores de punto final se expresarán de forma normalizada y ponderado con una puntuación (Pt) para cada uno de ellos, de forma desglosada según la clasificación anterior o agrupada según las siguientes áreas de protección:

Salud Humana	Pt
Ecosistemas	Pt
Recursos	Pt

8.4 Especificaciones del periódico impreso

La evaluación del impacto del producto periódico impreso varía en función de las características que definen el producto, entre las que destacan: tirada, gramaje del papel, número de páginas y formato del periódico, que diferencian físicamente un producto de otro. La evaluación del impacto se calcula por defecto para la Unidad Funcional 1: kg de periódico impreso. En los casos que se indican se usará la Unidad Funcional 3: unidad de periódico impreso.

8.4.1 Tirada

La tirada corresponde al número de ejemplares impresos que podrá variar en función de la difusión que tenga cada periódico. La evaluación del impacto se efectuará modificando la tirada entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado un periódico de 64 páginas de un gramaje de 45 g/m^2 impreso a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología de químicos reducidos, papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria y con las características indicadas en la Tabla 8.12.

Tabla 8.12 Parámetros para escenarios de variación de tirada

ESCENARIOS	ET1	ET2	ET3	ET4	ET5	ET6	ET7
Bienes de Capital	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Paginación	64	64	64	64	64	64	64
Tirada	**500**	**1000**	**5000**	**10000**	**20000**	**50000**	**100000**
Gramaje (g/m^2)	45	45	45	45	45	45	45
Formato periódico	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289
Tecnología de Filmación Planchas	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.
Formato planchas	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593
Origen Planchas	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel (% reciclado)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600	600	600	600	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Res. Planchas	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Res. Industri.	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

En la Tabla 8.13 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios ET1 a ET7 ejemplares para los puntos medios (Midpoint) para la unidad funcional 1 por kg de periódico mpreso. En la Tabla 8.14 se muestra los resultados correspondiente a las tiradas de 500, 5000 y 100.000 para la unidad funcional por unidad de periódico impreso. En la Figura 8.6 se representa los resultados de las tres tiradas indicadas para la unidad funcional 1.

Tabla 8.13 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	9,202	5,516	2,568	2,199	2,015	1,904	1,867
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	2,903	1,605	0,567	0,437	0,372	0,334	0,321
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,035	0,022	0,011	0,010	0,009	0,009	0,009
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,016	0,010	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
Radiación ionizante	kg U235 eq	1,801	0,961	0,288	0,204	0,162	0,137	0,129
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,039	0,023	0,011	0,009	0,008	0,008	0,008
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Eutrofización marina	kg N eq	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,071	0,040	0,014	0,011	0,010	0,009	0,008
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,073	0,040	0,014	0,011	0,009	0,008	0,008
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	11,238	6,801	3,251	2,807	2,585	2,452	2,408
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,164	0,099	0,046	0,040	0,036	0,035	0,034
Transformación del suelo natural	m2	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Agotamiento del agua	m3	0,075	0,048	0,026	0,023	0,022	0,021	0,021
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,553	0,348	0,185	0,164	0,154	0,148	0,146
Agotamiento fósil	kg oil eq	2,499	1,504	0,707	0,607	0,558	0,528	0,518

Tabla 8.14 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET3 y ET7 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impacto	Unidades	500	5.000	100.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	1,4908	0,4160	0,3025
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4702	0,0919	0,0519
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0057	0,0018	0,0014
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0026	0,0007	0,0005
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2918	0,0467	0,0208
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0063	0,0018	0,0013
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0005	0,0001	0,0000
Eutrofización marina	kg N eq	0,0006	0,0002	0,0001
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0003	0,0001	0,0001
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0115	0,0023	0,0013
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0118	0,0023	0,0013
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	1,8205	0,5267	0,3901
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0265	0,0075	0,0055
Transformación del suelo natural	m2	0,0005	0,0001	0,0001
Agotamiento del agua	m3	0,0121	0,0042	0,0034
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,0895	0,0299	0,0236
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,4049	0,1145	0,0839

Figura 8.6 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET3 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Figura 8.7 y en la Tabla 8.15 y en se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación general indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida.

Figura 8.7 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento general)

Tabla 8.15 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento general

Agrupamiento General	500		5.000		100.000	
Adquisición materia prima	6,903	75,0%	1,478	58%	0,905	48,5%
Producción	0,173	1,9%	0,088	3%	0,079	4,2%
Uso	0,018	0,2%	0,018	1%	0,018	1,0%
Desechos	0,107	1,2%	0,015	1%	0,005	0,3%
Energía	1,599	17,4%	0,804	31%	0,720	38,5%
Transporte	0,402	4,4%	0,165	6%	0,140	7,5%
% IPCC 2007 GWP 100a	**9,20**	**100%**	**2,57**	**100%**	**1,87**	**100%**

En las Figura 8.8 y 8.9, y en la Tabla 8.16 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida.

Figura 8.8 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico)

Figura 8.9 Comparativa Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico)

Tabla 8.16 Cambio Climático para ET1, ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento específico

Agrupamiento Específico	500		5.000		100.000	
Adquisición materia prima	0,172	1,9%	0,088	3,4%	0,079	4,2%
Planchas	4,740	51,5%	0,474	18,5%	0,024	1,3%
Tintas	0,072	0,8%	0,037	1,4%	0,033	1,8%
Papel	1,680	18,3%	0,856	33,3%	0,768	41,2%
Bienes de Capital	0,340	3,7%	0,076	2,9%	0,048	2,6%
Producción	0,071	0,8%	0,036	1,4%	0,033	1,7%
Uso	0,018	0,2%	0,018	0,7%	0,018	1,0%
Desechos	0,107	1,2%	0,015	0,6%	0,005	0,3%
Energía	1,599	17,4%	0,804	31,3%	0,720	38,5%
Transporte	0,402	4,4%	0,165	6,4%	0,140	7,5%
% IPCC 2007 GWP 100a	**9,20**	**100,0%**	**2,57**	**100,0%**	**1,87**	**100,0%**

En la Figura 8.10 se muestra la evolución del impacto cambio climático con las diferentes tiradas para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso, mientras que en la Figura 8.11 se muestra para la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso.

Figura 8.10 Evolución del impacto Cambio Climático para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Figura 8.11 Evolución del impacto Cambio Climático para ET1 a ET7 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Endpoint

La Tabla 8.17 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden y en la Tabla 8.18 agrupados para los escenarios ET1, ET3 y ET7 según las áreas de protección para la unidad funcional 1.

Tabla 8.17 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para ET1 a ET7

Impacto	Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	1,3E-05	7,7E-06	3,6E-06	3,1E-06	2,8E-06	2,7E-06	2,6E-06
Agotamiento del ozono	DALY	2,1E-09	1,3E-09	6,1E-10	5,2E-10	4,8E-10	4,5E-10	4,5E-10
Toxicidad humana	DALY	2,0E-06	1,1E-06	4,0E-07	3,1E-07	2,6E-07	2,3E-07	2,2E-07
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	1,4E-09	8,5E-10	4,4E-10	3,9E-10	3,7E-10	3,5E-10	3,5E-10
Formación de material particulado	DALY	4,2E-06	2,5E-06	1,1E-06	9,1E-07	8,2E-07	7,7E-07	7,5E-07
Radiación ionizante	DALY	3,0E-08	1,6E-08	4,7E-09	3,3E-09	2,7E-09	2,2E-09	2,1E-09
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	7,3E-08	4,4E-08	2,0E-08	1,7E-08	1,6E-08	1,5E-08	1,5E-08
Acidificación Terrestre	species.yr	2,3E-10	1,4E-10	6,3E-11	5,4E-11	4,9E-11	4,7E-11	4,6E-11
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,3E-10	6,8E-11	2,1E-11	1,5E-11	1,2E-11	1,0E-11	9,7E-12
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	2,6E-10	1,6E-10	8,2E-11	7,3E-11	6,8E-11	6,5E-11	6,4E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	1,9E-11	1,0E-11	3,7E-12	2,9E-12	2,5E-12	2,2E-12	2,2E-12
Ecotoxicidad Marina	species.yr	5,8E-14	3,2E-14	1,1E-14	8,9E-15	7,6E-15	6,8E-15	6,5E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	1,3E-07	7,7E-08	3,7E-08	3,2E-08	2,9E-08	2,8E-08	2,7E-08
Ocupación del suelo urbano	species.yr	3,2E-09	1,9E-09	8,9E-10	7,7E-10	7,0E-10	6,7E-10	6,5E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	1,0E-08	6,9E-09	4,2E-09	3,9E-09	3,7E-09	3,6E-09	3,5E-09
Agotamiento de metal	$	4,0E-02	2,5E-02	1,3E-02	1,2E-02	1,1E-02	1,1E-02	1,0E-02
Agotamiento Fósil	$	4,0E+01	2,4E+01	1,1E+01	9,8E+00	9,0E+00	8,5E+00	8,3E+00

Tabla 8.18 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7

	Unidades	500	5.000	100.000
Salud Humana	DALY	1,9E-05	5,1E-06	3,6E-06
Ecosistemas	species.yr	2,1E-07	6,2E-08	4,6E-08
Recursos	$	4,0E+01	1,1E+01	8,3E+00

En las Tablas 8.19, 8.20 y en las Figuras 8.12 y 8.13 se muestran los resultados de evaluación de los impactos ambientales normalizados y ponderados para los puntos finales (Endpoint) de forma desglosada y agrupada.

Tabla 8.19 Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1 a ET7

Impacto		500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	Pt	0,25554	0,15319	0,07131	0,06108	0,05596	0,05289	0,05187
Agotamiento del ozono	Pt	4,2E-05	2,5E-05	1,2E-05	1E-05	9,5E-06	9E-06	8,9E-06
Toxicidad humana	Pt	0,04029	0,02228	0,00787	0,00607	0,00517	0,00463	0,00445
Formación de oxidantes fotoquímicos	Pt	2,7E-05	1,7E-05	8,8E-06	7,8E-06	7,3E-06	7E-06	6,9E-06
Formación de material particulado	Pt	0,08373	0,04915	0,02149	0,01803	0,0163	0,01526	0,01492
Radiación ionizante	Pt	0,00059	0,00031	9,4E-05	6,6E-05	5,3E-05	4,5E-05	4,2E-05
Cambio climático Ecosistemas	Pt	0,16716	0,10021	0,04664	0,03995	0,0366	0,03459	0,03392
Acidificación Terrestre	Pt	0,00052	0,00031	0,00014	0,00012	0,00011	0,00011	0,0001
Eutrofización de agua dulce	Pt	0,00029	0,00015	4,8E-05	3,4E-05	2,8E-05	2,3E-05	2,2E-05
Ecotoxicidad terrestre	Pt	0,00058	0,00036	0,00019	0,00017	0,00016	0,00015	0,00015
Ecotoxicidad de agua dulce	Pt	4,2E-05	2,4E-05	8,5E-06	6,6E-06	5,7E-06	5,1E-06	5E-06
Ecotoxicidad Marina	Pt	1,3E-07	7,4E-08	2,6E-08	2E-08	1,7E-08	1,6E-08	1,5E-08
Ocupación de la tierra agrícola	Pt	0,28992	0,17561	0,08417	0,07274	0,06702	0,06359	0,06245
Ocupación del suelo urbano	Pt	0,00724	0,00436	0,00205	0,00176	0,00161	0,00153	0,0015
Transformación del suelo natural	Pt	0,02376	0,0159	0,00961	0,00883	0,00843	0,0082	0,00812
Agotamiento de metal	Pt	0,00029	0,00019	9,9E-05	8,8E-05	8,2E-05	7,9E-05	7,8E-05
Agotamiento Fósil	Pt	0,29977	0,18034	0,08479	0,07285	0,06688	0,0633	0,0621
TOTAL	Pt	**1,16981**	**0,70243**	**0,32854**	**0,2818**	**0,25843**	**0,24441**	**0,23974**

Figura 8.12 Comparativa Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7

Tabla 8.20 Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7

	Unidades	**500**	**5.000**	**100.000**
Salud Humana	Pt	0,380	0,101	0,071
Ecosistemas	Pt	0,490	0,143	0,106
Recursos	Pt	0,300	0,085	0,062
TOTAL	Pt	1,170	0,329	0,240

Figura 8.13 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para ET1, ET3 y ET7

8.4.2 Gramaje del papel

El gramaje del papel indica la cantidad del mismo por m^2. El valor estandarizado en la prensa diaria es de 45 g/m^2 aunque existe la tendencia de llegar hasta los 42 g/m^2, manteniendo el compromiso entre las roturas de bandas debido a las tensiones que soporta la banda de papel con este menor gramaje y el ahorro de costes. En el caso de suplementos de mayor calidad se utiliza gramajes de 48.8 g/m^2 y superiores. La evaluación del impacto se efectuará variando el gramaje entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado un periódico de 64 páginas impreso a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología de químicos reducidos, papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria con las características indicadas en la Tabla 8.21 donde se ha variado el gramaje entre 42 g/m^2 a 48.8 g/m^2.

Tabla 8.21 Parámetros para escenarios de variación de gramaje

ESCENARIOS	EG1	EG2	EG3
Bienes de Capital	sí	sí	sí
Paginación	64	64	64
Tirada	10000	10000	10000
Gramaje (g/m^2)	**42**	**45**	**48,8**
Formato periódico	390x289	390x289	390x289
Tecnología de Filmación de Planchas	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.
Formato planchas	776x593	776x593	776x593
Origen Planchas	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel	100%	100%	100%
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Residuos Planchas	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Residuos Industriales	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

La Tabla 8.22 muestra el resultado de evaluación del impacto para los puntos medios (Midpoint) para los tres escenarios considerados para la variación de gramaje para la unidad funcional 1, por kg de papel impreso.

Tabla 8.22 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto U. Funcional 1	Unidades	42	45	48,8
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,2200	2,1991	1,9339
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4461	0,4373	0,3261
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0102	0,0101	0,0093
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0035	0,0035	0,0030
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2102	0,2042	0,1280
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0094	0,0093	0,0081
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0003	0,0003	0,0002
Eutrofización marina	kg N eq	0,0008	0,0008	0,0006

Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0006	0,0006	0,0004
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0114	0,0112	0,0085
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0113	0,0111	0,0084
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,8298	2,8073	2,5213
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0401	0,0398	0,0354
Transformación del suelo natural	m2	0,0008	0,0008	0,0007
Agotamiento del agua	m3	0,0233	0,0232	0,0214
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,1652	0,1642	0,1513
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,6143	0,6074	0,5194

La Tabla 8.23 muestra el resultado de evaluación del impacto para los puntos medios (Midpoint) para los tres gramajes considerados para la unidad funcional 3, por unidad de periódico.

Tabla 8.23 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impacto UF. 3	Unidades	42	45	48,8
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,335	0,356	0,383
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,067	0,071	0,075
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,002	0,002	0,002
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,001	0,001	0,001
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,032	0,033	0,035
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,001	0,002	0,002
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000
Eutrofización marina	kg N eq	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,002	0,002	0,002
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,002	0,002	0,002
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,427	0,455	0,490
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,006	0,006	0,007
Transformación del suelo natural	m2	0,000	0,000	0,000
Agotamiento del agua	m3	0,004	0,004	0,004
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,025	0,027	0,029
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,093	0,098	0,106

En la Tabla 8.24 y en la Figura 8.14 se muestra la influencia de cada etapa del ciclo de vida según el nivel de agrupamiento específico indicado en 8.1.1. para la categoría cambio climático utilizando la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso para cada uno de los gramajes seleccionados.

Tabla 8.24 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Agrupamiento Específico UF. 3	42		45		48,8	
Adquisición materia prima	0,0125	3,7%	0,0134	3,8%	0,0146	3,8%
Planchas	0,0383	11,4%	0,0384	10,8%	0,0385	10,0%
Tintas	0,0056	1,7%	0,0056	1,6%	0,0056	1,5%
Papel	0,1223	36,5%	0,1312	36,8%	0,1425	37,2%
Bienes de Capital	0,0093	2,8%	0,0099	2,8%	0,0106	2,8%
Producción	0,0052	1,6%	0,0056	1,6%	0,0061	1,6%
Uso	0,0027	0,8%	0,0029	0,8%	0,0032	0,8%
Desechos	0,0015	0,4%	0,0016	0,4%	0,0017	0,4%
Energía	0,1147	34,2%	0,1230	34,5%	0,1336	34,9%
Transporte	0,0230	6,9%	0,0247	6,9%	0,0267	7,0%
% IPCC 2007 GWP 100a	**0,335**	**100%**	**0,356**	**100%**	**0,383**	**100%**

Figura 8.14 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Endpoint

La Tabla 8.25 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden para la unidad funcional 1 por kg de papel impreso.

Tabla 8.25 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impactos Finales UF.1	Unidades	42	45	48,8
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	3,11E-06	3,08E-06	3,05E-06
Agotamiento del ozono	DALY	5,28E-10	5,22E-10	5,16E-10
Toxicidad humana	DALY	3,12E-07	3,06E-07	2,99E-07
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	3,96E-10	3,94E-10	3,91E-10
Formación de material particulado	DALY	9,19E-07	9,09E-07	8,97E-07
Radiación ionizante	DALY	3,45E-09	3,35E-09	3,24E-09
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	1,76E-08	1,74E-08	1,73E-08
Acidificación Terrestre	species.yr	5,43E-11	5,38E-11	5,32E-11
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,54E-11	1,49E-11	1,45E-11
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	7,46E-11	7,29E-11	7,09E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	2,96E-12	2,90E-12	2,84E-12
Ecotoxicidad Marina	species.yr	9,04E-15	8,87E-15	8,68E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	3,20E-08	3,18E-08	3,15E-08
Ocupación del suelo urbano	species.yr	7,74E-10	7,67E-10	7,60E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	4,05E-09	3,85E-09	3,64E-09
Agotamiento de metal	$	1,18E-02	1,17E-02	1,17E-02
Agotamiento Fósil	$	9,87E+00	9,76E+00	9,64E+00

La Tabla 8.26 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.26 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impactos Finales UF.3	Unidades	42	45	48,8
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	4,69E-07	4,99E-07	5,36E-07
Agotamiento del ozono	DALY	7,98E-11	8,46E-11	9,08E-11
Toxicidad humana	DALY	4,71E-08	4,96E-08	5,27E-08
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	5,98E-11	6,38E-11	6,88E-11
Formación de material particulado	DALY	1,39E-07	1,47E-07	1,58E-07
Radiación ionizante	DALY	5,21E-10	5,43E-10	5,71E-10
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	2,66E-09	2,82E-09	3,04E-09
Acidificación Terrestre	species.yr	8,21E-12	8,72E-12	9,37E-12
Eutrofización de agua dulce	species.yr	2,32E-12	2,42E-12	2,55E-12
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	1,13E-11	1,18E-11	1,25E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	4,47E-13	4,70E-13	5,00E-13
Ecotoxicidad Marina	species.yr	1,36E-15	1,44E-15	1,53E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	4,83E-09	5,14E-09	5,54E-09
Ocupación del suelo urbano	species.yr	1,17E-10	1,24E-10	1,34E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	6,12E-10	6,24E-10	6,40E-10
Agotamiento de metal	$	1,78E-03	1,90E-03	2,05E-03
Agotamiento Fósil	$	1,49E+00	1,58E+00	1,70E+00

La Tabla 8.27 muestra los resultados anteriores agrupados según las áreas de protección para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.27 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF.3	Unidades	42	45	48,8
Salud Humana	DALY	6,6E-07	7,0E-07	7,5E-07
Ecosistemas	species.yr	8,2E-09	8,7E-09	9,4E-09
Recursos	$	1,5E+00	1,6E+00	1,7E+00

En las Tabla 8.28 y en la Figura 8.15 muestran los resultados de evaluación de los impactos ambientales normalizados y ponderados para los puntos finales (Endpoint) de forma agrupada para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.28 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

	Unidades	42	45	48,8
Salud Humana	Pt	0,013	0,014	0,015
Ecosistemas	Pt	0,019	0,020	0,021
Recursos	Pt	0,011	0,012	0,013
TOTAL	Pt	0,043	0,046	0,049

Figura 8.15 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

8.4.3 Paginación

La variación de la paginación se relaciona directamente con el consumo de planchas y de papel. La única variación que se observa en los impactos es la que surge para paginaciones no múltiplo de 16 al tener en cuenta la cantidad de páginas que contiene cada plancha, el desarrollo y la impresión por dos caras. Al igual que en el apartado anterior calcularemos los impactos para las unidades funcionales 1 y 3. La evaluación del impacto se efectuará variando la paginación entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado periódicos impresos a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología de químicos reducidos, papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria con las características indicadas en la Tabla 8.29 donde se ha variado la paginación con 48, 56 y 64 páginas.

Tabla 8.29 Parámetros para escenarios de variación de páginas

ESCENARIOS	EP1	EP2	EP3
Bienes de Capital	sí	sí	sí
Paginación	**48**	**56**	**64**
Tirada	10000	10000	10000
Gramaje (g/m2)	45	45	45
Formato periódico	390x289	390x289	390x289
Tecnología de Filmación de Planchas	Quím. Red.	Quím. Red.	Quím. Red.
Formato planchas	776x593	776x593	776x593
Origen Planchas	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel	100%	100%	100%
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Residuos Planchas	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Residuos Industriales	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

La Tabla 8.30 muestra el resultado de evaluación del impacto para los puntos medios (Midpoint) para las tres paginaciones consideradas para la unidad funcional 1, por kg de papel impreso.

Tabla 8.30 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto U. Funcional 1	Unidades	48	56	64
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,199	2,236	2,199
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,437	0,453	0,437
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,010	0,010	0,010
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,003	0,004	0,003
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,204	0,215	0,204
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,009	0,009	0,009
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000
Eutrofización marina	kg N eq	0,001	0,001	0,001
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,001	0,001	0,001
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,011	0,012	0,011
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,011	0,011	0,011
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,807	2,850	2,807
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,040	0,040	0,040
Transformación del suelo natural	m2	0,001	0,001	0,001
Agotamiento del agua	m3	0,023	0,023	0,023
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,164	0,166	0,164
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,607	0,617	0,607

La Tabla 8.31 muestra el resultado de evaluación del impacto para los puntos medios (Midpoint) para las tres paginaciones consideradas para la unidad funcional 3, por unidad de periódico.

Tabla 8.31 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impacto U. Funcional 3	Unidades	48	56	64
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,268	0,317	0,356
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,053	0,064	0,071
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,001	0,001	0,002
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,000	0,001	0,001
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,025	0,031	0,033
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,001	0,001	0,002
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000
Eutrofización marina	kg N eq	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,001	0,002	0,002
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,001	0,002	0,002
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,342	0,405	0,455
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,005	0,006	0,006
Transformación del suelo natural	m2	0,000	0,000	0,000
Agotamiento del agua	m3	0,003	0,003	0,004
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,020	0,024	0,027
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,074	0,088	0,098

En la Tabla 8.32 y en la Figura 8.16 se muestra la influencia de cada etapa del ciclo de vida según el nivel de agrupamiento específico indicado en 8.1.1. para la categoría cambio climático utilizando la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso para cada uno de los gramajes seleccionados.

Tabla 8.32 Cambio Climático para EG1, EG2 y EG3 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Agrupamiento Específico UF. 3	48		56		64	
Adquisición materia prima	0,0101	3,8%	0,0118	3,7%	0,0134	3,8%
Planchas	0,0289	10,8%	0,0384	12,1%	0,0384	10,8%
Tintas	0,0042	1,6%	0,0049	1,6%	0,0056	1,6%
Papel	0,0988	36,8%	0,1150	36,2%	0,1312	36,8%
Bienes de Capital	0,0074	2,8%	0,0089	2,8%	0,0099	2,8%
Producción	0,0042	1,6%	0,0049	1,5%	0,0056	1,6%
Uso	0,0022	0,8%	0,0025	0,8%	0,0029	0,8%
Desechos	0,0012	0,4%	0,0014	0,4%	0,0016	0,4%
Energía	0,0927	34,5%	0,1079	34,0%	0,1230	34,5%
Transporte	0,0186	6,9%	0,0217	6,8%	0,0247	6,9%
% IPCC 2007 GWP 100a	**0,268**	**100%**	**0,317**	**100%**	**0,356**	**100%**

Figura 8.16 Cambio Climático para EP1, EP2 y EP3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Endpoint

La Tabla 8.33 recoge los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden para la unidad funcional 1 por kg de papel impreso.

Tabla 8.33 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impactos Finales UF.1	Unidades	48	56	64
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	3,08E-06	3,13E-06	**3,08E-06**
Agotamiento del ozono	DALY	5,22E-10	5,31E-10	**5,22E-10**
Toxicidad humana	DALY	3,06E-07	3,17E-07	**3,06E-07**
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	3,94E-10	3,98E-10	**3,94E-10**
Formación de material particulado	DALY	9,09E-07	9,27E-07	**9,09E-07**

Radiación ionizante	DALY	3,35E-09	3,53E-09	**3,35E-09**
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	1,74E-08	1,77E-08	**1,74E-08**
Acidificación Terrestre	species.yr	5,38E-11	5,47E-11	**5,38E-11**
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,49E-11	1,57E-11	**1,49E-11**
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	7,29E-11	7,37E-11	**7,29E-11**
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	2,90E-12	3,00E-12	**2,90E-12**
Ecotoxicidad Marina	species.yr	8,87E-15	9,18E-15	**8,87E-15**
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	3,18E-08	3,22E-08	**3,18E-08**
Ocupación del suelo urbano	species.yr	7,67E-10	7,80E-10	**7,67E-10**
Transformación del suelo natural	species.yr	3,85E-09	3,87E-09	**3,85E-09**
Agotamiento de metal	$	1,17E-02	1,19E-02	1,17E-02
Agotamiento Fósil	$	9,76E+00	9,92E+00	9,76E+00

La Tabla 8.34 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.34 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso)

Impactos Finales UF.3	Unidades	48	56	64
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	3,76E-07	4,44E-07	**4,99E-07**
Agotamiento del ozono	DALY	6,37E-11	7,53E-11	**8,46E-11**
Toxicidad humana	DALY	3,73E-08	4,50E-08	**4,96E-08**
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	4,80E-11	5,65E-11	**6,38E-11**
Formación de material particulado	DALY	1,11E-07	1,32E-07	**1,47E-07**
Radiación ionizante	DALY	4,09E-10	5,01E-10	**5,43E-10**
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	2,13E-09	2,52E-09	**2,82E-09**
Acidificación Terrestre	species.yr	6,57E-12	7,77E-12	**8,72E-12**
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,82E-12	2,23E-12	**2,42E-12**
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	8,89E-12	1,05E-11	**1,18E-11**
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	3,54E-13	4,26E-13	**4,70E-13**
Ecotoxicidad Marina	species.yr	1,08E-15	1,30E-15	**1,44E-15**
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	3,87E-09	4,58E-09	**5,14E-09**
Ocupación del suelo urbano	species.yr	9,36E-11	1,11E-10	**1,24E-10**
Transformación del suelo natural	species.yr	4,70E-10	5,50E-10	**6,24E-10**
Agotamiento de metal	$	1,43E-03	1,69E-03	**1,90E-03**
Agotamiento Fósil	$	1,19E+00	1,41E+00	**1,58E+00**

La Tabla 8.35 muestra los resultados anteriores agrupados según las áreas de protección para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.35 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF3	Unidades	48	56	64
Salud Humana	DALY	5,2E-07	6,2E-07	**7,0E-07**
Ecosistemas	species.yr	6,6E-09	7,8E-09	**8,7E-09**
Recursos	$	1,2E+00	1,4E+00	**1,6E+00**

En la Tabla 8.36 y en la Figura 8.17 muestran los resultados de evaluación de los impactos ambientales normalizados y ponderados para los puntos finales (Endpoint) de forma agrupada para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.36 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF.3	Unidades	48	56	64
Salud Humana	Pt	0,010	0,012	**0,014**
Ecosistemas	Pt	0,015	0,018	**0,020**
Recursos	Pt	0,009	0,011	**0,012**
TOTAL	Pt	0,034	0,041	0,046

Figura 8.17 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

8.4.4 Formato

El formato es el tamaño final del periódico impreso. En los últimos años ha tenido diversas variaciones que lo han llevado inicialmente desde el formato sábana (broadsheet), similar a páginas de tamaño A2, al actual formato tabloide, similar a páginas de tamaño A3. Dentro del tamaño tabloide también se ha reducido el tamaño con el objetivo de ahorrar costes de papel. En algunos casos es posible también reducir el tamaño de las planchas de impresión asociadas a cada formato.

La evaluación del impacto se efectuará variando el gramaje entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado una tirada de un periódico de 10.000 ejemplares de 64 páginas impreso a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología de químicos reducidos, papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria con las características indicadas en la Tabla 8.37 donde se ha variado el tamaño entre 360x289mm, 390x289mm y 420x289mm. Se ha considerado también los tamaños de planchas de 776x593mm y 836x595mm para los formatos apropiados.

Tabla 8.37 Parámetros para escenarios de variación del formato

ESCENARIOS	EF1	EF2	EF3	EF4
Bienes de Capital	Sí	Sí	Sí	Sí
Paginación	64	64	64	64
Tirada	10000	10000	10000	10000
Gramaje (g/m^2)	45	45	45	45
Formato periódico	**360x289**	**390x289**	**390x289**	**420x289**
Tecnología de Filmación de Planchas	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos
Formato planchas	**776x593**	**776x593**	**836x593**	**836x593**
Origen Planchas	Europa	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Residuos Planchas	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Residuos Industriales	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

En la Tabla 8.38 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios EF1, EF2 EF3 y EF4 para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso.

Tabla 8.38 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EF1, EF2, EF3 y EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto U. Funcional 1	**Unidades**	**EF1: 360x289**	**EF2: 390x289**	**EF3: 390x289**	**EF4: 420x289**
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,2205	2,1991	2,2174	2,1978
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4466	0,4373	0,4448	0,4364
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0102	0,0101	0,0101	0,0101
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2106	0,2042	0,2091	0,2032
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0094	0,0093	0,0093	0,0093
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Eutrofización marina	kg N eq	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0114	0,0112	0,0113	0,0111
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0113	0,0111	0,0113	0,0111
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,8325	2,8073	2,8098	2,7881
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0401	0,0398	0,0399	0,0395
Transformación del suelo natural	m2	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008
Agotamiento del agua	m3	0,0233	0,0232	0,0233	0,0231
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,1652	0,1642	0,1649	0,1640
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,6131	0,6074	0,6121	0,6069

La Tabla 8.39 muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los mismos escenarios utilizando la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.39 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EF1, EF2, EF3 y EF4 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impacto U. Funcional 1	Unidades	EF1: 360x289	EF2: 390x289	EF3: 390x289	EF4: 420x289
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,3331	0,3563	0,3592	0,3846
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,0670	0,0708	0,0721	0,0764
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0015	0,0016	0,0016	0,0018
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0005	0,0006	0,0006	0,0006
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,0316	0,0331	0,0339	0,0356
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0014	0,0015	0,0015	0,0016
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Eutrofización marina	kg N eq	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0017	0,0018	0,0018	0,0019
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0017	0,0018	0,0018	0,0019
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,4249	0,4548	0,4552	0,4879
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0060	0,0064	0,0065	0,0069
Transformación del suelo natural	m2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Agotamiento del agua	m3	0,0035	0,0038	0,0038	0,0040
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,0248	0,0266	0,0267	0,0287
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,0920	0,0984	0,0992	0,1062

En la Tabla 8.40 y en la Figura 8.18 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso.

Tabla 8.40 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

UF.1	EF1: 360x289		EF2: 390x289		EF3: 390x289		EF4: 420x289	
Adquisición materia prima	0,0829	3,7%	0,0829	3,8%	0,0829	3,7%	0,0829	3,8%
Planchas	0,2568	11,6%	0,2370	10,8%	0,2549	11,5%	0,2367	10,8%
Tintas	0,0348	1,6%	0,0348	1,6%	0,0348	1,6%	0,0348	1,6%
Papel	0,8097	36,5%	0,8097	36,8%	0,8097	36,5%	0,8097	36,8%
Bienes de Capital	0,0620	2,8%	0,0610	2,8%	0,0610	2,8%	0,0602	2,7%
Producción	0,0344	1,6%	0,0344	1,6%	0,0344	1,6%	0,0344	1,6%
Uso	0,0179	0,8%	0,0179	0,8%	0,0179	0,8%	0,0179	0,8%
Desechos	0,0098	0,4%	0,0097	0,4%	0,0096	0,4%	0,0095	0,4%
Energía	0,7595	34,2%	0,7594	34,5%	0,7594	34,2%	0,7594	34,6%
Transporte	0,1526	6,9%	0,1522	6,9%	0,1526	6,9%	0,1522	6,9%
% IPCC 2007 GWP 100a	**2,220**	**100%**	**2,199**	**100%**	**2,217**	**100%**	**2,198**	**100%**

Figura 8.18 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Tabla 8.41 y en la Figura 8.19 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida para la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.41 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF.3	**EF1: 360x289**		**EF2: 390x289**		**EF3: 390x289**		**EF4: 420x289**	
Adquisición materia prima	0,0124	3,7%	0,0134	3,8%	0,0134	3,7%	0,0145	3,8%
Planchas	0,0385	11,6%	0,0384	10,8%	0,0413	11,5%	0,0414	10,8%
Tintas	0,0052	1,6%	0,0056	1,6%	0,0056	1,6%	0,0061	1,6%
Papel	0,1215	36,5%	0,1312	36,8%	0,1312	36,5%	0,1417	36,8%
Bienes de Capital	0,0093	2,8%	0,0099	2,8%	0,0099	2,8%	0,0105	2,7%
Producción	0,0052	1,6%	0,0056	1,6%	0,0056	1,6%	0,0060	1,6%
Uso	0,0027	0,8%	0,0029	0,8%	0,0029	0,8%	0,0031	0,8%
Desechos	0,0015	0,4%	0,0016	0,4%	0,0016	0,4%	0,0017	0,4%
Energía	0,1139	34,2%	0,1230	34,5%	0,1230	34,2%	0,1329	34,6%
Transporte	0,0229	6,9%	0,0247	6,9%	0,0247	6,9%	0,0266	6,9%
% IPCC 2007 GWP 100a	**0,333**	**100%**	**0,356**	**100%**	**0,359**	**100%**	**0,385**	**100%**

Figura 8.19 Cambio Climático para EF1, EF2, EF3 y EF4 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Endpoint

La Tabla 8.42 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden, para la unidad funcional 1 por kg de papel impreso.

Tabla 8.42 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impactos Finales UF.1	Unidades	EF1: 360x289	EF2: 390x289	EF3: 390x289	EF4: 420x289
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	3,11E-06	3,08E-06	3,10E-06	3,08E-06
Agotamiento del ozono	DALY	5,27E-10	5,22E-10	5,27E-10	5,22E-10
Toxicidad humana	DALY	3,12E-07	3,06E-07	3,11E-07	3,05E-07
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	3,96E-10	3,94E-10	3,95E-10	3,93E-10
Formación de material particulado	DALY	9,19E-07	9,09E-07	9,18E-07	9,08E-07
Radiación ionizante	DALY	3,45E-09	3,35E-09	3,43E-09	3,33E-09
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	1,76E-08	1,74E-08	1,76E-08	1,74E-08
Acidificación Terrestre	species.yr	5,43E-11	5,38E-11	5,42E-11	5,38E-11
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,54E-11	1,49E-11	1,53E-11	1,49E-11
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	7,33E-11	7,29E-11	7,31E-11	7,27E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	2,96E-12	2,90E-12	2,95E-12	2,90E-12
Ecotoxicidad Marina	species.yr	9,05E-15	8,87E-15	9,02E-15	8,85E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	3,20E-08	3,18E-08	3,18E-08	3,15E-08
Ocupación del suelo urbano	species.yr	7,75E-10	7,67E-10	7,70E-10	7,63E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	3,86E-09	3,85E-09	3,86E-09	3,85E-09
Agotamiento de metal	$	1,18E-02	1,17E-02	1,18E-02	1,17E-02
Agotamiento Fósil	$	9,85E+00	9,76E+00	9,84E+00	9,76E+00

La Tabla 8.43 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.43 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso)

Impactos Finales UF.3	Unidades	EF1: 360x289	EF2: 390x289	EF3: 390x289	EF4: 420x289
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	4,66E-07	4,99E-07	5,03E-07	5,38E-07
Agotamiento del ozono	DALY	7,91E-11	8,46E-11	8,53E-11	9,14E-11
Toxicidad humana	DALY	4,69E-08	4,96E-08	5,04E-08	5,34E-08
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	5,94E-11	6,38E-11	6,41E-11	6,88E-11
Formación de material particulado	DALY	1,38E-07	1,47E-07	1,49E-07	1,59E-07
Radiación ionizante	DALY	5,18E-10	5,43E-10	5,56E-10	5,83E-10
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	2,64E-09	2,82E-09	2,85E-09	3,05E-09
Acidificación Terrestre	species.yr	8,15E-12	8,72E-12	8,79E-12	9,41E-12
Eutrofización de agua dulce	species.yr	2,31E-12	2,42E-12	2,48E-12	2,61E-12
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	1,10E-11	1,18E-11	1,18E-11	1,27E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	4,44E-13	4,70E-13	4,78E-13	5,07E-13
Ecotoxicidad Marina	species.yr	1,36E-15	1,44E-15	1,46E-15	1,55E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	4,80E-09	5,14E-09	5,15E-09	5,52E-09
Ocupación del suelo urbano	species.yr	1,16E-10	1,24E-10	1,25E-10	1,34E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	5,80E-10	6,24E-10	6,25E-10	6,74E-10
Agotamiento de metal	$	1,77E-03	1,90E-03	1,91E-03	2,05E-03
Agotamiento Fósil	$	1,48E+00	1,58E+00	1,59E+00	1,71E+00

La Tabla 8.44 muestra los resultados anteriores agrupados según las áreas de protección para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.44 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF3	Unidades	EF1: 360x289	EF2: 390x289	EF3: 390x289	EF4: 420x289
Salud Humana	DALY	6,5E-07	7,0E-07	7,0E-07	7,5E-07
Ecosistemas	species.yr	8,2E-09	8,7E-09	8,8E-09	9,4E-09
Recursos	$	1,5E+00	1,6E+00	1,6E+00	1,7E+00

En la Tabla 8.45 y en la Figura 8.20 muestran los resultados de evaluación de los impactos ambientales normalizados y ponderados para los puntos finales (Endpoint) de forma agrupada para la unidad funcional 3 por unidad de periódico impreso.

Tabla 8.45 Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EP1, EP2 y EP3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF.3	Unidades	EF1: 360x289	EF2: 390x289	EF3: 390x289	EF4: 420x289
Salud Humana	Pt	0,013	0,014	0,014	0,015
Ecosistemas	Pt	0,019	0,020	0,020	0,022
Recursos	Pt	0,011	0,012	0,012	0,013
TOTAL	Pt	0,043	0,046	0,046	0,049

Figura 8.20 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EF1 a EF4 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

8.5 Tecnología

La tecnología usada en la preimpresión y la impresión ha ido variando a lo largo de los años incorporando dispositivos más eficientes que consumen menores recursos y proporcionan mayores rendimientos. De forma paralela las regulaciones ambientales han provocado el uso de materias primas con menores impactos ambientales. En este apartado se incluye la tecnología de impresión digital mediante inkjet para su comparativa con la impresión tradicional offset-coldset.

8.5.1 Preimpresión

En el proceso de preimpresión se filman las planchas de fotopolímeros donde quedará grabada la imagen a reproducir en el soporte papel. Es un proceso que en continua evolución y que en los últimos años ha incorporado la tecnología de filmación directa a plancha sustituyendo el proceso de filmación en películas y posterior insolación de la plancha. El equipamiento, las planchas y los químicos también han evolucionado para esta tecnología. En este apartado se comparará para el mismo tamaño de plancha las dos últimas tecnologías: Químicos reducidos y la más reciente de libre de químicos. La diferencia fundamental está en la composición de las planchas y que la tecnología libre de químicos utiliza químicos menos contaminantes.

La evaluación del impacto se efectuará variando el tipo de plancha entre las dos unidades de proceso:

- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**
- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

Se ha considerado un periódico de 64 páginas impreso a partir de planchas de aluminio de formato 776x593 mm filmadas según las tecnologías de químicos reducidos y libre de químicos, papel reciclado 100% de la fábrica de Madrid, con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria con las características indicadas en la Tabla 8.46

Tabla 8.46 Parámetros para escenarios de variación de la tecnología de filmación de planchas

ESCENARIOS	EPP1	EPP2
Bienes de Capital	Sí	Sí
Paginación	64	64
Tirada	10000	10000
Gramaje (g/m^2)	45	45
Formato periódico	**390x289**	**390x289**
Tecnología de Filmación de Planchas	**L. Químicos**	**Q. Reducidos**
Formato planchas	**776x593**	**776x593**
Origen Planchas	Europa	Europa
Tipo Papel	100% Reciclado	100% Reciclado
Origen Papel	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Residuos Planchas	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Residuos Industriales	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

En la Tabla 8.47 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para el escenario EPP1 correspondiente a la unidad de proceso:

- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry reduced, offset printing, operation, kg per unit**

y para el escenario EPP2 correspondiente a la unidad de proceso:

- **Plate imaging, 0,776*0,593, chemistry free, offset printing, operation, kg per unit**

Para las dos unidades se calcula el impacto por unidad de plancha filmada. El número de planchas que utiliza los periódicos de 64 páginas en ambos escenarios es de 64 planchas. El impacto de las planchas se puede relacionar con cada ejemplar o por el total de kg de papel según la unidad funcional elegida.

Tabla 8.47 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EPP1 y EPP2 para unidad de plancha filmada

Impacto U. Funcional 1	Unidades	EPP1: Libre de Químicos	EPP2: Químicos Reducidos
Calentamiento Global	kg CO2 eq	6,527	6,487
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	2,848	2,813
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,019	0,019
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,013	0,012
Radiación ionizante	kg U235 eq	1,959	1,939
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,027	0,027
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,003	0,003
Eutrofización marina	kg N eq	0,004	0,003
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,001	0,001
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,069	0,068
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,071	0,070
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	7,697	7,657
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,115	0,114
Transformación del suelo natural	m2	0,002	0,002
Agotamiento del agua	m3	0,037	0,037
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,303	0,298
Agotamiento fósil	kg oil eq	1,735	1,731

En la Tabla 8.48 y en la Figura 8.21 se muestra el resultado del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de filmación de planchas indicado en 8.1.1 en las diferentes etapas del ciclo de vida para la unidades de proceso de filmación de planchas, por unidad de plancha.

Tabla 8.48 Cambio Climático para EPP1 y EPP2 con nivel de agrupamiento específico por unidad de plancha

	EPP1: Libre de Químicos		EPP2: Químicos Reducidos	
Adquisición materia prima	0,0341	0,5%	0,0219	0,3%
Planchas	5,6068	85,9%	5,5208	85,1%
Bienes de Capital	0,3021	4,6%	0,3021	4,7%
Producción	0,0592	0,9%	0,0592	0,9%
Uso	0,3695	5,7%	0,4218	6,5%
Desechos	0,0055	0,1%	0,0071	0,1%
Energía	0,0326	0,5%	0,0326	0,5%
Transporte	0,1174	1,8%	0,1220	1,9%
% IPCC 2007 GWP 100a	**6,527**	**100%**	**6,487**	**100%**

Figura 8.21 Cambio Climático para EPP1, EPP2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por unidad de plancha

8.5.4 Impresión Coldset

Los dispositivos de impresión han experimentado una continua evolución en los últimos años que ha permitido alcanzar una gran calidad en los productos impresos de forma muy eficiente y con costes reducidos.

En este apartado se va a comparar dos tecnologías de impresión que conviven en cuanto a los desperdicios de arranque y de tirada. Se analizarán para tiradas altas, medias y bajas. La evaluación del impacto se efectuará variando los desperdicios de arranque y tirada entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado un periódico de 64 páginas de formato 390x289mm impreso a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología de libre de químicos, papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria con las características indicadas en la Tabla 8.49 donde se ha considerado las tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares, considerando un desperdicio de arranque de 1.500 ejemplares, y un desperdicio de tirada de 5% y 10%. En la comparación se utiliza algunos de los escenarios del apartado 8.4.1

Tabla 8.49 Parámetros para escenarios de la tecnología de impresión coldset

ESCENARIOS	EC-A1	EC-A2	EC-A3	EC-T1	EC-T2	EC-T3
Bienes de Capital	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Paginación	64	64	64	64	64	64
Tirada	**1.000**	**10.000**	**100.000**	**1.000**	**10.000**	**100.000**
Gramaje (g/m^2)	45	45	45	45	45	45
Formato periódico	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289
Tecnología de Filmación de Planchas	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos	Q. Reducidos
Formato planchas	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593
Origen Planchas	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	**1500**	**1500**	**1500**	**1500**	**1500**	**1500**
Desperdicio tirada	**5%**	**5%**	**5%**	**10%**	**10%**	**10%**
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria
Planta Tratamiento Residuos Planchas	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Residuos Industriales	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Reciclado depósito Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria	Gran Canaria

Midpoint

En la Tabla 8.50 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios EC-A1, EC-A2, EC-T1, EC-T2 y EC-T3 correspondiente a las tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares para los puntos medios (Midpoint) en los que se ha utilizado la unidad funcional 1 por kg de periódico impreso.

Tabla 8.50 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EC-A1, EC-A2, EC-A3, EC-T1, EC-T2 y EC-T3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	EC-A1	EC-A2	EC-A3	EC-T1	EC-T2	EC-T3
Calentamiento Global	kg CO2 eq	7,2018	2,3676	1,8842	7,4247	2,4702	1,9747
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	6,6E-07	2,2E-07	1,7E-07	6,8E-07	2,2E-07	1,8E-07
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	1,8856	0,4654	0,3233	1,9229	0,4825	0,3385
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0302	0,0109	0,0090	0,0313	0,0114	0,0094
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0122	0,0038	0,0029	0,0126	0,0039	0,0031
Radiación ionizante	kg U235 eq	1,0726	0,2154	0,1297	1,0875	0,2222	0,1357
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0308	0,0100	0,0079	0,0317	0,0105	0,0083
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0017	0,0004	0,0002	0,0018	0,0004	0,0002
Eutrofización marina	kg N eq	0,0028	0,0009	0,0007	0,0029	0,0009	0,0007

Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0017	0,0006	0,0005	0,0018	0,0006	0,0005
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0469	0,0119	0,0084	0,0478	0,0123	0,0088
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0474	0,0118	0,0082	0,0484	0,0122	0,0086
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	8,9245	3,0197	2,4292	9,2059	3,1491	2,5434
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,1287	0,0428	0,0342	0,1327	0,0446	0,0358
Transformación del suelo natural	m2	0,0024	0,0008	0,0007	0,0025	0,0009	0,0007
Agotamiento del agua	m3	0,0660	0,0250	0,0209	0,0684	0,0261	0,0219
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,4784	0,1772	0,1471	0,4956	0,1851	0,1541
Agotamiento fósil	kg oil eq	1,9761	0,6546	0,5225	2,0383	0,6832	0,5477

En la Figura 8.22 se muestra la comparativa de impactos para los escenarios de tiradas de 10.000 ejemplares EC-T2, EC-A2 junto con el ET4 del apartado 8.4.1

Figura 8.22 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) 10.000 ejemplares, escenarios ET4, EC-T2 y EC-A2 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Figura 8.23 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a para las tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares con tres escenarios de desperdicios: ET, EC-A, EC-T.

Figura 8.23 Comparativa Cambio Climático para los escenarios ET, EC-A y EC-T para tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares

En la Tabla 8.51 y en las Figuras 8.24 y 8.25 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida y una tirada de 10.000 ejemplares.

Tabla 8.51 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 con nivel de agrupamiento específico

	ET4 600 ej arranque 5% tirada		**EC-T2 1.500 ej arranque 10% tirada**	
Adquisición materia prima	0,083	3,8%	0,094	3,8%
Planchas	0,237	10,8%	0,237	9,6%
Tintas	0,035	1,6%	0,039	1,6%
Papel	0,810	36,8%	0,920	37,3%
Bienes de Capital	0,061	2,8%	0,068	2,7%
Producción	0,034	1,6%	0,039	1,6%
Uso	0,018	0,8%	0,018	0,7%
Desechos	0,010	0,4%	0,019	0,8%
Energía	0,759	34,5%	0,863	34,9%
Transporte	0,152	6,9%	0,172	7,0%
% IPCC 2007 GWP 100a	**2,20**	**100%**	**2,47**	**100%**

Figura 8.24 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por escenario

Figura 8.25 Cambio Climático para ET4 y EC-T2 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) por etapas

8.5.3 Impresión Inkjet

La impresión digital-inkjet proporciona la posibilidad de imprimir tiradas pequeñas y de contenido variable que no permite la impresión tradicional offset-coldset. La evaluación del impacto se efectuará variando la tirada entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet

Para permitir la comparación con el resto de escenarios, se ha considerado un periódico de 64 páginas de un gramaje de 45 g/m^2 impreso con papel reciclado 100% de la fábrica de Holmen Madrid con planta de impresión (AGA) localizada en Gran Canaria, mix energético de Gran Canaria y con las características indicadas en la Tabla 8.52.

Tabla 8.52 Parámetros para escenarios de impresión digital

ESCENARIOS	EI1	EI2	EI3	EI4	EI5	EI6	EI7
Bienes de Capital	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Paginación	64	64	64	64	64	64	64
Tirada	**20**	**100**	**500**	**1000**	**5000**	**10000**	**20000**
Gramaje (g/m^2)	45	45	45	45	45	45	45
Formato periódico	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289
Tecnología de Filmación Planchas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Formato planchas	N(A	N(A	N(A	N(A	N(A	N(A	N(A
Origen Planchas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Tipo Papel	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado	100% Reciclado
Origen Papel	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	20	20	20	20	20	20	20
Desperdicio tirada	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	G.Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria
Mix Electricidad Planta Impresión	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria
Planta Tratamiento Res.Planchas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Planta Tratamiento Papel	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Planta Tratamiento Res.Industri.	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Origen Tinta Inkjet	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Reciclado depósito Tinta Inkjet	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
Distribución	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria	G. Canaria

Midpoint

En la Tabla 8.53 y en la Figura 8.26 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios EI2, EI5 y EI7 correspondiente a las tiradas de 100, 5000 y 20.000 ejemplares para los puntos medios (Midpoint) en los que se ha utilizado la unidad funcional 1.

Tabla 8.53 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Categoría de impacto	Unidades	20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	3,9724	2,3667	2,0456	2,0054	1,9733	1,9693	1,9673
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	1,6E-06	9,8E-07	8,4E-07	8,3E-07	8,2E-07	8,1E-07	8,1E-07
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,8669	0,5180	0,4482	0,4395	0,4325	0,4316	0,4312
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0190	0,0112	0,0097	0,0095	0,0093	0,0093	0,0093
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0062	0,0037	0,0032	0,0031	0,0030	0,0030	0,0030
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2822	0,1673	0,1443	0,1414	0,1391	0,1388	0,1387
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0171	0,0100	0,0086	0,0084	0,0083	0,0083	0,0083
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Eutrofización marina	kg N eq	0,0012	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0189	0,0113	0,0098	0,0096	0,0095	0,0094	0,0094
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0199	0,0119	0,0103	0,0101	0,0099	0,0099	0,0099
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	4,6597	2,7958	2,4230	2,3764	2,3391	2,3344	2,3321
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0706	0,0422	0,0365	0,0358	0,0352	0,0352	0,0351
Transformación del suelo natural	m2	0,0014	0,0009	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Agotamiento del agua	m3	0,0133	0,0079	0,0069	0,0067	0,0066	0,0066	0,0066
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,3593	0,2152	0,1863	0,1827	0,1798	0,1795	0,1793
Agotamiento fósil	kg oil eq	1,1024	0,6556	0,5662	0,5550	0,5461	0,5450	0,5444

Figura 8.26 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI2, EI5 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Figura 8.27 se compara los resultados del impacto de la impresión coldset e inket para una tirada de 5.000 ejemplares utilizando los escenarios ET3 de la impresión coldset y EI5 de la impresión digital.

Figura 8.27 Comparativa entre los Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET3 y EI5 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Tabla 8.54 y en la Figura 8.28 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, con el nivel de agrupación general indicado en 8.1.1 enlas diferentes etapas del ciclo de vida para los escenarios EI2, EI3, EI5 y EI6.

Tabla 8.54 Cambio Climático para EI2, EI3, EI5 y EI6 con nivel de agrupamiento general

Agrupamiento General	100		500		5.000		10.000	
Adquisición materia prima	1,015	42,9%	0,880	43,0%	0,850	43,1%	0,846	43,1%
Producción	0,111	4,7%	0,096	4,7%	0,093	4,7%	0,092	4,7%
Uso	0,018	0,8%	0,018	0,9%	0,018	0,9%	0,018	0,9%
Desechos	0,021	0,9%	0,010	0,5%	0,007	0,4%	0,007	0,4%
Energía	1,034	43,7%	0,896	43,8%	0,865	43,8%	0,862	43,8%
Transporte	0,168	7,1%	0,146	7,1%	0,141	7,1%	0,140	7,1%
% IPCC 2007 GWP 100a	**2,37**	**100%**	**2,05**	**100%**	**1,97**	**100%**	**1,97**	**100%**

Figura 8.28 Cambio Climático para EI2, EI3, EI5 y EI6 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento general)

En la Tabla 8.55 y en la Figura 8.29 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida para los escenarios EI2, EI3 y EI5.

Tabla 8.55 Cambio Climático para EI2, EI3 y EI5 con nivel de agrupamiento específico

	100		500		5.000	
Adquisición materia prima	0,052	2,2%	0,045	2,2%	0,044	2,2%
Planchas	0,000	0,0%	0,000	0,0%	0,000	0,0%
Tintas	0,047	2,0%	0,040	2,0%	0,039	2,0%
Papel	0,917	38,7%	0,794	38,8%	0,767	38,9%
Bienes de Capital	0,086	3,6%	0,075	3,7%	0,072	3,7%
Producción	0,024	1,0%	0,021	1,0%	0,020	1,0%
Uso	0,018	0,8%	0,018	0,9%	0,018	0,9%
Desechos	0,021	0,9%	0,010	0,5%	0,007	0,4%
Energía	1,034	43,7%	0,896	43,8%	0,865	43,8%
Transporte	0,168	7,1%	0,146	7,1%	0,141	7,1%
% IPCC 2007 GWP 100a	**2,37**	**100,0%**	**2,05**	**100,0%**	**1,97**	**100,0%**

Figura 8.29 Cambio Climático para EI2, EI3 y EI5 con nivel de agrupamiento específico en las Etapas del Ciclo de Vida

En la Tabla 8.56 y en la Figura 8.30 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida para los escenarios EI5 para impresión inkjet y ET3 para impresión coldset para una tirada de 5.000 ejemplares.

Tabla 8.56 Cambio Climático para EI5 y ET3 con nivel de agrupamiento específico

	Inkjet		Coldset	
Adquisición materia prima	0,044	2,2%	0,088	3,4%
Planchas	N/A	0,0%	0,474	18,5%
Tintas	0,039	2,0%	0,037	1,4%
Papel	0,767	38,9%	0,856	33,3%
Bienes de Capital	0,072	3,7%	0,076	2,9%
Producción	0,020	1,0%	0,036	1,4%
Uso	0,018	0,9%	0,018	0,7%
Desechos	0,007	0,4%	0,015	0,6%
Energía	0,865	43,8%	0,804	31,3%
Transporte	0,141	7,1%	0,165	6,4%
% IPCC 2007 GWP 100a	**1,97**	**100,0%**	**2,57**	**100,0%**

Figura 8.30 Cambio Climático para inkjet EI5 y coldset ET3 en las Etapas del Ciclo de Vida (agrupamiento específico) para tirada de 5.000 ejemplares

Endpoint

La Tabla 8.57 muestra los resultados de evaluación de los impactos ambientales para los puntos finales (Endpoint) con las unidades que corresponden para los escenarios de EI2 a EI6 y en la Tabla 8.58 agrupados según las áreas de protección.

Tabla 8.57 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EI2, EI3, EI5 y EI6

	Unidades	**100**	**500**	**5.000**	**10.000**
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	3,31E-06	2,86E-06	2,76E-06	2,76E-06
Agotamiento del ozono	DALY	1,95E-09	1,69E-09	1,63E-09	1,62E-09
Toxicidad humana	DALY	3,62E-07	3,14E-07	3,03E-07	3,02E-07
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	4,38E-10	3,78E-10	3,64E-10	3,63E-10
Formación de material particulado	DALY	9,52E-07	8,19E-07	7,89E-07	7,88E-07
Radiación ionizante	DALY	2,74E-09	2,37E-09	2,28E-09	2,28E-09
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	1,88E-08	1,62E-08	1,56E-08	1,56E-08
Acidificación Terrestre	species.yr	5,81E-11	5,00E-11	4,81E-11	4,80E-11
Eutrofización de agua dulce	species.yr	1,45E-11	1,26E-11	1,21E-11	1,21E-11
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	3,12E-11	2,70E-11	2,60E-11	2,60E-11
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	2,95E-12	2,55E-12	2,46E-12	2,45E-12
Ecotoxicidad Marina	species.yr	9,50E-15	8,21E-15	7,92E-15	7,91E-15
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	3,13E-08	2,72E-08	2,62E-08	2,62E-08
Ocupación del suelo urbano	species.yr	8,14E-10	7,05E-10	6,80E-10	6,79E-10
Transformación del suelo natural	species.yr	1,32E-09	1,14E-09	1,10E-09	1,10E-09
Agotamiento de metal	$	1,54E-02	1,33E-02	1,29E-02	1,28E-02
Agotamiento Fósil	$	1,05E+01	9,10E+00	8,78E+00	8,76E+00

Tabla 8.58 Impactos ambientales agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe) para EI2, EI3, EI5 y EI6

	Unidades	**100**	**500**	**5.000**	**10.000**
Salud Humana	DALY	4,6E-06	4,0E-06	3,9E-06	3,9E-06
Ecosistemas	species.yr	5,2E-08	4,5E-08	4,4E-08	4,4E-08
Recursos	$	1,1E+01	9,1E+00	8,8E+00	8,8E+00

En las Tablas 8.59, 8.60 y en las Figuras 8.31 y 8.32 se muestran los resultados de evaluación de los impactos ambientales normalizados y ponderados para los puntos finales (Endpoint) de forma desglosada y agrupada para los escenarios de EI2 a EI6.

Tabla 8.59 Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6

	Unidades	**100**	**500**	**5.000**	**10.000**
Cambio climático de la Salud Humana	Pt	0,0657381	0,0568183	0,0548114	0,0546999
Agotamiento del ozono	Pt	3,862E-05	3,343E-05	3,227E-05	3,22E-05
Toxicidad humana	Pt	0,0071911	0,0062224	0,0060045	0,0059923
Formación de oxidantes fotoquímicos	Pt	8,698E-06	7,492E-06	7,22E-06	7,205E-06
Formación de material particulado	Pt	0,0188912	0,0162516	0,0156577	0,0156247
Radiación ionizante	Pt	5,444E-05	4,696E-05	4,528E-05	4,518E-05
Cambio climático Ecosistemas	Pt	0,0429922	0,0371587	0,0358462	0,0357732
Acidificación Terrestre	Pt	0,0001332	0,0001145	0,0001103	0,00011
Eutrofización de agua dulce	Pt	3,329E-05	2,878E-05	2,776E-05	2,77E-05
Ecotoxicidad terrestre	Pt	7,155E-05	6,18E-05	5,961E-05	5,949E-05
Ecotoxicidad de agua dulce	Pt	6,748E-06	5,839E-06	5,635E-06	5,623E-06
Ecotoxicidad Marina	Pt	2,176E-08	1,881E-08	1,815E-08	1,811E-08
Ocupación de la tierra agrícola	Pt	0,0717683	0,0621987	0,0600456	0,059926
Ocupación del suelo urbano	Pt	0,0018654	0,0016144	0,0015579	0,0015548
Transformación del suelo natural	Pt	0,0030328	0,0026206	0,0025278	0,0025226
Agotamiento de metal	Pt	0,0001149	9,948E-05	9,602E-05	9,583E-05
Agotamiento Fósil	Pt	0,0786409	0,0679217	0,0655099	0,0653759
TOTAL	Pt	0,2905815	0,2512048	0,242345	0,2418528

Figura 8.31 Comparativa Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6

Tabla 8.60 Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6

	Unidades	**100**	**500**	**5.000**	**10.000**
Salud Humana	Pt	0,092	0,079	0,077	0,076
Ecosistemas	Pt	0,120	0,104	0,100	0,100
Recursos	Pt	0,079	0,068	0,066	0,065
TOTAL	Pt	0,291	0,251	0,242	0,242

Figura 8.32 Comparativa Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para EI2, EI3, EI5 y EI6

8.6 Bienes de capital

En este apartado se evaluará la importancia de los bienes de capital en el Análisis del Impacto en el que interviene el equipamiento, maquinaria, edificio y otros procesos de infraestructura proporcionado por la base de datos. Se analizará su importancia para los dos procesos considerados a partir del porcentaje de la siguiente fórmula (Frischknecht 2007):

$$CG_i = \frac{LCIA_i^{incl} - LCIA_i^{excl}}{LCIA_i^{incl}}$$

8.6.1 Impresión Coldset

La evaluación del impacto para la impresión coldset se efectuará variando la tirada entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se utilizará los escenarios considerados en el apartado 8.4.1 de ET1 a ET7

Midpoint

En la Tabla 8.61 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios de ET1 a ET7 para los puntos medios (Midpoint) en los que se ha utilizado la unidad funcional 1 y se ha excluido el equipamiento.

Tabla 8.61 Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset)

Categoría de impacto	Unidad	500	1.000	5.000	10.000	20.000	500.00	100.000
Climate change	kg CO2 eq	8,4333	5,0493	2,3420	2,0036	1,8344	1,7329	1,6990
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	1,9594	1,0616	0,3434	0,2536	0,2087	0,1818	0,1728
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	0,0297	0,0188	0,0101	0,0090	0,0085	0,0082	0,0081
Particulate matter formation	kg PM10 eq	0,0139	0,0081	0,0035	0,0029	0,0026	0,0025	0,0024
Ionising radiation	kg U235 eq	1,5018	0,7827	0,2073	0,1354	0,0995	0,0779	0,0707
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	0,0346	0,0208	0,0097	0,0083	0,0076	0,0072	0,0071
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,0022	0,0012	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001
Marine eutrophication	kg N eq	0,0035	0,0021	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0012	0,0008	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0534	0,0285	0,0086	0,0062	0,0049	0,0042	0,0039
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0528	0,0280	0,0081	0,0056	0,0044	0,0036	0,0034
Agricultural land occupation	m2a	5,6432	3,9989	2,6834	2,5189	2,4367	2,3874	2,3709
Urban land occupation	m2a	0,0689	0,0465	0,0287	0,0265	0,0254	0,0247	0,0245
Natural land transformation	m2	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Water depletion	m3	0,0661	0,0424	0,0234	0,0210	0,0198	0,0191	0,0188
Metal depletion	kg Fe eq	0,0532	0,0281	0,0080	0,0055	0,0043	0,0035	0,0032
Fossil depletion	kg oil eq	2,2351	1,3413	0,6263	0,5369	0,4922	0,4654	0,4565

En la Tabla 8.62 se calcula el porcentaje que representa el impacto de los bienes de capital sobre el total de impacto considerando los bienes de capital mediante el índice CG_i . Se ha resaltado los valores superiores a un 30%.

Tabla 8.62 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset)

Categoría de impacto	% Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	500.00	100.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	8,36%	8,47%	8,79%	8,89%	8,95%	9,00%	9,01%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	8,96%	9,25%	10,10%	10,37%	10,54%	10,66%	10,70%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	32,45%	33,82%	39,43%	42,00%	43,95%	45,49%	46,09%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	15,34%	14,14%	11,22%	10,42%	9,94%	9,62%	9,51%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	14,24%	14,59%	15,70%	16,08%	16,32%	16,50%	16,56%
Radiación ionizante	kg U235 eq	16,55%	18,47%	28,03%	33,66%	38,65%	43,12%	45,00%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	11,12%	10,98%	10,55%	10,42%	10,34%	10,28%	10,26%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	22,04%	23,95%	33,24%	38,49%	43,04%	47,01%	48,66%
Eutrofización marina	kg N eq	6,76%	6,67%	6,39%	6,29%	6,22%	6,18%	6,16%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	38,48%	33,98%	22,83%	19,79%	17,94%	16,70%	16,27%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	24,94%	27,88%	39,57%	44,76%	48,64%	51,64%	52,80%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	27,15%	30,36%	43,37%	49,27%	53,73%	57,22%	58,57%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	49,75%	41,17%	17,44%	10,26%	5,75%	2,65%	1,54%
Ocupación del suelo urbano	m2a	57,91%	52,70%	37,97%	33,42%	30,53%	28,53%	27,81%
Transformación del suelo natural	m2	84,16%	81,76%	75,43%	73,59%	72,45%	71,67%	71,40%
Agotamiento del agua	m3	11,23%	10,75%	9,65%	9,37%	9,20%	9,09%	9,05%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	90,38%	91,93%	95,66%	96,65%	97,24%	97,63%	97,77%
Agotamiento fósil	kg oil eq	10,74%	10,93%	11,47%	11,63%	11,74%	11,81%	11,84%

En la Tabla 8.63 se indica el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para el escenario ET4 correspondiente a la tirada de 10.000 ejemplares. Se ha

desglosado el impacto que corresponde a diferentes etapas o unidades funcionales: preimpresión, impresión, edificios, electricidad y otros.

Tabla 8.63 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para ET4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso) desglosado en etapas

Coldset 10.000	% Unidades	Preimpresión	Impresión	Edificios	Electricidad	Otros	% Total Impacto
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,54%	1,87%	0,45%	0,34%	5,68%	8,89%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,51%	1,44%	0,37%	0,31%	7,74%	10,37%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	2,12%	9,34%	1,49%	1,36%	27,69%	42,00%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	1,26%	1,25%	0,40%	0,46%	7,07%	10,42%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	1,02%	4,04%	1,07%	0,59%	9,36%	16,08%
Radiación ionizante	kg U235 eq	2,70%	4,25%	0,97%	1,14%	24,60%	33,66%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,77%	1,90%	0,73%	0,43%	6,60%	10,42%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	2,23%	8,50%	1,34%	1,32%	25,10%	38,49%
Eutrofización marina	kg N eq	0,66%	1,06%	0,36%	0,29%	3,92%	6,29%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	3,51%	1,26%	0,30%	3,01%	11,70%	19,79%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	1,27%	19,54%	3,28%	0,86%	19,81%	44,76%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	1,30%	20,68%	3,29%	1,51%	22,49%	49,27%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	9,85%	0,03%	0,01%	0,01%	0,36%	10,26%
Ocupación del suelo urbano	m2a	7,71%	1,26%	3,43%	1,06%	19,96%	33,42%
Transformación del suelo natural	m2	3,57%	0,76%	1,33%	16,60%	51,32%	73,59%
Agotamiento del agua	m3	0,43%	1,15%	0,38%	0,45%	6,96%	9,37%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	1,22%	48,47%	7,89%	1,31%	37,76%	96,65%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,63%	2,08%	0,48%	0,39%	8,05%	11,63%

Endpoint

La Tabla 8.64 se indica para los puntos finales (Endpoint), el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para los escenarios de ET1 a ET7 indicados en el apartado 8.4.1

Tabla 8.64 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso coldset)

Categoría de impacto	% Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	500.00	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	8,37%	8,48%	8,79%	8,89%	8,95%	9,00%	9,01%
Agotamiento del ozono	DALY	9,26%	9,47%	10,04%	10,22%	10,33%	10,41%	10,44%
Toxicidad humana	DALY	32,46%	33,83%	39,44%	42,01%	43,96%	45,50%	46,10%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	15,34%	14,14%	11,22%	10,42%	9,94%	9,62%	9,51%
Formación de material particulado	DALY	14,24%	14,59%	15,70%	16,08%	16,32%	16,50%	16,56%
Radiación ionizante	DALY	16,55%	18,47%	28,03%	33,66%	38,65%	43,12%	45,00%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	8,36%	8,47%	8,79%	8,89%	8,95%	9,00%	9,01%
Acidificación Terrestre	species.yr	11,12%	10,98%	10,55%	10,42%	10,34%	10,28%	10,26%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	22,04%	23,95%	33,23%	38,48%	43,03%	47,00%	48,64%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	38,43%	33,93%	22,80%	19,76%	17,92%	16,68%	16,25%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	24,93%	27,87%	39,56%	44,75%	48,63%	51,64%	52,79%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	27,16%	30,37%	43,38%	49,28%	53,74%	57,23%	58,58%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	49,50%	40,92%	17,29%	10,17%	5,69%	2,62%	1,52%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	57,91%	52,70%	37,97%	33,42%	30,53%	28,53%	27,81%
Transformación del suelo natural	species.yr	35,84%	31,63%	23,32%	21,45%	20,39%	19,70%	19,46%
Agotamiento de metal	$	90,38%	91,94%	95,66%	96,65%	97,24%	97,63%	97,77%
Agotamiento Fósil	$	10,74%	10,93%	11,46%	11,63%	11,73%	11,81%	11,83%

En las Tablas 8.65 y 8.66 se muestra los impactos ambientales normalizados y ponderados en los puntos finales (Endpoint), mediante el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para los escenarios de ET1 a ET7.

Tabla 8.65 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados y ponderados sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7

Categoría de impacto		500	1.000	5.000	10.000	20.000	500.00	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	Pt	8,37%	8,48%	8,79%	8,89%	8,95%	9,00%	9,01%
Agotamiento del ozono	Pt	9,26%	9,47%	10,04%	10,22%	10,33%	10,41%	10,44%
Toxicidad humana	Pt	32,46%	33,83%	39,44%	42,01%	43,96%	45,50%	46,10%
Formación de oxidantes fotoquímicos	Pt	15,34%	14,14%	11,22%	10,42%	9,94%	9,62%	9,51%
Formación de material particulado	Pt	14,24%	14,59%	15,70%	16,08%	16,32%	16,50%	16,56%
Radiación ionizante	Pt	16,55%	18,47%	28,03%	33,66%	38,65%	43,12%	45,00%
Cambio climático Ecosistemas	Pt	8,36%	8,47%	8,79%	8,89%	8,95%	9,00%	9,01%
Acidificación Terrestre	Pt	11,12%	10,98%	10,55%	10,42%	10,34%	10,28%	10,26%
Eutrofización de agua dulce	Pt	22,04%	23,95%	33,23%	38,48%	43,03%	47,00%	48,64%
Ecotoxicidad terrestre	Pt	38,43%	33,93%	22,80%	19,76%	17,92%	16,68%	16,25%
Ecotoxicidad de agua dulce	Pt	24,93%	27,87%	39,56%	44,75%	48,63%	51,64%	52,79%
Ecotoxicidad Marina	Pt	27,16%	30,37%	43,38%	49,28%	53,74%	57,23%	58,58%
Ocupación de la tierra agrícola	Pt	49,50%	40,92%	17,29%	10,17%	5,69%	2,62%	1,52%
Ocupación del suelo urbano	Pt	57,91%	52,70%	37,97%	33,42%	30,53%	28,53%	27,81%
Transformación del suelo natural	Pt	35,84%	31,63%	23,32%	21,45%	20,39%	19,70%	19,46%
Agotamiento de metal	Pt	90,38%	91,94%	95,66%	96,65%	97,24%	97,63%	97,77%
Agotamiento Fósil	Pt	10,74%	10,93%	11,46%	11,63%	11,73%	11,81%	11,83%
Total	Pt	21,32%	19,29%	13,50%	11,69%	10,55%	9,75%	9,47%

Tabla 8.66 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección, sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para ET1, ET2, ET3, ET4, ET5, ET6 y ET7

Categoría de impacto		500	1.000	5.000	10.000	20.000	500.00	100.000
Salud Humana	Pt	12,22%	12,34%	12,68%	12,79%	12,86%	12,91%	12,93%
Ecosistemas	Pt	34,83%	29,59%	15,23%	10,91%	8,21%	6,36%	5,70%
Recursos	Pt	10,82%	11,01%	11,56%	11,73%	11,84%	11,91%	11,94%
TOTAL	Pt	21,32%	19,29%	13,50%	11,69%	10,55%	9,75%	9,47%

8.6.2 Impresión Inkjet

La evaluación del impacto para la impresión inkjet se efectuará variando la tirada entre diversos valores para el sistema de producto:

- Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet

Se utilizará los escenarios considerados en el apartado 8.5.3 de EI1 a EI7

Midpoint

En la Tabla 8.67 se muestra los resultados de la evaluación de los impactos para los escenarios de EI1 a EI7 para los puntos medios (Midpoint) en los que se ha utilizado la unidad funcional 1 y se ha excluido el equipamiento.

Tabla 8.67 Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet)

Categoría de impacto	Unidad	20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Climate change	kg CO2 eq	3,5740	2,1307	1,8420	1,8059	1,7770	1,7734	1,7716
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	0,4946	0,2964	0,2568	0,2519	0,2479	0,2474	0,2471
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	0,0172	0,0101	0,0087	0,0085	0,0084	0,0084	0,0084
Particulate matter formation	kg PM10 eq	0,0051	0,0030	0,0026	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Ionising radiation	kg U235 eq	0,1448	0,0867	0,0751	0,0737	0,0725	0,0724	0,0723
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	0,0151	0,0089	0,0076	0,0075	0,0073	0,0073	0,0073
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Marine eutrophication	kg N eq	0,0011	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0084	0,0050	0,0044	0,0043	0,0042	0,0042	0,0042
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,0085	0,0051	0,0044	0,0043	0,0042	0,0042	0,0042
Agricultural land occupation	m2a	4,6418	2,7851	2,4137	2,3673	2,3302	2,3255	2,3232
Urban land occupation	m2a	0,0475	0,0285	0,0247	0,0242	0,0239	0,0238	0,0238
Natural land transformation	m2	0,0004	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Water depletion	m3	0,0090	0,0054	0,0047	0,0046	0,0045	0,0045	0,0045
Metal depletion	kg Fe eq	0,0383	0,0230	0,0199	0,0195	0,0192	0,0192	0,0191
Fossil depletion	kg oil eq	0,9621	0,5726	0,4946	0,4849	0,4771	0,4761	0,4757

En la Tabla 8.68 se calcula el porcentaje que representa el impacto de los bienes de capital sobre el total de impacto considerando en los bienes de capital mediante el índice CG_i . Se ha resaltado los valores superiores a un 30%.

Tabla 8.68 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet)

Categoría de impacto		20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	10,03%	9,97%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	2,48%	2,45%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	42,94%	42,77%	42,70%	42,69%	42,68%	42,68%	42,68%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	9,88%	9,92%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	17,75%	17,93%	18,00%	18,02%	18,02%	18,03%	18,03%
Radiación ionizante	kg U235 eq	48,68%	48,15%	47,95%	47,92%	47,89%	47,89%	47,89%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	11,39%	11,51%	11,56%	11,57%	11,57%	11,57%	11,57%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	50,32%	50,04%	49,93%	49,91%	49,90%	49,90%	49,90%
Eutrofización marina	kg N eq	8,43%	8,39%	8,38%	8,38%	8,38%	8,38%	8,38%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	42,03%	41,95%	41,92%	41,92%	41,91%	41,91%	41,91%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	55,51%	55,41%	55,37%	55,37%	55,36%	55,36%	55,36%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	57,08%	57,11%	57,13%	57,13%	57,13%	57,13%	57,13%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%
Ocupación del suelo urbano	m2a	32,63%	32,39%	32,30%	32,28%	32,27%	32,27%	32,27%
Transformación del suelo natural	m2	73,22%	73,00%	72,92%	72,90%	72,89%	72,89%	72,89%
Agotamiento del agua	m3	32,43%	32,17%	32,07%	32,05%	32,04%	32,04%	32,04%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	89,35%	89,33%	89,33%	89,32%	89,32%	89,32%	89,32%
Agotamiento fósil	kg oil eq	12,72%	12,66%	12,64%	12,63%	12,63%	12,63%	12,63%

Tabla 8.69 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EI4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet) desglosado en etapas

Inkjet 1000	% Unidades	Impresión	Edificios	Electricidad	Otros	% Total Impacto
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,38%	1,13%	0,47%	5,10%	9,07%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	1,73%	0,91%	0,43%	7,04%	10,11%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	15,32%	3,70%	1,86%	22,03%	42,91%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	1,48%	0,98%	0,63%	6,25%	9,33%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	4,24%	2,66%	0,81%	8,19%	15,91%
Radiación ionizante	kg U235 eq	6,99%	2,40%	1,57%	22,24%	33,20%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	2,39%	1,80%	0,59%	5,73%	10,52%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	15,19%	3,32%	1,82%	20,83%	41,16%
Eutrofización marina	kg N eq	1,58%	0,90%	0,40%	3,41%	6,29%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	1,46%	0,75%	4,14%	8,89%	15,25%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	21,39%	8,13%	1,18%	16,99%	47,69%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	22,68%	8,15%	2,08%	18,98%	51,89%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,03%	0,03%	0,01%	0,24%	0,32%
Ocupación del suelo urbano	m2a	1,37%	8,50%	1,45%	17,76%	29,08%
Transformación del suelo natural	m2	0,91%	3,30%	22,84%	40,24%	67,29%
Agotamiento del agua	m3	1,53%	0,94%	0,62%	6,24%	9,33%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	45,72%	19,56%	1,80%	32,34%	99,42%
Agotamiento fósil	kg oil eq	2,55%	1,18%	0,54%	7,26%	11,54%

En la Tabla 8.69 se indica el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para el escenario EI4 correspondiente a la tirada de 1.000 ejemplares. Se ha desglosado el impacto que corresponde a diferentes etapas o unidades funcionales: impresión, edificios, electricidad y otros.

Endpoint

La Tabla 8.70 se indica para los puntos finales (Endpoint), el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para los escenarios de EI1 a EI7 indicados en el apartado 8.5.3

Tabla 8.70 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso inkjet)

Categoría de impacto	% Unidades	20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	10,03%	9,97%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%
Agotamiento del ozono	DALY	3,16%	3,12%	3,11%	3,11%	3,11%	3,11%	3,11%
Toxicidad humana	DALY	42,95%	42,78%	42,71%	42,70%	42,69%	42,69%	42,69%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	9,88%	9,92%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%
Formación de material particulado	DALY	17,75%	17,93%	18,00%	18,02%	18,02%	18,03%	18,03%
Radiación ionizante	DALY	48,68%	48,15%	47,95%	47,92%	47,89%	47,89%	47,89%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	10,03%	9,97%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%
Acidificación Terrestre	species.yr	11,39%	11,51%	11,56%	11,56%	11,57%	11,57%	11,57%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	50,32%	50,03%	49,92%	49,91%	49,89%	49,89%	49,89%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	42,06%	41,99%	41,95%	41,95%	41,95%	41,95%	41,95%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	55,50%	55,40%	55,37%	55,36%	55,36%	55,36%	55,36%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	57,09%	57,13%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	0,39%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	32,63%	32,39%	32,30%	32,28%	32,27%	32,27%	32,27%
Transformación del suelo natural	species.yr	67,35%	67,09%	67,00%	66,98%	66,97%	66,97%	66,97%
Agotamiento de metal	$	89,36%	89,34%	89,33%	89,33%	89,33%	89,33%	89,33%
Agotamiento Fósil	$	12,72%	12,66%	12,63%	12,63%	12,63%	12,63%	12,63%

En las Tablas 8.71 y 8.72 se muestran los impactos ambientales normalizados y ponderados en los puntos finales (Endpoint) mediante el índice CG_i que representa el porcentaje del equipamiento sobre el impacto total para los escenarios de EI1 a EI7.

Tabla 8.71 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados y ponderados sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7

Categoría de impacto		20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Cambio climático de la Salud Humana	Pt	10,03%	9,97%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%
Agotamiento del ozono	Pt	3,16%	3,12%	3,11%	3,11%	3,11%	3,11%	3,11%
Toxicidad humana	Pt	42,95%	42,78%	42,71%	42,70%	42,69%	42,69%	42,69%
Formación de oxidantes fotoquímicos	Pt	9,88%	9,92%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%	9,93%
Formación de material particulado	Pt	17,75%	17,93%	18,00%	18,02%	18,02%	18,03%	18,03%
Radiación ionizante	Pt	48,68%	48,15%	47,95%	47,92%	47,89%	47,89%	47,89%
Cambio climático Ecosistemas	Pt	10,03%	9,97%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%	9,95%
Acidificación Terrestre	Pt	11,39%	11,51%	11,56%	11,56%	11,57%	11,57%	11,57%
Eutrofización de agua dulce	Pt	50,32%	50,03%	49,92%	49,91%	49,89%	49,89%	49,89%
Ecotoxicidad terrestre	Pt	42,06%	41,99%	41,95%	41,95%	41,95%	41,95%	41,95%
Ecotoxicidad de agua dulce	Pt	55,50%	55,40%	55,37%	55,36%	55,36%	55,36%	55,36%
Ecotoxicidad Marina	Pt	57,09%	57,13%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%	57,14%
Ocupación de la tierra agrícola	Pt	0,39%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%	0,38%
Ocupación del suelo urbano	Pt	32,63%	32,39%	32,30%	32,28%	32,27%	32,27%	32,27%
Transformación del suelo natural	Pt	67,35%	67,09%	67,00%	66,98%	66,97%	66,97%	66,97%
Agotamiento de metal	Pt	89,36%	89,34%	89,33%	89,33%	89,33%	89,33%	89,33%
Agotamiento Fósil	Pt	12,72%	12,66%	12,63%	12,63%	12,63%	12,63%	12,63%
Total	Pt	10,51%	10,45%	10,43%	10,43%	10,43%	10,43%	10,42%

Tabla 8.72 Porcentaje del índice CG_i que representa los Impactos ambientales Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección, sin equipamiento (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) para para EI1, EI2, EI3, EI4, EI5, EI6 y EI7

Categoría de impacto		20	100	500	1.000	5.000	10.000	20.000
Salud Humana	Pt	14,21%	14,19%	14,19%	14,19%	14,19%	14,19%	14,19%
Ecosistemas	Pt	6,12%	6,06%	6,04%	6,04%	6,04%	6,04%	6,03%
Recursos	Pt	12,83%	12,77%	12,75%	12,74%	12,74%	12,74%	12,74%
TOTAL	Pt	10,51%	10,45%	10,43%	10,43%	10,43%	10,43%	10,42%

8.7 Ubicación geográfica

El impacto del origen de las materias primas, los bienes de equipo, el destino del bien producido, los residuos, etc. dependen de las distancias geográficas entre los puntos de origen y destino así como del medio de transporte a utilizar. En este apartado se analiza la influencia que tiene el origen de las principales materias primas como son el papel y las planchas. La tecnología de fabricación de papel depende de la inversión efectuada y de las opciones elegidas que serán propias de cada planta. La ubicación de la planta de impresión conlleva variaciones importantes entre el origen y el fin de la materia prima y los residuos generados. La ubicación de la planta se relaciona también con el mix energético a utilizar. La distribución del producto impreso tendrá impactos diferentes si se realiza en puntos lejanos a la planta de impresión o en los alrededores. La evaluación de los impactos se efectuará para la impresión coldset para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Se ha considerado una tirada de 10.000 ejemplares de un periódico de 64 páginas de un gramaje de 45 g/m^2 impreso a partir de planchas de aluminio filmadas según la tecnología químicos reducidos con las características indicadas en la Tabla 8.73 donde se indican los diferentes escenarios en los que puede influir la ubicación geográfica. En alguno de los casos se compararán los resultados con el escenario ET4 del apartado 8.4.1.

Tabla 8.73 Parámetros para la ubicación geográfica

ESCENARIOS	EU1	EU2	EU3	EU4	EU5	EU6	EU7	EU8	EU9
Bienes de Capital	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Paginación	64	64	64	64	64	64	64	64	64
Tirada	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Gramaje (g/m^2)	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Formato periódico	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289	390x289
Tecn. Film. Plancha	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.	Q. Red.
Formato planchas	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593	776x593
Origen Planchas	**China**	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa
Tipo Papel reciclado	100 % R.	**50% R.**	**100% R.**	**0% R.**	**100% R.**	100% R.	100% R.	100% R.	100% R
Origen Papel	Madrid	**Suecia**	**Bélgica**	**Canadá**	**Madrid**	Madrid	Madrid	Madrid	Madrid
Desperdicio arranque	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Ubicación P.Impresión	G.C.	G.C.	G.C.	G.C.	**Madrid**	**Madrid**	**Madrid**	G.C.	G.C.
Mix Electr Impresión	G.C.	G.C.	G.C.	G.C.	G.C.	**España**	**España**	G.C.	G.C.
P. Trat. Resi. Planchas	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	**G.C.**
P. Trat. Papel	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	**G.C.**
P. Trat. Res. Ind.	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	BCN	**G.C.**
Origen Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Reciclado Tinta Inkjet	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución	G.C.	G.C.	G.C.	G.C.	**Madrid**	**Madrid**	**G.C.**	**Tenerife**	G.C.

8.7.1 Materias primas

Planchas

En el escenario EU1 se considera el origen de las planchas en una fábrica situada en China. En la Tabla 8.74 se muestra los impactos ambientales de los escenarios EU1 y ET4, este último con un origen de las planchas en Bélgica.

Tabla 8.74 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU1 y ET4 para unidad funcional 1

Origen Planchas	Unidad	EU1	ET4	EU1-ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,2006	**2,1991**	0,1%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	2,0E-07	**2,0E-07**	0,1%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4374	**0,4372**	0,1%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0101	**0,0101**	0,4%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0035	**0,0035**	0,4%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2043	**0,2041**	0,1%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0093	**0,0093**	0,5%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0003	**0,0003**	0,1%
Eutrofización marina	kg N eq	0,0008	**0,0008**	0,2%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0006	**0,0006**	0,0%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0112	**0,0112**	0,0%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0111	**0,0111**	0,1%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,8069	**2,8069**	0,0%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0397	**0,0397**	0,0%
Transformación del suelo natural	m2	0,0008	**0,0008**	0,1%
Agotamiento del agua	m3	0,0231	**0,0231**	0,0%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,1641	**0,1642**	0,0%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,6081	**0,6076**	0,1%

Papel

Se ha considerado cuatro orígenes de papel. Las fábricas están situadas en Suecia, Alemania y Canadá que corresponden con los escenarios EU2, EU3, EU4 que se compararán con el escenario ET4 con la fábrica situada en Madrid. En la Tabla 8.75 se indica los impactos ambientales para estos escenarios.

Tabla 8.75 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1

Origen Papel	Unidad	EU2	EU3	EU4	ET4	EU2/ET4	EU3/ET4	EU3/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	1,543	1,704	1,857	**2,199**	-29,8%	-22,5%	-15,5%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-24,3%	-27,2%	-14,3%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,597	0,653	0,768	**0,437**	36,6%	49,5%	75,6%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,006	0,007	0,008	**0,010**	-36,9%	-34,7%	-17,8%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,003	0,003	0,004	**0,003**	-15,4%	-14,5%	8,9%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,734	0,454	1,326	**0,204**	259,6%	122,5%	549,7%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,008	0,008	0,010	**0,009**	-16,6%	-8,6%	4,0%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,001	0,000	**0,000**	10,9%	97,3%	36,2%
Eutrofización marina	kg N eq	0,001	0,001	0,002	**0,001**	-18,8%	-10,6%	90,1%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,001	0,001	0,001	**0,001**	103,1%	59,7%	116,7%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,013	0,016	0,019	**0,011**	17,1%	47,7%	67,7%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,012	0,015	0,013	**0,011**	8,1%	34,5%	20,1%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	4,676	2,287	0,449	**2,807**	66,6%	-18,5%	-84,0%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,085	0,043	0,015	**0,040**	113,0%	9,0%	-62,0%
Transformación del suelo natural	m2	0,001	0,001	0,000	**0,001**	33,2%	-1,6%	-36,9%
Agotamiento del agua	m3	0,026	0,026	0,029	**0,023**	14,4%	10,8%	25,9%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,154	0,148	0,154	**0,164**	-6,1%	-9,7%	-6,3%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,473	0,494	0,568	**0,608**	-22,1%	-18,8%	-6,5%

La ubicación de las plantas también se asocia a la tecnología que se utiliza. En las Tablas 8.76, 8.77, 8.78 se desglosa el impacto para cada escenario teniendo en cuenta el tipo de tecnología y los modos de transporte.

Tabla 8.76 Impactos ambientales de la planta de impresión (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1

Planta de Impresión	Unidad	EU2	EU3	EU4	ET4	EU2/ET4	EU3/ET4	EU3/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,586	0,775	0,816	**1,184**	-50,5%	-34,6%	-31,1%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-45,5%	-47,7%	-34,0%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,360	0,420	0,519	**0,193**	86,3%	117,4%	168,8%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,002	0,003	0,003	**0,006**	-62,0%	-54,5%	-48,5%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,001	0,001	0,001	**0,002**	-37,4%	-30,0%	-12,8%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,604	0,327	1,188	**0,068**	787,8%	379,7%	1645%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,002	0,004	0,003	**0,004**	-44,1%	-21,3%	-32,0%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	37,7%	322,4%	107,6%
Eutrofización marina	kg N eq	0,000	0,000	0,001	**0,000**	-38,6%	-20,0%	168,0%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,001	0,000	0,001	**0,000**	704,0%	418,5%	783,7%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,006	0,009	0,011	**0,004**	54,1%	146,4%	197,0%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,005	0,008	0,006	**0,004**	27,3%	110,8%	52,1%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	4,312	1,914	0,069	**2,436**	77,0%	-21,4%	-97,2%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,075	0,034	0,005	**0,029**	157,6%	16,5%	-83,1%
Transformación del suelo natural	m2	0,001	0,000	0,000	**0,000**	63,7%	3,7%	-70,8%
Agotamiento del agua	m3	0,007	0,006	0,010	**0,004**	101,6%	80,3%	169,9%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,038	0,033	0,036	**0,044**	-13,8%	-25,2%	-18,9%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,149	0,179	0,214	**0,261**	-42,8%	-31,2%	-17,8%

Tabla 8.77 Impactos ambientales del transporte terrestre de papel (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1

Transporte Terrestre	Unidad	EU2	EU3	EU4	ET4	EU2/ET4	EU3/ET4	EU3/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,035	0,019	0,056	**0,130**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,004	0,002	0,007	**0,015**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,000	0,000	0,000	**0,001**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,003	0,002	0,005	**0,012**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Eutrofización marina	kg N eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,000	0,000	0,001	**0,002**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Transformación del suelo natural	m2	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Agotamiento del agua	m3	0,000	0,000	0,000	**0,000**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,002	0,001	0,003	**0,006**	-72,9%	-85,7%	-56,9%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,013	0,007	0,021	**0,048**	-72,9%	-85,7%	-56,9%

Tabla 8.78 Impactos ambientales del transporte marítimo del papel (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU2, EU3, EU4 y ET4 para unidad funcional 1

Transporte Marítimo	Unidad	EU2	EU3	EU4	ET4	EU2/ET4	EU3/ET4	EU3/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,050	0,039	0,115	**0,015**	227,2%	155,0%	652,9%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,007	0,005	0,016	**0,002**	227,2%	155,0%	652,9%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,001	0,001	0,002	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,000	0,000	0,001	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,007	0,005	0,015	**0,002**	227,2%	155,0%	652,9%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,001	0,001	0,002	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Eutrofización marina	kg N eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,000	0,000	0,001	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,000	0,000	0,001	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Transformación del suelo natural	m2	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Agotamiento del agua	m3	0,000	0,000	0,000	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,001	0,001	0,002	**0,000**	227,2%	155,0%	652,9%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,017	0,013	0,039	**0,005**	227,2%	155,0%	652,9%

8.7.2 Ubicación planta de impresión y distribución del periódico

Relacionada con la ubicación de la Planta de Impresión se muestra los impactos ambientales que supone el transporte de la materia prima, la distribución del producto y el mix energético de donde esté situada la planta.

En la Tabla 8.79 se muestra los impactos ambientales para los escenarios EU5 para la planta de impresión y distribución en Madrid y el mix energético de Gran Canaria; EU6 para la planta de impresión, mix energético y distribución en Madrid; EU7 para la planta de impresión, mix energético y distribución en Gran Canaria y EU8 para la planta de impresión, mix energético de Gran Canaria y distribución en Tenerife, frente al escenario ET4 de la planta de impresión, mix energético y distribución en Gran Canaria.

Tabla 8.79 Impactos ambientales por la ubicación de la planta de impresión (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EU5, EU6, EU7, EU8 y ET4 para unidad funcional 1

Impactos ambientales	Unidad	EU5	EU6	EU7	EU8	ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,0764	1,6153	3,5598	2,3035	**2,1991**
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	**0,0000**
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4223	0,4887	0,5658	0,4413	**0,4372**
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0093	0,0074	0,0173	0,0106	**0,0101**
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0032	0,0029	0,0054	0,0036	**0,0035**
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,1920	0,4455	0,5006	0,2071	**0,2041**
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0086	0,0076	0,0150	0,0097	**0,0093**
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0003	0,0004	0,0005	0,0003	**0,0003**
Eutrofización marina	kg N eq	0,0008	0,0007	0,0011	0,0008	**0,0008**
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0006	0,0005	0,0007	0,0006	**0,0006**
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0108	0,0124	0,0141	0,0112	**0,0112**
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0107	0,0118	0,0140	0,0112	**0,0111**
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,8065	2,8130	2,8145	2,8070	**2,8069**
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0384	0,0386	0,0428	0,0400	**0,0397**
Transformación del suelo natural	m2	0,0007	0,0005	0,0015	0,0008	**0,0008**
Agotamiento del agua	m3	0,0227	0,0234	0,0260	0,0233	**0,0231**
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,1589	0,1601	0,1684	0,1646	**0,1642**
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,5628	0,3860	1,0608	0,6438	**0,6076**

8.7.3 Mix energético

La ubicación geográfica de la planta de impresión también está relacionado con el mix energético que está disponible en cada localización o franja horaria. En la Tabla 8.80 se muestra los impactos ambientales que suponen el consumo eléctrico en la planta de impresión para los diferentes Mix energéticos considerados en 7.1.3.

Tabla 8.80 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para los Mix energéticos considerados para unidad funcional 1

Impactos	Unidad	Islas Canarias	Gran Canaria	GC 00:10	AGA 00:10	España 2011	Mix ES/ES U	NORDEL	RER
Climate change	kg CO2 eq	0,40460	0,38388	0,37276	0,12669	0,15020	0,25578	0,08240	0,24499
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	0,02287	0,01945	0,01752	0,00949	0,05314	0,08090	0,02643	0,13670
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	0,00149	0,00144	0,00137	0,00046	0,00047	0,00103	0,00017	0,00051
Particulate matter formation	kg PM10 eq	0,00053	0,00051	0,00048	0,00017	0,00033	0,00063	0,00012	0,00031
Ionising radiation	kg U235 eq	0,00552	0,00531	0,00489	0,00226	0,13377	0,14419	0,15733	0,18932
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	0,00168	0,00166	0,00157	0,00053	0,00115	0,00214	0,00021	0,00097
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,00001	0,00001	0,00001	0,00000	0,00007	0,00011	0,00001	0,00021
Marine eutrophication	kg N eq	0,00007	0,00007	0,00007	0,00002	0,00003	0,00006	0,00001	0,00006
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,00004	0,00004	0,00004	0,00001	0,00003	0,00004	0,00008	0,00003
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,00037	0,00029	0,00026	0,00021	0,00108	0,00169	0,00029	0,00294
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	0,00058	0,00051	0,00047	0,00028	0,00108	0,00171	0,00032	0,00292
Agricultural land occupation	m2a	0,00064	0,00024	0,00016	0,00013	0,00352	0,00543	0,00844	0,00413
Urban land occupation	m2a	0,00054	0,00047	0,00045	0,00044	0,00055	0,00109	0,00045	0,00082
Natural land transformation	m2	0,00014	0,00014	0,00014	0,00005	0,00002	0,00004	0,00001	0,00003
Water depletion	m3	0,00083	0,00090	0,00091	0,00034	0,00128	0,00156	0,00122	0,00195
Metal depletion	kg Fe eq	0,00201	0,00221	0,00221	0,00540	0,00280	0,00203	0,00170	0,00178
Fossil depletion	kg oil eq	0,12796	0,13535	0,13415	0,04543	0,04578	0,07601	0,02152	0,07183

En la Tabla 8.81 se muestran los resultados del impacto cambio climático basado en IPCC 2007 100a, para el nivel de agrupación específico de impresión indicado en 8.1.1 para las diferentes etapas del ciclo de vida donde se ha utilizado el Mix energético de la planta de impresión de (AGA 00:10)

Tabla 8.81 Cambio Climático para ET3 y ET7 con nivel de agrupamiento específico para Mix energético AGA 00:10

Agrupamiento Específico	**5.000**		**100.000**	
Adquisición materia prima	0,088	4,3%	0,079	5,7%
Planchas	0,474	23,4%	0,024	1,7%
Tintas	0,037	1,8%	0,033	2,4%
Papel	0,856	42,1%	0,768	55,4%
Bienes de Capital	0,076	3,7%	0,048	3,4%
Producción	0,036	1,8%	0,033	2,4%
Uso	0,018	0,9%	0,018	1,3%
Desechos	0,014	0,7%	0,005	0,4%
Energía	0,267	13,1%	0,239	17,2%
Transporte	0,165	8,1%	0,140	10,1%
% IPCC 2007 GWP 100a	**2,03**	**100,0%**	**1,39**	**100,0%**

8.7.4 Planta de tratamiento de residuos

Los residuos del proceso de impresión comprenden desde las planchas de Aluminio, restos de papel, químicos, cartones maderas, etc. que pueden gestionarse y tratarse de forma local y transportarlo mediante un gestor autorizado a una planta de tratamiento. En la Tabla 8.82 se considera los impactos si se efectuara el tratamiento en local con el escenario EU9 frente al tratamiento fuera de la isla con el escenario ET4.

Tabla 8.82 Impactos ambientales por la ubicación de las plantas de tratamiento de residuos (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) en EU9 y ET4 para unidad funcional 1

Transporte Marítimo	Unidad	EU9	ET4	EU9/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,1919	2,1991	-0,3%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0000	0,0000	-0,5%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,4363	0,4372	-0,2%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0100	0,0101	-0,7%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0035	0,0035	-0,8%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,2032	0,2041	-0,4%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0092	0,0093	-0,9%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0003	0,0003	-0,3%
Eutrofización marina	kg N eq	0,0008	0,0008	-0,3%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0006	0,0006	-0,2%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0111	0,0112	-0,2%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0110	0,0111	-0,3%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,8069	2,8069	0,0%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0397	0,0397	-0,2%
Transformación del suelo natural	m2	0,0008	0,0008	-0,4%
Agotamiento del agua	m3	0,0231	0,0231	-0,1%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,1640	0,1642	-0,1%
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,6050	0,6076	-0,4%

8.9 Conclusiones del capítulo

El Análisis del Impacto de Ciclo de Vida proporciona información de los impactos ambientales a partir de los resultados del Inventario de Ciclo de Vida. Para el Análisis del Impacto se elige la metodología y los impactos más adecuados según el propósito del estudio. En nuestro caso se eligió la metodología ReCipe para el cálculo de los impactos de puntos intermedios Midpoint y finales, Endpoint. A partir de una parametrización de las unidades de proceso, se ha calculado y representado los diferentes escenarios propuestos para su interpretación en la siguiente fase del Análisis. Se ha desechado algunos de los escenarios previstos inicialmente, como los tratamientos de final de vida, por su escasa representatividad frente a otros impactos. La elección de las variables y los escenarios se ha efectuado de forma que abarque la mayor parte de situaciones posibles sin que exista un exceso de información. Se ha alternado entre las unidades funcionales propuestas en el capítulo 6.

9. Interpretación del Ciclo de Vida de un periódico impreso

En la fase de interpretación del Impacto del Ciclo de Vida se resumen y se argumenta los resultados de las fases anteriores para obtener conclusiones, recomendaciones y ayudar a tomar decisiones en función de lo indicado en el objeto y alcance.

En este capítulo se efectuará la interpretación de los resultados para los diferentes escenarios seleccionados de un periódico impreso mediante coldset y un periódico impreso mediante inkjet. Se identificaran los asuntos significativos de las fases anteriores y se obtendrá conclusiones de los resultados.

9.1 Etapas en la Interpretación del Ciclo de Vida

En esta última fase del Análisis del Ciclo de Vida se va a interpretar los resultados e identificar los asuntos significativos de los diferentes sistemas de producto a partir de los resultados de las fases de inventario y evaluación del impacto (Figura 9.1) y acordes con las definiciones del objeto y alcance del estudio.

Figura 9.1 Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b)

Comprende varios elementos según se indica a continuación (Figura 9.2)

- Identificación de las cuestiones importantes o asuntos significativos basados en los resultados del inventario y en la evaluación del impacto.
- La evaluación tiene que tener en cuenta los análisis de integridad, sensibilidad y coherencia.
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

Figura 9.2 Fases principales en la Interpretación de un Análisis de Ciclo de Vida (ISO 2006b)

Los resultados de las fases de Inventario del Ciclo de Vida y de Evaluación del Impacto del ciclo de vida deben interpretarse de acuerdo al objetivo y alcance del estudio. La interpretación debe incluir una evaluación y verificación del análisis de sensibilidad de las entradas, salidas y elecciones metodológicas significativas para entender la incertidumbre de los resultados (ISO 2006a).

9.2 Identificación de asuntos significativos

En este apartado se determinan los asuntos significativos entre los que destacan datos de inventario, contribuciones de impactos en los procesos individuales o agrupados, analizados para las diferentes unidades funcionales y sistemas de producto.

En la evaluación del impacto ambiental de un periódico impreso se ha elegido como base para la comparación de los diferentes escenarios, un periódico impreso en coldset, de formato 390x289 mm con papel 100% reciclado de 45 g/m^2 proveniente de una fábrica situada en Madrid, que utiliza planchas con la tecnología de químicos reducidos de formato 776x593 mm fabricadas en Bélgica. Se ha considerado un desperdicio de arranque de 600 ejemplares y un desperdicio durante la tirada de un 5%. La planta de impresión se sitúa en Gran Canaria y se le aplica el Mix energético de la isla. Los residuos reciben un tratamiento fuera de la isla. La

distribución del periódico se efectúa en la misma isla mediante camiones de reparto a los puntos de venta.

9.2.1 Especificaciones del periódico impreso

Cada periódico tiene unas características físicas propias en función del público objetivo al que va dirigido, las ventas de ejemplares y la cantidad de información que se aporte en cada día de publicación. Las variables que se han estudiado y que se relacionan con estas características son la tirada, el gramaje de papel, la paginación y el formato.

Tirada

La tirada es una de las variables que más influyen en los impactos ambientales para el sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset, según se observa en las tablas y figuras del apartado 8.4.1. Las máquinas de impresión mediante tecnología coldset están orientadas para la impresión de tiradas medias (mayor de 20.000 ejemplares) y grandes (mayor de 100.000 ejemplares). Es por ello que cuando se emplea para tiradas inferiores los impactos aumentan de forma considerable.

En la Tabla 9.1 se observa el porcentaje de variación de cada impacto para los puntos medios (Midpoint), tomando como referencia una tirada media de 20.000 ejemplares, para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso. A partir de 50.000 ejemplares la variación de los impactos con la tirada es muy pequeña para el impacto calentamiento global de un 2% entre 20.000 y 50.000 ejemplares. Por debajo de 10.000 ejemplares el impacto aumenta en casi un 18% hasta los 5.000 ejemplares. Las variaciones en el resto de los impactos son similares, siendo menores en las variaciones de tiradas medias y grandes, y mayores para tiradas pequeñas. En la Figura 8.10 se muestra la evolución del impacto cambio climático con la tirada.

Los ajustes de preparación y puesta en marcha así como el uso de las planchas de impresión se reparten entre el total de la tirada y son los responsables de que para tiradas pequeñas los impactos por unidad funcional aumenten de forma exponencial para el sistema de producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

Tabla 9.1 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	357%	174%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	367%	179%	28%	9%	0%	-6%	-8%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	679%	331%	52%	17%	0%	-10%	-14%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	271%	132%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	414%	202%	32%	11%	0%	-6%	-8%
Radiación ionizante	kg U235 eq	1011%	492%	78%	26%	0%	-16%	-21%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	359%	175%	28%	9%	0%	-6%	-7%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	951%	463%	73%	24%	0%	-15%	-20%
Eutrofización marina	kg N eq	414%	201%	32%	11%	0%	-6%	-8%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	275%	134%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	644%	314%	50%	17%	0%	-10%	-13%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	667%	325%	51%	17%	0%	-10%	-14%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	335%	163%	26%	9%	0%	-5%	-7%
Ocupación del suelo urbano	m2a	349%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Transformación del suelo natural	m2	309%	151%	24%	8%	0%	-5%	-6%
Agotamiento del agua	m3	242%	118%	19%	6%	0%	-4%	-5%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	259%	126%	20%	7%	0%	-4%	-5%
Agotamiento fósil	kg oil eq	348%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%

La tendencia es la misma para las dos unidades funcionales utilizadas en este apartado:

- Unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)
- Unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

En la Tabla 9.2 se muestra para los impactos de punto final (Endpoint) el porcentaje de variación de cada impacto, tomando como referencia una tirada media de 20.000 ejemplares para la unidad funcional 1 por kg de periódico impreso. Como se observa el porcentaje de variación de los impactos de punto final es igual que para los impactos de punto medio en función de la tirada.

Tabla 9.2 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	357%	174%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Agotamiento del ozono	DALY	344%	168%	26%	9%	0%	-5%	-7%
Toxicidad humana	DALY	679%	331%	52%	17%	0%	-10%	-14%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	271%	132%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Formación de material particulado	DALY	414%	202%	32%	11%	0%	-6%	-8%
Radiación ionizante	DALY	1011%	492%	78%	26%	0%	-16%	-21%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	357%	174%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Acidificación Terrestre	species.yr	359%	175%	28%	9%	0%	-6%	-7%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	951%	463%	73%	24%	0%	-15%	-20%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	275%	134%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	644%	314%	50%	17%	0%	-10%	-13%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	667%	325%	51%	17%	0%	-10%	-14%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	333%	162%	26%	9%	0%	-5%	-7%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	349%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Transformación del suelo natural	species.yr	182%	89%	14%	5%	0%	-3%	-4%
Agotamiento de metal	$	259%	126%	20%	7%	0%	-4%	-5%
Agotamiento Fósil	$	348%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%

En la Tabla 9.3 se muestra el porcentaje de variación para los impactos normalizados de punto final (Endpoint). Se observa que mantiene la misma tendencia.

Tabla 9.3 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados y ponderados (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

		500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Cambio climático de la Salud Humana	Pt	357%	174%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Agotamiento del ozono	Pt	344%	168%	26%	9%	0%	-5%	-7%
Toxicidad humana	Pt	679%	331%	52%	17%	0%	-10%	-14%
Formación de oxidantes fotoquímicos	Pt	271%	132%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Formación de material particulado	Pt	414%	202%	32%	11%	0%	-6%	-8%
Radiación ionizante	Pt	1011%	492%	78%	26%	0%	-16%	-21%
Cambio climático Ecosistemas	Pt	357%	174%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Acidificación Terrestre	Pt	359%	175%	28%	9%	0%	-6%	-7%
Eutrofización de agua dulce	Pt	951%	463%	73%	24%	0%	-15%	-20%
Ecotoxicidad terrestre	Pt	275%	134%	21%	7%	0%	-4%	-6%
Ecotoxicidad de agua dulce	Pt	644%	314%	50%	17%	0%	-10%	-13%
Ecotoxicidad Marina	Pt	667%	325%	51%	17%	0%	-10%	-14%
Ocupación de la tierra agrícola	Pt	333%	162%	26%	9%	0%	-5%	-7%
Ocupación del suelo urbano	Pt	349%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Transformación del suelo natural	Pt	182%	89%	14%	5%	0%	-3%	-4%
Agotamiento de metal	Pt	259%	126%	20%	7%	0%	-4%	-5%
Agotamiento Fósil	Pt	348%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Total	Pt	353%	172%	27%	9%	0%	-5%	-7%

En la Tabla 9.4 se muestra la variación de los impactos normalizados y agrupados

Tabla 9.4 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a ET5 para ET1 a ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

		500	1.000	5.000	10.000	20.000	50.000	100.000
Transformación del suelo natural	Pt	391%	190%	30%	10%	0%	-6%	-8%
Agotamiento de metal	Pt	330%	161%	25%	8%	0%	-5%	-7%
Agotamiento Fósil	Pt	348%	170%	27%	9%	0%	-5%	-7%
Total	Pt	353%	172%	27%	9%	0%	-5%	-7%

En la Figura 8.7 y en la Tabla 8.15, se muestra para el impacto Cambio Climático, en el nivel de agrupamiento general, la distribución del mismo para las diferentes etapas del ciclo de vida. Se observa que para tiradas muy pequeñas, el 75% del impacto corresponde a la adquisición de materia prima. Para tiradas mayores, el porcentaje disminuye hasta un 58% para 5.000 ejemplares. Las variaciones del impacto llegan a ser menores del 50% para tirada superiores a los 100.000 ejemplares. Esta variación con la tirada para los diversos niveles de agrupamiento, está relacionada con los ajustes de preparación y puesta en marcha así como el uso de las planchas de impresión que se reparten entre el total de la tirada.

En la Figura 8.8 y en la Tabla 8.16, se muestra la información anterior para el impacto Cambio Climático en el nivel de agrupamiento general, donde se separa las materias primas principales: papel, planchas, tintas. Para tiradas muy pequeñas, de 500 ejemplares, el principal impacto para el Cambio Climático lo origina las planchas de impresión con más de un 50%, le sigue el papel con más de un 18%. Para tiradas grandes la influencia de las planchas es mucho menor, siendo para 100.000 ejemplares de un 1,3%. El papel para tiradas muy grandes es el principal impacto del Cambio Climático alcanzando un 41,2% para 100.000 ejemplares.

Después de las materias primas el principal impacto lo causa la energía, que para tiradas pequeñas tiene un porcentaje menor, de un 17,4% para 500 ejemplares, aumentando hasta un 38,5% para grandes tiradas. Este porcentaje de energía es el que corresponde al escenario elegido de Gran Canaria, por lo que varía también en función del origen de la energía como se comentará posteriormente.

Debido a la situación actual del sector con la implantación de nuevos medios electrónicos, las tiradas de periódicos diarios impresos están disminuyendo por lo que los impactos ambientales están aumentando.

Gramaje del papel

En los últimos 20 años los periódicos diarios han utilizado papeles de un gramaje de 45 g/m^2 de forma habitual, reservando los gramajes superiores de 48.8, 52 o hasta incluso 55 g/m^2 para suplementos de calidad y a todo color. Con la evolución de la tecnología para la fabricación de papel y para la impresión se puede obtener resultados impresos de gran calidad e incluso a todo color sin que haya traspaso entre las dos caras de papel ni mayores roturas de banda utilizando gramajes inferiores en torno a los 42 g/m^2.

Los resultados de la evaluación del impacto para los gramajes de 42, 45 y 48.8 g/m^2 se muestran en el apartado 8.4.2 para una tirada de 10.000 ejemplares. Se observa que para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso, los impactos para un gramaje superior de periódico

son menores que para gramajes inferiores. En la Tabla 8.22 se muestra para los impactos de punto medio (Midpoint), el impacto Cambio Climático, que para un papel de 42 g/m^2 es de 2,2 kg CO_2eq, frente a los 1,94 kg CO_2eq para una papel de 48.8 g/m^2. En la Tabla 9.5 se muestra el porcentaje de variación de gramaje tomando como base 42 g/m^2. El uso de un gramaje de 45 g/m^2 supone un 7,1% más de papel mientras que utilizar gramaje de 48.8 g/m^2 supone un 16,2% más de papel. Como se observa la variación del impacto indica que disminuye cuanto más gramaje tenga el periódico, lo cual resulta lógico ya que está repartiendo el impacto entre más kilogramos. Sin embargo, el efecto que esperaríamos con un ahorro de gramaje es una disminución del impacto. Para ver este efecto, la unidad funcional que hemos empleado no sería la apropiada. Tendríamos que considerar el impacto por unidad de periódico impreso que corresponde a la unidad funcional 3, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8.23, donde se observa que el impacto aumenta al aumentar el gramaje.

Tabla 9.5 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	42	45	48,8
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,0%	-1,4%	-3,0%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0%	-0,6%	-1,3%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,0%	-0,6%	-1,2%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0%	-1,2%	-2,5%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0%	-0,8%	-1,7%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,0%	-0,8%	-1,7%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0%	-1,7%	-3,6%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0%	-1,7%	-3,5%
Eutrofización marina	kg N eq	0,0%	-2,5%	-5,2%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0%	-1,9%	-4,0%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0%	-2,1%	-4,4%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0%	-1,0%	-2,1%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,0%	-1,7%	-3,5%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0%	-1,2%	-2,4%
Transformación del suelo natural	m2	0,0%	-0,7%	-1,6%
Agotamiento del agua	m3	0,0%	-1,7%	-3,5%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,0%	-1,6%	-3,3%
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,0%	-1,1%	-2,3%

En la Tabla 9.6 se muestra el porcentaje de variación de los impactos por unidad de periódico impreso para los impacto de punto medio (Midpoint) tomando como base 42 g/m^2. El uso de un gramaje de 45 g/m^2 supone un 7,1% más de papel, en los impactos varían entre un 4,2% a un 6,7%, siendo de un 6,3% de incremento para el Calentamiento Global. El uso de un gramaje de 48.8 g/m^2 supone un 16,2% más de papel, variando los impactos entre un 9,6% a un 15,1%, siendo de un 14,3% para el Calentamiento Global.

Tabla 9.6 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 1 (por unidad de periódico impreso)

Impacto	Unidades	42	45	48,8
Calentamiento Global	kg CO2 eq	0,0%	6,3%	14,3%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	0,0%	6,0%	13,7%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,0%	5,2%	11,8%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0%	6,6%	15,0%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0%	6,1%	13,8%
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,0%	4,2%	9,6%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0%	6,2%	14,2%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,0%	4,4%	10,0%
Eutrofización marina	kg N eq	0,0%	5,4%	12,2%

Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,0%	4,7%	10,8%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0%	5,3%	12,0%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0%	5,2%	11,9%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,0%	6,4%	14,6%
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0%	6,4%	14,4%
Transformación del suelo natural	m2	0,0%	6,3%	14,3%
Agotamiento del agua	m3	0,0%	6,7%	15,1%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,0%	6,6%	15,1%
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,0%	6,1%	13,8%

El impacto para los puntos finales (Endpoint) por unidad de periódico impreso para diferentes gramajes, se muestra en la Tabla 8.26. Tomando como base el gramaje de 42 g/m^2, en la Tabla 9.7 se muestra el porcentaje de variación de los impactos que como vemos se mantiene respecto a los puntos medios (Midpoint) de la Tabla 9.6.

Tabla 9.7 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) respecto a EG1 para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

Impacto	Unidades	42	45	48,8
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	0,0%	6,3%	14,3%
Agotamiento del ozono	DALY	0,0%	6,1%	13,9%
Toxicidad humana	DALY	0,0%	5,2%	11,8%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	0,0%	6,6%	15,0%
Formación de material particulado	DALY	0,0%	6,1%	13,8%
Radiación ionizante	DALY	0,0%	4,2%	9,6%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	0,0%	6,3%	14,3%
Acidificación Terrestre	species.yr	0,0%	6,2%	14,2%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	0,0%	4,4%	10,0%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	0,0%	4,7%	10,8%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	0,0%	5,3%	12,0%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	0,0%	5,2%	11,9%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	0,0%	6,4%	14,6%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	0,0%	6,4%	14,4%
Transformación del suelo natural	species.yr	0,0%	2,0%	4,6%
Agotamiento de metal	$	0,0%	6,6%	15,1%
Agotamiento Fósil	$	0,0%	6,1%	13,8%

En la Tabla 9.8 se muestra la variación de los porcentajes de impacto a partir de los datos de la Tabla 8.28, tomando como base 42 g/m^2 por unidad de periódico impreso para los impactos ambientales normalizados, ponderados y agrupados.

Tabla 9.8 Porcentaje variación Impactos ambientales normalizados, ponderados, agrupados en áreas de protección (ReCiPe Endpoint (H) V 1.06 Europe H/A) respecto a EG1 para para EG1, EG2 y EG3 para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

	Unidades	42	45	48,8
Salud Humana	Pt	0,0%	6,2%	14,0%
Ecosistemas	Pt	0,0%	6,0%	13,7%
Recursos	Pt	0,0%	6,1%	13,8%
TOTAL	Pt	0,0%	6,1%	13,8%

En todos los casos el porcentaje de incremento de gramaje es de 7,1% para 45 g/m^2 y 16,2% para 48.8 g/m^2, mayor que el porcentaje de incremento de los impactos.

En la Tabla 8.24 y en la Figura 8.14 se muestra la influencia de la variación de gramaje para la unidad funcional 3 respecto a las etapas del ciclo de vida para la categoría de Calentamiento Global. Se observa que en todas las etapas aumenta el valor del impacto, salvo en las planchas y las tintas que se mantienen al variar el gramaje. El porcentaje que aporta cada etapa se

mantiene, menos en el papel, la energía y transporte, en los que aumentan el porcentaje. Para las planchas y tintas disminuye el porcentaje, al tener que repartirse entre un impacto total mayor.

Paginación

La cantidad de páginas de un periódico depende del contenido informativo y publicitario que se ofrece a los lectores y está vinculado al coste de producción. La reducción de costes ha llevado a la reducción de paginaciones en la mayoría de los periódicos diarios.

En la Tabla 8.30 se muestra la variación de los impactos de punto medio (Midpoint) para tres paginaciones: 48, 56 y 64 páginas. La rotativa de este estudio utiliza planchas de formato panorámico con una cabida de cuatro páginas, que se coloca sobre cilindros de doble desarrollo. Ello implica que los cambios de paginaciones que optimizan el consumo de planchas deben ser múltiplos de 16 como sucede en los escenarios EP1 y EP3. Para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso no hay variación de los impactos para estas paginaciones. En el caso de EP2 correspondiente a la paginación de 56 páginas utiliza el mismo número de planchas panorámicas que para 64 páginas pero con menos cantidad de papel por lo que el impacto aumenta.

En el caso de utilizar planchas de formato single con capacidad de 4 páginas, los cambios de paginaciones que optimizan el consumo de planchas deben ser múltiplos de 8, por lo que en ese caso los impactos serían iguales para las tres paginaciones.

En la Tabla 8.31 se muestra la variación de los impactos de punto medio (Midpoint) utilizando la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso. El incremento en el número de páginas del periódico tiene una influencia sobre el aumento del impacto al utilizar un mayor número de planchas como se observa en la Tabla 8.32 donde se mantiene la proporción para cada etapa del ciclo de vida para 48 y 64 páginas aunque aumenta el impacto total. Para la paginación de 56 varía los porcentajes sobre todo el de las planchas al variar en múltiplos de 16 y ser 64 en lugar de 56 planchas. El resto de etapas relacionadas también varían tanto en valores como en porcentajes de distribución del impacto.

El comportamiento para los impactos de punto final (Endpoint) es similar que para los de punto medio como se observa en la Tabla 8.33 para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso, no variando en las paginaciones de 48 y 64 y aumentando para 56 páginas al usar 64 planchas. En las Tablas 8.34 y 8.35, se muestra los resultados de punto final (Endpoint) para la unidad funcional 3, por unidad de periódico. Se observa al igual que para los impactos de punto medio (Midpoint), que para esta unidad funcional los impactos aumentan con la paginación. De igual forma ocurre con los impactos normalizados que se muestra en la Tabla 8.36 y en la Figura 8.17.

Formato

Una reducción del formato del periódico a medidas menores, va a permitir también la reducción de los costes de producción al utilizar menos papel. El efecto que produce es similar al de la disminución del gramaje. El cambio de formato del periódico puede llevar consigo también un cambio en el formato de las planchas, ya que si el diseño de la máquina lo permite, también se puede reducir el tamaño de la plancha con lo que el impacto disminuye. En los escenarios analizados para una tirada de 10.000 ejemplares, el cambio de formato se considera en las siguientes tres opciones:

1. Variación formato del periódico sin variar el formato de las planchas: EF1-EF2 y EF3-EF4
2. Variación del formato del periódico y del formato de las planchas: EF2-EF4
3. Variación del formato de las planchas sin variar el formato del periódico: EF2-EF3

En la Tabla 8.38 y en la Tabla 8.39 se muestran los impactos ambientales de punto medio (Midpoint) para los diferentes escenarios variando el formato de papel entre tres alternativas: 360x289, 390x289 y 420x289 mm y el formato de las planchas para 776x593 y 836x593 mm.

La variación del formato indicada en la opción 1 entre 390x289 y 360x289 mm supone un incremento de los kg de papel de un 8,33% y entre 420x289 y 390x289 de un 7,69%. En las Tablas 9.9 y 9.10 se observa en las relaciones EF2/EF1 y EF4/EF3 que para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso, un aumento de formato provoca una disminución del impacto. Sin embargo, para la unidad funcional 3, un aumento del formato origina un aumento del impacto en proporciones similares.

La variación del formato de planchas indicada en la opción 2 entre 776x593 y 836x593 mm supone un incremento de un 7,73% en el consumo de planchas. En las Tablas 9.9 y 9.10 se observa en las relaciones EF3/EF2 que para ambas unidades funcionales: 1, por kg de periódico impreso y 3, por unidad de periódico, un aumento del formato de plancha provoca el mismo aumento de cada uno de los impactos, que para el calentamiento global es de un 0,8%.

Tabla 9.9 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	EF2/EF1	EF4/EF3	EF4/EF2	EF3/EF2
Calentamiento Global	kg CO2 eq	-1,0%	-0,9%	-0,1%	0,8%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	-1,0%	-0,9%	-0,1%	0,9%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	-2,1%	-1,9%	-0,2%	1,7%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	-0,6%	-0,6%	-0,1%	0,5%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	-1,2%	-1,1%	-0,1%	1,0%
Radiación ionizante	kg U235 eq	-3,0%	-2,8%	-0,5%	2,4%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	-0,9%	-0,9%	-0,1%	0,8%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	-2,9%	-2,6%	-0,3%	2,4%
Eutrofización marina	kg N eq	-1,2%	-1,1%	-0,1%	1,0%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	-0,7%	-0,6%	-0,3%	0,3%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	-2,0%	-1,8%	-0,1%	1,7%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	-2,0%	-1,9%	-0,1%	1,8%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	-0,9%	-0,8%	-0,7%	0,1%
Ocupación del suelo urbano	m2a	-0,9%	-0,8%	-0,5%	0,3%
Transformación del suelo natural	m2	-0,8%	-0,7%	-0,3%	0,4%
Agotamiento del agua	m3	-0,5%	-0,5%	-0,1%	0,4%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	-0,6%	-0,5%	-0,1%	0,4%
Agotamiento fósil	kg oil eq	-0,9%	-0,9%	-0,1%	0,8%

La variación combinada entre aumento en el formato del periódico y aumento del formato de planchas se muestra en la relación EF4/EF2. Para la unidad funcional 1, por kg de papel se compensan entre los dos siendo el resultado para el calentamiento global de un -0,1% y para la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso, el resultado para el calentamiento global se suma siendo un aumento de un 8 %.

Estos datos demuestran la importancia de elegir la unidad funcional adecuada para cada escenario a analizar.

Tabla 9.10 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) EF1 a EF4 para unidad funcional 1 (por unidad de periódico impreso)

Impacto	Unidades	EF2/EF1	EF4/EF3	EF4/EF2	EF3/EF2
Calentamiento Global	kg CO2 eq	7,0%	7,1%	8,0%	0,8%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	6,9%	7,0%	8,0%	0,9%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	5,8%	6,0%	7,8%	1,7%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	7,3%	7,4%	7,9%	0,5%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	6,8%	6,9%	7,9%	1,0%
Radiación ionizante	kg U235 eq	4,7%	5,0%	7,5%	2,4%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	7,0%	7,1%	7,9%	0,8%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	4,9%	5,2%	7,7%	2,4%
Eutrofización marina	kg N eq	6,7%	6,9%	8,0%	1,0%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	7,3%	7,4%	7,7%	0,3%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	5,9%	6,1%	7,9%	1,7%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	5,8%	6,0%	7,9%	1,8%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	7,0%	7,2%	7,3%	0,1%
Ocupación del suelo urbano	m2a	7,0%	7,1%	7,4%	0,3%
Transformación del suelo natural	m2	7,2%	7,3%	7,7%	0,4%
Agotamiento del agua	m3	7,4%	7,5%	8,0%	0,4%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	7,4%	7,4%	7,9%	0,4%
Agotamiento fósil	kg oil eq	7,0%	7,1%	7,9%	0,8%

En la Tabla 9.11 se muestra la variación de los impactos para el cambio climático en los diferentes niveles de agrupamiento a partir de la Tabla 8.41 para la unidad funcional 3. Se observa que la variación del formato del periódico sin modificar el formato de las planchas, indicado en las relaciones EF2/EF1 y EF4/EF3 afecta en todas las etapas salvo en las planchas. La variación del formato de planchas sólo influye en la etapa de planchas como se observa en EF3/EF2.

Tabla 9.11 Porcentaje variación Cambio Climático para EF1 a EF4 con nivel de agrupamiento específico para unidad funcional 3 (por unidad de periódico impreso)

UF.3	EF2/EF1	EF4/EF3	EF4/EF2	EF3/EF2
Adquisición materia prima	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Planchas	-0,3%	0,3%	7,9%	7,6%
Tintas	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Papel	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Bienes de Capital	6,3%	6,5%	6,6%	0,0%
Producción	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Uso	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Desechos	6,9%	7,1%	6,4%	0,0%
Energía	8,0%	8,0%	8,0%	0,0%
Transporte	7,7%	7,8%	8,0%	0,0%
% IPCC 2007 GWP 100a	7,0%	7,1%	8,0%	0,8%

El impacto para los puntos finales (Endpoint) por unidad de periódico impreso para los diferentes formatos se muestra en la Tabla 8.43 para la unidad funcional 3, por unidad de periódico impreso. En la Tabla 9.12 se muestra la variación de los impactos para los diferentes escenarios variando el formato de papel en EF2/EF1 y EF4/EF3 y el de las planchas en EF3/EF2

Tabla 9.12 Porcentaje variación Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para EF1 a EF4 para unidad funcional (por unidad de periódico impreso)

UF.3	Unidades	EF2/EF1	EF4/EF3	EF4/EF2	EF3/EF2
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	7,0%	7,1%	8,0%	0,8%
Agotamiento del ozono	DALY	7,0%	7,1%	8,0%	0,8%
Toxicidad humana	DALY	5,8%	6,0%	7,8%	1,7%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	7,3%	7,4%	7,9%	0,5%
Formación de material particulado	DALY	6,8%	6,9%	7,9%	1,0%
Radiación ionizante	DALY	4,7%	5,0%	7,5%	2,4%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	7,0%	7,1%	8,0%	0,8%
Acidificación Terrestre	species.yr	7,0%	7,1%	7,9%	0,8%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	4,9%	5,2%	7,7%	2,4%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	7,3%	7,4%	7,7%	0,3%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	5,9%	6,1%	7,9%	1,7%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	5,8%	6,0%	7,9%	1,8%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	7,0%	7,2%	7,3%	0,1%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	7,0%	7,1%	7,4%	0,3%
Transformación del suelo natural	species.yr	7,7%	7,8%	7,9%	0,2%
Agotamiento de metal	$	7,4%	7,4%	7,9%	0,4%
Agotamiento Fósil	$	7,0%	7,1%	7,9%	0,8%

Se observa que los porcentajes de variación para los puntos finales son iguales que para los puntos medios.

9.2.2 Tecnología

La variación de las tiradas y utilización de planchas afectan en gran medida a los impactos para el sistema del producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset

La tecnología ha evolucionado con nuevos dispositivos y materiales para la filmación de planchas que se comentarán en el siguiente apartado de preimpresión. Por otro lado, la impresión tradicional mediante coldset ha evolucionado con máquinas más eficientes pero que siguen utilizando planchas, cuyo análisis se efectuará en el apartado de impresión coldset. En los últimos años se han desarrollado otros sistemas de impresión en torno a la impresión digital que no utiliza planchas y que permite tiradas muy cortas y con contenido variable. Entre los diferentes sistemas destaca la impresión mediante inkjet cuyos impactos se analizarán en el último apartado de tecnología para el sistema de producto:

- Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet

Preimpresión

La evaluación del impacto de las dos tecnologías de impresión de químicos reducidos y la más reciente libre de químicos se muestra en la Tabla 8.47 por unidad de plancha filmada. Se observa que todos los impactos son mayores para la tecnología libre de químicos que se supone genera menor impacto. Si observamos las unidades funcionales de ambas tecnologías por m^2 que se muestran en las Tablas 7.25 y 7.26 del Inventario de Ciclo de Vida, el consumo de los materiales para la tecnología libre de químicos es menor o igual en todos los casos salvo en el consumo de aluminio que es mayor en un 1,7% provocando que el impacto total del uso de esa tecnología sea mayor.

En la Tabla 8.48 se muestra el desglose para el nivel de agrupamiento específico para la categoría de impacto de cambio Climático. Se observa que para la tecnología libre de químicos se reduce los impactos en el uso, desechos y transporte. Los impactos aumentan para las planchas y las materias primas, y se mantienen para los bienes de capital, producción y energía.

El impacto es mayor para la tecnología libre de químicos porque la plancha de aluminio es más pesada y la proporción más alta. Si tuviese la misma proporción de aluminio el impacto sería de 6,429 Kg CO_2 eq., lo que representaría un una disminución del impacto de un 0,9% respecto a la tecnología de químicos reducidos. El aluminio es con más de un 85% el principal contribuyente al impacto, por lo que aunque la tecnología disminuye el impacto de los productos químicos que económicamente resulta favorable el usar más aluminio para este tipo de plancha produce un impacto negativo con una mejor tecnología. La reutilización del 100% del aluminio en la etapa del final de vida compensaría ese mayor impacto.

Impresión coldset

La evolución de la tecnología offset-coldset ha permitido en los últimos años mejoras de la calidad y la eficiencia de los equipos de impresión. Las grandes máquinas de imprimir periódicos se están adaptando a la nueva situación de los medios impresos con reducciones de tiradas y paginaciones. De esta forma es posible imprimir tiradas muy cortas, de hasta menos de 1.000 ejemplares utilizando estas máquinas orientadas a volúmenes mayores por encima de los 20.000 ejemplares. En este apartado se va a analizar la evaluación del impacto al variar el número de ejemplares necesarios para ajustar la máquina, los ejemplares de arranque que se han reducido, desde los 1.500 ejemplares hasta los 600 o menos que proporcionan las últimas rotativas de prensa.

La otra evolución tecnológica está relacionada con la mejora en la eficiencia de las máquinas con menos roturas y mayor disponibilidad de máquina ha permitido reducir el porcentaje de desperdicio durante la producción desde un 10% a un 5%. En la Tabla 9.13 se muestra los porcentajes de variación de los impactos de punto medio (Midpoint) para las tiradas de 1.000, 10.000 y 100.000 ejemplares con desperdicios de arranque con 1.500 y con 600 ejemplares y desperdicios durante la producción de un 5% y un 10%.

Se observa que para tiradas muy cortas el aumento de los ejemplares de arranque supone en la mayoría de los ejemplares más de un 30% de incremento de los impactos. Para tiradas muy grandes el aumento es menor de un 1%. El aumento del porcentaje de desperdicio durante la tirada desde un 5% a un 10% hace que prácticamente todos los impactos ambientales suban hasta casi un 5% independientemente de la tirada.

En la Tabla 8.51 y las Figuras 8.24 y 8.25 se muestra el impacto Cambio Climático en cada etapa del ciclo de vida según el nivel agrupamiento específico en las dos situaciones extremas: 600 ejemplares de arranque y 5% de desperdicio de tirada frente a 1500 ejemplares de arranque y 10% de desperdicio de tirada para 10.000 ejemplares. Se observa que las etapas con mayores incrementos son la energía, el papel y los desechos.

Tabla 9.13 Porcentaje de variación Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para EC-A1/ET2, EC-A2/ET4, EC-A3/ET7, EC-T1/ET2, EC-T2/ET4 y EC-T3/ET7 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

		1500 ej / 600 ej			1500 ej / 600 ej + 10% /5%		
Impacto	**Unidades**	**1.000**	**10.000**	**100.000**	**1.000**	**10.000**	**100.000**
Calentamiento Global	kg CO2 eq	30,6%	7,7%	0,9%	34,6%	12,3%	5,7%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	30,1%	7,7%	0,9%	34,1%	12,4%	5,8%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	17,5%	6,4%	0,9%	19,8%	10,3%	5,6%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	37,9%	8,2%	0,9%	42,9%	13,2%	5,9%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	28,3%	7,7%	0,9%	32,1%	12,4%	5,9%
Radiación ionizante	kg U235 eq	11,7%	5,5%	0,9%	13,2%	8,8%	5,6%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	31,8%	8,0%	0,9%	36,0%	12,9%	6,0%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	12,4%	5,6%	0,9%	14,0%	9,0%	5,5%
Eutrofización marina	kg N eq	27,3%	7,4%	0,9%	30,9%	12,0%	5,7%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	36,1%	7,9%	0,9%	40,8%	12,7%	5,7%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	18,4%	6,5%	0,9%	20,8%	10,5%	5,6%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	17,9%	6,5%	0,9%	20,3%	10,5%	5,6%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	31,2%	7,6%	0,9%	35,4%	12,2%	5,6%
Ocupación del suelo urbano	m2a	30,6%	7,6%	0,9%	34,7%	12,2%	5,7%
Transformación del suelo natural	m2	33,8%	7,9%	0,9%	38,3%	12,7%	5,8%
Agotamiento del agua	m3	38,8%	8,0%	0,9%	44,0%	12,8%	5,7%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	37,4%	7,9%	0,9%	42,3%	12,8%	5,7%
Agotamiento fósil	kg oil eq	31,4%	7,8%	0,9%	35,6%	12,5%	5,8%

Impresión inkjet

La impresión digital ha surgido como alternativa a la impresión tradicional offset para tiradas muy pequeñas. De entre todos los sistemas de impresión digital la tecnología inkjet está permitiendo su aplicación en la industria editorial y en los medios impresos. La diferencia fundamental con la impresión offset-coldset es que no utiliza planchas, los desperdicios de ajustes son más reducidos, no utiliza químicos y las tintas son menos contaminantes. Sin embargo la productividad es pequeña, los consumos energéticos y el impacto de los bienes de capital, de una maquinaria con una vida útil estimada de unos 5 años, son mayores que en la impresión coldset.

En la Tabla 9.14 se representa los porcentajes de diferencia entre los impactos para la misma tirada entre las dos tecnologías calculados a partir de los datos de las Tablas 8.13 y 8.53.

Se observa que la mayoría de los impactos son superiores para la impresión coldset que la inkjet en las tiradas hasta 20.000 ejemplares. La variación negativa que se muestra para la disminución de la capa de ozono debe despreciarse al tratarse de cantidades muy pequeñas. El agotamiento de metal es menor para la impresión coldset en tiradas superiores a los 7.000 ejemplares y está relacionado con el consumo de planchas y los bienes de equipos.

En la Figura 9.3 se muestra la evolución para diferentes tiradas del impacto Cambio Climático para los escenarios EI1 a EI7 de impresión inkjet comparándolo con los escenarios ET2 a ET5 de impresión coldset. Se observa que una variación muy pequeña del impacto a partir de cientos de ejemplares frente a la impresión coldset que disminuye de forma apreciable hasta los 20.000 ejemplares donde se produce el punto de equilibrio ambiental para el escenario elegido.

Tabla 9.14 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) coldset/inkjet para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	1.000	5.000	10.000	20.000
Calentamiento Global	kg CO2 eq	175%	30%	12%	2%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	-38%	-71%	-75%	-78%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	265%	31%	1%	-14%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	131%	22%	8%	1%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	209%	37%	15%	4%
Radiación ionizante	kg U235 eq	579%	107%	47%	17%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	177%	31%	12%	3%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	449%	72%	23%	-1%
Eutrofización marina	kg N eq	263%	61%	36%	23%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	501%	216%	180%	162%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	312%	51%	18%	2%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	299%	45%	12%	-4%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	186%	39%	20%	11%
Ocupación del suelo urbano	m2a	175%	31%	13%	4%
Transformación del suelo natural	m2	152%	26%	10%	2%
Agotamiento del agua	m3	605%	290%	250%	230%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	91%	3%	-9%	-14%
Agotamiento Fosil	kg oil eq	171%	30%	11%	2%

Figura 9.3 Evolución del impacto Cambio Climático para inkjet EI1 a EI7 y coldset ET2 a ET5 para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

En la Tabla 8.56 y en la Figura 8.30 se compara el impacto cambio climático para la tirada de 5.000 ejemplares en los diferentes niveles de agrupamiento para los puntos medios (Midpoint) del cambio climático. Se observa que el impacto que supone la energía es mayor en la impresión inkjet frente a la coldset. Por el contrario el impacto que supone las planchas, el papel y el transporte son mayores en la impresión coldset. Esta situación se mantiene independientemente de la tirada.

En la Tabla 9.15 se muestra la variación de porcentajes entre los diferentes impactos de punto final (Endpoint). Se observa que la variación de los impactos de los puntos finales es la misma que para los puntos medios.

Tabla 9.15 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) coldset/inkjet para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impacto	Unidades	**1000**	**5000**	**10000**	**20000**
Cambio climático de la Salud Humana	DALY	175%	30%	12%	2%
Agotamiento del ozono	DALY	-22%	-63%	-68%	-70%
Toxicidad humana	DALY	265%	31%	1%	-14%
Formación de oxidantes fotoquímicos	DALY	131%	22%	8%	1%
Formación de material particulado	DALY	209%	37%	15%	4%
Radiación ionizante	DALY	579%	107%	47%	17%
Cambio climático Ecosistemas	species.yr	175%	30%	12%	2%
Acidificación Terrestre	species.yr	177%	31%	12%	3%
Eutrofización de agua dulce	species.yr	449%	72%	24%	-1%
Ecotoxicidad terrestre	species.yr	502%	217%	181%	162%
Ecotoxicidad de agua dulce	species.yr	312%	51%	18%	2%
Ecotoxicidad Marina	species.yr	300%	45%	12%	-4%
Ocupación de la tierra agrícola	species.yr	188%	40%	21%	12%
Ocupación del suelo urbano	species.yr	175%	31%	13%	4%
Transformación del suelo natural	species.yr	519%	280%	250%	235%
Agotamiento de metal	$	90%	3%	-9%	-14%
Agotamiento Fósil	$	171%	29%	11%	2%

9.2.3 Bienes de capital

En el apartado 8.6 se analiza el impacto que produce los bienes de capital con el índice CG_i que se obtiene relacionando el porcentaje que supone el considerar los bienes de capital frente a no considerarlos y se particulariza para los casos de impresión coldset e impresión inkjet que se interpretan a continuación.

Impresión coldset

En la Tabla 8.62 se muestra el índice CG_i para las diferentes tiradas en la impresión coldset para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso. Para los puntos medios (Midpoint) los impactos cuyo índice CG_i aumentan con la tirada son:

- Calentamiento Global
- Agotamiento del ozono
- Toxicidad humana
- Formación de material particulado
- Radiación ionizante
- Eutrofización de agua dulce
- Ecotoxicidad de agua dulce
- Ecotoxicidad Marina

- Agotamiento de metal
- Agotamiento fósil

Los impactos cuyo índice CG_i disminuyen con la tirada son:

- Formación de oxidantes fotoquímicos
- Formación de material particulado
- Acidificación Terrestre
- Eutrofización marina
- Ecotoxicidad terrestre
- Ocupación de la tierra agrícola
- Ocupación del suelo urbano
- Transformación del suelo natural,
- Agotamiento del agua

Para el calentamiento global el incremento que supone el considerar los bienes de capital es de un 9%. Para el resto de los impactos, considerar los bienes de capital tiene un mayor porcentaje siendo superior al 30% en tiradas mayores de 10.000 ejemplares en la Toxicidad humana, Radiación ionizante, Eutrofización de agua dulce, Ecotoxicidad de agua dulce, Transformación del suelo natural (superior al 70%) y Agotamiento de metal (superior al 90%).

En la Tabla 8.63 se muestra el índice CG_i para la tirada de 10.000 ejemplares desglosado por etapas y unidades funcionales donde se utiliza bienes de capital: preimpresión, impresión, edificios, electricidad y otros.

Preimpresión es la etapa en el que la Ocupación de la tierra agrícola presenta el índice mayor de incremento, un 9,85% de una aportación total en las etapas de un 10,26%.

En impresión los impactos que presentan los índices mayores son el calentamiento global con un 1,87% frente a un total de 8,89%, Formación de material particulado con 4,25% frente a un total de 33,66%, Ecotoxicidad de agua dulce con un 19,54% frente a un total de 44,76%, Ecotoxicidad Marina con un 20,68% frente a un total de 49,27% y Agotamiento de metal con un 48,47% frente a un total de 96,65%.

Para los impactos de punto final (Endpoint) el comportamiento es similar como se comprueba en la Tabla 8.64. En la Tabla 8.66 se muestra los impactos ponderados y agrupados, donde se observa que la puntuación total disminuye con el aumento de la tirada, siendo de 11,69% para 10.000 ejemplares.

Impresión Digital

En la Tabla 8.68 se muestra el índice CG_i para las diferentes tiradas en la impresión inkjet para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso. Para los puntos medios (Midpoint) los impactos cuyo índice CG_i aumentan con la tirada y que en la impresión coldset disminuían son:

- Formación de oxidantes fotoquímicos
- Formación de material particulado
- Acidificación Terrestre

- Transformación del suelo natural

Los impactos cuyo índice CG_i disminuyen con la tirada y que en la impresión coldset aumentaban son:

- Calentamiento Global
- Agotamiento del ozono
- Toxicidad humana
- Radiación ionizante
- Eutrofización de agua dulce
- Formación de material particulado
- Ecotoxicidad de agua dulce
- Ecotoxicidad Marina
- Agotamiento de metal
- Agotamiento fósil.

Los impactos que disminuyen tanto en la impresión coldset como inkjet son:

- Eutrofización marina
- Ecotoxicidad terrestre
- Ocupación de la tierra agrícola
- Ocupación del suelo urbano
- Agotamiento del agua

Para el calentamiento global el incremento que supone el considerar los bienes de capital es de un 9,95%. Para el resto de los impactos el considerar los bienes de capital tiene un mayor porcentaje siendo superior al 30% en tiradas mayores de 10.000 ejemplares en la Toxicidad humana, Radiación Ionizante, Eutrofización de agua dulce, Ecotoxicidad terrestre (Superior al 41,92%), Ecotoxicidad de agua dulce, Ecotoxicidad Marina (superior al 57%), Ocupación del suelo urbano, Transformación del suelo natural (superior al 72%) y Agotamiento de metal (superior al 89%). La variación es menor para las diferentes tiradas que la que resulta en la impresión coldset.

En la Tabla 8.69 se muestra el índice CG_i para la tirada de 1.000 ejemplares desglosado por etapas y unidades funcionales donde se utiliza bienes de capital: impresión, edificios, electricidad y otros.

En impresión los impactos que presentan los índices mayores son el calentamiento global con un 2,38% frente a un total de 9,07%, Toxicidad humana con un 15,32% frente a un total de 42,91%, Formación de material particulado con 4,24% frente a un total de 15,91%, Eutrofización de agua dulce con un 21,39% frente a un total de 47,69%, Ecotoxicidad Marina con un 22,68% frente a un total de 51,89% y Agotamiento de metal con un 45,72% frente a un total de 99,42%.

Para los impactos de punto final (Endpoint) el comportamiento es similar como se comprueba en la Tabla 8.70. En la Tabla 8.71 se muestra los impactos ponderados y en la Tabla 8.72 agrupados, donde se observa que la puntuación total disminuye ligeramente con el aumento de la tirada, siendo de 10,43% para 10.000 ejemplares.

9.2.4 Ubicación geográfica

En este apartado se analiza los resultados de la evaluación del impacto ambiental relacionada con la ubicación geográfica de bienes, materias primas y aspectos relacionados cuyos resultados se muestran en el capítulo 8.7.

El impacto que supone el origen de las materias primas más importantes como las planchas y el papel, cuya fabricación es muy especializada, puede influir no sólo por las distancias sino por la tecnología que se utiliza en la fabricación. Por otra parte, muchos de los periódicos de baja tirada se imprimen en plantas de impresión lejanas a los puntos de distribución. En este caso influye de forma destacada la utilización del transporte aéreo y el mix energético que se aplica por la ubicación de la planta. Por último, el transporte a las plantas de tratamiento de residuos genera impactos debido a la situación insular y transporte a península de los residuos. Se plantea el disponer de plantas a nivel insular y si éstas producirían menos impacto.

Materias primas

Planchas

La fabricación de las planchas de impresión está monopolizada por un número muy reducido de fabricantes entre los que destaca Agfa, Kodak y Fujitsu que proporcionan además la tecnología para los equipos de filmación de planchas. Por este motivo surgen cada cierto tiempo empresas que suministran materiales de una calidad inferior pero que compensa por el precio mucho más reducido. En la Tabla 8.74 se muestra los resultados de impacto ambientales en el suministro de planchas de impresión con dos orígenes diferentes: planchas fabricadas en Europa y planchas fabricadas en China con una tecnología similar.

La comparativa indica que la fabricación en China incrementa los impactos ambientales de punto medio (Midpoint) para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso, en menos de un 0,5%. Los valores mayores son para la formación de oxidantes fotoquímicos con un 0,4%, la formación de material particulado con un 0,4% y la acidificación terrestre con un 0,5%. En el caso del calentamiento global el incremento es de un 0,1%. Estos incrementos de impactos son inferiores al ahorro económico que supone la compra de material con un origen tan lejano.

Papel

El papel es la principal materia prima y el soporte principal de lo que es el periódico impreso. El impacto ambiental que supone el papel en el producto final depende de diversas variables entre las que destaca: la tirada, la tecnología de impresión, el tipo de papel, tecnología de fabricación de papel y así como la ubicación de la fábrica de papel.

En la Tabla 8.16 se muestra para el agrupamiento específico y diversas tiradas el impacto del cambio climático para la tecnología coldset. Se observa que para tiradas muy pequeñas, el papel representa el 18,3% del impacto, mientras que para grandes tiradas representa más del 41% del impacto. En la Tabla 8.55 se muestra una información similar para la impresión inkjet donde el papel representa el 38,9% del impacto de cambio climático.

El tipo de papel depende de la situación del mercado internacional de pulpa y papel. En los últimos años la tendencia ha sido la producción de papeles reciclados 100% en Europa Central y papeles de fibra virgen en el norte de Europa, Canadá y Sudamérica. Al impacto que supone la utilización de fibra virgen o fibra reciclada hay que añadir los que supone el uso de los recursos

y la tecnología que se utiliza en las diferentes plantas de fabricación de papel. En la Tabla 9.16 se muestra los impactos ambientales de las cuatro fábricas analizadas por kg de papel producido. Las fábricas de Madrid y Langerbrugge producen papel 100% reciclado, sin embargo sus impactos son diferentes por la tecnología que utilizan, fuentes de energía y origen de las materias primas. La fábrica de Hylte produce papel con 50% de fibra virgen y la de Quebec con el 100% de fibra virgen.

Tabla 9.16 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes fábricas de papel por kg de papel

		Madrid España	Hylte Suecia	Langerbrugge Bélgica	Quebec Canadá
% Reciclado		100%	50%	100%	0%
Calentamiento Global	kg CO2 eq	1,0602	0,5244	0,6935	0,7301
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	7,44E-08	4,06E-08	3,89E-08	4,91E-08
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,1729	0,3221	0,3759	0,4649
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,0055	0,0021	0,0025	0,0029
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,0015	0,0010	0,0011	0,0013
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,0609	0,5410	0,2923	1,0635
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,0040	0,0022	0,0031	0,0027
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	9,37E-05	1,29E-04	3,96E-04	1,95E-04
Eutrofización marina	kg N eq	0,0004	0,0002	0,0003	0,0010
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	7,69E-05	6,19E-04	3,99E-04	6,80E-04
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0034	0,0052	0,0084	0,0101
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0033	0,0042	0,0069	0,0050
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,1803	3,8598	1,7131	0,0615
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0262	0,0674	0,0305	0,0044
Transformación del suelo natural	m2	0,0004	0,0006	0,0004	0,0001
Agotamiento del agua	m3	0,0032	0,0064	0,0057	0,0086
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,0396	0,0342	0,0296	0,0321
Agotamiento Fosil	kg oil eq	0,2333	0,1334	0,1604	0,1919

En la Tabla 8.75 se compara los impactos ambientales para 10.000 ejemplares impresos en coldset, para la unidad funcional 1, por kg de papel impreso, donde se tiene en cuenta la tecnología de fabricación de papel, tipo de papel y distancias a la planta de impresión. Se ha calculado la variación del impacto que supone utilizar papel de la fábrica de Suecia, Bélgica y Canadá frente a la fábrica de Madrid. La mayoría de los impactos se reducen frente al papel nacional salvo para la radiación ionizante, la eutrofización marina y la ecotoxicidad. Para el impacto cambio climático se reduce en un -29,85 para la fábrica de Hylte, -22,5% para la fábrica de Langerbruggue y en un -15,5% para la de Quebec.

En la Tabla 8.76 se desglosa el impacto de la planta de impresión al igual que en la Tabla 9.16 para la unidad funcional 1. Se observa una disminución de la mayoría de los impactos salvo toxicidad humana, radiación ionizante, eutrofización de agua dulce y marina, ecotoxicidad terrestre, de agua dulce y marina, y agotamiento del agua. El aumento de estos impactos está relacionado con la menor información disponible para la fábrica de Madrid que hace que no se refleje en todos las emisiones. Es por ello que a efectos de comparación de la unidad de papel, solo se debe utilizar el cambio climático.

En la Tabla 8.77 se desglosa el impacto que supone el papel debido al transporte terrestre. Se observa que en todos los casos el impacto es menor por la cercanía de la fábrica siendo un -72,9% menor para la fábrica de Hylte, un -85,7% para Langerbruggue y un -56,9% para Quebec.

En la Tabla 8.78 se desglosa el impacto que supone el papel debido al transporte marítimo. Se observa que en todos los casos el impacto es mayor por las distancias marítimas a recorrer siendo de un 227,2% mayor para la fábrica de Hylte, un 155% para Langerbruggue y un 652,9% para Quebec.

En el cómputo total de la unidad de papel el transporte terrestre genera más impacto por tkm que el transporte marítimo.

Ubicación de la planta de Impresión

A partir de los resultados de la Tabla 8.79, en la Tabla 9.17 se muestra los porcentajes de variación de los impactos ambientales que supone que la planta de impresión esté situada en un lugar diferente o que varíe el lugar donde se distribuye el periódico impreso, como se interpreta a continuación.

Tabla 9.17 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes ubicaciones de Planta de Impresión y Distribución, para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impactos	Unidad	EU5/ET4	EU6/ET4	EU7/ET4	EU8/ET4
Calentamiento Global	kg CO2 eq	-5,6%	-26,5%	61,9%	4,7%
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	-9,3%	-44,4%	77,7%	6,6%
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	-3,4%	11,8%	29,4%	0,9%
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	-7,7%	-26,7%	71,2%	5,3%
Formación de material particulado	kg PM10 eq	-7,4%	-17,7%	54,9%	3,9%
Radiación ionizante	kg U235 eq	-5,9%	118,3%	145,2%	1,4%
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	-7,6%	-18,5%	62,2%	4,3%
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	-3,7%	31,4%	48,0%	0,9%
Eutrofización marina	kg N eq	-3,3%	-13,7%	28,9%	2,3%
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	-3,4%	-5,9%	24,4%	1,6%
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	-2,9%	11,1%	26,7%	0,8%
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	-3,8%	6,4%	26,8%	1,1%
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%
Ocupación del suelo urbano	m2a	-3,3%	-2,9%	7,7%	0,6%
Transformación del suelo natural	m2	-5,9%	-36,6%	87,7%	6,7%
Agotamiento del agua	m3	-1,9%	1,3%	12,5%	0,6%
Agotamiento de metal	kg Fe eq	-3,2%	-2,5%	2,6%	0,3%
Agotamiento fósil	kg oil eq	-7,4%	-36,5%	74,6%	6,0%

Comparativa de dos ubicaciones de la planta de impresión con el mismo mix energético y distribución en cada ubicación

En la relación entre los escenarios EU5/ET4 de la Tabla 9.17 se compara los impactos ambientales de la impresión y distribución en Madrid frente a la impresión y distribución en Canarias utilizando el mismo Mix energético. Se comprueba que todos los impactos ambientales se reducen de manera significativa, suponiendo para el cambio climático una reducción de un -5,6%. Estos menores impactos se producen por la cercanía de la planta de impresión al origen de las materias primas.

Comparativa de dos ubicaciones diferentes de la planta de impresión con diferentes mix energético y distribución en cada ubicación

En la relación entre los escenarios EU6/ET4 de la Tabla 9.17 se compara los impactos ambientales de la impresión y distribución en Madrid frente a la impresión y distribución en Canarias utilizando cada planta de impresión el Mix energético de la zona geográfica donde se encuentra. Se comprueba que todos los impactos ambientales se reducen de manera significativa, suponiendo para el cambio climático una reducción de un -26,5%. Estos menores impactos se producen por la combinación de la cercanía de la planta de impresión al origen de las materias primas y por el Mix energético que se utiliza.

Comparativa de dos ubicaciones de la planta de impresión con diferente mix energético y distribución en Gran Canaria.

En la relación entre los escenarios EU7/ET4 de la Tabla 9.17 se comparan los impactos ambientales de la impresión en Madrid y distribución en Gran Canaria, frente a la impresión y distribución en Canarias utilizando cada planta de impresión el Mix energético de la zona geográfica donde se encuentra. En esta comparativa, el producto impreso en Madrid se envía por transporte aéreo a Gran Canaria donde se distribuye. Para el impacto cambio climático supone un incremento de un 61,9%. Se comprueba que la variación de los impactos ambientales del transporte aéreo de los ejemplares supone un incremento muy alto de los impactos que absorbe la disminución de los mismos con la ubicación de la planta de impresión en Madrid frente a Gran Canaria del apartado anterior. En el caso de considerar el Mix energético propio de la planta de impresión, con menores impactos, que se explica en el apartado 9.2.5 se incrementa la diferencia de impactos respecto a la impresión en Gran Canaria.

Comparativa de ubicación de la planta de impresión en Gran Canaria y distribución en Gran Canaria y Tenerife.

En la relación entre los escenarios EU8/ET4 de la Tabla 9.17 se compara los impactos ambientales de la impresión en Gran Canaria y distribución en Tenerife, frente a la impresión y distribución en Gran Canaria. La distribución en Tenerife del producto impreso en Gran Canaria por transporte aéreo supone un incremento de todos los impactos ambientales que para el caso del cambio climático supone un incremento de un 4,7%. Estos incrementos se producen siempre que las condiciones del transporte sean normales con aviones a plena carga. En la situación actual de reducción de tiradas y paginaciones los aviones viajan con menos carga y los impactos por unidad funcional aumentan.

9.2.5 Mix energético

En la Tabla 8.80 se muestra los impactos ambientales que aporta las diferentes opciones de Mix energético para la unidad funcional 1, por kg de papel impreso. En la Tabla 9.18 se ha calculado la variación de los impactos comparando los Mix energéticos con el Mix energético proporcionado por Ecoinvent para España en 2007.

Tabla 9.18 Variación porcentajes Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para diferentes Mix Energéticos respecto al Mix de España 2007, para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Impactos	Unidad	Islas Canarias	Gran Canaria	GC 00:10	AGA 00:10	España 2011	NORDEL	RER
Climate change	kg CO2 eq	58,2%	50,1%	45,7%	-50,5%	-41,3%	-67,8%	-4,2%
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	193,0%	213,8%	210,6%	4,1%	-20,9%	-59,4%	-23,4%
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	-71,7%	-76,0%	-78,3%	-88,3%	-34,3%	-67,3%	69,0%
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	44,2%	39,2%	32,2%	-55,4%	-54,7%	-83,2%	-50,6%
Particulate matter formation	kg PM10 eq	-16,1%	-19,2%	-23,6%	-73,2%	-48,0%	-80,6%	-50,7%
Ionising radiation	kg U235 eq	-96,2%	-96,3%	-96,6%	-98,4%	-7,2%	9,1%	31,3%
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	-21,7%	-22,5%	-26,6%	-75,2%	-46,4%	-90,3%	-54,6%
Freshwater eutrophication	kg P eq	-86,1%	-91,6%	-93,0%	-95,5%	-35,5%	-86,3%	92,9%
Marine eutrophication	kg N eq	22,5%	20,8%	14,5%	-60,1%	-49,9%	-83,7%	2,3%
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	5,6%	7,9%	0,1%	-65,8%	-12,6%	133,1%	-26,3%
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	-78,1%	-82,8%	-84,4%	-87,9%	-36,2%	-82,8%	74,1%
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	-66,3%	-70,4%	-72,6%	-83,7%	-36,8%	-81,4%	70,3%
Agricultural land occupation	m2a	-88,3%	-95,5%	-97,0%	-97,6%	-35,1%	55,4%	-24,0%
Urban land occupation	m2a	-50,3%	-57,1%	-59,0%	-59,9%	-50,0%	-59,1%	-24,6%
Natural land transformation	m2	252,7%	266,4%	253,5%	17,3%	-49,9%	-67,0%	-22,6%
Water depletion	m3	-46,5%	-42,0%	-41,9%	-78,4%	-18,0%	-21,5%	25,1%

Metal depletion	kg Fe eq	-0,9%	9,0%	9,0%	166,5%	37,9%	-16,3%	-12,2%
Fossil depletion	kg oil eq	68,3%	78,1%	76,5%	-40,2%	-39,8%	-71,7%	-5,5%

La evolución del Mix energético en España en los últimos años ha estado condicionado por la disminución del consumo y la aplicación de políticas energéticas orientadas hacia fuentes menos contaminantes, por lo que el Mix energético resultante se caracteriza por una redución de los impactos ambientales como se observa en la columna "España 2011" de la Tabla 9.18, que para el cambio climático supone una reducción del -41,3% del impacto. También se observa que el impacto es menor respecto a los datos globales en Europa en el año 2007 que se muestra en la columna "RER" de la Tabla 9.18 donde el impacto del cambio climático era un -4,2% menor que en España. Sin embargo, aún estamos lejos de la situación en el norte de Europa que se indica en la columna "NORDEL" de la Tabla 9.18 en el que el impacto del cambio climático en el año 2007 era de -67,8% menor que en España.

Respecto al Mix energético en Canarias, no se puede usar de una forma Global ya que cada territorio insular es un sistema aislado, salvo las islas de Lanzarote y Fuerteventura que tienen el sistema interconectado. En el caso de Gran Canaria, la mayoría de los impactos son superiores a la situación de España en el año 2007 que en el caso del cambio climático supone un incremento de un 50,1% respecto al sistema interconectado de la España peninsular.

Si tenemos en cuenta la discriminación horaria en el Mix energético de la isla de Gran Canaria (columna GC 00:10) en el horario nocturno de producción de prensa diaria, donde no se cuenta en el Mix con la energía fotovoltaica pero sí con los grupos bases más eficientes, el impacto mejora respecto a la media diaria, suponiendo para el caso del cambio climático un incremento del 45,7% respecto a la situación de España en 2007.

Por último si la industria funciona con un Mix energético propio como sucede con la planta de AGA (columna AGA 00:10) que funciona con cuatro aerogeneradores de 225 kw en régimen de autoconsumo y considerando el horario nocturno, los impactos se reducen de forma considerable como se observa para el cambio climático que disminuye en un -50,5% respecto a la situación de España en 2007, siendo también menor que el Mix energético en España en 2011 de -41,3%.

La aportación que supone la energía eléctrica para los diversos niveles de agrupamiento se muestra en la Tabla 8.16 para el Mix energético de Gran Canaria, donde el caso del impacto del cambio climático para una tirada de 5.000 ejemplares supone el 31,3% del impacto total, llegando a un 38,5% en el caso de tiradas de 100.000 ejemplares.

La utilización de un Mix energético propio como el que proporciona la planta de impresión reduciría la proporción que supone el impacto sobre el total. En la Tabla 8.81 se ha utiliza el Mix energético de AGA a las 00:10. Se observa que para una tirada de 5.000 ejemplares la energía supone el 13,1%, siendo un 17,2% para 100.000 ejemplares.

El impacto total se reduce en el caso de utilizar el Mix de la planta de impresión frente al de Gran Canaria desde 2,57 hasta 2,03 kg CO_2 eq, para 5.000 ejemplares lo que supone una reducción de un -20,9%. Para 100.000 ejemplares el impacto se reduce desde 1,87 hasta 1,39 03 kg CO_2 eq, lo que supone una reducción de -25,8%.

9.2.6 Planta de tratamientos de residuos

En este apartado se interpreta los impactos ambientales que suponen la utilización de plantas de tratamiento de los residuos industriales en una ubicación cercana a la planta de impresión en Gran Canaria, en comparación con el envío a plantas de tratamiento y de recuperado en península.

En la Tabla 8.82 se compara el tratamiento de los residuos industriales de la impresión en plantas de tratamiento situadas en la isla para los residuos de planchas, químicos de preimpresión, papel y residuos industriales con el transporte a plantas de tratamiento fuera de las islas. En la comparativa no se considera los mayores impactos que podrían generar las plantas de tratamiento locales si no trabajan con un volumen mínimo de residuos o diferente tecnología.

Se observa (EU9/ET4) que la totalidad de los impactos disminuye pero en una proporción muy pequeña que en el caso del cambio climático es de un -0,3% lo cual no justificaría para sólo esta industria la implantación de plantas específicas de tratamiento de estos residuos. La evolución tecnológica y la optimización de los procesos industriales han hecho disminuir los residuos industriales que se producen en la industria gráfica.

No se ha incluido la devolución de ejemplares en torno al 20% que aumentaría el impacto del papel al tratarse de un residuo que se utiliza como materia prima para fabricar papel reciclado.

9.3 Evaluación

El objetivo de la evaluación es generar y fortalecer la confianza y la fiabilidad en los resultados del estudio del Análisis del Ciclo de Vida y del Inventario del Ciclo de Vida. La evaluación debe realizarse de acuerdo con el objetivo y el alcance del estudio y consistirá en la aplicación de las siguientes técnicas (ISO 2006a):

- Verificación del análisis de integridad
- Verificación del análisis de sensibilidad e incertidumbre
- Verificación del análisis de coherencia y de calidad de los datos

9.3.1 Análisis de Integridad

El objetivo de la verificación del análisis de integridad es asegurar que la información y datos necesarios para la interpretación están completos y disponibles (2006a). En la Tabla 9.19 se muestra el resumen de la verificación del análisis de integridad final efectuado.

Tabla 9.19 Resumen de verificación análisis de integridad para los diferentes sistemas de producto

Etapas	Proceso Unitario	Opciones	Completo
Producción de materiales	Papel	Madrid (100% DIP)	sí
		Hylte (50% DIP)	sí
		Langerbrugge (100% DIP)	sí
		Quebec (0% DIP)	sí
	Planchas	Químicos reducidos	sí
		Libre de químicos	sí
	Tinta	Según tecnología impresión	sí
	Químicos preimpresión		sí
	Otros materiales		sí
Energía	Energía eléctrica	Varias unidades según escenarios	sí
Transporte	Transporte Terrestre		sí

	Transporte Marítimo		sí
	Transporte Aéreo		sí
Bienes de capital	Rotativa coldset		sí
	Planta Impresión		sí
	Máquina de Papel		sí
	Filmadora de planchas		sí
	Procesadora de planchas		sí
	Dobladora y perforadora de planchas		sí
	Enfriadora		sí
Procesamiento	Offset-coldset	Según especificaciones	sí
	Digital-inkjet	Según especificaciones	sí
Tratamiento de residuos y fin vida útil	Tratamiento Residuos y emisiones	Específico para cada residuo / bien	sí
Distribución	Distribución	Según escenarios	sí

Ajustes efectuados en el objetivo y alcance tras los análisis de integridad

El objetivo y alcance inicial del Análisis del Ciclo de Vida se han adaptado conforme se perfilado el análisis destacando las siguientes variaciones:

- No se ha podido estudiar el efecto del uso del alcohol en el proceso de impresión al carecer de información suficiente del consumo respecto a la unidad funcional.
- Se ha desestimado el estudio de los impactos relacionados con la demanda acumulada de energía y exergía en un proceso de producción al considerar que los resultados de la evaluación obtenidos a partir de los datos de inventario no contenía los elementos para un análisis energético y exergético.
- Se ha desestimado relacionar el punto de equilibrio productivo con los impactos ambientales manteniendo la relación entre el punto de equilibrio económico y el medioambiental para los escenarios e impactos seleccionados en el apartado 9.4.1
- No se ha considerado la reutilización de los periódicos de devolución, ni los enviados al sistema integrado de gestión, ni los subproductos para la disminución de los impactos del papel.
- No se ha considerado la reutilización de las planchas de aluminio para la disminución de los impactos en el proceso de preimpresión.
- Se ha considerado la reutilización de los contenedores de tinta teniendo en cuenta el transporte de los mismos.
- De las tres unidades previstas para el análisis de los sistemas de producto 1 y 2, solamente se han considerado la unidad funcional 1, por kg de papel impreso, y la unidad funcional 3, por unidad de periódico. El uso de la unidad funcional 2, por m^2 de papel, se utiliza en el cálculo de algunas unidades del proceso, al estar relacionada directamente con el gramaje, pero no para el cálculo de los impactos.
- No se ha incluido el trabajo editorial como mayor uso de recursos y energía.
- Se han hecho suposiciones sobre las unidades funcionales de papel basadas en las unidades proporcionadas por Ecoinvent y los Paperprofile de las diferentes fábricas
- Se han considerado los consumos de reparaciones y actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipamiento integrándolos en sus unidades funcionales.
- No se ha considerado el impacto del personal de producción y transporte que intervienen en los procesos.
- Se reduce el uso de las paginaciones en el estudio al comprobar que sólo afectan en una variación de los impactos las paginaciones que no son múltiplos de 8.

- Se desestima el estudio en profundidad sobre el escenario de Tratamiento de Residuos - Incineración en Canarias para los residuos industriales por requerir de información de otras industrias fuera de los límites del estudio.

9.3.2 Análisis de sensibilidad y de la incertidumbre

El objetivo del análisis de sensibilidad es evaluar la confiabilidad de los resultados y conclusiones finales, determinando cómo están afectados por las incertidumbres en los datos, métodos de asignación o cálculo de los resultados de los indicadores de categoría (2006a). El procedimiento de análisis de sensibilidad compara los resultados obtenidos utilizando ciertas suposiciones, métodos o datos con otros modificados.

La aplicación de las reglas de asignación se ha efectuado siguiendo un criterio de asignación de masa del proceso. Los datos de inventario se han obtenido a partir de fuentes de datos primarios y secundarios materiales, y no a partir de relaciones de masa con datos económicos.

En la Tabla 9.20 se efectúa un análisis de sensibilidad respecto al cambio climático para unidades desarrolladas para el Mix Eléctrico a partir de las unidades de Ecoinvent. La Tabla 9.21 resume el análisis de sensibilidad de los impactos de punto medio (MidPoint) para las diferentes unidades del mix eléctrico.

Tabla 9.20 Verificación del Análisis de Sensibilidad para unidades del Mix Eléctrico para el Cambio Climático con la Tirada

Mix Eléctrico	España 2011	Gran Canaria	AGA	Nordel
Impacto Cambio Climático 10.000	2,07980	2,54454	2,03071	1,84562
Impacto Cambio Climático 100.000	1,46457	1,88330	1,42034	1,25879
Desviación	0,61523	0,66123	0,61037	0,58682
% Desviación	29,6%	26,0%	30,1%	31,8%

Tabla 9.21 Resumen del Análisis de Sensibilidad para unidades del Mix Eléctrico para impactos de punto medio ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe

Mix Eléctrico	España 2011	Gran Canaria	AGA	Nordel
Calentamiento Global	29,6%	26,0%	30,1%	31,8%
Agotamiento del ozono	34,1%	26,5%	32,9%	37,0%
Toxicidad humana	37,7%	41,4%	42,4%	41,7%
Formación de oxidantes fotoquímicos	23,1%	20,9%	23,1%	24,1%
Formación de material particulado	30,9%	29,2%	32,9%	34,2%
Radiación ionizante	31,9%	52,6%	53,4%	37,9%
Acidificación Terrestre	27,7%	26,2%	30,4%	32,1%
Eutrofización de agua dulce	42,1%	51,0%	51,5%	50,5%
Eutrofización marina	30,9%	29,1%	31,2%	32,1%
Ecotoxicidad terrestre	21,2%	21,0%	22,0%	21,4%
Ecotoxicidad de agua dulce	36,6%	39,8%	40,1%	40,1%
Ecotoxicidad Marina	38,3%	40,8%	41,7%	42,0%
Ocupación de la tierra agrícola	24,5%	24,6%	24,6%	24,5%
Ocupación del suelo urbano	25,3%	25,4%	25,4%	25,5%
Transformación del suelo natural	28,2%	23,2%	26,8%	29,0%
Agotamiento del agua	18,6%	18,8%	19,3%	19,0%
Agotamiento de metal	19,9%	19,9%	19,6%	20,0%
Agotamiento fósil	31,0%	25,5%	31,0%	34,1%

Se comprueba que la variación de los impactos con la tirada es similar para todos los impactos en las unidades del Mix energético desarrolladas.

En la Tabla 9.22 se efectúa un análisis de sensibilidad respecto al cambio climático para unidades desarrolladas para la fabricación de papel prensa a partir de las unidades de ecoinvent. En la

Tabla 9.23 se resume el análisis de sensibilidad para los impactos de punto medio (MidPoint) para las diferentes plantas de impresión.

Tabla 9.22 Verificación del Análisis de Sensibilidad para unidades de Fabricación de Papel prensa para el Cambio Climático con la Tirada

Planta de Fabricación de Papel	Madrid	Hylte	Langerbrugue	Quebec
Impacto Cambio Climático 10.000	2,567758341	1,874598762	2,044257644	2,206625805
Impacto Cambio Climático 100.000	1,904227327	1,277908136	1,431207054	1,577918285
Desviación	0,663531014	0,596690626	0,61305059	0,62870752
% Desviación	25,8%	31,8%	30,0%	28,5%

Tabla 9.23 Resumen del Análisis de Sensibilidad para unidades de Fabricación de Papel Prensa para impactos de punto medio ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe

Planta de Fabricación de Papel	Madrid	Hylte	Langerbrugue	Quebec
Calentamiento Global	25,8%	31,8%	30,0%	28,5%
Agotamiento del ozono	26,4%	31,1%	31,9%	28,9%
Toxicidad humana	41,2%	33,9%	32,1%	29,2%
Formación de oxidantes fotoquímicos	20,7%	26,6%	26,1%	22,9%
Formación de material particulado	29,0%	32,0%	31,8%	27,5%
Radiación ionizante	52,5%	24,2%	32,0%	18,0%
Acidificación Terrestre	25,9%	28,8%	27,3%	25,4%
Eutrofización de agua dulce	50,7%	47,6%	33,3%	41,8%
Eutrofización marina	28,9%	32,8%	30,9%	20,4%
Ecotoxicidad terrestre	20,9%	15,4%	16,9%	15,1%
Ecotoxicidad de agua dulce	39,7%	36,0%	31,2%	29,0%
Ecotoxicidad Marina	40,7%	38,7%	33,8%	36,3%
Ocupación de la tierra agrícola	24,6%	18,9%	27,6%	73,5%
Ocupación del suelo urbano	25,4%	17,4%	24,2%	45,6%
Transformación del suelo natural	23,0%	19,9%	23,3%	30,0%
Agotamiento del agua	18,8%	17,7%	18,0%	17,0%
Agotamiento de metal	19,9%	20,6%	21,0%	20,6%
Agotamiento fósil	25,4%	29,3%	28,6%	26,4%

Se comprueba que la variación de los impactos con la tirada es similar para todos los impactos en las unidades del fabricación de Papel prensa desarrolladas.

Se ha efectuado un **análisis de incertidumbre** de los impactos de punto medio Midpoint para los dos sistemas del producto:

- **Sistema del producto 1:** periódico impreso mediante coldset
- **Sistema del producto 2:** periódico impreso mediante inkjet

A partir de un análisis de Monte Carlo se calcula el margen de incertidumbre del resultado del inventario basado en la incertidumbre de los datos. Los datos de incertidumbre se han introducido en las diferentes unidades del inventario definidas en los procesos y etapas de producto utilizando una distribución logarítmica normal. En la Tabla 9.29 del apartado 9.3.3 se indica los valores medios de incertidumbre adoptados en las principales unidades funcionales.

Tabla 9.24 Verificación del Análisis de Sensibilidad de la incertidumbre de los datos ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / World ReCiPe H , intervalo de confianza: 95 % para el Sistema de Producto 1- Impresión coldset

Categoría de impacto	Unidad	Promedio	Mediana	Desviación Típica	Coeficiente de variación	2,5%	97,5%	Error estándar de la media
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,2	2,17	0,297	13,5%	1,72	2,88	0,00427
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	2E-07	1,89E-07	6,11E-08	30,6%	1,14E-07	3,58E-07	0,00968
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,433	0,386	0,182	42%	0,247	0,893	0,0133
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,01	0,00986	0,00145	14,4%	0,00762	0,0135	0,00457

Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,00349	0,00344	0,000482	13,8%	0,00274	0,00462	0,00437
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,201	0,141	0,217	108%	0,0567	0,764	0,0341
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,00925	0,00904	0,00149	16,1%	0,00702	0,013	0,00511
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000336	0,0003	0,00015	44,6%	0,000154	0,000718	0,0141
Eutrofización marina	kg N eq	0,000813	0,000803	8,48E-05	10,4%	0,000674	0,00101	0,0033
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000572	0,000549	0,00016	28%	0,000426	0,000873	0,00884
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,011	0,0102	0,00363	33,1%	0,00678	0,0193	0,0105
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0109	0,0102	0,00364	33,3%	0,0067	0,0195	0,0105
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,81	2,7	0,746	26,6%	1,67	4,57	0,0084
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0397	0,0388	0,00736	18,5%	0,0282	0,0566	0,00586
Transformación del suelo natural	m2	0,00137	0,00129	0,0124	904%	-0,0231	0,0272	0,286
Agotamiento del agua	m3	0,0231	0,0226	0,00392	17%	0,0165	0,0319	0,00538
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,164	0,162	0,025	15,2%	0,122	0,218	0,00482
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,608	0,597	0,0971	16%	0,461	0,836	0,00505

En la Tabla 9.24 se efectúa el análisis de incertidumbre para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso para el sistema del producto 1, impreso mediante coldset, eligiendo el escenario representativo ET4 descrito en el apartado 8.4.1 para una tirada de 10.000 ejemplares. En la Figura 9.4 se representa la incertidumbre para el Cambio Climático.

Figura 9.4 Análisis de Incertidumbre para el escenario ET4 del impacto Cambio Climático en impresión coldset

El porcentaje de variación para la mayoría de los impactos es menor de un 20% siendo para el Cambio Climático de un 13,5%. Para la transformación del suelo natural el coeficiente de variación es de un 904%.

En la Tabla 9.25 se efectúa el análisis de incertidumbre para la unidad funcional 1, por kg de periódico impreso para el sistema del producto 2, impreso mediante inkjet, eligiendo el escenario representativo EI4 descrito en el apartado 8.5.3 para una tirada de 1.000 ejemplares. En la Figura 9.5 se representa la incertidumbre para el Cambio Climático.

Los porcentajes de variación son similares al caso anterior, siendo para el Cambio Climático de un 15,7%. Para la transformación del suelo natural el coeficiente de variación es de un 1060%.

Tabla 9.25 Verificación del Análisis de Sensibilidad de la incertidumbre de los datos ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / World ReCiPe H , intervalo de confianza: 95 % para el Sistema de Producto 2- Impresión inkjet

Categoría de impacto	Unidad	Promedio	Mediana	Desviación Típica	Coeficiente de variación	2,5%	97,5%	Error estándar de la media
Calentamiento Global	kg CO2 eq	2,02	1,99	0,316	15,7%	1,5	2,75	0,00495
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq	8,29E-07	8,15E-07	1,42E-07	17,1%	5,87E-07	1,14E-06	0,00542
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	0,438	0,393	0,197	44,9%	0,233	0,901	0,0142
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC	0,00957	0,00934	0,0016	16,7%	0,00721	0,0133	0,00529
Formación de material particulado	kg PM10 eq	0,00311	0,00303	0,000524	16,8%	0,00235	0,00434	0,00532
Radiación ionizante	kg U235 eq	0,138	0,0927	0,153	111%	0,0399	0,519	0,0351
Acidificación Terrestre	kg SO2 eq	0,00853	0,00827	0,00167	19,5%	0,00605	0,0123	0,00617
Eutrofización de agua dulce	kg P eq	0,000283	0,000249	0,000142	50,3%	0,000135	0,000645	0,0159
Eutrofización marina	kg N eq	0,000616	0,000608	0,000083	13,5%	0,000481	0,000808	0,00426
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,000207	0,000176	0,000121	58,7%	0,000112	0,000492	0,0186
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,0097	0,00892	0,00369	38%	0,0057	0,0184	0,012
Ecotoxicidad Marina	kg 1,4-DB eq	0,0102	0,00938	0,00372	36,6%	0,00608	0,0196	0,0116
Ocupación de la tierra agrícola	m2a	2,37	2,27	0,673	28,4%	1,34	3,96	0,00898
Ocupación del suelo urbano	m2a	0,0362	0,0355	0,00654	18,1%	0,0254	0,0523	0,00572
Transformación del suelo natural	m2	0,00102	0,00103	0,0108	1,06E3%	-0,0217	0,024	0,334
Agotamiento del agua	m3	0,00675	0,00659	0,001	14,9%	0,00517	0,00904	0,0047
Agotamiento de metal	kg Fe eq	0,184	0,183	0,0192	10,5%	0,148	0,225	0,00331
Agotamiento fósil	kg oil eq	0,562	0,55	0,107	19,1%	0,396	0,821	0,00604

Figura 9.5 Análisis de Incertidumbre para el escenario EI4 del impacto Cambio Climático en impresión inkjet

9.3.3 Análisis de coherencia y de calidad de los datos

El objetivo del análisis de coherencia es determinar si las suposiciones, métodos y datos son coherentes con el objetivo y el alcance.

Se ha verificado las unidades funcionales utilizadas a partir de los resultados obtenidos para los diferentes escenarios:

- Comprobando la proporcionalidad de las cantidades de los flujos individuales, entradas y salidas al variar los parámetros.
- Se ha verificado los resultados de la evaluación del impacto en comparación con procesos y estudios similares

- Se ha corregido errores durante la elaboración de algunas unidades que proporcionaban resultados de impactos con valores muy altos.
- Los datos de inventario se han obtenido a partir de los consumos anuales de diferentes periodos y tratados mediante con hojas de cálculo para las diferentes unidades y relaciones funcionales en el proceso.
- Los principales datos no disponibles y que se han adaptado a partir de la información de unidades existentes de ecoinvent y de información específica actualizada, son los relacionados con los mix energéticos, la producción de los papeles prensa y las unidades de los bienes de capital.

En la Tabla 9.26 se efectúa un resumen de la verificación del análisis de coherencia de los datos para los dos sistemas del producto utilizados.

Tabla 9.26 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para los sistemas de productos 1 y 2

Verificación	coldset	inkjet	Comparación	Acciones
Fuentes de datos	Primarios	Test ensayos	Coherente	Ninguna acción
Exactitud de los datos	Muy buena	Buena	Coherente	Ninguna acción
Antigüedad de los datos	2 años	2 años	Coherente	Ninguna acción
Cobertura tecnológica	Mejor tecnología disponible	Mejor tecnología disponible	Coherente	Ninguna acción
Cobertura relacionada con el tiempo	Reciente	Reciente	Coherente	Ninguna acción
Cobertura geográfica	Europa	Europa	Coherente	Ninguna acción

En las Tablas 9.27 y 9.28 se efectúa el resumen del análisis de coherencia para dos de las principales unidades utilizadas: fabricación de Papel Prensa y Mix Energético.

Tabla 9.27 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para unidades de proceso de Papel Prensa

Verificación	Papel Madrid	Papel Hylte	Comparación	Acciones
Fuentes de datos	Primarios	Primarios	Coherente	Ninguna acción
Exactitud de los datos	Buena	Buena	Coherente	Interpretación impactos
Antigüedad de los datos	3 años	3 años	Coherente	Ninguna acción
Cobertura tecnológica	Estándar	Estádar	Coherente	Ninguna acción
Cobertura relacionada con el tiempo	Reciente	Reciente	Coherente	Ninguna acción
Cobertura geográfica	Europa	Europa	Coherente	Ninguna acción

Tabla 9.28 Verificación del Análisis de Coherencia de los datos para unidades de proceso del Mix Eléctrico

Verificación	Mix España	Mix Gran Canaria	Comparación	Acciones
Fuentes de datos	Primarios	Primarios	Coherente	Ninguna acción
Exactitud de los datos	Aceptable	Aceptable	Coherente	Interpretación impactos
Antigüedad de los datos	3 años	3 años	Coherente	Ninguna acción
Cobertura tecnológica	Estándar	Estádar	Coherente	Ninguna acción
Cobertura relacionada con el tiempo	Reciente	Reciente	Coherente	Ninguna acción
Cobertura geográfica	Europa	Europa	Coherente	Ninguna acción

En la Tabla 9.29 se efectúa una verificación del análisis de calidad de los datos para las principales unidades de proceso según se indica en el apartado 6.3.9 del Objeto y Alcance, así como en la matriz Pedigree de nivel de calidad de los datos de la Tabla 6.14. La incertidumbre de los datos dentro de cada unidad puede adoptar valores diferentes.

Tabla 9.29 Verificación del Análisis de Calidad de los datos para principales unidades de proceso

Unidades Proceso	Fiabilidad	Integridad	Antigüedad Datos	Geografía	Tecnología	Representatividad	Incertidumbre
Bienes de equipo							
Rotativa	5	4	1	1	1	4	**1,54**
Planta Impresión	5	4	1	1	1	4	**1,54**

Filmadora Planchas	1	1	2	1	1	1	**1,08**
Procesadora Planchas	1	1	2	1	1	1	**1,08**
Dobladora Planchas	1	1	2	1	1	1	**1,08**
Enfriadora	1	1	2	1	1	1	**1,08**
Papelera	4	4	2	3	4	4	**1,6**
Materiales							
Papel Prensa	4	3	1	3	1	4	**1,24**
Tinta coldset	3	3	1	3	1	5	**1,2**
Tinta inkjet	2	2	2	1	4	1	**1,51**
Planchas	2	1	2	1	1	1	**1,08**
Químicos Preimpresión	1	2	2	1	1	2	**1,07**
Material/Químicos Impresión	1	4	1	1	1	4	**1,15**
Residuos y Tratamientos							
Impresión	1	4	1	1	1	4	**1,15**
Preimpresión	2	2	2	1	3	2	**1,22**

9.4 Conclusiones, limitaciones y recomendaciones

El objetivo de esta parte de la interpretación es llegar a conclusiones, identificar limitaciones y realizar recomendaciones sobre el análisis efectuado. Las conclusiones se deben obtener del estudio y realizarse de forma iterativa con los otros elementos en la fase de interpretación del ciclo de vida.

- Identificar los asuntos significativos
- Evaluar la integridad
- Sacar conclusiones preliminares
- Conclusiones finales
- Recomendaciones relacionadas con la aplicación prevista.

Estudios anteriores tratan al periódico como un producto global incluso a nivel de nación. En este estudio se ha desglosado a nivel de planta de impresión con el objetivo de conocer lo que contamina un periódico en una planta de impresión en función de la tecnología, bienes de capital, diferentes orígenes de materias primas, diferentes destinos de distribución, formatos, energía, residuos, etc,.

<u>Conclusiones, limitaciones y recomendaciones</u>

- La situación actual del sector con disminución de las tiradas está propiciando que los impactos ambientales de los productos impresos mediante offset-coldset estén aumentando.
- El uso de la unidad funcional a la hora de representar el impacto debe tener en cuenta cuál utilizar en función del escenario que se está estudiando en cada caso. El aumento del gramaje, formato del periódico o la paginación da como resultado más consumo de papel lo que se traduce en un menor impacto para la unidad funcional 1, por kg de papel. Por el contrario, aumenta el impacto por unidad de periódico impreso. La mayoría de los estudios utiliza como unidad funcional por kg de papel. En el caso de que el periódico

utilice gramajes o formatos que empleen más papel los resultados del impacto serían menores.

- La variación de los impactos es similar para todos los escenarios. No se ha dado ningún caso que dos escenarios diferentes produzcan variaciones de diferente signo en los impactos.
- Para tiradas muy pequeñas la principal fuente de impacto son las materias primas y entre ellas las planchas y el papel. La segunda fuente de impacto es la energía.
- Para tiradas muy grandes sigue siendo la principal fuente de impacto las materias primas y entre ellas el papel, siendo muy pequeño el impacto de las planchas. La segunda fuente de impacto es la energía aunque en función del Mix energético elegido puede ser incluso superior.
- Los porcentajes de variación de los impactos para los diferentes escenarios se mantienen tanto para los puntos medios (Midpoint) como en los puntos finales (Endpoint), así como para los impactos normalizados y ponderados en los diferentes escenarios.
- El uso de tecnología menos contaminante en cuanto a consumos de materias primas y residuos puede dar resultados contradictorios si el componente principal aumenta como sucede en las planchas de aluminio para la tecnología libre de químicos.
- Las combinaciones posibles entre los diferentes escenarios hace que resulte complicado establecer conclusiones genéricas ya que una tercera variable puede afectar al estudio.
- La obtención de los impactos ambientales para las diferentes metodologías de impacto resulta un proceso árduo y que puede dar lugar también a equivocaciones difíciles de detectar. La utilización de un paquete específico contrastado y que utiliza la comunidad interesada en el análisis del ciclo de vida hace posible reducir este error en la metodología y disponer de resultado comparativos más próximos.
- La mayor parte de los estudios se centran en el impacto cambio climático a la hora de mostrar los resultados, en parte por ser el más conocido y representativo. Sin embargo, se hace necesario en los escenarios más característicos comparar el resto de los impactos, ya que no tienen por qué seguir la misma evolución, como se comprueba el comparar las dos tecnologías de impresión. En este caso para tiradas bajas, al disminuir la tirada disminuyen todos los impactos de la impresión inkjet frente a los de la impresión coldset. En tiradas medias los impactos de Ecotoxicidad Humana y Agotamiento de Metal son mayores en la impresión inkjet al absorber el efecto de las planchas y bienes de capital en la impresión coldset.
- Para tiradas cortas la evolución tecnológica de los ejemplares de arranque hace que se puede reducir hasta un 30% los impactos ambientales.
- La reducción de los impactos debido a la eficiencia, medida como porcentaje de desperdicio durante la tirada, hace que se reduzca prácticamente el mismo porcentaje independientemente de la tirada.
- La evolución tecnológica aplicada a la reducción de desperdicios de papel afecta principalmente a los impactos en las etapas de Papel, Energía y Desechos para el Calentamiento Global.
- El impacto ambiental de considerar los bienes de capital puede ser superior al 9% para todas las categorías de impacto alcanzando par la impresión coldset en los siguientes impactos incrementos superiores al 30%: Toxicidad humana, Radiación ionizante,

Eutrofización de agua dulce, Ecotoxicidad de agua dulce, Transformación del suelo natural (superior al 70%) y Agotamiento de metal (superior al 90%).

- Para el calentamiento global, las etapas directamente relacionadas con la impresión para una tirada de 10.000 ejemplares en coldset supone un incremento de un 3,2%. En inkjet para una tirada de 1.000 ejemplares supone un incremento de un 3,98%.
- El origen de las materias primas puede hacer variar el impacto ambiental por el uso de una tecnología diferente así como por el uso de diversos medios de transporte. En el caso de las planchas de impresión para una misma tecnología las variaciones de impactos son inferiores en todos los casos a un 0,5% comparando la fabricación en China respecto a la fabricación en Europa.
- La elección de la ubicación de la planta de impresión de periódicos en el lugar donde se distribuye supone una importante disminución de los impactos ambientales que produce el transporte aéreo frente a la cercanía del origen de las materias primas o la utilización de un Mix energético con menor impacto, como sucede en la impresión en las islas frente a la impresión en península.
- La impresión en una isla y distribución en otra genera impactos ambientales menores de lo esperado sin tener en cuenta el transporte en vuelos con menor carga.
- Los datos del Mix energético aplicado pueden suponer importantes variaciones en los impactos ambientales a considerar. La ubicación geográfica de la industria en el territorio español y más en el insular hace que el mix energético y sus impactos varíen de forma considerable.
- Para la evaluación de los impactos ambientales en industrias y productos específicos se debe considerar el mix energético concreto que afecta a la industria como puede suceder en el caso de utilizar fuentes propias de energía como autoconsumo y cogeneración. Se podría considerar también la franja horaria en la que se utiliza la energía para la producción de los bienes o servicios.
- Es necesaria una actualización constante de las unidades de proceso de energía por parte de las empresas suministradoras y de distribución de energía, que están empezando a informar aún de forma muy genérica de los impactos en la generación.
- La creación de plantas de tratamientos de residuos debe estar justificada por una disminución en los impactos ambientales. En el caso analizado la generación de residuos en el proceso de impresión no justificaría por sí sola la implantación de plantas específicas de tratamiento.
- El análisis de integridad muestra el resumen de las verificaciones efectuadas en las diferentes unidades de proceso.
- El análisis de sensibilidad muestra las variaciones en las categorías de impacto para las unidades funcionales relacionadas con el Mix Energético y la Fabricación de Papel al variar la tirada.
- El análisis de incertidumbre muestra unos valores muy altos para los impactos de transformación del suelo natural por el amplio rango de incertidumbre asignado a las unidades relacionadas.
- El análisis de coherencia muestra el resumen de las verificaciones efectuadas para los dos sistemas de producto, de las unidades del Mix energético y de fabricación de papel.

- Se efectúa una verificación de la calidad de los datos según la matriz Pedigree indicando la incertidumbre asignada.

9.4.1 Punto de equilibrio económico y medioambiental

El punto de equilibrio económico depende en cada momento de la evolución de los costes de producción. En la Figura 9.6 se muestra que para un periódico de 64 páginas el punto de equilibrio económico se encuentra cerca de los 2.500 ejemplares, teniendo en cuenta la evolución de los precios de los consumibles y materias primas para la tecnología inkjet. El punto de equilibrio medioambiental se mostró en la Figura 9.3 donde se observa que para el impacto cambio climático la producción inkjet genera siempre menores impactos pero con un mayor coste económico.

Figura 9.6 Precio por ejemplar para inkjet y coldset de un periódico de 64 páginas

En la Figura 9.7 se compara la distribución de costes para los dos sistemas del producto analizados. Se observa que para la tirada de 2.500 ejemplares, casi el 30% del coste de la producción corresponde a las planchas en la impresión coldset y a las tintas en la producción inkjet. La amortización por copia del equipamiento es mayor en la impresión inkjet por tener una vida estimada mucho menor y un coste de equipamiento por volumen de producción elevado.

Para tiradas mayores el efecto del precio de las planchas disminuye pero se mantiene el alto coste de la tinta inkjet que hace el punto de equilibrio no evolucione hacia tiradas mayores.

Figura 9.7 Análisis de Incertidumbre para el escenario EI4 del impacto Cambio Climático en impresión inkjet

9.5 Conclusiones del capítulo

La interpretación del análisis del ciclo de vida nos proporciona el sentido del análisis del estudio efectuado. Tras conocer los impactos del ciclo de vida para los diferentes escenarios se comprueba que podemos encontrarnos valores muy diferentes que requieren una explicación en el contexto en el que se producen. Por otro lado hay que asegurar que los datos de Inventario y los del Análisis de Impacto son coherentes con el Objeto y Alcance.

10. Análisis final, conclusiones y líneas futuras.

El Análisis del ciclo de vida de un producto impreso mediante las tecnologías coldset e inkjet nos proporciona una información detallada acerca de los aspectos y los potenciales impactos ambientales relacionados con el ciclo de vida de un periódico para los diferentes escenarios.

En este capítulo se analizará los resultados y contribución de la investigación para posteriormente mostrar las líneas futuras de investigación entre las que se encuentra la comparativa con el sistema del producto 3, periódico a través de dispositivos digitales. Finalmente se indicarán las publicaciones previstas finalizando con las conclusiones y los resultados más significativos de la investigación.

10.1 Análisis de los resultados y contribución de la investigación.

En este apartado se mostrará la contribución de la investigación y se efectuará la discusión sobre los resultados más significativos obtenidos.

Durante el Análisis del Ciclo de Vida se han obtenido una serie de resultados significativos a tener en cuenta a la hora de comparar con otros estudios o mejorar los resultados que se publican.

10.1.1 La importancia de la unidad funcional

La unidad funcional respecto a la que se relacionan los datos del análisis tiene que ser elegida de forma adecuada al propósito del mismo. La mayor parte de los estudios utiliza como unidad funcional kg de papel consumido. Esta unidad es con la que se obtiene una visión más general al relacionarse con el principal soporte del producto que es el papel impreso. Sin embargo, a la hora de estudiar su comportamiento hay varios parámetros con los que no se debería comparar.

El aumento del gramaje y del formato de los periódicos hace que el resto de materiales y consumos se repartan entre una mayor cantidad de kilogramos de papel, por lo que los impactos al relacionarlos con este índice disminuyen.

Esto sucede en los productos fabricados en el norte de Europa que suelen tener gramajes entre 45 y 48,8 g/m^2 frente a los gramajes entre 42 y 45 g/m^2 del mercado español. Cada máquina rotativa en la impresión coldset produce en un formato determinado en función del ancho de la bobina y corte elegido para la máquina. En nuestro caso el ancho nos da la medida variable del alto (420, 390 y 360 mm) y el corte nos da el ancho fijo de 289 mm (121.380 mm^2, 112.710 mm^2 y 104.040 mm^2)

De forma similar los formatos de los periódicos en muchos países suelen ser mayores. Para el formato tabloide las medidas utilizadas habitualmente son de 431,8x279,4 mm (120.644,42 mm^2) que corresponde a 17x11 pulgadas. Existen otros formatos estandarizados como el berlinés de 470x315 mm (148.050 mm^2) y el broadsheet de 749x597 mm (447.153 mm^2).

Por ello para relacionar periódicos de diferentes formatos y gramajes en relación al consumo de papel, se debe usar como unidad funcional los m^2 de papel impreso.

En la Tabla 10.1 se compara el resultado de diferentes estudios con varias unidades funcionales: unidad funcional 1, por kg de papel y unidad funcional 2, por m^2 de papel. La relación entre ambas es el gramaje. También se incluye el resultado para la unidad funcional 3, por unidad de producto impreso.

$$kg\ de\ papel = m^2\ de\ papel * \frac{gr}{m^2} * \frac{1}{1000}$$

La unidad funcional 2 tampoco es la adecuada cuando comparamos con otros soportes como los dispositivos electrónicos, en el que hay que tener en cuenta el número de lectores que puedan acceder a ambos medios. En este caso la unidad funcional apropiada si consideramos el mismo número de lectores por dispositivo es la unidad funcional 3, por unidad de producto impreso. Esta unidad se puede relacionar posteriormente con el número de lectores. La mayoría de los trabajos publicados calculan los impactos ambientales en el proceso de impresión de una forma genérica para tiradas, gramajes y paginaciones medias.

Tabla 10.1 Resultados de estudios para el cambio climático con varias unidades funcionales

Estudio	Tirada Páginas Gramaje Formato	Tiempo de lectura	Número de lectores por periódico	Unidad Funcional Original	U.F. 1 kg CO2eq /t papel	U.F.2 Kg CO2eq /m2 papel	U.F. 3 kg CO2eq /periódico
Ecolabelling of printed matter (Larsen 2006)	N/D	N/D	N/D	Por tonelada de producto impreso	**1,35**	N/D	N/D
Screening environmental life cycle assessment of printed , web based and tablet epaper newspaper (Moberg 2010)	32000 40 pag. 45 g/m² 400x280 mm	30 minutos/día	2,4	Consumo de periódicos durante un año por un único lector	2,18	0,098	**0,22**
Carbon footprint and environmental impacts of print products form cradle to grave (Pihkola 2010a)	< 80.000 48 pag. 40 g/m² 580x370 mm	34 minutos/día	N/D	Por 1000 kg de periódicos	**1,16**	0,0522	0,24
Environmental performance of Alma Media's online and print products (Hohenthal 2013)	107.000 32 pag. 45 g/m² 580x370 mm	23 minutos/día	5,6	Por unidad de periódico	1,04	0,047	**0,16**

Los trabajos más recientes (Moberg 2010, Pihkola 2010, Hohenthal 2013) aportan más datos sobre las especificaciones del producto para el caso de los periódicos llegando a tener en cuenta la información sobre el tiempo de lectura y número de lectores por periódico para su comparativa con otros soportes como los dispositivos digitales. En la Tabla 10.1 se muestra los estudios más recientes para los medios impresos con los resultados del impacto Cambio Climático para diferentes unidades funcionales, destacando la unidad funcional utilizada en cada estudio.

En la Tabla 10.2 se muestra la comparativa entre las diferentes unidades funcionales tomando como base el estudio de (Pihkola 2010). Se observa que el cambio de especificaciones (gramaje,

formato, etc) hace que los porcentajes de variación no se mantengan entre las diferentes unidades utilizadas.

Tabla 10.2 Variación del impacto cambio climático para varias unidades funcionales

Estudio	U.F. 1 kg CO2eq /t papel	U.F.2 Kg CO2eq /m2 papel	U.F. 3 kg CO2eq /periódico
Moberg 2010	187,93%	187,74%	91,67%
Pihkola 2010	100,00%	100,00%	100,00%
Hohenthal 2013	89,66%	90,04%	66,67%

10.1.2 Trascendencia de los bienes de capital

En los estudios analizados relacionados con los impactos ambientales en la industria gráfica no se tiene en cuenta la importancia de los bienes de capital en el proceso de impresión. En general, la mayoría de los Análisis de Ciclo de Vida no tienen en cuenta la producción de los bienes de capital que son necesarios para producir un bien o servicio. En el artículo sobre la importancia de los bienes de capital en la Análisis del Ciclo de Vida de productos y servicios (Frischknecht 2007), se indica que no existe una idea clara sobre la importancia de incluirlos o no. A partir del análisis efectuado a través de diversas unidades de proceso contenidas en Ecoinvent, el autor llega a la recomendación de incluirlos al menos en los procesos relacionados con los impactos del cambio climático, electricidad no fósil, trasportes y residuos.

Recientemente se ha publicado un estudio sobre los bienes de capital en máquinas para fabricación de papel prensa (Tarek 2014) en la que se concluye que la fase de operación y uso es la etapa más importante en cuanto a la generación de impactos y que en los sistemas orientados a bienes de consumo es suficiente modelar la operación, despreciando la fabricación, transporte y final de vida. En el estudio que hemos efectuado para el periódico impreso no podemos afirmar lo mismo.

En la publicación en relación con la cuantificación de los bienes de capital para la incineración de residuos (Brogaard 2013) se concluye que la emisión relacionada con los bienes de capital usados en la incineración de residuos puede representar para el impacto cambio climático entre el 2% y el 3% del total de las emisiones.

La base de datos Ecoinvent que utiliza la mayor parte de los estudios incorpora los bienes de capital como procesos de infraestructura en los servicios públicos y en algunos procesos industriales como en la fabricación de papel. En este trabajo se han desarrollado las principales unidades de infraestructura relacionadas con la impresión cuyos resultados en los impactos se muestran en 8.6, efectuando la interpretación en 9.2.3. Para los dos sistemas del producto analizados, impresión mediante offset e impresión mediante inkjet, la consideración de los bienes de capital supone un 9% del impacto cambio climático. Para el resto de los impactos supone en su mayoría proporciones superiores.

También se observa que los impactos en la impresión inkjet son superiores a la impresión coldset para tiradas similares por la menor vida útil del equipamiento en la impresión digital al ser una tecnología no consolidada.

El proceso de impresión (Tabla 8.63) incluyendo la preimpresión, impresión y edificios supone el 2,87% (de un total de 8,89%) del impacto cambio climático para una tirada de 10.000 ejemplares en la impresión coldset, siendo el 6,02% restante la electricidad y otros procesos previos.

10.1.3 Repercusión de la ubicación geográfica

La mayor parte de los estudios sobre los impactos ambientales en la industria gráfica en general y en particular en la impresión de periódicos proporcionan la información de los impactos de una forma global (Moberg 2010, Pihkola 2010) a partir de los datos obtenidos en un periodo determinado, que normalmente es un año. En el caso de estudios específicos como el efectuado para la editorial Alma Media (Hohenthal 2013) se toma los datos medios de consumo de sus publicaciones. En el caso de (Pihkola 2010) se tienen en cuenta diferentes escenarios de residuos mientras que (Moberg 2010) tiene en cuenta el Mix energético y los flujos de desechos para un escenario europeo y otro sueco.

No se ha encontrado ningún estudio en el que se aplique escenarios para orígenes de la materia prima, planta de producción o distribución de los productos.

El uso de escenarios donde se incluye la ubicación de la planta de producción, el origen de las materias primas y las especificaciones de producción, nos permite conocer para cada producto fabricado su índice real de impacto. Se tendría en cuenta el proceso de fabricación de la materia prima, los medios de transporte utilizados y sus impactos desde el proveedor hasta el centro de producción de la materia prima así como el mix energético utilizado por la planta de producción. Si además se tiene en cuenta la zona de distribución del producto fabricado podríamos decidir si la ubicación elegida es la más idónea en cuanto a los impactos que produce y los proveedores de materias primas elegidos.

De esta forma se podría evaluar a los proveedores no sólo por el precio del producto que nos ofrece sino por el impacto que añade a mi proceso la utilización del material suministrado.

En el apartado 8.7 se analiza los impactos para diferentes escenarios en función de la ubicación geográfica de la materia prima, planta de impresión y zona de distribución. En el apartado 9.2.4 se efectúa la interpretación de los resultados. De esta forma nos encontramos que un papel de fibra virgen fabricado en Canadá produce menos impacto en nuestro proceso que un papel 100% reciclado fabricado en Madrid. De la misma forma se compara el impacto que supone utilizar planchas fabricadas en China frente a las fabricadas en Bélgica donde apenas se incrementa los impactos sobre nuestro proceso.

La ubicación geográfica también se relaciona con el Mix energético a aplicar en nuestro estudio. La misma tecnología de impresión aplicada en dos zonas geográficas diferentes como son Madrid y Gran Canaria producen diferentes impactos como se muestra en el apartado 9.2.5. Dentro de la misma ubicación, el disponer de tecnología que disminuya el consumo energético exterior mediante fuentes energéticas renovables hace que los impactos también disminuyan de forma considerable.

Por último la zona de distribución del producto resulta en algunos casos crítica en cuanto a los impactos ambientales. En el caso de la prensa diaria está obligada por la caducidad del producto

a la fabricación in situ o a utilizar el transporte aéreo cuando las tiradas no justifican el coste de una producción local. En estos casos se comprueba el gran incremento en los impactos que supone la fabricación en península y entrega en islas utilizando vuelos regulares de carga aérea, o la fabricación en una isla y entrega en otra utilizando vuelos especiales de carga para este propósito.

En todas estas variantes, el estudio de los diferentes escenarios nos permite obtener indicadores de nuestra gestión medioambiental.

10.1.4 La calidad de los datos de inventario

Las unidades funcionales utilizadas en nuestro análisis deben proporcionar información de calidad y con la menor incertidumbre posible. La fuente para los datos secundarios ha sido la base de datos Ecoinvent por medio del software SimaPro 7.3.3. A partir de los datos de la planta de impresión se han construido las diferentes unidades de proceso para los datos primarios en los que se incluye los procesos de impresión coldset e inkjet, la filmación y el procesado de las planchas y la creación de las unidades de proceso de las materias primas utilizadas en los procesos: papel, planchas, tintas, químicos, etc. También se han creado las unidades correspondientes a los bienes de capital: equipos de preimpresión e impresión, planta de impresión, etc. Para el consumo energético no se puede aplicar directamente el Mix Energético de España, porque no es el mismo y se utiliza otras fuentes de energía.

La creación de todas las nuevas unidades para el proceso de impresión requiere disponer de datos fiables y contrastados que son de aplicación para la mayor parte de las plantas de impresión actuales y que utilizan una tecnología similar. Los datos de consumo han sido medidos en diferentes periodos de tiempo y contrastados entre ellos. Los datos de las materias primas se han obtenido a partir de información facilitada por los fabricantes a través de comunicaciones personales, fichas de seguridad, declaraciones ambientales, informes corporativos, etc., comparándolos cuando ha sido posible con estudios publicados. Los datos de incertidumbre para cada una de las unidades diseñadas se han aplicado teniendo en cuenta la Guía para la Calidad de los datos en Ecoinvent (Weidema 2011) y la matriz Pedigree (Weidema 1998) según lo indicado en los apartados 6.3.9 y 9.3.3.

Para las unidades del Mix energético en Canarias se han desarrollado nuevas unidades para procesos no disponibles en Ecoinvent a partir de los datos de CO_2 por kWh asociados a cada generación publicados por Red Eléctrica[35] para el sistema insular canario, aplicando la incertidumbre a los datos según (Weidema 1998 y Weidema 2011). Al diseñarse estas unidades a partir de otras existentes en función de los datos del impacto de CO_2 por kWh hay que interpretar los resultados del resto de los impactos cuando se comparan los diferentes Mix energéticos.

Las unidades de Papel Prensa se han construido a partir de la adaptación de las unidades funcionales proporcionadas por Ecoinvent en función de las declaraciones ambientales de cada una de las fábricas recogidas en el Paper Profile aplicando la incertidumbre según (Weidema 1998 y Weidema 2011).

[35] http://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-canario/demanda-de-energia-en-tiempo-real

Una de las líneas futuras de trabajo es mejorar las unidades de proceso asociados a los servicios públicos a nivel insular: generación de energía, transportes, abastecimiento de agua, gestión de residuos, etc.

10.1.5 Evaluación de los impactos en función de los escenarios

Una de las principales aportaciones de este trabajo ha sido la parametrización de las diferentes unidades del proceso que permiten un estudio exhaustivo de combinaciones de origen y tecnología de las materias primas, especificaciones de impresión (tirada, gramaje, formato, calidad del papel, etc.), tipo de impresión, ubicación de la plantas de impresión, distribución, escenarios de residuos, mix energético etc. que permitiría obtener los impactos para cada producto fabricado. Como se ha comentado, la mayor parte de los estudios proporcionan unos valores de impactos calculados de forma global, sin atender a la particularidad que supone por ejemplo: usar una materia prima con mayores impactos bien por la tecnología o por la distancia a recorrer, usar un mix energético que varía a lo largo del día, utilizar fuentes de energía renovables propias, fabricar pequeñas unidades de un producto o cambiar su tamaño u otras características, etc.

Existen diversos estudios sobre el uso de escenarios como el publicado por (Finnveden 2009) sobre los desarrollos recientes en los Análisis de Ciclo de Vida donde indica su importancia a la hora de modelar sistemas futuros. La Sociedad de Toxicología y Química Ambiental – SETA publicó en 2004 un informe sobre el uso de escenarios en los Análisis de Ciclo de Vida (Weidema 2004) en el que se desarrollan las bases del uso y modelado de los escenarios en los Análisis de Ciclo de Vida, sobre todo en la fase de Inventario. Los escenarios se describen como situaciones relevantes posibles en el futuro en las que se les puede aplicar un Análisis de Ciclo de Vida a partir de información actual y supuestos futuros. En el trabajo sobre los tipos de escenarios y sus técnicas (Börjeson 2006) habla de tres tipologías de escenarios: predictivos (pronóstico y "Y si"), explorativos (externos y estratégicos) y normativos (preservando y transformando). El uso de los escenarios en nuestro estudio tendría cabida dentro del modelo explorativo ya que serviría para definir la estrategia medioambiental de las empresas a partir del estudio de diversas variables. En la publicación sobre explotación de escenarios en un sistema industrial mediante el Análisis del Ciclo de Vida (Cluzel 2014), se evalúan sistemas industriales complejos con diferentes escenarios de explotación: el mejor caso, peor de los casos, la línea de base (futuro esperado), y una alternativa muy diferente. Después de identificar las partes pertinentes del sistema para ser incluido en los escenarios, los valores se asocian con cada parámetro y cada escenario. En la publicación sobre la escenarios de explotación en sistemas industriales con el Análisis del Ciclo de Vida (Cluzel 2004) se consideran cuatro escenarios : el mejor caso, el peor caso, la línea base relacionada con el futuro esperado y una alternativa muy diferente a lo esperado. El modelo anterior planteado serviría para evaluar con rapidez y precisión el desempeño ambiental de sistemas industriales complejos.

El uso de parámetros en los Análisis de Ciclo de Vida permite disponer de indicadores de impacto en función de las variables seleccionadas y plantear programas de mejoras dentro de los sistemas de gestión ambiental. También se podría disponer de información del impacto global utilizando un índice de impacto normalizado y ponderado como el que proporciona la metodología ReCiPe de tal forma que se pueda definir una puntuación máxima de impacto para cada producto específico o de forma global genérica. De esta forma se podría incentivar una

producción “más limpia”, con menos residuos y menos impactos ayudando esta información para la toma de decisiones estratégicas teniendo en cuenta la mayor concienciación actual sobre la Responsabilidad Social y Ambiental en las empresas.

10.1.6 La normalización de los resultados del impacto

Los resultados de la evaluación de los impactos en los análisis de ciclo de vida se presentan en unidades que son difíciles de entender y que no son comparables entre sí. La normalización permite convertir estas unidades por medio de factores de equivalencia para los impactos de punto medio (Midpoint). Para los impactos de punto final (Endpoint) en el caso de la metodología ReCiPe, se obtienen puntuaciones relacionadas con los daños a la salud humana, ecosistemas y uso de recursos. La normalización nos permite comparar los resultados de diferentes categorías de impacto al tener las mismas unidades. Sin embargo, cada categoría de impacto tiene un peso diferente que podría resultar arbitrario en función de los resultados que se esperen del estudio.

Diversos grupos de científicos, consultores e instituciones están trabajando en la obtención de inventarios más completos y con procesos de normalización más precisos. De esta forma se podría utilizar los resultados de evaluación del impacto normalizados con el fin de comparar procesos diferentes, fijar políticas de emisiones y residuos que abarquen la totalidad de los impactos o comunicar de una forma más sencilla a través de una puntuación que nos proporciona los impactos que el producto o el proceso ocasiona.

Cada metodología aplica su propio conjunto de normalización que por lo general no se pueden emplear de unos a otros. Por ello se deben fijar políticas que marquen los criterios de normalización de los impactos para cada industria o proceso.

Se han publicado diversos trabajos sobre esta problemática como el de (Dahlbo 2012) donde compara diferentes resultados de la evaluación de impactos normalizada y su viabilidad en la comunicación y que está aplicado a los productos impresos. El trabajo incluye como material suplementario dos hojas informativas: una sobre los Impactos ambientales durante el ciclo de vida de un periódico y otra sobre la huella de carbono de un periódico. Para los impactos ambientales representa por separado los impactos de punto medio (Midpoint) normalizados según la metodología ReCiPe para cada etapa del ciclo de vida por su facilidad de comprensión al estar referido a una unidad común. Se recomienda su utilización al proporcionar una visión general de los impactos de una forma compacta sin las unidades utilizadas en la caracterización.

En los trabajos de (Reap 2008a, Reap 2008b) se plantean diferentes problemas sin resolver en los Análisis de Ciclo de Vida y las líneas de actuación que se están siguiendo para solventarlos, comentando la problemática existente con la normalización por la multitud de metodologías existentes.

Como ejemplo de la aplicación de la normalización, al sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset, en la Tabla 10.3 se ha variado algunas de las características habituales del producto con el fin de obtener una puntuación normalizada para los impactos de punto medio y final.

Tabla 10.3 Parámetros para comparación de dos productos impresos

ESCENARIOS	Producto-1	Producto-2
Bienes de Capital	sí	sí
Paginación	64	64
Tirada	**10000**	**5000**
Gramaje (g/m2)	45	42
Formato periódico	**420x289**	**360x289**
Tecnología de Filmación Planchas	Quím. Red.	Quím. Red.
Formato planchas	**836x593**	**776x593**
Origen Planchas	Europa	Europa
Tipo Papel (% reciclado)	100%	0%
Origen Papel	**Madrid**	**Quebec**
Desperdicio arranque	600	600
Desperdicio tirada	5%	5%
Ubicación Planta Impresión	Gran Canaria	Gran Canaria
Mix Electr Impresión	AGA	AGA

Tabla 10.4 Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

	Caracterización			Normalización	
Impacto	P-1	P-2	Unidades	P-1	P-2
Calentamiento Global	1,690	2,016	kg CO2 eq	0,000151	0,000180
Agotamiento del ozono	0,000	0,000	kg CFC-11 eq	0,000006	0,000008
Toxicidad humana	0,417	0,942	kg 1,4-DB eq	0,000703	0,001590
Formación de oxidantes fotoquímicos	0,008	0,009	kg NMVOC	0,000153	0,000164
Formación de material particulado	0,003	0,004	kg PM10 eq	0,000189	0,000288
Radiación ionizante	0,197	1,495	kg U235 eq	0,000032	0,000239
Acidificación Terrestre	0,007	0,010	kg SO2 eq	0,000205	0,000302
Eutrofización de agua dulce	0,000	0,001	kg P eq	0,000797	0,001538
Eutrofización marina	0,001	0,002	kg N eq	0,000071	0,000172
Ecotoxicidad terrestre	0,001	0,001	kg 1,4-DB eq	0,000063	0,000165
Ecotoxicidad de agua dulce	0,011	0,023	kg 1,4-DB eq	0,001009	0,002122
Ecotoxicidad Marina	0,011	0,017	kg 1,4-DB eq	0,001249	0,002039
Ocupación de la tierra agrícola	2,788	**0,856**	m2a	0,000617	0,000190
Ocupación del suelo urbano	0,039	**0,022**	m2a	0,000097	0,000053
Transformación del suelo natural	0,001	0,001	m2	0,003679	0,003206
Agotamiento del agua	0,022	0,032	m3	0,000000	0,000000
Agotamiento de metal	0,170	0,181	kg Fe eq	0,000239	0,000254
Agotamiento fósil	0,430	0,593	kg oil eq	0,000258	0,000357

En la Tabla 10.4 se muestra los resultados del impacto y su normalización para los impactos de punto medio, destacando los impactos relacionados con la ocupación terrestre que disminuyen mientras el resto aumentan. En la Tabla 10.5 se muestra para los impactos de punto final normalizados y ponderados sin agrupar y en 10.6 agrupados.

Entre los métodos de evaluación de impactos se han desarrollado varios que dan una puntuación única al impacto como son la Huella Ecológica (The Ecological Footprint), El Potencial de Destrucción del Ecosistema (EDP – The Ecosystem Damage Potential) y el modelo USEtox.

La Huella Ecológica se define como la parte de tierra biológicamente productiva y agua que requiere una población para producir los recursos que consume y absorber pare de los residuos generados por el consumo de combustible fósil y nuclear.

Tabla 10.5 Impactos ambientales (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

	Caracterización			Normalización		Ponderación		
Impacto	P-1	P-2	Unidades	P-1	P-2	P-1	P-2	Uds
Cambio climático de la Salud Humana	2,4E-06	2,8E-06	DALY	0,0001174	0,00014	0,0469	0,0560	Pt
Agotamiento del ozono	3,6E-10	4,4E-10	DALY	1,763E-08	2,19E-08	0,0000	0,0000	Pt
Toxicidad humana	2,9E-07	6,6E-07	DALY	1,446E-05	3,27E-05	0,0058	0,0131	Pt
Formación de oxidantes fotoquímicos	3,2E-10	3,4E-10	DALY	1,577E-08	1,69E-08	0,0000	0,0000	Pt
Formación de material particulado	7,3E-07	1,1E-06	DALY	3,631E-05	5,53E-05	0,0145	0,0221	Pt
Radiación ionizante	3,2E-09	2,5E-08	DALY	1,605E-07	1,22E-06	0,0001	0,0005	Pt
Cambio climático Ecosistemas	1,3E-08	1,6E-08	species.yr	7,676E-05	9,16E-05	0,0307	0,0366	Pt
Acidificación Terrestre	4,1E-11	6,0E-11	species.yr	2,338E-07	3,45E-07	0,0001	0,0001	Pt
Eutrofización de agua dulce	1,5E-11	2,8E-11	species.yr	8,326E-08	1,61E-07	0,0000	0,0001	Pt
Ecotoxicidad terrestre	6,6E-11	1,7E-10	species.yr	3,79E-07	9,83E-07	0,0002	0,0004	Pt
Ecotoxicidad de agua dulce	2,9E-12	6,0E-12	species.yr	1,635E-08	3,44E-08	0,0000	0,0000	Pt
Ecotoxicidad Marina	8,5E-15	1,4E-14	species.yr	4,865E-11	7,94E-11	0,0000	0,0000	Pt
Ocupación de la tierra agrícola	3,2E-08	**9,9E-09**	species.yr	0,0001806	**5,68E-05**	0,0722	**0,0227**	Pt
Ocupación del suelo urbano	7,6E-10	**4,2E-10**	species.yr	4,364E-06	**2,4E-06**	0,0017	**0,0010**	Pt
Transformación del suelo natural	3,6E-09	4,1E-09	species.yr	2,056E-05	2,34E-05	0,0082	0,0094	Pt
Agotamiento de metal	1,2E-02	1,3E-02	$	4,546E-07	4,83E-07	0,0001	0,0001	Pt
Agotamiento Fósil	6,9E+00	9,5E+00	$	0,0002575	0,000356	0,0515	0,0712	Pt
						0,2321	0,2333	Pt

Tabla 10.6 Impactos ambientales agrupados (ReCiPe Endpoint (H/A) V 1.06 Europe) para dos productos impresos unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Daño de categoría	P-1	P-2	Uds
Salud Humana	0,0673	0,0917	Pt
Ecosistemas	0,1132	0,0703	Pt
Recursos	0,0516	0,0713	Pt
Total	0,2321	0,2333	Pt

El Potencial de Destrucción del Ecosistema, evalúa el impacto del ciclo de vida para la caracterización de la ocupación y transformación del suelo, evaluando también el impacto del uso del suelo sobre la diversidad de las especies.

La metodología USEtox es un modelo ambiental para la caracterización de los impactos humanos y eco-toxicológicos. Está siendo desarrollado por la iniciativa de Ciclo de Vida de UNEP-SETAC. Está diseñado para describir el destino, la exposición y los efectos de los productos químicos.

Sin embargo, ninguna de estas metodologías recoge la mayor parte de los impactos por lo que no sería aplicable de una forma general.

En el caso de los productos impresos se ha desarrollado una Etiqueta Ecológica con criterios predeterminados y con la evaluación por terceros bajo el estándar Ecolabel[36]. Para poder usar la etiqueta se debe cumplir una serie de requisitos y criterios relacionados con el tipo de papel, el no uso de determinadas sustancias cuyo uso está limitado o excluido, la reutilización, emisiones, generación de residuos, etc. La elaboración de los criterios se efectúa a partir de diversos estudios de análisis de ciclo de vida de la industria gráfica. El etiquetado ecológico podría tener una evolución en el futuro incorporando mediante una puntuación el impacto que causa el producto o proceso a partir de una metodología normalizada de impacto determinada.

[36] http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html

10.1.7 La tecnología de impresión coldset frente a la inkjet

A partir de la recopilación de datos de inventario, creación de unidades de proceso y aplicación de la metodología de impacto ReCiPe se ha podido efectuar una comparativa de los impactos producidos para los dos sistemas del producto:

- Sistema del producto 1: periódico impreso mediante coldset
- Sistema del producto 2: periódico impreso mediante inkjet

En el apartado 8.5.3 se efectúa la evaluación de los impactos para la impresión inkjet para diversas tiradas en comparación con los datos del apartado 8.4.1 para la impresión coldset. En el apartado 9.2.2 se interpreta los resultados de los impactos para ambas tecnologías. Para cualquier tirada media y baja, la impresión coldset genera unos impactos mayores que la impresión inkjet debido a la utilización de planchas de aluminio, mayor uso de químicos, más desperdicios en los ajustes y la influencia de los bienes de equipo que también es mayor.

El punto de equilibrio ambiental para ambas tecnologías dependerá del escenario elegido, que para el escenario base utilizado está en el entorno de los 20.000 ejemplares. Esto contrasta con el punto de equilibrio económico que para el escenario base elegido está en torno a los 2.000 ejemplares, debido a la política de precios de suministro de tinta. Al ser una tecnología emergente, el equipamiento y la materia prima como la tinta alcanzan precios muy elevados al soportar los costes de investigación en un producto que aún no tiene una gran demanda.

El impacto de los bienes de capital también es mayor para tiradas medias y bajas para la impresión coldset frente a la inkjet como se observa en la Tabla 10.7 construida a partir de las Tablas 8.13-8.61 y 8.53-8.67.

Tabla 10.7 Diferencia de Impactos ambientales (ReCiPe Midpoint (H) V 1.06 Europe) entre inkjet y coldset para unidad funcional 1 (por kg de periódico impreso)

Bienes de Capital inkjet-coldset		500	1.000	5.000	10.000	20.000
Climate change	kg CO2 eq	-0,5651	-0,2672	-0,0297	0,0005	0,0151
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	8,4E-07	0,00000083	8,2E-07	8,1E-07	0,00000081
Human toxicity	kg 1,4-DB eq	-0,7522	-0,3558	-0,039	0,0008	0,0208
Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	-0,0043	-0,0022	0	-0,0001	0,0004
Particulate matter formation	kg PM10 eq	-0,0015	-0,0013	0	0,0004	1E-04
Ionising radiation	kg U235 eq	-0,23	-0,1106	-0,0141	-0,0022	0,0039
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	-0,0034	-0,0013	-0,0003	0,0003	0,0006
Freshwater eutrophication	kg P eq	-0,0006	-0,0006	0,0005	0,0004	0,0004
Marine eutrophication	kg N eq	-0,0005	1E-04	-0,0001	-0,0002	-0,0003
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	-0,0007	-0,0001	-0,0004	-0,0004	-0,0005
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	-0,0122	-0,0062	-0,0001	0,0004	0,0001
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	-0,0143	-0,0062	-0,0002	0,0003	0,0011
Agricultural land occupation	m2a	-5,5855	-2,793	-0,5587	-0,2792	-0,1394
Urban land occupation	m2a	-0,0833	-0,0409	-0,006	-0,0021	0,0007
Natural land transformation	m2	-0,002	-0,0012	-0,0003	-0,0003	-0,0003
Water depletion	m3	-0,0067	-0,0035	-0,0005	0,0001	-1E-04
Metal depletion	kg Fe eq	-0,3334	-0,1567	-0,0164	0,0018	0,0105
Fossil depletion	kg oil eq	-0,1923	-0,0926	-0,0117	-0,0012	0,0029

En el artículo sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de impresión comercial con tecnología digital (Canonico 2009) se cuantifica el potencial de la tecnología de impresión digital para reducir las emisiones directas relacionadas con la impresión y se plantea una reducción mayor con modelos de negocios evolucionados hacia la impresión a demanda. La

magnitud de reducción en el caso de los periódicos prevista es de un 20% por el uso de esta tecnología. Sin embargo, en los resultados de nuestra investigación hemos comprobado como se muestra en la Tabla 9.14 que para tiradas bajas los porcentajes de reducción para el impacto cambio climático son muy superiores alcanzando el 30% para tiradas en torno a los 5.000 ejemplares. Para tiradas en torno a los 10.000 ejemplares se reduce hasta un 12% siendo de un 2% para 20.000 ejemplares, por lo que para tiradas grandes esa reducción del 20% no se alcanza.

La tecnología inkjet aporta menores impactos ambientales pero su elevado coste y su baja productividad hace que todavía no sea la alternativa económica que sustituya a la impresión coldset tradicional más contaminante en la impresión de periódicos.

10.1.8 Aportación a bases de datos de inventario

Uno de los puntos más críticos a la hora de efectuar el Análisis del Ciclo de Vida es disponer de los datos de inventarios adecuados para su aplicación en nuestro estudio. A pesar de disponer de bases de datos que se actualizan constantemente, no se puede garantizar que los datos que nos proporcionan sean de aplicación para nuestro estudio. Así nos podemos encontrar que la base de datos Ecoinvent en su versión 3 publicada en el año 2013 proporciona datos para la impresión offset de forma genérica sin tener en cuenta el tipo de impresión offset (coldset-Heatset) si es para periódicos, para libros, cartón, etc., sin el rango de especificaciones en las que se puede usar, ni las características del producto, ni los orígenes de las materias primas, etc.

La mayor parte de los paquetes de software comerciales desarrollados para estudios de Análisis de Ciclo de Vida utilizan sus propias bases de datos, aunque cada vez más está colaborando en la consolidación de bases de datos públicas y privadas sin ánimo de lucro, con lo que se puede efectuar las evaluaciones de forma independiente al software que se utiliza. En Europa la base de datos Ecoinvent permite incorporar los datos de inventario proporcionados por sus usuarios a través de un software gratuito desarrollado al efecto llamado Ecoeditor. Ecoinvent efectúa el proceso de revisión de las unidades de proceso de forma gratuita aplicando la Guía de Calidad de Datos (Weidema 2011) contando con el apoyo de expertos revisores y editores. Los autores deben documentar las fuentes y referencias de las unidades de datos y ceder a Ecoinvent los derechos de uso. Desde Ecoinvent se invita a las empresas e instituciones a proporcionar los datos demostrando de esta forma el compromiso ambiental de la empresa y que simplifica en gran medida las futuras investigaciones sobre los estándares de sostenibilidad de la empresa. Sin embargo, es una base de datos privada que se ofrece a paquetes de software aunque también gratuitamente a los proveedores de datos.

Otra de las iniciativas que se está desarrollando en Europa es la base de datos ELCD (European reference Life Cycle Database) a través de la Comisión Europea. Está en sus inicios y dispone de pocos registros aunque se está centrando en la calidad de los datos, la coherencia y aplicabilidad. Es una base de datos pública que permite su utilización por terceros aunque no dispone de herramientas para que los usuarios proporcionen datos.

Las unidades de proceso generadas en este trabajo serán aportadas a la Base de Datos Ecoinvent

10.2 Conclusiones

- La unidad funcional del análisis del ciclo de vida tiene que ser elegida teniendo en cuenta el propósito del mismo y puede variar en función de los escenarios a analizar. En nuestro análisis se utilizan dos unidades funcionales: kg de papel impreso y por unidad de periódico impreso. Para la comparación con dispositivos digitales la unidad se relacionaría con el número de lectores.
- Para los periódicos impresos los bienes de capital suponen más del 9% del impacto cambio climático, siendo superior el porcentaje para el resto de los impactos. En el caso de los dispositivos electrónicos es la mayor fuente de los impactos. La inclusión de los bienes de capital en otras industrias o servicios requiere de un análisis previo sobre la repercusión que pueda tener en función de la vida útil, tamaño del bien y de los impactos que pueda producir.
- La mayoría de los resultados de los análisis de impactos ambientales proporcionan resultados por sectores o por regiones y no por productos específicos o marcas. Los resultados de los impactos ambientales por producto pueden variar según las especificaciones, número de unidades, tamaño, tecnología, materia prima, ubicación geográfica, franja horaria, distribución etc.
- El análisis de los impactos ambientales de los productos permitiría una evaluación ambiental de los proveedores y de las materias primas que suministran. Si la empresa dispone de información sobre los impactos entre varias alternativas de materias primas, tendría que tomar decisiones donde se combinan la rentabilidad económica con su compromiso medioambiental.
- No se debe aplicar directamente las unidades de proceso de las bases de datos que proporcionan los programas que permiten el Análisis de Ciclo de Vida sin comprobar que cumplen con los objetivos y alcance del estudio. En caso necesario se deben modificar, adaptar y documentar para cada estudio. Las bases de datos deben incluir el uso de parámetros en los Análisis de Ciclo de Vida que permita disponer de indicadores de impacto en función de las variables seleccionadas y plantear programas de mejoras dentro de los sistemas de gestión ambiental.
- Un desarrollo legislativo adecuado facilitaría disponer de información transparente sobre los impactos ambientales en los servicios públicos como electricidad, transportes, suministro de agua, etc., los cuales forman parte como unidades de proceso en la mayoría de los procesos industriales. De igual forma se podría exigir a los fabricantes que complementen la ficha de seguridad de sus productos con una ficha medioambiental de los datos de inventario, consumos e impactos. Es lo que se conoce como transparencia radical
- El etiquetado ecológico podría tener una evolución en el futuro incorporando mediante una puntuación el impacto que causa el producto o proceso a partir de una metodología normalizada de impacto determinada.
- El punto de equilibrio ambiental para la impresión coldset y la inkjet dependerá del escenario elegido, que en el escenario base utilizado está en torno a glos 20.000 ejemplares. El punto de equilibrio económico para el escenario base está en los 2.000 ejemplares, debido a la política de precios de suministro de tinta de los fabricantes de inkjet.

- La tecnología inkjet aporta menores impactos ambientales pero su elevado coste y su baja productividad hace que todavía no sea la alternativa económica que sustituya a la impresión coldset tradicional más contaminante en la impresión de periódicos.

10.3 Líneas Futuras

A partir de los resultados de este trabajo surgen diferentes líneas de investigación relacionadas con los siguientes temas:

- Impactos de los medios de comunicación digital
    - Impactos de los soportes electrónicos: Tabletas, Smartphones
    - Inventarios, Impactos, Unidades Funcionales en dispositivos electrónicos
- Análisis de Ciclo de Vida para Estrategias de Modelos de Negocios Sostenibles
    - Análisis de Ciclo de Vida en procesos de decisión de sistemas complejos.
    - Evolución de la Etiqueta Ecológica (Ecolabel) hacia una ficha ecológica del producto
    - Tasa ecológica - Bonus ecológico
    - Correlaciones de los impactos ambientales
- Desarrollo de unidades funcionales en los sectores industriales y de servicios en Canarias
    - Análisis del Ciclo de Vida en la producción industrial y de servicios en Canarias
    - Análisis de Inventario en los Servicios públicos
        - Electricidad, gas, petróleo
        - Transportes terrestres, marítimos, aéreos
        - Suministros de agua, tratamiento de residuos
    - Análisis de impactos a través de modelos input-output en Canarias
    - Impactos ambientales en la industria turística

10.3.1 Impactos ambientales de los medios de comunicación digital

La aparición de internet y en los últimos años los nuevos soportes físicos como las tabletas y los smartphones está propiciando un cambio en los hábitos de lectura y una evolución radical sobre el consumo de información. Los medios tradicionales impresos en papel sufren este cambio tecnológico y se adecúan muy a su pesar a la nueva situación.

Desde hace años se aplica el Análisis de Ciclo de Vida en la comparación de medios impresos y digitales. Inicialmente se efectuaban los análisis a dispositivos como ordenadores de sobremesa, portátiles y Pda's. Con la aparición del Ipad en 2010 y dispositivos similares surgidos a continuación bajo la denominación de Tablet, así como los nuevos teléfonos inteligentes conocidos como smartphones, se ha incrementado los estudios comparativos entre lo digital y lo tradicional impreso. Los nuevos dispositivos han reemplazado de la posición de liderazgo a empresas como Nokia, Blackberry, Motorola, Erikson, Sony con centros de producción en Estados Unidos y Europa por otras como Samsung, HTC, Lenovo, etc. cuyos dispositivos se fabrican principalmente en Asia.

La información digital y los nuevos dispositivos electrónicos se perciben a menudo como mucho más respetuosos con el medioambiente. Sin embargo, los dispositivos digitales tienen un

impacto muy grande y una vida útil muy pequeña. Se han desarrollado muchos estudios comparativos donde la problemática principal para obtener resultados fiables reside en las fuentes de información disponibles para poder calcular los impactos de los dispositivos, que se agudiza al ser una tecnología más reciente y en plena evolución.

En los inicios de internet los periódicos tradicionales crearon sus ediciones digitales en las que depositaban contenidos similares a sus ediciones de papel. Con los años han aparecido nuevos portales de contenido que compiten con la prensa tradicional. Los impactos ambientales se reducen en cuanto al uso de las materias primas y la distribución, pero surgen otros ligados a la transmisión de información y al uso del hardware de los nuevos soportes.

Desde hace tiempo se publican estudios donde se relacionan los impactos ambientales entre los medios impresos y escritos. Inicialmente se comparaba la sustitución de papel en libros, facturas, periódicos, revistas, etc. con el uso de los ordenadores personales. En los últimos años se está produciendo un mayor avance hacia el uso de contenido informativo en soporte digital a través de dispositivos móviles como ocurre con las tabletas y smartphones. Estos nuevos soportes reciben el contenido de las redacciones de los medios tradicionales y también a través de nuevas fuentes de información como las que aportan las redes sociales.

En la Tabla 10.8 se efectúa una comparación entre el soporte papel de la impresión coldset tradicional y el soporte digital.

Tabla 10.8 Diferencias en los soportes de noticias: papel y dispositivos digitales

	Papel (coldset e inkjet)	Dispositivo Digital
Materias Primas	Planchas*	No
	Papel	No
	Tinta	No
	Químicos*	No
	Cartón/otros	No
Bienes de Capital	Equipos preimpresión (7 años)*, Equipos Impresión (15 años)	Dispositivo Digital (2-3 años) - Tableta, Smarthphone, etc
Transporte	Uso intensivo para materia prima, distribución y desecho	Bajo
Energía	En la producción del periódico	En la transmisión de datos y uso del dispositivo
Residuos y Final de Vida	Del proceso y de bienes de capital	Bienes de capital

En los dispositivos digitales el uso de los bienes de capital como soporte pasa a tener un papel predominante en los impactos. Su minoración dependerá del uso alternativo que se dé al dispositivo, de la vida del mismo y sobre todo de los impactos de su fabricación.

La unidad funcional para la comparativa no puede ser kg de soporte como en el caso del papel, o unidad de dispositivo simplemente sino que hay que buscar otra unidad que sea comparable.

Estudios comparativos de la impresión frente a los dispositivos digitales

La mayoría de los estudios que se comentan a continuación utilizan unidades funcionales que tienen en cuenta el número de lectores, el tiempo de lectura y en el caso de los dispositivos digitales el tiempo de uso de un dispositivo digital para la lectura de información frente a otros usos. La información la proporcionan organismos acreditados y se obtienen mediante encuestas cuya metodología puede variar entre países y que condiciona los resultados de impacto de un dispositivo en función de la zona geográfica.

En el estudio sobre el impacto cambio climático en los medios electrónicos (Achachlouei 2013) se compara el uso de la tableta con la edición impresa de un periódico para la lectura de información. Se utiliza como unidad funcional el uso de un lector de una copia de la edición para tablet. Las unidades de proceso utilizadas se muestran en la Tabla 10.9, utilizando la base de datos ecoinvent con diferentes factores de emisión en kg CO_2eq por Gygabyte. En la comparativa utiliza una Tablet Ipad 2 de Apple la cual descompusieron en sus componentes que modelaron a partir de las unidades funcionales de ecoinvent. Las emisiones del Ipad 2, según Apple (Figura 10.1) para la producción del equipo son de 63 kg CO_2 eq. por dispositivo incluyendo el empaquetado.

Figura 10.1 Distribución del impacto cambio climático de 105 kg CO2eq. en Ipad 2[37]

Para el modelo del estudio el resultado fue de 36,2 kg CO_2 eq. por dispositivo. La comparativa con la unidad funcional da un resultado de 0,11 2 kg CO_2 eq. por lector y dispositivo, en el que la distribución electrónica representa el 42% del impacto frente a un 3,7% de la producción del contenido. Se comenta las limitaciones con los datos de inventario respecto al contenido y la distribución electrónica así como en el tratamiento de residuos.

Tabla 10.9 Unidades de proceso en una Tablet (Achahlouei 2013)

Equipos del usuario	Router (9W)	0,11 kWh/GB	3,6 kg CO_2eq/GB
	ADSL	0,11 kWh/GB	3,6 kg CO_2eq/GB
Transporte/Transmisión datos		0,11 kWh/GB	14 kg CO_2eq/GB
Data Center		0,4 kWh/GB	25 kg CO_2eq/GB
Infraestructura cable			14 kg CO_2eq/GB
Otras actividades		0,09 kWh/GB	11 kg CO_2eq/GB

En el estudio sobre la huella de carbono de productos electrónicos (Vasan 2014) se efectúa un completo análisis de las diferentes etapas del ciclo de vida de un teléfono desde la cuna a la puerta (extracción y fabricación) y desde la cuna a la tumba (añadiendo la distribución, el uso y la eliminación. Sugiere al igual que (Huang 2009) informar de la huella de carbono a los usuarios. Según se indica existe inconsistencia en la metodología a aplicar por los fabricantes para el cálculo de la huella de carbono por los límites del sistema y sobre todo por las bases de datos de inventario, lo que hace difícil la comparación entre diferentes productos. Para mejorar los resultados sugiere el empleo de bases de datos input-output mediante Análisis de Ciclo de Vida híbridos. Sugiere que los fabricantes identifiquen los generadores de emisiones en sus productos mediante la integración de estas prácticas en su cadena de suministro. Esto fomentaría la

[37] https://www.apple.com/environment/reports/docs/iPad2_Product_Environmental_Report_2012.pdf

participación de los proveedores en el proceso de estimación de la huella de carbono de un producto, lo que ayudará en el conocimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de las acciones del proveedor y del producto del proveedor.

En el análisis de ciclo de vida simplificado efectuado a un teléfono (Moberg 2014) se comenta las simplificaciones que se podrían efectuar en los Análisis de Ciclo de Vida efectuados en las TIC's y concretamente en un teléfono móvil. Se identifica los procesos y datos que son sensibles a diferentes opciones metodológicas y las suposiciones relacionadas con los impactos ambientales de un teléfono móvil. En las simplificaciones del estudio se indican qué impactos ambientales, etapas o procesos se podrían excluir, el uso de los datos secundarios y uso de relaciones lineales entre masas y emisiones. Recomienda no omitir ninguna de las categorías de impacto y priorizar la recolección de datos primarios sobre el uso de la energía durante la producción y uso. A partir de datos input-output de las estadísticas suecas, un teléfono de unos 300 € tendría un impacto de unos 30 kg CO_2eq por dispositivo, mientras que uno de 110 € sería de 16 kg CO_2eq. Según el Análisis de Ciclo de Vida simplificado, el resultado es de 22,4 kg CO_2eq.

En el estudio de análisis de ciclo de vida comparativo, el caso del papel y los medios digitales (Bull 2014) se efectúa una comparativa de diferentes estudios. Se indica que hay cientos de componentes en cualquier dispositivo, con cientos y tal vez miles de contratistas y subcontratistas para un producto tecnológico, lo que representa un desafío logístico para la fabricación de un producto, lo que hace muy difícil poder obtener un análisis de ciclo de vida riguroso. La tendencia en los dispositivos es a ser más pequeños y eficientes por lo que los impactos en el uso se reducen. Hay que mirar aguas arriba en la extracción de materias primas y producción o aguas abajo en las etapas de final de vida, donde los análisis son más débiles. Los impactos en la etapa de uso vendrán dado por el acceso a internet y el uso de servicios en la nube.

En el estudio sobre el comportamiento ambiental de los productos online e impresos del grupo editor Alma Media (Hohenthal 2013, Arushanyan 2014) se indica que ambos medios proporcionan diferentes tipos de información y que los lectores lo utilizan de diferentes maneras, por lo que no se puede sustituir un producto por otros sino que se complementan. La unidad funcional escogida es decisiva para poder comparar el rendimiento medioambiental de los medios de comunicación impresos y en línea. El uso de diferentes tipos de perspectivas a través de diferentes unidades funcionales da más información y un mejor conocimiento, como son año, semana lector y el tiempo de lectura. Los impactos ambientales del medio impreso se producen en gran medida en la cadena de suministro a la planta de impresión y durante la distribución, mientras que en los medios digitales tiene lugar en los dispositivos electrónicos utilizados por los lectores así como en la energía para la producción y distribución de contenidos.

Los resultados dependen en gran medida del número de lectores asignados por ejemplar y tiempo de lectura de los periódicos impresos. Uno de los objetivos de la compañía de medios de comunicación podría ser el liderar la comunicación de información ambiental con el fin de mejorar las prácticas de los usuarios así como las prácticas de las partes interesadas a lo largo de la cadena de valor.

En el estudio sobre la evaluación de la sostenibilidad de los medios electrónicos, estrategias para la recopilación de datos de inventario y sus implicaciones en los resultados de Análisis de Ciclo

de vida (Hischier 2014) se compara dos Análisis de Ciclo de Vida con estudios llevados a cabo de forma independiente para evaluar los impactos ambientales de la electrónica frente a los medios impresos, llegando a la conclusión de que la estrategia de recopilación de los datos utilizados (información documental o desmantelando el dispositivo) y las decisiones que se toman a nivel de inventario con respecto a los parámetros con la influencia geográfica, tales como la mezcla de electricidad o cuotas de reciclaje, influyen mucho en los resultados del análisis. En el caso de la Tablet desmontada se considera una vida de dos años, un consumo de dos horas/días y una descarga de 100 MB/día. También se modela a partir de los datos de IPAD2 con una vida estimada de tres años y tiempo de lectura de 14 h/semana. El consumo de electricidad afecta en gran parte a los resultados del impacto durante la transferencia.

En el estudio de comparación de las emisiones de gases de efecto invernadero en los productos electrónicos e informática actuales (Teehan 2013) se calcula el impacto calentamiento global y se insiste en que se necesita muchos datos que no están disponibles de la producción de los equipos. Se calculan las emisiones de 11 productos desmontándolos, pesándolos y asignando unidades de proceso de la base de datos ecoinvent. Los resultados se analizan para desarrollar modelos de estimación del impacto mediante regresión lineal en función de las características del producto. De esta forma se obtiene el impacto de un producto a partir del impacto específico de cada uno de sus componentes. Los resultados no tienen en cuenta la fase de final de vida. (ej. Emisiones=α_1*masa$_{\text{circuito integrado}}$+ α_2*masa$_{\text{pantalla}}$+ α_3*masa$_{\text{batería}}$)

En la publicación sobre si resulta más sostenible la lectura a través de dispositivos electrónicos que la lectura convencional (Jeswani 2014) se concluye que existen grandes variaciones entre los impactos de los dispositivos electrónicos y el impreso debido a la variedad de supuestos y alternativas existentes. La lectura a través de los dispositivos solo puede ser sostenible con nuestro medioambiente para tasas muy altas de uso, ya que la fabricación de los dispositivos tienen un gran impacto.

La información a través de internet y sus impactos

La información y la comunicación a través de Internet y los nuevos dispositivos están transformando el perfil de la economía mundial y afectando al entorno.

Una diferencia fundamental del soporte físico papel frente al soporte digital es que el papel es un material inerte mientras que los dispositivos digitales electrónicos generan calor, producen radiaciones electromagnéticas, consumen electricidad y su uso puede producir daños a la salud humana. Es por ello que surgen categorías de impacto relacionadas con las radiaciones no-ionizantes e impactos en la salud por su uso (cansancio, agotamiento psicológico, vista, perturbaciones nerviosas, etc.) que darían lugar tras la evaluación a un índice único de impacto.

La tecnología inalámbrica tendrá una gran presencia en los hogares con los electrodomésticos, juguetes y una variedad de productos de consumo, en lo que se conoce como el internet de las cosas (IoT – Internet of Things). Con esta tecnología hay un aumento en la percepción del riesgo por parte de los usuarios finales sobre el cáncer y otros efectos sobre la salud. En el artículo sobre las interferencias electromagnéticas y la exposición de las redes inalámbricas del hogar (Shkolnikov 2011) se discute los conceptos de la exposición a radiofrecuencia y las interferencias electromagnéticas relacionadas con las redes inalámbricas.

En el estudio de (Cardis 2011) se estimó la radiofrecuencia absorbida en el cerebro por los teléfonos móviles evaluando los parámetros principales relacionados con los sistemas de comunicación, bandas de frecuencia, potencia, ubicación en el cerebro, cantidad y uso del teléfono móvil y la tasa de absorción de energía. Aunque el daño depende en gran parte de la cantidad de energía y la duración durante el uso, su impacto se puede modificar por los sistemas de comunicación y bandas de frecuencia. Sugiere que es importante tener en cuenta en los análisis de riesgos de tumores cerebrales la exposición de radiofrecuencia en los teléfonos móviles.

La mayoría de las metodologías de Análisis de Ciclo de Vida incluyen entre sus categorías de impacto las radiaciones ionizantes. En el estudio (Frischknecht 2000) sobre daños a la salud humana, debido a las radiaciones ionizantes en la evaluación del impacto del ciclo de vida) se describe la evaluación de daños en la salud humana basados en el concepto de años de vida ajustados por discapacidad relacionados con las emisiones en el medio ambiente de material radioactivo y que está basado en estudios epidemiológicos. Sin embargo, ninguna de las principales metodologías de impacto tienen en cuenta entre sus categorías el impacto las radiaciones no ionizantes producidas por los campos electromagnéticos que encontramos en los dispositivos móviles.

La asociación no gubernamental sobre Medio Ambiente y Salud Humana[38] ha efectuado un proyecto de investigación sobre la problemática de los teléfonos móviles, riesgos para la salud, las políticas, leyes y regulaciones existentes, la problemática del reciclado y recomendaciones para los gobiernos y las personas. En el estudio se comenta los cambios en los patrones de uso hacia conversaciones usando textos y formas no verbales de comunicación, el uso de las redes sociales y servicios de mensajería y chats. También se comenta el mayor uso de servicios de localización por GPS, vídeo, chats, radio a través de internet, televisión, edición de fotos, videojuegos, programas educacionales, aplicaciones de redes sociales y servicios de almacenamiento en la nube. Todo ello provoca un mayor uso de los dispositivos y de las redes de transmisión de datos.

Desde un punto de vista social hay una mayor dependencia psicológica con la sensación de estar conectados, produciendo distracciones, conducción no segura y menor interacción social. Lejos de estas conductas que podrían estar relacionadas más con impactos sociales, los teléfonos móviles exponen a sus usuarios a radiaciones electromagnéticas cuyos valores de exposición varían con la potencia de los modelos, configuración de antenas, etc. El límite permitido en USA es de 1,6 W/kg según el ratio de absorción específico (SAR) mientras que en Europa es de 2 W/kg (Cruz-Ornetta 2006).

En el año 2001 la Agencia de la Organización Mundial de la Salud para la investigación del Cáncer (IARC)[39] clasificó los campos electromagnéticos en 2011 como de posible riesgo cancerígeno para los humanos a partir del incremento del riesgo de un determinado tipo de cáncer cerebral asociado con el uso de los teléfonos móviles.

[38] http://www.ehhi.org/
[39] http://www.iarc.fr/

Consideraciones a tener en cuenta para un estudio de los impactos ambientales de los dispositivos móviles

En los estudios analizados los impactos de los dispositivos móviles se obtienen utilizando las mismas metodologías y categorías de impactos que en la impresión tradicional. No se tiene en cuenta las nuevas formas de comunicación que han incorporado estos dispositivos y los nuevos impactos y riesgos relacionados para la salud humana.

Del análisis efectuado a diversas publicaciones se efectúa las siguientes observaciones a tener en cuenta a la hora de efectuar una comparativa más rigurosa entre los medios tradicionales impresos y los dispositivos electrónicos.

Inventario

- Por lo general, no existen datos de inventario ni de impactos aportados por los proveedores de dispositivos digitales.
- No existen unidades de proceso en ecoinvent para las diferentes partes de los dispositivos por lo que se efectúan aproximaciones
- Se desconocen los datos de inventario reales en los procesos de fabricación.
- En algunos estudios se obtiene las unidades de proceso a partir del peso de las diferentes partes del dispositivo desmontado. No se tienen en cuenta los consumos en el ensamblado de las diferentes partes (Electricidad, transportes, consumibles, etc.)
- Existe una gran variedad de dispositivos con diferentes tecnologías, lugares de fabricación, calidades.
- Algunos estudios utilizan bases de datos económicas para obtener los impactos de forma relacionada.

Impactos

- La mayoría de los estudios sólo consideran los impactos sobre la categoría de cambio climático. Hay que tener en cuenta que los fabricantes pueden hacer esfuerzos para mejorar en los parámetros que influyen en este impacto empeorando en otros que no se están midiendo.
- Están cambiando los hábitos de consumo de información a través de redes sociales, mezclando información con ocio en los dispositivos digitales con nuevos riesgos sobre la salud humana.
- La distribución de la información se efectúa a través de redes de datos de diferentes proveedores utilizando tecnologías inalámbricas como Wifi, 3G, 4G, Bluetooth con emisiones electromagnéticas.
- Surgen nuevos impactos sociales y relacionados con la salud en función de los tiempos de exposición a radiaciones electromagnéticas, ergonomía, audición y vista
- Se necesita más investigación para entender e integrar completamente las ramificaciones ambientales y sociales en las metodologías de impacto, así como el desarrollo de marcos regulatorios adecuados para este importante cambio tecnológico y social.

Unidad Funcional

- Por lo general se relacionan con el número de lectores asignados a cada dispositivo, que varía entre las diferentes publicaciones. Al ser un dispositivo que se usa de forma compartida con otros fines y personas habría que tener en cuenta el tiempo de uso, el dedicado a la lectura de información y el que se comparte, así como el tipo de dispositivo (marca, calidad, especificaciones, vida útil etc.). Estos datos provienen de encuestas.

Los fabricantes de dispositivos digitales deben mejorar, al igual que en otros sectores productivos, la comunicación de la información ambiental de sus productos y de las partes que intervienen en su cadena de suministro. Existen una gran variedad de supuestos de usos y de nuevos dispositivos con distintas especificaciones que aportan impactos muy diferentes relacionados con los consumos y transportes durante su fabricación y consumos energéticos durante su uso y descarga de datos.

Sólo a través de la legislación se lograría que los fabricantes acompañaran a su ficha de seguridad una ficha medioambiental de los datos de inventario y consumos.

10.3.2 Análisis de Ciclo de Vida para estrategias de modelos de negocio sostenibles

Un modelo de negocio es una herramienta conceptual para ayudar a entender cómo una empresa hace negocios y se puede utilizar para el análisis, comparación y evaluación del desempeño, la gestión, la comunicación y la innovación (Osterwalder 2005). El Análisis de Ciclo de Vida es una herramienta importante de decisión a la hora de afrontar nuevos proyectos o tomar decisiones sobre inversiones. La combinación de ambos conceptos en la estrategia empresarial puede llevar a las empresas a lograr a medio y largo plazo la sostenibilidad medioambiental que la sociedad demanda. A las industrias existentes, el Análisis del Ciclo de Vida les proporciona indicadores de gestión relacionados con los impactos ambientales que desarrollan en sus actividades, por lo que las empresas pueden disponer de información completa desde el punto de vista ambiental desde la cuna a la puerta o desde la cuna a la tumba a la hora de elegir sobre nuevas inversiones, proveedores, tecnologías y cumplir también en cuanto a su responsabilidad social y corporativa.

Por ello resulta necesario disponer no sólo de la información de inventario a nivel de la industria específica, sino conocer de los proveedores información completa de los productos y servicios que proporcionan a través de los resultados de análisis de inventario y evaluación de impacto. Si cada empresa proveedora proporcionase a su cliente los datos de inventario y de impacto y exigiese a su vez a sus proveedores una información similar sobre los productos que les proveen podríamos disponer de una fuente más fidedigna de información para tener en cuenta los impactos de nuestros procesos, incluso con múltiples escenarios. De esta forma podríamos llegar a etiquetar nuestros productos con un índice de impacto global asociado, una puntuación.

Teniendo en cuenta estas reflexiones-consideraciones hay varias líneas de trabajo en las que se podrían profundizar y colaborar con grupos de investigación ya existentes.

Análisis de Ciclo de Vida en procesos de decisión de sistemas complejos.

La necesidad de efectuar una transición hacia una economía más sostenible es una de los principales retos que tiene la sociedad actual. A pesar de que resulta evidente que la adopción

de modelos de negocios más sostenibles puede estar vinculado a ganancias más estables, muchos fabricantes no saben por dónde empezar.

En el estudio de (Chun 2013) se identifica estrategias genéricas de negocios para que los fabricantes tradicionales puedan utilizarlas para mejorar sus modelos de negocio y por tanto ser más sostenibles. El resultado del estudio muestra que no todas las estrategias de negocio genéricas basadas en análisis del ciclo de vida pueden ofrecer cambios radicales hacia la sostenibilidad, porque no todas las estrategias empresariales que generan beneficios ambientales generan beneficios económicos.

En el estudio de (Pizzol 2014) sobre la valorización monetaria en el Análisis del Ciclo de vida, se convierte los impactos sociales y biofísicos en unidades monetarias que se utiliza para determinar el valor económico de los bienes en los que no existe mercado. Se identifican y evalúan las diferentes metodologías existentes, características, puntos fuertes y débiles, etc.

En el estudio (Bocken 2014) se efectúa una revisión de las publicaciones para desarrollar arquetipos de modelos de negocios sostenibles. Se indica que la eco-innovación, la eco-eficiencia y las prácticas de responsabilidad social de las empresas definen en estos momentos la actual agenda de sostenibilidad industrial. Aunque son importantes no son suficientes para efectuar los cambios necesarios y alcanzar la sostenibilidad social y ambiental a largo plazo. En los modelos de negocio sostenibles se incorpora un triple enfoque que engloba los intereses de todas las partes interesadas incluyendo el medio ambiente y la sociedad. El estudio recopila diferentes enfoques innovadores que pueden contribuir a alcanzar la sostenibilidad a través de modelos de negocios agrupándolos en los diferentes arquetipos con el objetivo de tener un lenguaje común para acelerar el desarrollo de modelos de negocios sostenibles en la investigación y en la práctica. Los arquetipos son:

- **Tecnológico**
    - Maximización de la eficiencia material y energética. Hacer más con menos recursos, generando menos residuos y disminuyendo las emisiones y la contaminación. Ej. Fabricación Lean
    - Creación de valor desde los residuos. Sustituir el concepto de residuo y convertirlos en flujos de entrada útil y valiosa en otra producción haciendo un mejor uso de la capacidad subutilizada. Ej. Simbiosis industrial, Modelos de la cuna a la cuna.
    - Sustitución con energías renovables y procesos naturales. Reduciendo los impactos ambientales y aumentando la capacidad de recuperación de negocios, abordando "límites al crecimiento", limitaciones de recursos asociados a los no renovables y a los sistemas de producción actuales.

- **Social**

- Entregar funcionalidad en lugar de propiedad o titularidad. Proporcionar servicios que satisfagan las necesidades de los usuarios sin tener que disponer productos físicos. Ej. Renting de servicios.
- Adoptar una función de custodia. De forma proactiva la participación con todos los interesados para garantizar su salud y bienestar a largo plazo. Ej. Cadena de custodia del papel FSC.
- Fomentar la autosuficiencia. Soluciones que buscan activamente reducir el consumo y la producción. Ej. Empresas para ahorros energéticos, incremento de la durabilidad y longevidad de los productos, bienes de segunda mano.

- **Organizacional y orientado hacia la innovación**
  - Reorientar el negocio hacia la sociedad. Priorizar la entrega de beneficios sociales y ambientales, más que el valor del accionista con una estrecha integración con las comunidades locales, cambiando el modelo de negocio tradicional donde el cliente es el beneficiario primario. Ej. Empresas de economía social.
  - Desarrollar soluciones por etapas. Entregando soluciones sostenibles a gran escala para maximizar los beneficios para la sociedad y el medio ambiente. Ej. Franquicias, modelos colaborativos como crowd-sourcing, innovación abierta.

En el estudio de (Piekarski 2013) sobre el Análisis del Ciclo de Vida como herramienta empresarial para la gestión de negocios e innovaciones verdes, se presenta diferentes estudios de Análisis de Ciclo de vida donde se muestran los beneficios y aplicaciones en áreas de planificación estratégica, producción, desarrollo de producto, investigación e innovación, responsabilidad social y ambiental, así como la comercialización. La utilización de esta herramienta favorece la toma de decisiones sostenibles y fortalece la gestión de los procesos de negocio, de las operaciones, así como la promoción de la innovación ecológica (Figura 10.2).

Figura 10.2 Beneficios y aplicaciones del Análisis del Ciclo de Vida en negocios medioambientales (Piekarski 2013)

En la publicación reciente de (Buxel 2014) se muestra varios ejemplos de la industria de cómo el Análisis del Ciclo de Vida ha servido para desarrollar valiosas estrategias basadas en la sostenibilidad y cómo está sirviendo de herramienta de decisión en la gestión.

Cada vez más, las empresas recurren a las nuevas herramientas de gestión para asegurar su competitividad y lograr resultados más verdes e innovadores. El Análisis del Ciclo de Vida puede ser una nueva forma de promover la iniciativa empresarial corporativa como una diferencia competitiva. La herramienta permite la identificación de los puntos de mejora, la innovación en productos, procesos y servicios. Puede ser una parte importante para la toma de decisiones y orientación de las empresas hacia la sostenibilidad, construcción ecológica, compra verde, reducción del cambio climático, eco-innovación, economía verde, creación de valor, etc.

Integrar el Análisis del Ciclo de Vida en el diseño óptimo en procesos de decisión de sistemas complejos permitiría tener en cuenta los impactos ambientales en el Coste del Ciclo de Vida del producto y servicio (LCC - Life Cycle Cost) y modelos de Análisis Coste-Beneficio para la sostenibilidad ambiental (Finnveden 2009). De esta forma, sería de aplicación en la elaboración de estrategias que combinen los costes totales de un producto o servicio y la evaluación de los impactos medioambientales. Una de las aplicaciones sería la preparación de un modelo para la elaboración de pliego de condiciones en organismos oficiales, instituciones y grandes empresas en proyectos que tengan un impacto económico y ambiental relevante.

Evolución de la Etiqueta Ecológica (Ecolabel) hacia una ficha ecológica del producto

Las innovaciones tecnológicas, la eco-eficiencia y las prácticas de responsabilidad corporativa en las empresas están marcando las tendencias en la sostenibilidad industrial. Sin embargo, no resultan suficiente por sí solas para alcanzar la sostenibilidad social y ambiental a largo plazo. Los modelos de negocio sostenibles (Bocken 2014) incorporan el interés de los accionistas, el medioambiente y la sociedad, ayudando a introducir la sostenibilidad en los propósitos y procesos de los negocios.

La mayoría de los estudios y legislación existentes utilizan los impactos relacionados con el carbono a través de metodologías como cambio climático, huella de carbono, huella ecológica etc. En la iniciativa sobre Ciclo de Vida de UNEP/SETAC (Rack 2013) sobre las tendencias y pasos a seguir en los análisis se menciona que muchos países ya se están moviendo a la hora de considerar otros enfoques como el agua, la toxicidad, biodiversidad, etc.

Actualmente existe varias herramientas, prácticamente una para cada sector, que proporcionan un valor asociado solamente al impacto del cambio climático, medido a través de las emisiones de toneladas CO2 eq. Hay desarrollos en códigos abiertos como el software para el cálculo del inventario del ciclo de vida openLCA (Ciroth 2007) y el Sourcemap.org, que compila la información de la cadena de suministros de productos y la intensidad de uso de carbono (Chris 2010). En sitios como Goodguide[40] se efectúa evaluaciones de productos de los consumidores para que éstos puedan tener una visión global sobre los impactos en la salud, medio ambiente y el impacto social de los productos que compran. Algunas aplicaciones web[41] monitorean la huella de carbono y el consumo de energía, otras proporcionan en tiempo real[42] las emisiones resultantes de CO_2.

Sin embargo, estas "calculadoras ecológicas"[43,44] presentan las siguientes dificultades:

1. Proporcionan un valor del impacto en toneladas de CO_2eq. que a muchas personas no les aportan información de referencia. En ocasiones se relaciona con ahorros en otros consumos, como cuando se indica que es el equivalente al consumo energético de una población.
2. Se está usando de manera generalizada como tablas de equivalencia sin que se haya realizado ningún estudio al respecto ni se tengan en cuenta otros parámetros que pueden influir (limitaciones, asignaciones, alcance, origen, tecnología, uso, etc.) y que sí están presente en los Análisis de Ciclo de Vida. Hemos podido comprobar en el caso del periódico impreso la amplia variación de situaciones que proporcionan valores de impactos diferentes.
3. En ocasiones se aplica solamente en la etapa de uso, como sucede en el sector del transporte, donde continuamente se menciona la reducción de los impactos que supone el uso de un vehículo sin mencionar los impactos que se generan durante su fabricación y por el uso de materiales. De forma similar ocurre con las energías alternativas, paneles

[40] http://www.goodguide.com
[41] https://www.amee.com/
[42] http://www.realtimecarbon.org/
[43] http://www.denk-fabrik.ch/mat/mat_wasist.php (Hischier 2013)
[44] http://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx

fotovoltaicos, aerogeneradores que tienen un gran impacto en la fabricación, acondicionamiento del terreno para su ubicación, líneas de transporte, etc.

4. Solamente se proporciona información sobre un indicador de impacto, el asociado al cambio climático y que se utiliza en las metodologías de la Huella Ecológica, Huella de Carbono, etc. Quizás las tecnologías que se emplean para reducir este impacto favorezcan que se aumente en otras categorías de impacto.
5. Son desarrolladas por en la mayoría de los casos por empresas privadas que puedan tener algún tipo de interés a la hora de proporcionar la información sobre los impactos.

La Unión Europea ha desarrollado la etiqueta ecológica (Ecolabel)[45] con el fin de ayudar a los consumidores a tomar decisiones más informadas, identificando los productos y servicios que tienen un impacto ambiental reducido durante todo su ciclo de vida. . Para tener derecho a la etiqueta ecológica, los productos tienen que cumplir con una serie criterios ambientales estrictos establecidos por un panel de expertos y desarrollados por los científicos, organizaciones no gubernamentales y las partes interesadas para crear de una manera confiable unos criterios mínimos para cada tipo de producto que ayuden a tomar decisiones responsables con el medio ambiente. Tienen en cuenta todo el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas, la producción, el envasado y el transporte, el uso y el desecho o reciclaje del mismo.

La etiqueta ecológica de la UE es un sistema voluntario, lo que significa que los productores, los importadores y los minoristas pueden optar por solicitar la etiqueta de sus productos. La etiqueta ecológica de la UE aporta un valor añadido a las empresas y sus productos, ya que aumenta su reputación, indica la responsabilidad social de las empresas y posiblemente aumente también sus ventas.

La etiqueta para los productos impresos se adoptó por la Comisión Europea el 16 de agosto de 2012. La etiqueta Ecolabel para los productos impresos fija unos criterios mínimos para el tipo de papel, consumibles, químicos, reciclabilidad, emisiones al agua, emisiones al aire, desechos, uso de la energía, etc. que va más allá de la legislación vigente.

Sin embargo, es una etiqueta genérica independiente del tipo de producto impreso que se obtenga. En este estudio se comprueba que la variación de las condiciones de escenarios da lugar a impactos muy diferentes por lo que sería interesante no sólo indicar que se cumple con unos criterios mínimos en la producción sino que se informe además para cada tipo de producto impreso los impactos que se genera. Los impactos genéricos se podrían obtener a partir de Análisis de Ciclo de Vida en las diferentes empresas que se pueden efectuar en la fase de estudio y cumplimiento de los criterios de Ecolabel. Posteriormente y utilizando herramientas de correlación se podría obtener los impactos para diferentes escenarios. De esta forma se podría proporcionar una información muy detallada sobre los impactos de cada producto impreso extendiendo el compromiso y responsabilidad ambiental y social de la empresa hacia cada producto que fabrica.

[45] http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/

Tasa ecológica - bonus ecológico

Con el fin de que las empresas que solamente tienen un objetivo económico pongan en práctica políticas que favorezcan la reducción de sus impactos ambientales y evolucionen hacia modelos más sostenibles sin que peligre su viabilidad económica, y una vez alcanzados los límites que marca la legislación en cuanto a emisiones, tecnología, reciclado, etc., es necesario buscar estímulos que propicien el cambio en aquellas que no tengan interés. De esta forma se podría plantear la implantación de un impuesto o tasa ecológica o su equivalente como incentivo a las nuevas inversiones que cumplan con estos criterios y que supongan mejoras medioambientales medibles a través de Análisis de Ciclo de Vida y que abarque más allá del proceso productivo.

Resulta necesario disponer de una información más detallada de los impactos que cada industria en particular aporta teniendo en cuenta todas las variables que puedan influir. Sólo de esta forma se puede desarrollar las políticas más adecuadas. El estudio diseñaría herramientas que favorezcan el uso de productos medioambientalmente sostenibles: Tasa ecológica, subvenciones a inversiones que supongan mejoras medioambientales medibles.

En el estudio sobre ponderación en los Análisis de Ciclo de Vida basados en Ecotasas (Eldh 2006) se presenta la metodología para cálculo de impactos Ecotax con enfoque basado en la monetización de los impactos ambientales, en impuestos y en las tasas ambientales de Suecia como el que se aplica a las emisiones de CO_2 o impuestos sobre fertilizantes nitrogenados. El autor compara su metodología con otros métodos de ponderación existentes como Eco-indicator y EPS. Sin embargo, esta metodología no se ha seguido desarrollando.

En el estudio de (Gemechu 2012) se define un impuesto ambiental a los productos en función de su huella de carbono con una aplicación específica al sector de pulpa y papel. Se utiliza en Análisis de Ciclo de Vida y el Análisis input-output extendido al medio ambiente como herramientas metodológicas para la identificación de las intensidades de emisión en la que se basa el impuesto. El autor indica que aunque el Análisis de Ciclo de Vida es más específica del producto y ofrece un análisis más detallado, recomienda el Análisis Extendido input-output como un enfoque más relevante para la aplicación de un impuesto ambiental en toda la economía. También comenta la aplicación a la totalidad de emisiones que afecten al efecto invernadero.

En el estudio de (Bordigoni 2012) se evalúa mediante un análisis input-output del consumo de energía, las emisiones de carbono y datos del comercio bilateral en la industria europea sugiriendo un impuesto europeo de carbono para compensar la carga desequilibrada en industrias y países.

Correlaciones de los impactos ambientales

A partir de resultados de Análisis de Ciclo de Vida se han efectuado diversos estudios para buscar correlaciones entre impactos, las emisiones de gases de efecto invernadero, tipos de recursos utilizados, etc.

En el estudio de (Berger 2011) sobre análisis de correlaciones en la evaluación de los impactos para medida del uso de recursos se analiza los resultados de la evaluación de los impactos por medio de varios indicadores con el objetivo de comprobar si diferentes índices conducen a resultados similares con el objetivo de reducir el número de indicadores. Los resultados

revelaron regresiones lineales entre los indicadores que evalúan el consumo de materias primas. Por el contrario, no identificó esas correlaciones entre los índices que evalúan las emisiones en los recursos naturales.

En el estudio de (Park 2003) se efectúa la evaluación del ciclo de vida aproximado de productos utilizando el análisis de regresión múltiple y redes neuronales artificiales. Se explora una metodología donde se agrupa los productos de acuerdo con sus características ambientales relacionándolos con un índice de impacto ambiental. A partir de un enfoque basado en redes neuronales se efectúa una predicción de los impactos para un determinado diseño conceptual.

En el artículo de (Menten 2013) se efectúa una revisión de los estudios de análisis de ciclo de vida para las emisiones de efecto invernadero en biocombustibles donde se efectúa un análisis de meta-regresión. Como resultado del estudio se pone de manifiesto una relación entre diferentes tipos de combustibles.

Para el estudio del periódico impreso mediante coldset e inkjet se propone obtener a partir de los impactos calculados para los diferentes escenarios una correlación que nos permita obtener los impactos agrupados o no para cualquier combinación de escenario sin tener que disponer de un software específico de cálculo. A partir de esta herramienta las empresas podrían disponer de los impactos desglosados por cada tipo de producto que fabrican.

Para la mayoría de los escenarios el modelo a aplicar corresponde a un modelo de regresión lineal múltiple:

$$y_i = \alpha_i + \beta_1 . x_{1i} + \beta_2 . x_{2i} + \beta_3 . x_{3i} + \cdots + \beta_n . x_{ni} + \varepsilon$$

yi : Variable dependiente. Sería el impacto total (para una categoría de impacto i)
xi: Variable explicativa o independiente. Correspondería a cada escenario
βi: Parámetro asociado a cada escenario
αi: Término constante asociado a cada escenario
n: Número de parámetros independientes que corresponde con el número de escenarios a considerar
ε: Perturbación aleatoria

Para los escenarios que varían con la tirada el modelo de regresión es no lineal y se ajustaría con una función potencial o similar. En la Figura 10.3 se muestra la aproximación efectuada con una función potencial al escenario base variando la tirada.

Figura 10.3 Aproximación mediante función potencial al escenario base con variación de la tirada

Para el estudio efectuado sobre los impactos ambientales en un periódico impreso se identificaría los impactos de los productos individuales a partir de los siguientes parámetros: Tirada, gramaje, formato periódico, origen plancha, origen papel, desperdicios arranque, desperdicios tirada, Mix eléctrico, Distribución GC-TF.

10.3.3 Impactos ambientales en sectores industriales y de servicios en Canarias.

La falta de datos de inventario de calidad para efectuar los Análisis de Ciclo de Vida es una constante que se repite en casi todos los estudios analizados. En ocasiones se dispone de buenos datos primarios como en el caso de este estudio pero hay que elegir entre los datos secundarios de bases de datos como ecoinvent que no reflejan la situación real pero que proporción unidades que se pueden adaptar con cierta incertidumbre. La situación insular de Canarias, en la que hay que importar la mayor parte de la materia prima, hace que los impactos puedan variar aún más respecto a otras zonas. Con el fin de disponer de una información más precisa se hace necesario efectuar estudios de inventario en los procesos existentes de una forma material y a través de modelos económicos input-output. De las 129.417 empresas Canarias a 1 de enero de 2013, el 59,22% se enmarcan en el sector resto de servicios, el 25,42% en el del comercio, el 11,33% en el de la construcción y sólo el 4,04% restante en el de la industria (Ipyme 2014).

Análisis de Ciclo de Vida en Sectores Industriales y de Producción en Canarias

El Análisis del Ciclo de Vida es una de las herramientas más avanzadas disponibles para ayudar a las empresas en la identificación y mejoras de su desempeño ambiental. Las pequeñas y medianas empresas no suelen utilizar este tipo de análisis por el alto nivel de datos que se necesita, los costos, el tiempo y la experiencia requerida. También hay que tener en cuenta que a menudo tampoco responde a las necesidades reales de negocio de las pymes.

En el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea (2007-2013) se efectuó el proyecto “LCA to Go” (Sherry 2012), donde se desarrolló una metodología específica basado en el Análisis del Ciclo de Vida que permite a las Pymes disponer de una herramienta de evaluación gratuita y en

línea. Los sectores en los que se ha desarrollado este proyecto[46] son: bioplásticos, maquinaria industria, electrónica, placas de circuitos impresos, energía fotovoltaica y sector textil.

La industria en Canarias representa sólo el 2,54% sobre el total del sector en España y está orientada hacia la manufactura con sectores industriales indicados en la Tabla 10.10. Se plantea efectuar estudios en las principales empresas con el fin de obtener datos de inventario primarios con el que confeccionar una base de datos de inventario parametrizada de los procesos industriales.

Tabla 10.10 Sectores Industriales en Canarias[47]

Aceites y Aperitivos
Aguas Minerales y Refrescos
Bebidas Alcohólicas
Biotecnología
Café y Productos Lácteos
Captación de Aguas y Sector Eléctrico
Cementos, Hormigón, Áridos, Asfalto y Prefabricados
Embutidos y Productos Cárnicos
Elaboración de Productos Pesqueros
Energías Renovables
Gestión de Residuos
Harinas, Cereales y Piensos
Lavanderías
Madera y Metal
Mecanización Industrial
Pan, Bollería, Chocolate y Galletas
Papel, Cartón y Artes Gráficas
Plásticos y sus transformados
Preparación de Productos Alimenticios
Productos Químicos
Tabaco
Textil
Vidrio
Zumos y Conservas Vegetales
Servicios de apoyo industrial
Otros Sectores industriales

Análisis de Inventario en los Servicios públicos

Para poder efectuar una evaluación de los impactos de las empresas industriales es preciso también disponer de datos de calidad sobre las principales empresas de servicios:

- Suministros de energía: electricidad, gas, petróleo
- Transportes: terrestres, marítimos, aéreos
- Suministros de agua: Transporte, tratamientos, etc.
- Tratamiento de residuos

Se propone establecer convenios de colaboración con las instituciones relacionadas y empresas que presten servicios públicos con el fin de efectuar Análisis de Inventario parametrizados.

Análisis de impactos a través de modelos input-output en Canarias

Debido a la falta de datos de inventario de calidad, en muchos estudios de Análisis de Ciclo de Vida se han adoptado modelos que relacionan los impactos industriales con bases de datos económicas input-output. Existen diversas publicaciones relacionadas con modelos económicos

[46] http://www.lca2go.eu/

[47] www.asinca.es Asociación Industrial de Canarias

y medioambientales que se conocen como Input-Output relacionando variables económicas con impactos ambientales como en (Suh 2009). En Finlandia se ha desarrollado la base de datos input-output Envimat (Seppälä 2009) con la que se han efectuado diversos Analisis de Ciclo de Vida para varios sectores entre los que se incluye también la industria gráfica (Pihkola 2010a).

En el estudio de (Hawkins 2009) se muestra un aula de simulación para la enseñanza de la Evaluación del Ciclo de Vida según modelos económicos Input-Output. En muchas universidades[48] se está enseñando cómo efectuar la Evaluación del Ciclo de Vida mediante el uso de métodos y herramientas con aprendizajes basados en proyectos y métodos híbridos.

Se propone un curso de extensión universitaria o la impartición de asignaturas optativas que incluya un programa formativo de las herramientas y metodologías existentes para la elaboración de estudios de Análisis de Ciclo de Vida basados en proyectos con las industrias existentes en Canarias.

Análisis del Ciclo de Vida en la sostenibilidad de las actividades turísticas

En la actualidad el turismo es uno de los sectores más importantes de la economía canaria representando en el año 2013 el 20,8% del total del PIB Canario (Exceltur 2013). El compatibilizar el desarrollo turístico y la gestión de la actividad turística de un modo sostenible que proteja al medio ambiente es el objeto de numerosos estudios, actuaciones legislativas y de interés para los turistas. La evaluación ambiental estratégica en el sector turístico se ha efectuado desde la década de los 90. A partir de la aplicación de la Directiva Europea (2001/42/EC) todos los planes y programas relacionados con el turismo de las autoridades nacionales, regionales o locales que tengan efectos ambientales significativos y que sean exigidos por disposiciones legislativas, reglamentarias o administrativas están siendo objeto de evaluación ambiental estratégica (Carvalho 2012).

Alcanzar la excelencia turística no sólo significa dar el mejor servicio a los clientes o la implantación de sistemas de gestión de calidad o medioambiental (ISO 14001, EMAS) sino también minimizar los impactos ambientales de la actividad, desde la cuna a la tumba dentro de la Responsabilidad Social y Corporativa (de Grosbois 2012) respondiendo también a la solicitud de los consumidores que demandan cada vez más en sus búsquedas unas vacaciones “verdes”. La evaluación de los impactos ambientales se ha extendido también al sector turístico donde se utilizan indicadores metodologías de impacto como la huella ecológica[49] y el Análisis de Ciclo de Vida (Castellani 2012).

La Unión Europea aprobó el 9 de Julio de 2009 la Etiqueta Ecológica para los alojamientos turísticos que optimicen los consumos de energía, agua, reducción y gestión de residuos, que favorezcan el uso de fuentes renovables de energía y de sustancias menos contaminantes, así como la promoción, educación y comunicación de lo relacionado con el medioambiente. Se propone la elaboración de estudios de Análisis de Ciclo de Vida para diferentes tipos de alojamientos turísticos utilizando análisis de inventario y modelos económicos input-output.

[48] www.eiolca.net Carnegie Mellon University
[49] http://www.wttc.org/mission/tourism-for-tomorrow/hotel-carbon-measurement-initiative

10.4 Publicaciones previstas

A partir de los datos y resultados de este trabajo de investigación, está previsto efectuar diferentes comunicaciones a revistas científicas relacionadas con el Análisis del Ciclo de Vida (Chen 2014) con los siguientes contenidos, publicaciones y principales trabajos de referencia con independencia de las publicaciones que puedan surgir de las líneas de investigación planteadas:

- **La importancia de los bienes de capital en el análisis del ciclo de vida de un producto industrial. Aplicación a un periódico diario**
  The International Journal of Life Cycle Assessment
  Impact Factor 2013: 3089
  Q1 in Category: Engineering, Environmental; Environmental Sciences

- **El uso de escenario en la obtención de los impactos ambientales de un producto. Aplicación a un periódico impreso**
  Journal of Cleaner Production
  Impact Factor 2013: 3590
  Q1 in Category: Engineering, Environmental; Environmental Sciences

- **La importancia de la unidad funcional en la comunicación de los impactos. Aplicación a un periódico impreso**
  Journal of Industrial Ecology
  Impact Factor 2013: 2713
  Q2 in Category: Environmental Sciences

- **Los impactos ambientales de la impresión inkjet frente a la impresión tradicional coldset en la impresión de prensa diaria**
  Journal of Cleaner Production
  Impact Factor 2013: 3590
  Q1 in Category: Engineering, Environmental; Environmental Sciences

- **Análisis del Ciclo de Vida en Regiones Asiladas. Aplicación a un periódico diario**
  Science of the Total Environment
  Impact Factor 2013: 3163
  Q1 in Category: Environmental Sciences

Por otra parte se facilitará a la base de datos Ecoinvent las principales unidades funcionales elaboradas y se sugerirá el uso de escenarios y parámetros para su utilización.

10.5 Conclusiones del capítulo

En este último capítulo se ha mostrado los principales resultados de la investigación efectuada sobre un periódico impreso para dos tecnologías de impresión. Se ha señalado la importancia de la unidad funcional a la hora de comparar diferentes variables para evitar resultados contradictorios. Por otra parte los resultados de impacto se pueden mostrar no sólo a nivel

genérico de una industria, sector industrial o país sino también a nivel de producto utilizando diferentes escenarios.

El Consejo de la Unión Europea aprobó en 2009 (Directiva 2009/28/CE) un conjunto de medidas relacionadas con la energía y cambio climático cuyo objetivo es reducir las emisiones en el conjunto de la Unión Europea en un 20% para el año 2020 pero respecto a los niveles de 1990. También se propuso para el año 2020 un 20% de la energía de fuentes renovables y reducir mediante la mejora en la eficiencia energética el consumo de energía hasta un 20% respecto a los niveles previstos.

Resulta necesario encontrar una forma de medir mediante puntuación el impacto global en una o varias áreas y que sea de aplicación para diferentes sectores de forma similar a la eficiencia energética que podría partir de la actual etiqueta ecológica Ecolabel.

Referencias Bibliográficas

AGFA. *Agfa-Gevaert. Sustainability Report 2009*, 2010b.

ÅKESSON, M. Digital Innovation in the Value Networks of Newspapers*. Gothenburg Stidies in Informatics 42*, 2009.

ALLENBY, Braden R.; and RICHARDS, Deanna J. *The Greening of Industrial Ecosystems.* National Academies Press, 1994.

AusLCI. *The Australian Life Cycle Database Initiative*, 2014 Available from: <http://www.auslci.com.au>.

AYRES, Robert U.; and SIMONIS, Udo E. *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development.* United Nations University Press New York, 1994.

BATsGraph. *BATs Implantation in the European Printing Industry*, 2009.

BAUMANN, H.; and TILLMAN, A. M. *The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application.* Lund: Studentlitteratur, 2004. ISBN 9789144023649.

BENETTO, E.; DUJET, C.and ROUSSEAUX, P. Possibility Theory: A New Approach to Uncertainty Analysis? (3 Pp)*. The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2006, vol. 11, no. 2, pp. 114-116.

BOUSQUIN, J.; ESTERMAN, M.and ROTHENBERG, S. *Life Cycle Analysis in the Printing Industry: A Review.* New York: Printing Industry Center at RIT, 2011.

BOUSTCAD, I. LCA - how it Came about the Beginning in the U.K. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996, vol. 1, no. 3, pp. 147-150. ISSN 09483349.

BURTON, Ian. Report on Reports: Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*. Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 1987, vol. 29, no. 5, pp. 25-29.

CALCAS. *Co-Ordination Action for Innovation in Life-Cycle Analysis for Sustainability*, 2009. Available from:<http://fr1.estis.net/sites/calcas/default.asp>.

CANONICO, S.; SELLMAN, R.and PREIST, C. Reducing the Greenhouse Gas Emissions of Commercial Print with Digital Technologies, 2009.

CEDA. *Comprehensive Environmental Data Archive.* , 2014. Available from: <http://cedainformation.net/>.

CHERTOW, Marian R. Sustainable Development and Environmental Management Springer, 2008*. Industrial Ecology in a Developing Context*, pp. 335-349.

CLÉMENT, É.; VAN DURME, G.and CHARRON-DOUCET, F. *Environmental Life Cycle Assessment of Paperback Book Printing Alternatives in the USA.* Hewlett Packard Company, 2011.

COHEN-ROSENTHAL, Edward. Making Sense Out of Industrial Ecology: A Framework for Analysis and Action*. Journal of Cleaner Production*, 2004, vol. 12, no. 8, pp. 1111-1123.

CONSOLI, F. *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice.* Brussels: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 1993.

COOPER, J. S.; and FAVA, J. A. Life-Cycle Assessment Practitioner Survey: Summary of Results*. Journal of Industrial Ecology*, 2006, vol. 10, no. 4, pp. 12-14.

CÔTÉ, RP. A Primer on Industrial Ecosystems: A Strategy for Sustainable Industrial Development*. Halifax, Industrial Ecology Research and Development Group, Dalhousie University*, 2000.

CPM. *Competence Center in Environmental Assessment*, 2014. Available from: <http://cpmdatabase.cpm.chalmers.se>.

DAHLBO, H.; and Suomen ympäristökeskus. *Waste Management Options for Discarded Newspaper in the Helsinki Metropolitan Area: Life Cycle Assessment Report.* Helsinki: Finnish Environment Institute, 2005. ISBN 952-11-1957-8.

DAHLHEIM, R.; and AXELSSON, U. Life-Cycle Analysis for Printed Products*. Advances in Printing Science and Technology*, 1997, vol. 23, pp. 117-132.

DAVIS, Chris; NIKOLIC, Igorand DIJKEMA, Gerard PJ. Industrial Ecology 2.0*. Journal of Industrial Ecology*, 2010, vol. 14, no. 5, pp. 707-726.

DAWSON, R. *Newspaper Extinction Timeline*, 2010. Available from: <http://rossdawsonblog.com/weblog/archives/2010/10/launch_of_newsp.html>.

DINCER, Ibrahim; and ROSEN, Marc A. *Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development.* Newnes, 2012.

DONG, Ya Hong; and NG, S. Thomas. Comparing the Midpoint and Endpoint Approaches Based on ReCiPe—a Study of Commercial Buildings in Hong Kong. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2014, pp. 1-15.

EAA. Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry. Life Cycle Inventory Data for Aluminium Production and Transformation Processes in Europe, 2008.

EHRENFELD, John R. Would Industrial Ecology Exist without Sustainability in the Background?. *Journal of Industrial Ecology*, 2007, vol. 11, no. 1, pp. 73-84.

EHRENFELD, John; and GERTLER, Nicholas. Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, 1997, vol. 1, no. 1, pp. 67-79.

ELCD. *European Reference Life Cycle Database*, 2014. Available from: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>.

ENROTH, M. *Developing Tools for Sustainability Management in the Graphic Arts Industry.* Stockholm: Royal Institute of Technology, 2006.

Envirowise, 2004. Available from: http://envirowise.wrap.org.uk/

ERKMAN, Suren. Industrial Ecology: An Historical View. *Journal of Cleaner Production*, 1997, vol. 5, no. 1, pp. 1-10.

Ernst&Young. *Competitiveness of the European Graphic Industry.* European Commission ed., 2007.

European Commission. *Reference Documents. Best Available Techniques (BAT) and Emerging techniques*, 2011 Available from: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>.

FINNVEDEN, Göran; and MOBERG, Åsa. Environmental Systems Analysis tools–an Overview. *Journal of Cleaner Production*, 2005, vol. 13, no. 12, pp. 1165-1173.

FINNVEDEN, G., et al. Recent Developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 91, no. 1, pp. 1-21. ISSN 03014797.

FRANKL, P.; RUBIK, F.and BARTOLOMEO, M. *Life Cycle Assessment in Industry and Business: Adoption Patterns, Applications and Implications.* Springer, 2000. ISBN 9783540664697.

FRISCHKNECHT, R., et al. The Environmental Relevance of Capital Goods in Life Cycle Assessments of Products and Services. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007, vol. 12, no. 1, pp. 7-17.

FROSCH, Robert A.; and GALLOPOULOS, Nicholas E. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 1989, vol. 261, no. 3, pp. 144-152.

FROSCH, R. A. Industrial Ecology: A Philosophical Introduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Feb 1, 1992, vol. 89, no. 3, pp. 800-803. ISSN 0027-8424; 0027-8424.

GDI; and Green Design Institute. *Economic Input-Output Life Cycle Assessment (EIO-LCA)*, 2014. Available from: <http://www.eiolca.net/>.

GOEDKOOP, M.; OELE, M.and DE SCHRYVER, A. *SimaPro Database Manual Methods Library.* 2.4th ed., 2010b.

GOLEMAN, Daniel. *Inteligencia Ecológica.* Editorial Kairós, 2012.

GRAEDEL, TE; and ALLENBY, BR. Hierarchical Metrics for Sustainability. *Environmental Quality Management*, 2002, vol. 12, no. 2, pp. 21-30.

GreenDeltaTC. *Open LCA Format Converter.* , 2014 Available from: <http://www.openlca.org>.

Greenpeace. *Greenpeace Book Campaign. Greening the Publishing Industry*, 2007. Available from: <http://www.greenpeace.org/international/campaigns/forests/greenpeace-bookcampaign>.

GRIEßHAMMER, R., et al. Feasibility Study: Integration of Social Aspects into LCA, 2006.

GUINÉE, J. B., et al. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future†. *Environmental Science & Technology*, 2011, vol. 45, no. 1, pp. 90.

GUINÉE, J. B. *Development of a Methodology for the Environmental Life-Cycle Assessment of Products. with a Case Study on Margarines.* PhD thesis. Netherlands: Leiden University, 1995.

HAUSCHILD, Michael Z., et al. Identifying Best Existing Practice for Characterization Modeling in Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2013, vol. 18, no. 3, pp. 683-697.

HINDLE, P.; and OUDE, N. T. SPOLD-Society for the Promotion of Life Cycle Development. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996, vol. 1, no. 1, pp. 55-56.

HISCHIER, R.; and REICHART, I. Multifunctional Electronic Media-Traditional Media. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2003, vol. 8, no. 4, pp. 201-208.

HOHENTHAL, C., et al. *Environmental Performance of Alma Media's Online and Print Products.* VTT Technical Research Centre of Finland, 2013.

HORNE, R.; GRANT, T.and VERGHESE, K. *Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects.* 1st ed. Collingwood, Vic.: CSIRO Publishing, 2009. ISBN 9780643094529.

HUNKELER, D. J., et al. *Environmental Life Cycle Costing.* SETAC, 2008. ISBN 9781584886617.

HUNT, R. G.; and FRANKLIN, W. E. LCA - how it Came about - Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA*. International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996, vol. 1, no. 1, pp. 4-7 SCOPUS. ISSN 09483349.

IHLSTRÖM, C.; ÅKESSON, M.and NORDQVIST, S. *From Print to Web to e-Paper-the Challenge of Designing the e-Newspaper.* Citeseer, 2004.

ILCD. *Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European Context - Based on Existing Environmental Impact Assessment Models and Factors. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook.* Luxembourg: European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2011.

ILCD. *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assesment Models and Indicators.* Luxembourg: European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2010c.

ILCD. *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: Analysing of Existing Environmental Impact Assessment Methodologies for use in Life Cycle Assessment.* Luxembourg: European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, 2010b.

Infras. *LCA Graphic Paper and Print Products. A Life Cycle Assessment of the Production of a Daily Newspaper and a Weekly Magazine*. Axel Springer Verlag AG, Stora and Canfor. Zurich, 1998.

Innovation Media Consulting. *Innovation in Newspapers 2010 World Report.* World Association of Newspapers (WAN), 2010. Available from: <http://www.innovation-mediaconsulting.com/newspapers>.

Intergraf. Recycling of Printed Products, 2008.

Interquest. *Digital Book Printing in Europe: Market Analysis.* 2010.

ISO. *Gestión Ambiental. Comunicación Ambiental. Directrices y Ejemplos. ISO 14063:2006.* Aenor ed., 2ª ed. Madrid: AENOR, 2006d. ISBN 9788481435214.

ISO. *Etiquetas Ecológicas y Declaraciones Medioambientales. Declaraciones Ambientales Tipos III. Principios y Procedimientos. ISO 14025:2006.* Aenor ed., 2ª ed. Madrid: AENOR, 2006c. ISBN 9788481435214.

ISO. Gestión Ambiental. Aenor ed., 2ª ed. Madrid: AENOR, 2006b*. Análisis Del Ciclo De Vida. Principios y Marco De Referencia. ISO 14040:2006*. ISBN 9788481435214.

ISO. Gestión Ambiental. Aenor ed., 2ª ed. Madrid: AENOR, 2006a*. Análisis Del Ciclo De Vida. Requisitos y Directrices. ISO 14044:2006*. ISBN 9788481435214.

ISO. *Guide to the Expression of the Uncertainty in Measurement.* International Organization for Standardization, 1995.

JEMAI. *Japan Environmental Management Association for Industry.* , 2014 Available from: <http://www.jemai.or.jp/english/index.cfm>.

JEPSEN, D.; and TEBERT, C. Best Available Techniques in the Printing Industry*. German Background Paper for the BAT-Technical Working Group "Surface Treatment using Organic Solvents" Organized by the European IPPC Bureau.Ökopol GmbH*, 2003.

JOLLIET, Olivier, et al. The LCIA Midpoint-Damage Framework of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative*. The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2004, vol. 9, no. 6, pp. 394-404.

JÖNBRINK, A. K.; and MELIN, H. E. *How Central Authorities can Support Ecodesign: Company Perspectives.* TemaNord 2008:560, 2008. ISBN 9789289317337.

JØRGENSEN, A., et al. Methodologies for Social Life Cycle Assessment*. The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2008, vol. 13, no. 2, pp. 96-103.

JRC-IES. *Institute for the Environment and Sustainability. Joint Research Center.* European Commision. Available from:<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>.

JUNTUNEN, S.; and LINDQVIST, U. Modelling the Eco-Balance of Printed Communications*. Advances in Printing Science an Technology*, 1997, vol. 23, pp. 105-116.

KADAM, S.; EVANS, M. A.and ROTHENBERG, S. *A Comparative Study of the Environmental Aspects of Lithographic and Digital Printing Processes.* Printing Industry Research Center at RIT, 2005.

KARINIEMI, Merja, et al. Evaluating Environmental Sustainability of Digital Printing. *Society for Imaging Science and Technology*, 2010, pp. 92-96.

KIPPHAN, H. *Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods.* Springer, 2001. ISBN 9783540673262.

KORHONEN, Jouni. Industrial Ecology in the Strategic Sustainable Development Model: Strategic Applications of Industrial Ecology. *Journal of Cleaner Production*, 2004, vol. 12, no. 8, pp. 809-823.

KORHONEN, Jouni. UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, ed., University of Jyväskylä, 2000. *Industrial Ecosystem: Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System*.

KOZAK, G. L.; and KEOLELAN, GA. Printed Scholarly Books and e-Book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options. *Isee*, 2003, pp. 291-296.

KÜNG, L. *Strategic Management in the Media: From Theory to Practice.* Sage Publications Ltd, 2008.

KUNNARI, E., et al. Environmental Evaluation of New Technology: Printed Electronics Case Study. *Journal of Cleaner Production*, 2009, vol. 17, no. 9, pp. 791-799.

LARSEN, H. F.; HAUSCHILD, M.and HANSEN, M. S. Ecolabelling of Printed Matter Part II- Life Cyle Assessment of Model Sheet Fed Offset Printed Matter. *Working Report. Technical University of Denmark*, 2006, no. 24.

LESAGE, P.; and SCHOONENBERG, C. *Comparative Life Cycle Assessment of Marketing Collateral Printing.* Hewlett Packard Company, 2010.

LLANTADA, Aitor Basañez, et al. Two Decades of Publishing on Life Cycle Assessment in Spain. Main Issues, Key Agents, and a Comparison with Other Countries, 2014.

LO, S. C.; MA, H.and LO, S. L. Quantifying and Reducing Uncertainty in Life Cycle Assessment using the Bayesian Monte Carlo Method. *Science of the Total Environment*, 2005, vol. 340, no. 1-3, pp. 23-33.

LOWE, Ernest A.; WARREN, John L.and MORAN, Stephen R. *Discovering Industrial Ecology: An Executive Briefing and Sourcebook.* Battelle Press Columbus, OH, 1997.

MAURIS, G.; LASSERRE, V.and FOULLOY, L. A Fuzzy Approach for the Expression of Uncertainty in Measurement. *Measurement*, 2001, vol. 29, no. 3, pp. 165-177.

MCDOUGALL, F. R., et al. *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory.* 2nd ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2009. ISBN 9780632058891.

MCMASTER, S. E. *The Telecommunications Industry.* Greenwood Publishing Group, 2002. ISBN 9780313316012.

MERRILD, H.; DAMGAARD, A.and CHRISTENSEN, T. H. Life Cycle Assessment of Waste Paper Management: The Importance of Technology Data and System Boundaries in Assessing Recycling and Incineration*. Resources, Conservation and Recycling*, 2008, vol. 52, no. 12, pp. 1391-1398.

MOBERG, Å., et al. *Effects of a Total Change from Paper Invoicing to Electronic Invoicing in Sweden. A Screening Life Cycle Assessment Focusing on Greenhouse Gas Emissions and Cumulative Energy Demand.* Stockholm: KTH Centre for Sustainable Communications, 82, 2008. ISBN 1654479X.

MOBERG, A., et al. Printed and Tablet e-Paper Newspaper from an Environmental Perspective-A Screening Life Cycle Assessment*. Environmental Impact Assessment Review*, 2010, vol. 30, no. 3, pp. 177-191.

MOBERG, Å., et al. *Screening Environmental Life Cycle Assessment of Printed, Internet-Based and Tablet e-Paper Newspaper.* Stockholm: KTH Centre for Sustainable Communications, 2007. ISBN 1654-479X.

MOGER, T. E. C. An Environmental Review of the Printing Industry*. Earth & Environment*, 2006, pp. 343-381.

NESS, Barry, et al. Categorising Tools for Sustainability Assessment*. Ecological Economics*, 2007, vol. 60, no. 3, pp. 498-508.

NOGUERON, R.; LAESTADIUS, L.and LAWSON, J. *Sustainable Procurement of Wood and Paper-Based Products.* 2nd ed. WBSD - World Business Council for Sustainable Developments and WRI - World Resources Institute, 2011.

Nordic Ecolabelling. Swan Labeling of Printing Companies - Background for Ecolabeling. 4th ed., 2005.

NORRIS, G. A.; and NOTTEN, P. Current Availability of LCI Databases in the World*. Working Draft 2a, Prepared for the UNEP/SETAC Life-Cycle Initiative*, 2002.

NORS, M.; PAJULA, T.and PIHKOLA, H. Calculating the Carbon Footprints of a Finnish Newspaper and Magazine from Cradle to Grave*. Life Cycle Assessment of Products and Technologies*, 2009, pp. 55.

NREL. *National Renewable Energy Laboratory.* 2014. Available from:<http://www.nrel.gov/>

NYGREN, Jussi; and ANTIKAINEN, Riina. *Use of Life Cycle Assessment (LCA) in Global Companies.* Finninsh Environment Institute ed. , 2010. ISBN 9789521138126.

OBERBACHER, B.; NIKODEM, H.and KLÖPFFER, W. LCA - how it Came about: An Early Systems Analysis of Packaging for Liquids - which would be Called an LCA Today. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996, vol. 1, no. 2, pp. 62-65. ISSN 09483349.

OECD. *Measuring Material Flows and Resource Productivity. Synthesis Report*, 2008.

PENNINGTON, D. W., et al. ILCD Handbook Public Consultation Workshop. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2010, vol. 15, no. 3, pp. 231-237.

PENNINGTON, DW, et al. Life Cycle Assessment Part 2: Current Impact Assessment Practice. *Environment International*, 2004, vol. 30, no. 5, pp. 721-739.

PICARD, R. G. *Strategic Responses to Media Market Changes.* Jönköping International Business School. Jönköping University, 2004. ISBN 9189164466.

PIHKOLA, H., et al. *Communicating Environmental Impacts of Print Products.* Helsinki: VTT, 2010b. ISBN 9789513876869.

PIHKOLA, H., et al. Carbon Footprint and Environmental Impacts of Print Products from Cradle to Grave. *Results from the LEADER Project (Part 1).VTT Tutkimus [Viitattu 1.6.2011].* Available from: *http://www.Vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/ T*, 2010a, vol. 2560. ISSN 978-951-38-7670-8.

POHJOLA, T. Springer, 2005. *Applications of an Environmental Modelling System in the Graphics Industry and Road Haulage Services*, pp. 169-192.

Printcity. *Carbon Footprint & Energy Reduction for the Graphic Industry Value Chain.* , 2011.

Printcity. *Sustainability, Energy & Environment.* , 2008.

PROBAS. *German Environmental Protection Agency*, 2014. Available from: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>.

PRYSHLAKIVSKY, Jonathan; and SEARCY, Cory. Fifteen Years of ISO 14040: A Review. *Journal of Cleaner Production*, 2013, vol. 57, pp. 115-123.

RAFENBERG, C.; and ERIC, M. Life Cycle Analysis of the Newspaper Le Monde. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1998, vol. 3, no. 3, pp. 131-144.

REAP, J., et al. A Survey of Unresolved Problems in Life Cycle Assessment. Part 1: Goal and Scope and Inventory Analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2008a, vol. 13, no. 5, pp. 374-388.

REBITZER, G., et al. Life Cycle Assessment Part 1: Framework, Goal and Scope Definition, Inventory Analysis, and Applications. *Environment International*, 2004, vol. 30, no. 5.

ROBÈRT, Karl-Henrik. Tools and Concepts for Sustainable Development, how do they Relate to a General Framework for Sustainable Development, and to each Other?. *Journal of Cleaner Production*, 2000, vol. 8, no. 3.

ROBERTS, Brian H. The Application of Industrial Ecology Principles and Planning Guidelines for the Development of Eco-Industrial Parks: An Australian Case Study. *Journal of Cleaner Production*, 2004, vol. 12, no. 8, pp. 997-1010.

SCB; and Statistiska Centralbyrån. *Environmental Accounts in Sweden*, 2014. Available from: <http://www.mir.scb.se/Eng_Default.htm>.

SCHMIDT, A.; and KLØVERPRIS, N. H. Environmental Impacts from Digital Solutions as an Alternative to Conventional Paper-Based Solutions. *Assessment of e-Boks, Lyngby*. Available from: <*http://ekstranet.e-Boks.Dk*>, 2009.

SCHMIDT, J. H., et al. Life Cycle Assessment of the Waste Hierarchy-A Danish Case Study on Waste Paper. *Waste Management*, 2007, vol. 27, no. 11, pp. 1519-1530.

SEAGER, TP; and THEIS, TL. A Uniform Definition and Quantitative Basis for Industrial Ecology. *Journal of Cleaner Production*, 2002, vol. 10, no. 3, pp. 225-235.

SEPPÄLÄ, J. On the Meaning of Fuzzy Approach and Normalisation in Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007, vol. 12, no. 7, pp. 464-469.

SEPPÄLÄ, J., et al. Environmental Impacts of Material Flows Caused by the Finnish Economy (ENVIMAT). *Finnish, Suomen Kansantalouden Materiaalivirtojen Ympäristövaikutusten Arviointi ENVIMAT Mallilla).Project Web Pages in English,* Available from: <*www.Environment.fi/syke/envimat*> *Englanninkielinen Versio*, 2009.

SEURING, S. Industrial Ecology, Life Cycles, Supply Chains: Differences and Interrelations. *Business Strategy and the Environment*, 2004, vol. 13, no. 5, pp. 306-319. ISSN 09644733.

SINGHOFEN, A., et al. Life Cycle Inventory Data. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1996, vol. 1, no. 3, pp. 171-178.

SMYTH, Sean. *Introduction to Digital Print.* 2nd ed. Pira International, 2005. ISBN 1858025052.

SONNEMANN, G.; CASTELLS, F.and SCHUHMACHER, M. *Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes.* Lewis Publishers, 2004. ISBN 9781566706445.

SPIELMANN, M., et al. Scenario Modelling in Prospective LCA of Transport Systems. Application of Formative Scenario Analysis*. International Journal of Life Cycle Assessment*, 2005, vol. 10, no. 5, pp. 325-335.

STEEN, B.; CARLSON, R.and LÖFGREN, G. A Relation Database Structure for Life Cycle Assessments*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Report no B*, 1995, vol. 1227.

SUH, S. *Handbook on Input-Output Economics in Industrial Ecology.* Springer, 2009. ISBN 9781402040832.

TAN, R. R. Using Fuzzy Numbers to Propagate Uncertainty in Matrix-Based LCI*. The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2008, vol. 13, no. 7, pp. 585-592.

TOFFEL, M. W.; and HORVATH, A. Environmental Implications of Wireless Technologies: News Delivery and Business Meetings*. Environmental Science & Technology*, 2004, vol. 38, no. 11, pp. 2961-2970.

TUCKER, P.; and DOUGLAS, P. *Understanding Waste Paper Markets.* University of Paisley, 2007.

TUCKER, P.; and DOUGLAS, P. Newspaper, Metals and the Environment, 2001.

TUCKER, P., et al. *Mass Balance of UK Newspapers.* Environmental technology group, University of Paisley, 2004.

UNEP. *Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases: A Basis for Greener Processes and Products*, 2011.

UNEP-SETAC. *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products.* UNEP/Earthprint, 2009. ISBN 9789280730210.

UNEP-SETAC. *The Life Cycle Initiative*, 2002. Available from: <http://lcinitiative.unep.fr>.

VAN BERKEL, René; and LAFLEUR, Marije. Application of an Industrial Ecology Toolbox for the Introduction of Industrial Ecology in enterprises—II*. Journal of Cleaner Production*, 1997, vol. 5, no. 1, pp. 27-37.

VEITH, S.; and BARR, S. *Life Cycle Assessment: Flexographic and Rotogravure Printing Comparison & Flexographic Plate Imaging Technologies.* DuPont Engineering and Research Technology ed., 2008.

VERCALSTEREN, An; and VAN HOOF, Veronique. *Carbon Footprint (CFP) Analysis of Different Agfa Plate Systems.* AGFA, 2010.

VILLANUEVA, A.; and EDER, P. *End of Waste Criteria for Waste Paper: Technical Proposals.* European Commission, 2011. ISBN 9789279199233.

VILLANUEVA, A.; and WENZEL, H. *Review of Existing LCA Studies on the Recycling and Disposal of Paper and Cardboard.* European Topic Centre on Waste and Material Flows Copenhagen, 2004.

VILUKSELA, P. Environmental Sustainability in the Finnish Printing and Publishing Industry*. Licentiete Thesis.Helsinki University of Technology, Forest Products Department*, 2008b.

VILUKSELA, P.; KARINIEMI, M.and NORS, M. *Environmental Performance of Digital Printing.* , 2010.

WEIDEMA, B. P., et al. *Overview and Methodology. Data Quality Guideline for the Ecoinvent Database Version 3. Ecoinvent Report 1(v3).* St. Gallen: The Ecoinvent Centre, 2011.

WEIDEMA, B. P. Multi-User Test of the Data Quality Matrix for Product Life Cycle Inventory Data*. The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1998, vol. 3, no. 5, pp. 259-265.

WEIDEMA, B. P. *Environmental Assessment of Products: A Textbook on Life Cycle Assessment.* Helsinki: Finnish Association of Graduate Engineers TEK, 1997. ISBN 9789525005257.

WESTREN-DOLL, J.; INNANEN, J.and VÄISÄNEN, T. Teollisuuden Energiatehokkuusindeksi: Graafinen Teollisuus (the Energy Efficiency Index of the Industry: Printing Industry)*. Motivan Julkaisuja*, 1997, vol. 2, pp. 97.

ZARWAN, J. The Environmental Impact of the Printing Plate*. J Zarwan Partners, (www.Johnzarwan.Com), Canada*, 2009.

ZVOLINSCHI, Anita, et al. Exergy Sustainability Indicators as a Tool in Industrial Ecology*. Journal of Industrial Ecology*, 2007, vol. 11, no. 4, pp. 85-98.

Glosario

Agotamiento de combustibles fósiles. El factor de caracterización del agotamiento fósil es la cantidad de combustible fósil extraído, basado en el valor calorífico inferior. La unidad es kg equivalentes de petróleo (1 kg de equivalente de petróleo tiene un valor calorífico inferior de 42 MJ), kg oil eq.

Agotamiento de Minerales. El factor de caracterización es la disminución en el grado. La unidad es de hierro (Fe) equivalentes kg, kg Fe eq.

Agotamiento de agua dulce. El factor es la cantidad de consumo de agua fresca. La unidad es m^3, m3.

Agotamiento del ozono. El factor de caracterización representa la destrucción de la capa de ozono de la estratosfera por las emisiones antropogénicas de sustancias que agotan el ozono (ozone depleting substances - ODS). La unidad es kg de clorofluorocarburos, kg CFC-11 eq.

Análisis de ciclo de vida. Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto o servicio a través de su ciclo de vida. ISO 14040:2006

Análisis del inventario del ciclo de vida. Fase del análisis de ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas para un sistema del producto o servicio a través de su ciclo de vida. ISO 14040:2006

Asignación. Distribución de los flujos de entrada o de salida de un proceso o un sistema del producto entre el sistema del producto bajo estudio y uno o más sistemas del producto diferentes.

Aspectos ambientales. Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medioambiente. ISO 14040:2006

Areas de protección. Grupo de criterios de puntos finales de categoría de valor reconocible para la sociedad: la salud humana, los recursos naturales, medio ambiente y, a veces lo hecho por el hombre sobre el medio ambiente (Guinée et al., 2002)

Cambio climático. El factor de caracterización es el potencial de calentamiento global. La unidad es kg equivalentes de CO_2, kg CO2 eq.

Caracterización. Etapa de la evaluación de impacto, en el que las intervenciones sobre el medio ambiente son asignadas cualitativamente a una categoría de impacto en particular que se cuantifican en términos de una unidad común para cada categoría, lo que permite la agregación en una figura del resultado del indicador (Guinée et al., 2002)

Categoría de impacto. Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida

Ciclo de vida. Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto o servicio, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final. ISO 14040:2006.

Eutrofización de agua dulce. El factor de caracterización explica la persistencia ambiental (destino) de la emisión de nutrientes que contiene fósforo. La unidad es año kg P a equivalentes de agua dulce, kg P eq.

Eutrofización marina. El factor de caracterización explica la persistencia ambiental (destino) de la emisión de nitrógeno con nutrientes. La unidad es kg N equivalentes de agua dulce, kg N eq.

Evaluación del daño. Los factores de caracterización de punto final (Endpoint) utilizados en la metodología ReCiPe se pueden describir de la siguiente manera:

- **Daños a la Salud humana,** expresada como el número de años de vida perdidos y el número de años vividos con discapacidad. Estos se combinan como años de vida ajustados por discapacidad (Disability Adjusted Life Years - DALY), un índice en años que también es utilizado por el Banco Mundial y la OMS, DALY.
- **Daños a la diversidad del ecosistema,** expresados como la pérdida de especies en un área determinada, durante un cierto tiempo. La unidad está en años, especies.año.
- **Daños a la disponibilidad de recursos,** expresados en los costos de los excedentes de producción de recursos futuros en un marco de tiempo infinito (suponiendo la producción anual constante), considerando una tasa de descuento del 3%. La unidad es 2000US $, $.

Evaluación del impacto del ciclo de vida. Fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuán significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de todo el ciclo de vida del producto. ISO 14040:2006

Factor de caracterización. Factor que surge de un modelo de caracterización, que se aplica para convertir el resultado del análisis del inventario del ciclo de vida asignado a la unidad común del indicador de categoría.

Flujo de referencia. Medida de las salidas de los procesos, en un sistema del producto determinado, requerida para cumplir la función expresada mediante la unidad funcional.

Flujo elemental. Materia o energía que entra al sistema bajo estudio, que ha sido extraído del medio ambiente sin una transformación previa por el ser humano, o materia o energía que sale del sistema bajo estudio, que es liberado al medio ambiente sin una transformación posterior por el ser humano. ISO 14040:2006

Flujo intermedio. Flujo de producto, de materia o de energía que ocurre entre procesos unitarios del sistema del producto bajo estudio.

Formación de material particulado. El factor de caracterización es la fracción de partículas 10 micrones de diámetro PM10. La unidad es kg equivalentes de PM10, kg PM10 eq.

Formación de oxidantes fotoquímicos. El factor de caracterización se define como el cambio marginal en la concentración promedio de ozono europea-24h (dCO3 en kg/m^3), debido a un cambio marginal en las emisiones de la sustancia X (dMx en kg/año). La unidad es kg non-methane volatile organic compounds, kg NMVOC.

Impacto ambiental. Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización. ISO 14001:2004

Impacto de punto medio (Midpoint). Evalúa el impacto a lo largo de la cadena de causa-efecto antes de alcanzar el punto final.

Impacto de punto final (Endpoint). Analiza el impacto ambiental al final de la cadena de causa-efecto: Daños a la salud humana, diversidad del ecosistema, a la disponibilidad de recursos.

Indicador de categoría de impacto. Representación cuantificable de una categoría de impacto

Mecanismo ambiental. Sistema de procesos físicos, químicos y biológicos para una categoría de impacto dada, que vincula los resultados del análisis de inventario del ciclo de vida con indicadores de categoría y con puntos finales de categoría.

Medio ambiente. Entorno del cual una organización ópera, incluidos el aire, el agua del suelo los recursos naturales, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. ISO 14001:2004

Modelos de caracterización. Refleja el mecanismo ambiental describiendo la relación entre los resultados del inventario del ciclo de vida, los indicadores de categoría y en algunos casos los puntos finales de categoría.

Ocupación de tierra agrícola y suelo urbano. La cantidad de los terrenos agrícolas o tierras urbanas ocupadas por cierto tiempo. La unidad es m^2.año, m2a.

Proceso unitario. Elemento más pequeño considerado en el análisis del inventario del ciclo de vida para el cual se cuantifican datos de entrada y salida.

Producto intermedio. Salida de un proceso unitario que es entrada de otros procesos unitarios que requiere una transformación adicional dentro del sistema.

Punto final de categoría. Atributo o aspecto del entorno natural, la salud humana o los recursos que identifican un asunto ambiental de interés.

Radicación. El factor de caracterización de la radiación ionizante representa el nivel de exposición. La unidad es kg de uranio 235, kg U235 eq

Sistema del producto. Es el conjunto de procesos unitarios con flujos elementales y flujos de producto, que desempeña una o más funciones definidas, y que sirve de modelo para el ciclo de vida de un producto.

Toxicidad humana / Ecotoxicidad. El factor de caracterización tiene en cuenta la persistencia ambiental (en destino) la acumulación en la cadena alimentaria humana (exposición), y la toxicidad (efecto) de una sustancia química. La unidad es kg 1,4-dichlorobenceno, kg 1,4-DB eq.

Transformación del suelo natural. La cantidad de terreno natural transformado y ocupado durante un tiempo determinado. La unidad es m^2. año, m2a.