

**Análisis del ciclo de vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S. A del
sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Autor(es):

Danna Sofia López Rondón

Anasofia Rocha Castellanos

Directora:

Jeniffer Paola Gracia Rojas

Administradora ambiental- MSC. En Desarrollo sustentable y gestión ambiental

Doctora (e) en ingeniería

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Administración ambiental
Bogotá D.C**

2022

**Análisis del ciclo de vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del
sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

Autor(es):

Danna Sofia López Rondón

Anasofia Rocha Castellanos

**Trabajo de grado para optar al título de
Administrador Ambiental**

Directora:

Jeniffer Paola Gracia Rojas

Administradora ambiental- MSC. En Desarrollo sustentable y gestión ambiental

Doctora (e) en ingeniería

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Administración ambiental**

Bogotá D.C

2022

Dedicatoria

Dedico este proyecto investigativo a Dios por su amor inagotable que me alcanza hasta hoy, a mi familia que con cada acción y palabra motivaron y apoyaron en todo lo relacionado a este proyecto y a mis docentes que motivaron y de una u otra forma contribuyeron para que este proceso fuera exitoso.

Anasofia Rocha Castellanos

Dedico esta investigación a mi perseverancia, esfuerzo, dedicación y amor por el medio ambiente.

Danna Sofía López Rondón

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por ser la piedra angular de mi vida, por darme inteligencia y sabiduría para todo este proceso investigativo, a mi familia por su apoyo y motivación en cada paso de este proyecto, a mi Alma Mater y a todos mis docentes que con grandes enseñanzas no solo académicas sino también personales, de igual forma, agradezco a mi amiga y compañera de proyecto Danna Sofía López por todo su apoyo, comprensión y dedicación a este trabajo, finalmente, agradezco a la organización Offset Gráfico Editores S.A por permitirnos realizar esta investigación en su empresa y a todo su personal tanto operario como administrativo por su asertividad.

Anasofía Rocha Castellanos

Agradezco a Dios, a mi familia y a esos docentes que me dieron grandes enseñanzas. De igual forma, agradezco a la empresa Offset Gráfico Editores S.A por permitirnos realizar esta investigación, por todo su apoyo y dedicación con este proceso.

Danna Sofía López Rondón

Tabla de contenido

Introducción	14
1. Planteamiento Del Problema.....	15
1.1 Descripción Del Problema	15
1.2 Formulación Del Problema	18
2. Justificación.....	19
3. Hipótesis.....	21
4. Objetivos	21
4.1 Objetivo General	21
4.2 Objetivos Específicos	21
5. Marco Referencial	22
5.1 Marco Teórico	22
5.1.1 Producción Más Limpia	22
5.1.2 Producción Más Limpia Y El Desarrollo Sostenible	23
5.1.3 Producción Más Limpia En Las Empresas	24
5.1.4 Herramientas De Producción Más Limpia	25
5.1.5 La Industria Gráfica Y La Sostenibilidad	27
5.1.6 La Huella Ambiental De La Industria Gráfica	28
5.1.7 Surgimiento De Las Normas ISO 14000.....	28
5.1.8 La Norma De Gestión Ambiental ISO 14001.	30
5.1.9 Fases De Un Sistema De Gestión Ambiental (SGA) ISO 14001.....	31
5.1.10 Los Sistemas De Gestión Ambiental (SGA) En La Empresa.	32
5.1.11 El Análisis De Ciclo De Vida	33
5.1.12 ISO 14040 Evaluación Del Ciclo De Vida, Principios Y Marco De Referencia E ISO 14044 Análisis Del Ciclo De Vida, Requisitos Y Directrices ..	36
5.1.13 Integración Del Análisis de Ciclo De Vida En Las Organizaciones Y Los Sistemas De Gestión Ambiental.....	38
5.2 Marco Contextual.....	40

5.2.1	Geográfico:.....	40
5.2.2	Sectorial.....	41
5.2.3	Institucional.....	43
5.3	Marco Conceptual	45
5.3.1	Conceptos Básicos De La Industria Gráfica	46
5.3.2	Conceptos Relacionados Con El Análisis De Ciclo De Vida, La Producción Más Limpia Y Los Sistemas De Gestión Ambiental	48
5.3.2.1	Impactos Ambientales.....	48
5.3.2.2	Ciclo PHVA.....	48
5.3.2.3	Aspectos Ambientales.	48
5.3.2.4	Contaminación.....	48
5.3.2.5	Residuos Ordinarios	49
5.3.2.6	Residuos Aprovechables.....	49
5.3.2.7	Residuos Peligrosos.....	49
5.3.2.8	Efluentes	49
5.3.2.9	Economía Circular	49
5.3.2.10	PGIRS:.....	50
5.3.3	Marco Legal	50
6.	Marco Metodológico	52
6.1	Tipo De Investigación	52
6.2	Enfoque De La Investigación	52
6.3	Alcance.....	52
6.4	Fases Metodológicas	53
6.5	Fuentes De Información	56
7.	Resultados	58
7.1	Herramientas De Producción Más Limpia.....	58
7.1.1	Revisión Ambiental Inicial.....	58

7.1.1.1	Datos Generales.....	58
7.1.1.2	Proceso Productivo.....	59
7.1.1.3	Materias Primas, Insumos Y Producto Terminado.....	61
7.1.1.4	Consumos	62
7.1.1.5	Maquinaria Y Equipo	64
7.1.1.6	Seguridad Y Salud En El Trabajo.....	66
7.1.1.7	Información Ambiental.....	67
7.1.1.7.1	Trámites Ambientales.....	67
7.1.1.7.2	Consumo De Energía.....	68
7.1.1.7.3	Consumo De Agua.....	68
7.1.1.7.4	Generación De Vertimientos	69
7.1.1.7.5	Generación De Emisiones	69
7.1.1.7.6	Generación De Residuos Sólidos	69
7.1.1.7.7	Generación De Ruido	70
7.2	Ecomapas	70
7.3	Ecobalance	72
7.3.1	Objetivos Y Parámetros Considerados.....	73
7.3.1.1	Objetivos	73
7.3.1.8	Parámetros	73
7.3.2	Limitación Del Área Del Balance	73
7.3.3	Identificación Fases Del Proceso	74
7.3.4	Identificación De Los Elementos Asociados A Las Fases	74
7.3.5	Flujo De Materiales.....	75
7.3.6	Balance De Masa.....	77
7.3.7	Balance De Energía.....	78
7.3.8	Discusión.....	79

7.4	Matriz MED	80
7.5	Costos De Ineficiencia	81
7.5.1	Identificación De Variables.....	81
7.5.2	Recolección de Información.....	82
7.5.3	Selección de Cost Drivers	83
7.5.4	Cálculo De Cost Drivers	83
7.5.4.1	Materias Primas	83
7.5.4.2	Maquinaria.....	83
7.5.4.3	Mano De Obra	85
7.5.4.4	Ingresos Potenciales (Precio Residuos En El Mercado).....	85
7.5.4.5	Gestión De Residuos	85
7.5.5	Cálculo De Costos.....	85
7.5.5.1	Etapas Corte	85
7.5.5.2	Etapas Impresión.....	86
7.5.5.3	Etapas Acabados	87
7.5.5.4	Costos Totales.....	88
7.6	Herramientas De Calidad	89
7.6.1	Diagrama De Pareto	89
7.6.2	Diagrama De Ishikawa	90
7.7	Análisis De Ciclo De Vida Conceptual.....	91
7.7.1	Diagrama De Flujo	91
7.7.2	Matriz MED Conceptual	92
7.8	Análisis Ciclo De Vida Metodología ISO 14044.....	96
7.8.1	Definición Del Objetivo y Alcance.....	97
7.8.1.1	Objetivo del estudio	97
7.8.1.1.1	Objetivo Del ACV	97

7.8.1.1.2	Razones Para Realizar El Estudio	97
7.8.1.1.3	Público Objetivo	97
7.8.1.2	Alcance Del Estudio	98
7.8.1.2.1	Sistema Del Producto Bajo Estudio.....	98
7.8.1.2.2	Funciones Del Sistema Del Producto	98
7.8.1.2.3	Límites Del Sistema.....	100
7.8.1.2.4	Unidad Funcional	100
7.8.1.2.5	Parámetros	100
7.8.1.2.6	Software.....	101
7.8.2	Análisis De Inventario.....	101
7.8.3	Evaluación De Impacto	105
7.8.3.1	Resultados De Las Categorías De Impacto	106
7.8.3.2	Resumen De Las Contribuciones Directas De Las Categorías De Impacto.....	106
7.8.4	Interpretación Del Análisis De Ciclo De Vida.....	113
7.9	Alternativas	114
7.9.1	Análisis Modal de Fallos y Efectos.....	114
7.9.1.1	Método	114
7.9.1.2	Planteamiento De Alternativas	117
8.	Discusión Y Análisis De Resultados.....	121
8.1	Herramientas De Producción Más Limpia:	121
8.2	Herramientas De Calidad	122
8.3	Análisis De Ciclo Vida:.....	122
9.	Conclusiones	124
10.	Recomendaciones y Limitaciones.....	125
11.	Bibliografía.....	127

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica Offset Gráfico Editores S.A	40
Figura 2. Ubicación Geográfica Offset Gráfico Editores S.A	41
Figura 3. Organigrama Offset Gráfico Editores S.A	44
Figura 4. Mapa de procesos Offset Gráfico Editores S.A	45
Figura 5. Metodología para revisión bibliográfica	53
Figura 6. Metodología	56
Figura 7. Proceso productivo, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	59
Figura 8. Proceso productivo (diagrama de flujo), Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	60
Figura 9. Consumo basado en costos, Autoras, 2021	64
Figura 10. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 1, Autoras, 2021	71
Figura 11. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 2, Autoras, 2021	71
Figura 12. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 3, Autoras, 2021	72
Figura 13. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 4, Autoras, 2021	72
Figura 14. Limitación del área del balance, Autoras, 2021	73
Figura 15. Identificación fases del proceso, Autoras, 2021	74
Figura 16. Flujo de materiales, Autoras, 2021	76
Figura 17. Ecobalance hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, Autoras, 2021	80
Figura 18. Diagrama de Pareto. Autoras 2021	90
Figura 19. Diagrama de Ishikawa. Autoras 2022	91
Figura 20. Diagrama de flujo, Autoras, 2021	92
Figura 21. Etapas de un ACV, NTC ISO 14040, 2006	96
Figura 22. Sistema del producto bajo estudio, Autoras, 2021	98
Figura 23. Funciones del sistema, Autoras, 2021	99
Figura 24. Límites del sistema, Autoras, 2021	100
Figura 25. Cambio climático, largo plazo, OpenLCA, 2021	107
Figura 26.. Cambio climático, corto plazo, OpenLCA, 2021	107
Figura 27. Uso de energías fósiles y nucleares, OpenLCA, 2021	107
Figura 28. Acidificación de agua dulce, OpenLCA, 2021	108

Figura 29. Ecotoxicidad en agua dulce, OpenLCA, 2021	108
Figura 30. Eutrofización de agua dulce, OpenLCA, 2021	109
Figura 31. Cáncer de toxicidad humana, OpenLCA, 2021	109
Figura 32. Toxicidad humana no cancerígena, OpenLCA, 2021	109
Figura 33. Radiaciones ionizantes, OpenLCA, 2021	110
Figura 34. Eutrofización marina, OpenLCA, 2021	110
Figura 35. Uso de recursos minerales, OpenLCA, 2021	110
Figura 36. Agotamiento de la capa de ozono, OpenLCA, 2021	111
Figura 37. Formación de partículas, OpenLCA, 2021	111
Figura 38. Formación de oxidantes fotoquímicos, OpenLCA, 2021	112
Figura 39. Acidificación terrestre, OpenLCA, 2021	112
Figura 40. Escasez de agua, OpenLCA, 2021	113

Índice de Tablas

Tabla 1. Legislación ambiental de interés	50
Tabla 2. Fuentes de información	56
Tabla 3. Datos Generales, Autoras, 2021	58
Tabla 4. Áreas de trabajo, Autoras, 2021	60
Tabla 5. Materias primas, insumos y producto terminado, Autoras, 2021	62
Tabla 6. Consumo de los principales productos, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, Autoras, 2021	63
Tabla 7. Maquinaria y equipo, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	65
Tabla 8. Generalidades del SST, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	66
Tabla 9. Trámites Ambientales, Autoras, 2021	67
Tabla 10. Consumo de energía, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	68
Tabla 11. Consumo de agua, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	68
Tabla 12. Generación de vertimientos, Autoras, 2021	69
Tabla 13. Generación de emisiones, Autoras, 2021	69
Tabla 14. Generación de residuos sólidos, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	69
Tabla 15. Medición de ruido, Autoras, con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	70
Tabla 16. Identificación de los elementos asociados a cada fase, Autoras, 2021	74
Tabla 17. Balance de flujo de masa, Autoras, 2021	77
Tabla 18. Balance de flujo de energía, Autoras, 2021	78
Tabla 19. Matriz MED de unidad del producto “hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, Autoras, 2021	81
Tabla 20. Información de Costos, compilado por autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021	82
Tabla 21. Causas problema de impactos ambientales, Autoras 2021	89
Tabla 22. Matriz MED conceptual, compilado por Autoras, 2021	93

Tabla 23. Etapa de corte, compilado por Autoras con información de databases de OpenLCA, 2021	102
Tabla 24. Etapa impresión compilado por Autoras con información de databases de OpenLCA y Sun Chemical Corp, 2021	102
Tabla 25. Etapa de acabados compilado por Autoras con información de databases de OpenLCA y Sun Chemical Corp, 2021	104
Tabla 26. Resultados de las categorías de impacto, OpenLCA, 2021	106
Tabla 27. Matriz AMFE, Autoras, 2021	115
Tabla 28. Alternativas, Autoras, 2021	118
Tabla 29. Plan de mejora, Autoras, 2021	119
Tabla 30. Alternativas, Autoras, 2021	123

Índice de Anexos

Anexo A. Ecomapas	142
Anexo B. Registro fotográfico	152
Anexo C. Archivo Software OpenLCA.....	154

Introducción

La presente investigación pretende abordar la importancia del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), estos términos son parte clave de normativas diseñadas por la International Organization for Standardization (ISO) la cual busca contribuir con “estándares comunes para el desarrollo y transferencia de tecnologías” (Pérez y Bejarano, 2008, p. 90) y, que de igual forma señala medidas medioambientales que deben ejecutar las organizaciones para desarrollar sus actividades amigablemente con el medio ambiente y que a su vez sean competitivas en los mercados tanto nacionales como internacionales.

Asimismo, la investigación se concentra en el sector de artes gráficas dada su incidencia en el desarrollo económico del país (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019) y el gran impacto ambiental que genera la producción de los bienes y/o servicios que este ofrece. Por tal motivo, la investigación se desarrollará en la empresa Offset Gráfico Editores S.A ubicada en la ciudad de Bogotá D.C perteneciente a este sector, en el marco de Auxiliares de Investigación de Producción Más Limpia Y Análisis de Ciclo de Vida, se pretende formular alternativas de mejora y fortalecer su Sistema de Gestión Ambiental una vez diagnosticada su situación ambiental.

El presente documento está estructurado de la siguiente forma: 1) Planteamiento del Problema que analiza las debilidades de los Sistemas de Gestión Ambiental en las Pymes, y se focaliza en el sector de las artes gráficas, 2) Justificación que explica la importancia de la Producción Más Limpia y el Análisis de Ciclo de Vida en las organizaciones, en especial en la industria gráfica, 3) Hipótesis, 4) Objetivos, 5) Marco Referencial dividido en Marco Teórico, Marco Contextual, Marco Conceptual y Marco Legal; 6) Metodología con la que se va a desarrollar el proyecto para dar cumplimiento a los objetivos planteados; 7) Resultados 8) Discusión y Análisis de Resultados; 9) Recomendaciones y limitaciones del estudio, posteriormente 10) Conclusiones y, finalmente se presenta las 11) Referencias bibliográficas consultadas.

1. Planteamiento Del Problema

1.1 Descripción Del Problema

La participación de las Pymes en la contaminación ambiental mundial es del 70% (Shah, Ganji y Hasan, 2016), la comprensión de su impacto ambiental y su compromiso, parece muy importante. No obstante, no tienen sólo una responsabilidad ecológica sino también económica, pues cifras del DANE, indican que las Pymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 35% del PIB y el 80% del empleo de toda Colombia (Mintrabajo, 2019). Por lo tanto, se mantiene una creciente preocupación por promover que las Pymes realicen inversiones en prácticas sostenibles, particularmente en los países en desarrollo, ya que en dichos territorios prima la escasez de recursos económicos, la falta de reglamentación y de conocimientos especializados para hacer frente a tecnologías complejas (Shah, Ganji y Hasan, 2016). Por su parte, las Pymes colombianas tienen importantes barreras debido a la carencia de estrategias para el cumplimiento de estándares técnicos que le permitan el ingreso a los mercados globales, además se evidencia una carencia de portafolios diversificados y débiles estructuras organizacionales para responder a los procesos que demanda (Arango, 2019). Las Pymes generalmente ignoran:

Cómo manejar los impactos ambientales, y consideran, desde el punto de vista financiero, que los recursos destinados al manejo de estos, (como sistemas de tratamiento y capacitación del personal) en lugar de ser una inversión para el mejoramiento de la organización, son un costo que debe ser evitado según sea posible (Ramírez, 2013, p.35).

El sector de las artes gráficas influye mayoritariamente en la consolidación industrial del país, por lo que, a su vez, es necesario tener en cuenta los impactos ambientales que éste produce, como bien afirma IHOBE (1999) en el “Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones”:

Los aspectos medioambientales fundamentales que se han detectado en el sector de artes gráficas son el consumo de tintas y la generación de residuos peligrosos que ello conlleva (en concreto, el sistema de impresión offset consume casi la mitad de las tintas producidas); y el despilfarro de papel, que incluye el denominado porcentaje de maculatura, el cual supone más del 90% de los residuos generados en cualquier empresa del sector (p.30).

Igualmente, este autor resalta que este sector es una industria tradicional que se encuentra en constante renovación y es uno de los que presentó una gran reestructuración en los años 80, sin embargo, este sector productivo no tiene en cuenta la repercusión ambiental a la que conllevan sus procesos (Vargas y Villota. 2013). Además, la industria del sector de artes gráficas ha tenido una incidencia significativa en la economía colombiana pues de acuerdo al Estudio de Mercado realizado por la Cámara y Comercio de Bogotá (CCB) en el año 2019, se dice que este sector “representa el 2.1% del PIB y el 8% del PIB manufacturero” (p.7), por esta razón Colombia “ha realizado una importante inversión en equipos y tecnologías para fortalecer esta industria, de esta forma se fortalecerán las oportunidades de exportación a países como Estados Unidos, Suiza, Brasil, México, Guatemala, Chile, Perú y Ecuador” (p.7) que contienen un alto historial de importación de estos productos. Según el estudio, los productos más exportados para los años 2017 y 2018 fueron:

Las formas comerciales en un 82.9%, los artículos escolares y de oficina en un 27.2% empaques de papel y cartón en un 19 %, libros en un 17.1 % y empaques de plástico y sus sustratos en un 14.2 % (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019, p.17).

Cabe resaltar que para lograr responder ante la demanda de productos su producción ha generado una serie de impactos en los que no se tiene en cuenta la disposición final por parte de los consumidores.

Ahora bien, aunque se presenta un crecimiento significativo en la economía colombiana a través de los procesos industriales y su incidencia en la apertura de nuevos mercados tanto internos como externos, también han incidido en la calidad del ambiente puesto que se ha deteriorado; la crisis ambiental se destaca por la alta deforestación, las alteraciones de ecosistemas naturales, la contaminación hídrica, atmosférica (emisiones de gases efecto invernadero) y el deterioro de los suelos por la extracción minera y de hidrocarburos (Sánchez y Uribe, 1994)

La mencionada crisis no deja de acrecentarse y la industria de artes gráficas incide en la misma, como se señala en el informe de sostenibilidad de la industria editorial y de la comunicación gráfica emitido en el año 2012, se menciona que solo el 6% de las empresas adelantan acciones de medición con respecto a las emisiones que genera de los Compuesto Orgánico Volátiles (COV) que no solo afectan el medio ambiente sino también la salud de las personas, solo 8% adelanta acciones de reducción y el 3% acciones de compensación (Industria Editorial y de la Comunicación

Gráfica, 2012), lo que es considerada una cifra mínima de compromiso con respecto a la gran cantidad de empresas que conforman este sector. El no tratamiento de estos efectos no solo afecta en sobremanera el medio ambiente, la calidad de aire y el bienestar en general, sino que a su vez repercute en la estabilidad y sostenibilidad de las empresas dado que estos impactos que generan se traducen a externalidades que deben ser costeadas por ellas incrementando los costos en los procesos productivos además de enfrentarse al incumplimiento de lineamientos normativos, la disminución de productividad, inversiones y financiación y a las exigencias del mercado donde deben luchar por un posicionamiento competitivo (CPmL - Nicaragua, 2017).

En los últimos años, se ha considerado a los Sistemas de Gestión Ambiental como un factor crucial que explica las mejoras medioambientales y el desempeño empresarial de las empresas. Así pues, algunos autores suponen que la implementación de dichos sistemas trae consigo varios efectos positivos tales como mejora en la imagen y reputación empresarial; cumplimiento en la normatividad ambiental; responsabilidad con el entorno biofísico; fortalecimiento en el mercado y ventajas competitivas dado al mejor posicionamiento del negocio; reducción de costos y mejoras en el rendimiento operativo y la calidad de la producción. Lo anterior se ve representado en comportamientos favorables al medio ambiente a nivel microeconómico, ya que se desempeña un papel considerablemente positivo en dichos procesos de gestión (Amores, Martín de Castro y Navas, 2015; Bugdol, et al, 2020). Por su parte, la adopción de estándares de gestión ISO se relaciona directamente con aplicaciones eficientes que mejoran las prácticas internas basadas en principios de gestión reconocidos como un medio para entablar la legitimidad social y responder a presiones externas específicas, en donde se exige contar con un análisis de ciclo de vida para definir los aspectos ambientales significativos y que van a incidir en el plan operacional y posteriores controles. Ya sea que el objetivo sea mejorar la satisfacción del cliente, medir y reducir las emisiones, aumentar la productividad en una empresa o implementar una política, las normas ISO engloban modelos que parecen adaptarse a distintas situaciones (Boiral, 2011).

En este sentido, se resalta el compromiso, la labor y la importancia de la administración ambiental, para promover la capacitación en la organización, “la identificación de aspectos e impactos ambientales, la implementación de acciones correctivas” (Ramírez, 2013, p.21), y, asimismo, se evidencia su papel de dirección en la formulación, la implementación y el mantenimiento de ISO 14001 y 14040 para lograr un desempeño ambiental óptimo.

1.2 Formulación Del Problema

La empresa Offset Gráfico Editores S.A es una organización del sector de artes gráficas de Bogotá perteneciente al Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD), se dedica principalmente a diseñar e imprimir materiales que transmitan las ideas de sus clientes destacados por ser de alta calidad. Además, evidencia un compromiso con el medioambiente y la mejora continua, sin embargo, presenta una notable debilidad en la construcción de herramientas de Producción Más Limpia y en el diseño de un Análisis de Ciclo de Vida en relación a lo planteado por la ISO 14044 de su actividad económica, por tanto, en la siguiente investigación se plantea la siguiente pregunta

¿Cuál es el Análisis de Ciclo de Vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S.A que permita identificar los impactos ambientales asociados a todo su proceso productivo?

2. Justificación

La aplicación de las estrategias de Producción Más Limpia, el análisis de ciclo de vida y los sistemas de gestión ambiental son conceptos fundamentales para lograr una sostenibilidad corporativa que aborda los enfoques operativos y ambientales, mostrando su viabilidad ya que ofrece nuevas oportunidades de negocio, mejora la imagen organizacional y promueve la competitividad (Matos et al, 2018, p. 413).

Un estudio de empresas de Europa Occidental y América del Norte sobre certificaciones e inversiones en gestión, sugiere que “los norteamericanos adoptaron la ISO 14000 para mostrar legitimidad y como herramienta de marketing, mientras que los europeos occidentales adoptaron principalmente para realizar mejoras ambientales reales en sus operaciones y cadena de suministro” (Wiengarten, Pagell, y Fynes, 2013, p. 19). Así pues, se determina que el desarrollo de estas estrategias en las organizaciones, posee múltiples motivos, y asimismo infinidad de beneficios. De igual manera el comportamiento del consumidor se ha visto influenciado por comprar productos ecológicamente responsables, en ese caso, si una empresa desea mantenerse en el mercado, debe generar un valor agregado, pues “la adopción de prácticas verdes para una Producción Más Limpia proporciona un punto de diferenciación para la empresa” (Zameer, Wang, y Yasmeen, 2020, p. 12), por lo que esta investigación busca formular alternativas que le generen ventajas competitivas a la organización de estudio.

Según Leda Stott y Xosé Ramil (2014), “Los estudios de caso son un útil modelo de investigación para recabar información en contextos de la vida real” (p.3), de igual forma, estos “pueden contribuir a materializar cambios significativos en los ámbitos de la política y de la práctica” (p.3). De tal forma, nuestra investigación busca ser un referente claro para otras investigaciones relacionadas con la implementación de estrategias de Producción Más Limpia y Análisis de Ciclo de Vida en las Pymes sin importar el sector al que pertenezcan y el fortalecimiento o implementación de los Sistemas de Gestión Ambiental en las mismas.

Del mismo modo, autores como Muñiz (2010) señalan el alto grado de aplicabilidad que tienen los estudios de caso en las investigaciones ya que muchas veces son de carácter propositivo y suministran información para evaluar sistemas de organización e intervenciones que puedan realizarse en una empresa o grupo. Por tal motivo, la presente investigación es de carácter aplicada

buscando ser propositiva resaltando la evaluación de los sistemas de gestión ambiental y la evaluación del análisis del ciclo de vida de los productos.

Por otro lado, la investigación propone realizar un diagnóstico inicial de la organización aplicando las herramientas de Producción Más Limpia para fortalecer el Sistema de Gestión Ambiental que actualmente posee la empresa. Dicho fortalecimiento ofrecerá muchos beneficios a la organización, Herrera (2014) sostiene que una buena gestión de estos sistemas da “valor agregado a la producción general mayor competitividad global, reducción de costes por recursos como agua, energía, materias primas, mejora el control y la gestión, eleva la imagen de la empresa de modo que mejora las relaciones con terceros” (p.17).

Asimismo, de acuerdo con Pacheco (2016) esta investigación busca ejecutar correctamente el ACV, dado que permitirá a la organización identificar los aspectos e impactos ambientales asociados a un producto a lo largo de su vida útil, identificar los puntos críticos de procesos productivos, optimizar sistemas de reducción de impactos ambientales, ingresar y posicionarse en los mercados con una ventaja competitiva. Es de vital importancia que la organización adopte una perspectiva de ciclo de vida, en ese sentido Rodríguez (2003) menciona:

Las organizaciones consideran benéfico conocer, con el mayor detalle posible, los efectos –aunque sean involuntarios– que sus productos, servicios o actividades podrían causar en el medio ambiente; en especial, los que provoquen impactos ambientales significativos adversos, para atender a las responsabilidades legales, sociales y políticas que ellos implican, además de las pérdidas económicas y de imagen empresarial (p. 95).

Finalmente, la organización de estudio pertenece al Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD) el cual ofrece anualmente un reconocimiento aquellas organizaciones que destaquen por su desempeño ambiental y su responsabilidad social empresarial. (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f). Es así como con esta investigación se pretende dar herramientas a la organización como evidencia ante la Secretaría Distrital de Ambiente y auditorías internas para que pueda seguir siendo meritoria de este gran reconocimiento; a su vez, ofrecerá alternativas viables y eficaces que podrá implementar dentro de su Sistema de Gestión Ambiental fortaleciendo así el proceso y el posicionamiento por el que ha luchado por tantos años.

3. Hipótesis

El Análisis de Ciclo de Vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S.A bajo la metodología ISO 14044 es una herramienta que fortalece la sostenibilidad de la empresa.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Analizar el ciclo de vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C

4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación ambiental de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C, a través de herramientas de Producción Más Limpia (PML).
- Evaluar el impacto ambiental del producto “Hoja A3 amarilla producto con precio regulador vertical” de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C por medio del software libre OPENLCA.
- Formular alternativas de mejora que permitan la gestión de los impactos ambientales de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de artes gráficas ubicada en Bogotá D.C

5. Marco Referencial

5.1 Marco Teórico

5.1.1 *Producción Más Limpia*

Según Hens et al. (2018), se dice que en la Conferencia de las Naciones Unidas Río en el año 1992 que se desarrolla el concepto de Producción Más Limpia ya planteado en el año 1991 por el PNUMA como: “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente” (p.2), donde su objetivo principal es reducir el impacto ambiental de las industrial, negocios, procesos, productos y servicios apuntando hacia aspectos técnicos principales como “operaciones, sostenibilidad ambiental y maximización de reducción y el reciclaje y la reutilización de desechos” (p.2).

A su vez, según la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), busca

El ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones, reducir los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final y la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios (ONUDI, s.f, p.3).

El Centro Nacional de Producción Más Limpia Panamá (CNP+L) (2017) afirma que la Producción Más Limpia en términos de largo plazo ha demostrado ser más efectiva desde la perspectiva económica y ambiental comparada con procesos de tratamiento tradicional como lo son las soluciones al final del tubo, se dice que las técnicas de Producción Más Limpia pueden aplicarse en cualquier tipo de proceso productivo contemplando “desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución hasta cambios que impliquen sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción” (párr.2).

En el artículo realizado por Hens et al. (2018), se evidencian algunos cambios que ha tenido el concepto de Producción Más Limpia en cuanto a su alcance en los que se afirma que va más allá de un concepto ya que se trata de una mejora en los procedimientos productivos de las

organizaciones resaltando el compromiso social que se adquiere. Además de desarrollarse bajo el marco de los sistemas de gestión de las normas ISO gracias a su componente de ACV para regular sus procesos. (Dieleman, 2007).

5.1.2 Producción Más Limpia Y El Desarrollo Sostenible

En relación al concepto de desarrollo sostenible, la Producción Más Limpia busca la implementación de estrategias y metodologías preventivas que permitan ofrecer bienes y servicios amigables con el medio ambiente en la totalidad de su proceso de producción, es decir, desde la adquisición de las materias primas hasta su disposición final. De igual forma, esta estrategia no solo beneficiaría al medio ambiente, sino que, a su vez, bajo los parámetros de la normativa garantiza la calidad de los productos para ser ofrecidos al consumidor sin poner en riesgo su salud, su seguridad e integridad. (Montoya, Rendón y Palacio, 2007). En cuanto al crecimiento económico, le permite al empresario ahorrar en materias primas y energía, siendo viable a largo plazo para las organizaciones, además de hacer de ellas más competitivas en el mercado. Finalmente, cabe resaltar que implementar esta estrategia requiere de una inversión significativa por lo que es necesario evaluar la relación costo-beneficio y el costo de oportunidad de la misma. (CPmL - Nicaragua, 2017).

De igual forma, se relaciona con los siguientes objetivos de desarrollo sostenible:

- ODS 3 Salud y bienestar: La industria genera impactos negativos en la salud dado su generación de residuos peligrosos y altos niveles de emisiones de CO₂ que pueden producir “causar dolores de cabeza, falta de concentración, somnolencia, mareos y problemas respiratorios” (Instituto para la Salud Geoambiental, s.f, párr.1), por tanto la producción más limpia contribuiría de gran manera a este objetivo reduciendo este tipo de enfermedades con procesos más sostenibles.
- ODS 6 Agua limpia y saneamiento: La industria de artes gráficas consume este recurso en grandes medidas y genera alteraciones produciendo efluentes. La implementación de prácticas de producción más limpia busca prevenir y mitigar los impactos ambientales obteniendo ventajas económicas y competitivas. (Aristizabal, Avendaño y Ruiz, 2016)
- ODS 7 Energías asequibles y no contaminantes: La inversión en energías limpias en el sector debe ir acompañada de eficiencia y ahorro energéticos, “las soluciones innovadoras pueden cambiar

de forma esencial el modo en que producimos, almacenamos, transportamos y usamos la energía” (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2017, párr.1)

- ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico: La producción más limpia en el sector contribuye no solo con el compromiso con el medio ambiente fortaleciendo la cadena de suministros, aportando beneficios sociales, ambientales y económicos. Sino que también pretende aportar mayormente a la economía nacional dada su incidencia en PIB nacional, ofreciendo oportunidades y condiciones dignas de trabajo. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2019)
- ODS 9 Industria, innovación e infraestructura: La Producción más Limpia integra el medio ambiente en la gestión global de la empresa, su aplicación requiere de los conocimientos y opciones tecnológicas que pueden traer varios beneficios económicos como: el aumento de la productividad, mejor aprovechamiento de las materias primas, rentabilidad, reducción de costos, entre otros (Elizondo, 2012).
- ODS 12 Producción y consumo responsable: Por medio de la política de producción más limpia se incorpora la variable ambiental que busca prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos al medio ambiente producto de la industria, esto con el fin de garantizar la protección ambiental y permitiendo la aplicación de un enfoque dirigido hacia el manejo responsable en el desarrollo corporativo (Minambiente, 2021). Además, busca la reducción de posibles riesgos al ser humano, disminuyendo el desperdicio y mejorando la capacidad de respuesta de los sectores productivos a las demandas del mercado (Fajardo, 2017).
- ODS 13 Acción por el clima: La implementación de la estrategia de producción más limpia busca reducir las emisiones usualmente generadas por la industria que son potencialmente dañinas para la salud humana. (Lead Innovation Management, 2019). Por tanto, se busca optar por medidas que ayuden a combatir el cambio climático con la reducción de materias primas y mejora de procesos a lo largo del ciclo de vida de un producto.

5.1.3 Producción Más Limpia En Las Empresas

Con la llegada de la Política Nacional de Producción Más Limpia como un complemento a su normativa ambiental con el fin de fortalecer el componente interinstitucional ambiental en el país (SINA) en el año 1997 se crea el “Centro Nacional de Producción Más Limpia, los programas de excelencia ambiental de las autoridades ambientales y nuevos espacios institucionales de trabajo como la Mesa Nacional de Curtiembres” (Van Hoof y Herrera, 2007, p.106).

De acuerdo a la UPME (s.f) esta política busca:

Prevenir y minimizar los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial a través de sus objetivos específicos y metas como optimizar el consumo de recursos y materias primas, aumentar eficiencia energética, minimizar o prevenir la generación de cargas contaminantes, adoptar tecnologías más limpias, aprovechar residuos y demás (párr.1-2).

Cabe resaltar que en apoyo a esta política surgieron algunas iniciativas como: Programas temporales de PML promovidos por autoridades ambientales, convenios de PML, políticas regionales de PML, programas de autogestión ambiental, programas académicos de educación, líneas de financiación, proyectos de investigación, guías ambientales, instrumentos económicos, etc (Van Hoof y Herrera, 2007).

Sin embargo, dados los cambios que se han dado gracias a la globalización, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f), en su página web principal afirma que él mismo formuló la Política Nacional de Producción Consumo Sostenible que tiene como fin “orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la economía colombiana hacia la sostenibilidad ambiental y consecuente con ello, contribuir al mejoramiento de la competitividad empresarial” (párr. 12), esta política busca influir en el comportamiento social para que se avance hacia un consumo más responsable con el medio ambiente además de considerar las tendencias de producción y consumo que se interrelacionan, es decir, “en la medida en que la empresa logra disminuir el impacto ambiental de su proceso de producción, automáticamente el producto o servicio que ofrece en el mercado es más sostenible” (párr.17).

5.1.4 Herramientas De Producción Más Limpia

Según la Universidad Santo Tomás (s.f) se define las herramientas de Producción Más Limpia como:

Técnicas que permiten definir el estado ambiental tanto de un proceso como de un producto, además de apoyar estrategias y sistemas de tipo ambiental, que tienen como objetivos el diseño, verificación e implantación de un Sistema de Gestión Ambiental además de facilitar

la toma de decisiones tanto de tipo administrativa como de tipo productiva (Universidad Santo Tomás, s.f, párr. 1).

Es necesario establecer que las herramientas de Producción Más Limpia son una parte fundamental de este estudio dado que para el éxito de la implementación de esta estrategia es necesario realizar un diagnóstico ambiental inicial que dé a conocer la situación de la organización, estas herramientas ayudarán a la identificación de oportunidades de mejora en los procedimientos y minimización de consumos. De acuerdo a la Secretaría Distrital de Ambiente (s.f), algunas de estas herramientas son:

- Ecomapas: Herramienta que permite identificar y localizar puntos críticos visualizados a través de un plano.
- Matriz MED: Sus iniciales corresponden a las iniciales de Materiales, Energía y Desechos. Esta matriz integra todos los impactos ambientales de un área determinada, involucrando procedimientos, actividades y materiales utilizados relacionándolos con insumos y desechos.
- Costos de ineficiencia: Herramienta que permite registrar los costos derivados de la no calidad del procedimiento, no-aprovechamiento de recursos, pérdida de materias primas e insumos, tratamiento de residuos y generación excesiva de residuos. Igualmente, para su diligenciamiento se requiere de excelentes registros y determinación de costos de operación.
- Ecobalance: Herramienta que permite acopiar y organizar datos para evaluar estrategias de prevención de contaminación reduciendo costos, identificar las áreas del proceso productivo que requieren intervención para mejorar el desempeño ambiental.
- Análisis de Ciclo de Vida: Es una herramienta ambiental que se usa para determinar y evaluar los impactos ambientales que puede generar un producto durante sus diferentes etapas y actividades de transformación, incluyendo desde la fabricación y selección de materias primas, fabricación del producto en sí, uso mantenimiento y exposición de residuos. (Universidad Santo Tomás, s.f).
- Revisión Ambiental Inicial (RAI): Es el primer elemento clave en la etapa de planeación ya que proporciona una fotografía del desempeño ambiental de una organización en un momento determinado. Es la identificación y documentación sistemática de los impactos

ambientales significativos asociados directa o indirectamente con las actividades, productos y servicios que ofrece la organización. (Fajardo, 2017).

5.1.5 La Industria Gráfica Y La Sostenibilidad

De acuerdo con Luján (2016) la industria gráfica se ha encaminado en la búsqueda e implementación de estrategias medioambientales, por lo que algunas organizaciones del sector que le han apostado a este camino son:

- **Cenigraf:** Cuenta con programas de capacitación ambiental y ofrece asesorías para que las organizaciones desarrollen su gestión ambiental.
- **Andigraf:** Realizan acciones en pro de que las organizaciones que componen esta gran asociación posean un fortalecimiento normativo ambiental, contengan políticas de control y seguimiento en temas ambientales e implementan dentro de su producción ejes de trabajo de gestión ambiental.
- **Compresores:** Desde el año 2009 adelanta acciones de gestión ambiental por lo que en la industria ha sido pionera en el cumplimiento normativo, ha incorporado transporte de residuos peligrosos programas de capacitación ambiental, desarrollado cartillas de temas ambiental, gestión de proyectos en norma ISO 14001 y 9001.

Por otro lado, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) (2017) presenta su informe de sostenibilidad centrada en el papel y el cartón ha adelantado acciones que le han permitido obtener resultados positivos en su gestión como 58% en la tasa de recolección de papel y cartón, 77% en recolección de impactos y 65% en su tasa de reciclaje. De igual forma señala ciertos compromisos sectoriales encaminados al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que dan paso no solo al apoyo al medio ambiente sino también a la innovación por lo que han resuelto la invención de papel a partir de la fibra celulosa para así hacer de la industria más limpia y eficiente.

Finalmente, en el informe de sostenibilidad (2013) realizado por ANDIGRAF y Coimpresores señalan algunos logros/metastas que se han logrado o pretenden lograr dentro de la industria gráfica colombiana de los cuales destacan:

- ANDIGRAF: Contribución al mejoramiento del talento humano aunando esfuerzos con el SENA y el Programa de Transformación Productiva para hacer del sector un referente para las industrias contando con el personal idóneo y capacitado para llevar la sostenibilidad en cada etapa del proceso; fortalecimiento empresarial con el fin de hacer más competitivo al sector; incursión en informes de sostenibilidad de la industria (2012).
- Programa de Transformación Productiva (PTP): Desarrollo para ampliar portafolio de productos basados en la implementación de nuevas tecnologías como la Producción Más Limpia; promoción de seminarios y capacitaciones en mejoramiento continuo; estructuración de la llamada “Ficha de Sostenibilidad para Productos Impresos de la Industria de la Comunicación Gráfica”.
- Coimpresores Bogotá: Apoyo de consultoría de calidad ambiental, salud ocupacional por medio de su unidad de negocios SIC, asignación de recursos para implementar innovación en 13 empresas de la industria gráfica; impulsa convocatoria “Encadenamientos Transversales- Desarrollo de Clústers” con el fin de promover el mejoramiento continuo en las organizaciones; presta servicios de gestión de residuos peligrosos.

5.1.6 La Huella Ambiental De La Industria Gráfica

La norma ISO 16759 especifica dentro de sus requerimientos cómo cuantificar la huella de carbono en productos impresos bajo el enfoque del Análisis de Ciclo de Vida y proporciona referencias para el desarrollo de calculadoras de carbono en procesos de etiquetado, embalaje e impresión de productos.

De acuerdo, con la nota realizada por la revista “Sabaté” de España (2015) afirma que la huella ambiental mundial de la industria gráfica para el año 2014 fue de 32.3 millones de Ton de CO₂ según la Agencia Internacional de la Energía.

5.1.7 Surgimiento De Las Normas ISO 14000.

De acuerdo con Pérez y Bejarano (2008) se dice que la International Organization for Standardization (ISO) fue fundada en Ginebra para el año 1947 compuesta por representantes de organismos de normalización. Estas normas han sido diseñadas por un grupo de expertos del sector

industrial, técnico y de negocios que aportan desde conocimientos relevantes, laboratorios de pruebas, asociaciones de consumidores, entre otros.

La serie ISO 14000 normativa que certifica los sistemas de gestión ambiental, nace de la necesidad de estandarizar las medidas medioambientales que deben tomar las organizaciones para desempeñar su actividad de forma amigable con el medio ambiente, además de sugerir procedimientos de gestión que permita asegurar clientes y una mejora ambiental continua de productos y servicios. y finalmente especifica las directrices de uso de las normativas pertenecientes a la serie, a continuación, se nombran algunas de ellas:

- ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental.
- ISO 14001:2015 Actualiza la versiones anteriores con un cambio estructural de alto nivel (Anexo SL), agrega la planificación de riesgos, el contexto organizacional y más
- ISO 14004:2004 Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- ISO 14004:2015 Actualiza la versiones anteriores con un cambio estructural de alto nivel (Anexo SL)
- ISO 19011:2002 Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental.
- ISO 14020; 14024: Etiquetado y declaraciones ambientales
- ISO/TR 14025 Etiquetado y declaraciones ambientales.
- ISO 14031; 14032 Gestión ambiental: Evaluación del rendimiento ambiental. Directrices y Ejemplos.
- ISO 14040; 14041; 14042; 14043; 14044 Gestión ambiental: Evaluación del ciclo de vida - Marco de referencia, Análisis de Ciclo de Vida, definición del objetivo y alcance, evaluación de impacto, interpretación del ciclo de vida y, requisitos y directrices.
- ISO/TR 14047-14048 Gestión ambiental: Evaluación del impacto de ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de ISO 14042 y formato de documentación de datos. (Pérez, y Bejarano, 2008).

Cabe resaltar que, de acuerdo a Lorena Méndez (2009) esta serie de normas está basada en “la metodología del Ciclo Deming también conocido como Ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar)” (p.84), el cual a su vez se aplica a las normas de sistema de gestión de calidad

ISO 9000 (p.84). De igual forma se señala que tanto la normativa ISO 14001 como la ISO 14004 tienen su versión actualizada al año 2015 en las que se puede apreciar como novedades significativas la perspectiva de ciclo de vida, gestión de riesgos y la mejora de desempeño ambiental.

5.1.8 La Norma De Gestión Ambiental ISO 14001.

De acuerdo con Pérez y Bejarano (2008) las normas ISO 14001 contiene las especificaciones y guías generales sobre los sistemas de gestión ambiental, de esta forma certifica que la organización ofrece productos y realiza procesos de bajo impacto ambiental en una continua mejora, esta normativa puede ser aplicable a cualquier tipo de organización sin importar su actividad, tamaño o sector. De igual forma exige a las organizaciones definir una serie de objetivos ambientales y un sistema que permita darles cumplimiento.

Según la norma, su objetivo principal es proporcionar a las organizaciones “un marco con el que proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, siempre guardando el equilibrio con las necesidades socioeconómicas” (p.2). Algunos autores como Saizarbitoria y Landín (2011) señalan que el certificarse con esta normativa ofrece una serie de beneficios como “mayor eficiencia y capacidad competitiva, medida ésta en términos de rentabilidad económica y de crecimiento de ventas” (p.8), además de que mejorar la productividad asociada con las estrategias medioambientales podría ser un factor de mejora de la rentabilidad más que las prácticas medioambientales en sí mismas.

Sin embargo, en la investigación planteada por Pérez y Bejarano (2008) se presentan ciertas desventajas que están basadas en la adaptabilidad de los procesos a nuevas tecnologías que permitan el cumplimiento de objetivos medioambientales, por tal motivo se dice que son las empresas más grandes las que están interesadas en la certificación puesto que cuentan con los recursos necesarios para ejecutar los cambios que generen una producción de bajo impacto invirtiendo en equipos que “permitan el mejoramiento del manejo de residuos sólidos, aguas residuales, manejo de contaminación visual, sonora y atmosférica” (p.103) cumpliendo a su vez con la exigencias de sus stakeholders.

Por otro lado, se dice que los elementos principales de la norma son: requisitos generales, política medioambiental, planificación, implantación y operación, verificación y revisión por la

dirección, por lo que permite que las organizaciones identifiquen sus aspectos e impactos ambientales, determinen su cumplimiento con la legislación ambiental vigente, genere objetivos de mejora y desarrolle un programa de gestión para alcanzarlos con revisiones periódicas para garantizar la mejora continua.

5.1.9 Fases De Un Sistema De Gestión Ambiental (SGA) ISO 14001.

De acuerdo con el Consejo de Juventud de España (s.f) para implementar un Sistema de Gestión Ambiental es necesario desarrollar las siguientes etapas:

- **Política ambiental:** Esta política es la clave para la implantación y mejora del SGA por lo que debe establecer objetivos y metas bajo el marco de los impactos generados por las actividades, productos o servicios que ofrece la organización; debe ser definida por la dirección ejecutiva en la que se impulse la acción ambiental en un documento formal en concordancia con la legislación vigente; debe ser revisada y actualizada periódicamente en la medida que los objetivos son alcanzados y finalmente debe ser accesible y comunicada a todo el personal y partes interesadas..
- **Planificación de las acciones ambientales:** Para realizar una correcta planeación de un SGA es indispensable conocer la situación ambiental actual en la que se encuentra la organización y cómo se está gestionando. Por tal motivo es necesario realizar una Revisión Ambiental Inicial, en la que se evidenciará los aspectos ambientales con impactos significativos relacionados con las actividades de la empresa.

Una vez conocida la situación actual de la organización se procede a “elegir una serie de objetivos eficaces (coherentes con el compromiso de prevención de la contaminación) y realistas (alcanzables con los medios disponibles)” (p.33) y finalmente, se diseña uno o más programas de gestión ambiental que establezcan responsabilidades, funciones, recursos y plazos fijados para el alcance de dichos objetivos.

- **Implantar las acciones:** Desarrollo y aplicación del Programa de Gestión Ambiental (PGA) en la totalidad de la organización ejerciendo: control la documentación del SGA, sensibilización de todo el personal en materia ambiental, control operacional de fuentes de impactos ambientales significativos y comunicación interna y externa. De igual forma, debe escribir la estructura, responsabilidad, competencia profesional, comunicación y

documentación del Sistema de Gestión Ambiental, además incluye control operacional, planes de emergencia y capacidad de respuesta.

- Controlar el sistema y corregir desviaciones: En esta etapa se debe asegurar el buen funcionamiento del SGA por lo que se debe llevar seguimiento de las actividades fuentes de impactos ambientales, evaluación de resultados obtenidos, tratamiento de las no conformidades detectadas, control de registros.
- Auditoría interna: Se realiza con el fin de encontrar sucesos no previstos u oportunidades de mejora revisando infraestructura, pérdidas de energía, causantes de contaminantes y verificar que las acciones establecidas se están llevando a cabo efectivamente y el cumplimiento de objetivos ha sido satisfactorio. De esta forma, se podrá garantizar la adecuación y eficacia continua del SGA.

Para que este proceso sea exitoso, una de las formas de realizarse es comparando una evaluación de la situación previa al establecimiento del Sistema de Gestión Ambiental con la evaluación posterior al mismo.

5.1.10 Los Sistemas De Gestión Ambiental (SGA) En La Empresa.

De acuerdo con Gianni, Gotzamani y Tsiotras (2017), el mundo empresarial ha integrado normas de gestión ambiental que permite que las organizaciones alcancen de manera efectiva sus objetivos cumpliendo requisitos legales, aumentando el rendimiento social, la salud y seguridad de los trabajadores, la concientización ambiental a los mismo y la comunicación efectiva. De igual forma, Ikram, Zhou, Shah y Liu, (2019) afirman que los SGA es:

Una herramienta utilizada por las organizaciones para reducir sus respectivas emisiones de CO₂ y la contaminación del suelo. Además, ayuda a las organizaciones en la utilización eficiente de los recursos de agua y energía, así como en la gestión de residuos (p.628).

Es así como las organizaciones que adoptan estos sistemas mejoran su rendimiento medioambiental y su garantiza la calidad de sus productos y servicios. Otros beneficios que ofrece la implementación de este sistema es que “evita la duplicación de la documentación, ahorra tiempo y costes, mejora el control y garantiza una utilización eficaz de los recursos” (p.629), a su vez, permite incorporar sistemas de gestión de calidad y normas sociales.

Es responsabilidad de las empresas contribuir a la sociedad, estableciendo una relación entre las responsabilidades y las oportunidades para alcanzar el desarrollo sostenible dentro de la misma integrando aspectos sociales y ambientales en las actividades de la organización. Se dice que actualmente se presenta una creciente competencia entre empresas locales y multinacionales por lo que ha sido fundamental la adopción de los SGA como agente diferenciador y la certificación en normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e ISO 5001 como herramientas fundamentales para lograr la sostenibilidad empresarial abordando directamente las necesidades socioeconómicas y medioambientales.

Sin embargo, Campos (2012) plantea la adopción de estos sistemas requiere de un proceso burocrático amplio lo que dificulta su implementación, además de gran cantidad de tiempo, dinero y recursos humanos que muchas veces las pequeñas empresas no pueden disponer aun siendo las más predominantes en el mercado como fuentes de empleo y desarrollo local de las regiones. La investigación realizada por la autora en Brasil, señala que si bien a las organizaciones pequeñas se les dificulta la implementación de un SGA cumplen con algunos requisitos de la misma puesto que temen que al no hacerlo infrinjan alguna legislación; esto demuestra, que, si bien puede que organizaciones no tienen un SGA a cabalidad, se encuentran en un proceso de mejora continua.

5.1.11 El Análisis De Ciclo De Vida

El ACV de acuerdo a la ISO 14001 (2015) se define como “etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto (o servicio), desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final”. Tal y como lo afirma Martínez, Cuellar, Páez, y Pedraza (2018) este análisis “permite evaluar los impactos ambientales potenciales asociados a un producto o proceso, abarcando desde las etapas de extracción de los recursos hasta su uso previsto, disposición, reciclaje o reúso” (p.2). Leiva (2016) menciona que existen tres tipos de ACV:

- ACV conceptual: Es netamente cualitativo, con una identificación y descripción general de los posibles impactos que se pueden generar (Leiva, 2016).
- ACV simplificado: Toma las etapas más importantes y las relaciona con datos genéricos, es decir, es un análisis superficial (Leiva, 2016).

- ACV completo: Tiene un grado de complejidad, dado que detalla de forma cuantitativa y cualitativa el inventario y los impactos (Leiva, 2016).

Las etapas del Análisis de Ciclo de Vida son: “adquisición de materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida útil” (Leiva, 2016, p. 5), cada una de las etapas anteriormente descritas, se componen de entradas y salidas. Leiva (2016) describe que es común encontrarse con diferentes alcances:

- De la puerta a la puerta: Abarca únicamente las actividades de la organización en estudio.
- De la cuna a la puerta: Abarca desde la extracción de materias primas hasta el proceso productivo de la organización.
- De la puerta a la tumba: Abarca el proceso productivo de la organización y disposición final.
- De la cuna a la tumba: Analiza desde la extracción de materias primas hasta la disposición final.
- De la cuna a la cuna: Toma todo ciclo de vida completo del producto, pues abarca desde la extracción de materias primas hasta que el producto hasta la reintroducción a un nuevo proceso.

A través de la historia, la economía global se ha basado en un modelo lineal que considera los recursos naturales como infinitos y no presta atención a la contaminación. En este sentido, Del Rosario Bernatene y Canale (2018) mencionan que es necesario “instalar en los ámbitos empresarios y profesionales las variables de todo lo que sucede antes que recursos diversos (energía, agua, materias primas, insumos de producción) ingresen en una fábrica” (p. 153). No obstante, existen impactos que no son fáciles de identificar, salvo que analicemos con detalle el uso y el fin de la vida útil de un producto, servicio y/o actividad, Del Rosario Bernatene y Canale (2018) estiman que “el 80% de los impactos ambientales que un producto habrá de tener se definen en su fase de proyectación” (p. 153). En ese orden de ideas, en el año 2002, el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente y la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental establecieron la Iniciativa del Ciclo de Vida (LCI por sus siglas en inglés) la cual posee un abordaje en la “práctica proyectual y la toma de decisiones empresariales y gubernamentales”. La página de LCI (2017) señala la siguiente misión:

La Iniciativa fomenta el progreso hacia el desarrollo sostenible de dos maneras: Primero, promueve la comprensión del pensamiento del ciclo de vida por parte de los tomadores de decisiones públicos y privados y del proceso de toma de decisiones por parte de los expertos en ciclo de vida. Esto es para mejorar las decisiones que necesitan evaluación y comparación de productos, tecnologías, estilos de vida y opciones económicas. En segundo lugar, la Iniciativa genera consenso y facilita el acceso al conocimiento del ciclo de vida ambiental, social y económico (datos, métodos, indicadores, etc.) de LCA (párr. 1).

Calderón, et al (2019) considera que el ACV “toma conciencia, en la responsabilidad y el compromiso para trabajar individual y colectivamente en la prevención y resolución de los problemas ambientales que surgen de los procesos de transformación de materia prima en mercancías y su posterior desecho” (p. 2). Por otra parte, Aristizábal, González y Gutiérrez (2020) manifiestan que la implementación y el análisis de los resultados del ACV será el primer paso para “alcanzar una reducción del consumo de energía y una utilización de recursos y materiales más amigables con el medio ambiente y de una forma sustentable” (p. 9). El PNUMA (2004, p. 7) de igual forma, indica que la herramienta de ACV es de gran utilidad ya que:

Permite identificar tanto las oportunidades como los riesgos de un producto o tecnología nueva, desde la materia prima hasta el proceso de desecho. Existe una gama de enfoques de ciclo de vida que va desde lo cualitativo (el concepto del ciclo de vida) hasta lo exhaustivamente cuantitativo (el análisis del ciclo de vida) (como se cita en Calderón, et al, 2019, p. 2).

Autores como Tiegam et. al (2020), afirman que el Análisis de Ciclo de Vida es un método definido por la Organización Internacional de Normalización ISO y las directrices del Manual del Sistema de Datos del Ciclo de Vida (ISO 14044) el cual tiene como objetivo determinar los posibles impactos ambientales y el uso de recursos desde la adquisición de las materias primas para realizar un producto hasta la gestión de residuos; este análisis relaciona los sistemas y procesos con sus efectos al medio ambiente. Usualmente los resultados de este método están dados en indicadores relacionados con distintas categorías de impacto ambiental como “el potencial de calentamiento global, el agotamiento de los recursos y los efectos toxicológicos, entre otros” (p.4) y está compuesto por 4 etapas: definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impactos e interpretación.

Con el transcurrir del tiempo se han diseñado aplicaciones de software que realizan este proceso; algunos autores, como es el caso de Prana, Ulfah, Nur y Pirade (2020) recomiendan OpenLCA o SimaPro puesto que son fáciles de usar y están apoyados con una base de datos original; no solo evalúan el ACV sino que a su vez analizan el ciclo de vida social, el coste del ciclo de vida, la huella hídrica y de carbono, la huella ambiental del producto (PEF) y declaraciones medioambientales de producto (EPD). Sin embargo, se dice que pueden presentarse diferencias en los resultados generados por ambos programas de software pues las variables influyen en la interpretación de los resultados.

5.1.12 ISO 14040 Evaluación Del Ciclo De Vida, Principios Y Marco De Referencia E ISO 14044 Análisis Del Ciclo De Vida, Requisitos Y Directrices

El Análisis de Ciclo de Vida, se considera como una herramienta metodológica reciente; algunos autores datan que el primer estudio fue en los años 60's, específicamente con el caso sobre empaques de Coca Cola en 1969. Con el transcurso de los años, la metodología se fue perfeccionando, hasta que, en 1997, el grupo 5 del comité técnico ISO/TC 207 desarrolló la norma referente al Análisis del Ciclo de Vida: ISO 14040, 14041, 14042 y 14043. Actualmente se encuentran en vigencia la ISO 14040 y la ISO 14044 (Van Hoof, Monroy y Saer, 2018).

El marco de la ISO 14040 y 14044 proporciona una metodología estándar para la implementación del Análisis de Ciclo de Vida (Tam, et al, 2022). Si bien comparten una estructura similar, cada una añade un análisis detallado. En dicha metodología, se definen cuatro fases, que incluyen: 1) definición de objetivo y alcance, 2) análisis de inventario del ciclo de vida 3) evaluación del impacto del ciclo de vida y 4) interpretación del ciclo de vida (Carrión, 2020).

1) Definición de objetivo y alcance: Se define la suposición, el límite del sistema, el propósito y los objetivos del estudio. Generalmente, un estudio de ACV comienza con una exposición explícita del objetivo, que establece el contexto del estudio (Tam, et al, 2022). De acuerdo a las pautas de la ISO, el objetivo debe establecer los siguientes elementos: la aplicación prevista, las razones para realizar el estudio y la audiencia. Mientras que el alcance se debe definir delineando la información cualitativa y cuantitativa incorporada en el estudio, y así, describir el detalle y la profundidad del estudio, con el fin de argumentar que el objetivo se puede lograr dentro de las limitaciones planteadas. Según las pautas de la ISO, el alcance del estudio debe describir lo

siguiente: sistema del producto bajo estudio, funciones del sistema, límites del sistema, unidad funcional y parámetros (Matthews, et al, 2014).

2) El análisis del inventario del ciclo de vida (AICV): Involucra la construcción de un inventario de flujos desde y hacia la naturaleza para un sistema de productos (ecosfera). En dicho proceso se cuantifican los requisitos de materia prima, insumos, energía, emisiones, vertimientos y/o residuos. Es decir, es la integración de todos los flujos elementales relacionados con cada proceso unitario dentro de un sistema de productos. Para desarrollar el inventario, se recomienda iniciar con una estructura de flujo del sistema, en donde se utilicen datos sobre entradas y salidas del sistema de productos. Este modelo de flujo comúnmente se representa con un diagrama de flujo que incluye las actividades que se van a evaluar en la cadena de suministro y brinda una imagen clara de los límites del sistema. En resumen, entre más específico y completo sea el diagrama de flujo, más exactos serán los resultados (SAIC, 2006). Al recopilar los datos para cada proceso dentro de los límites del sistema, el estándar ISO requiere que el estudio mida o estime los datos para representar cuantitativamente cada proceso en el sistema del producto (Inaba y Lee 2004).

3) Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV): Tiene como objetivo evaluar los posibles impactos ambientales y de salud humana resultantes de los flujos elementales determinados en el análisis del inventario del ciclo de vida. Las normas ISO 14040 y 14044 (2006) requieren los siguientes pasos obligatorios (Como se cita en Hauschild, Rosenbaum y Olsen, 2018):

- Selección de las categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos
- Clasificación: Se asignan los datos de AICV a múltiples categorías impactos que se relacionan con un efecto ambiental del sistema del producto. En la práctica, esto a menudo se completa utilizando bases de datos o software. Pueden ser por ejemplo calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono, toxicidad humana, etc.
- Caracterización: Relaciona cuantitativamente los resultados del AICV dentro de cada categoría de impacto a través de factores de equivalencia para crear indicadores de categoría de impacto. En otras palabras, se puede deducir que determina la contribución de cada resultado a la categoría de impacto.

Con lo anterior se concluye la EICV ya que es la última etapa obligatoria de acuerdo con la norma ISO 14044. No obstante, la norma ISO 14044 (2006) proporciona los siguientes pasos opcionales (Como se cita en Hauschild, Rosenbaum y Olsen, 2018):

- Normalización: Se elige un valor de referencia (de escala temporal y/o geográfica) y se relaciona con la categoría de impacto.
- Agrupación: Se ordena o clasifica los resultados de la EICV en uno o varios grupos, sin embargo, esta agrupación es subjetiva.
- Ponderación: Este paso determina la importancia que tiene cada categoría de impacto y su relación con las demás. Permite que los estudios agreguen puntajes de impacto en un solo indicador que puede ser denominado como único índice ambiental global del sistema. De igual forma este paso puede llegar a ser subjetivo.
- Análisis de la calidad de datos: Ayuda a comprender la fiabilidad de los resultados de la EICV.

4) Interpretación: Analiza, cuantifica, cualifica, corrobora y evalúa la información de los resultados del inventario del ciclo de vida y/o la evaluación del impacto del ciclo de vida. Los resultados se condensan durante la fase de interpretación. La fase de interpretación es un conjunto de conclusiones e identificación de problemas significativos (Inaba y Lee 2004).

5.1.13 Integración Del Análisis de Ciclo De Vida En Las Organizaciones Y Los Sistemas De Gestión Ambiental

El ACV nos permite conocer el contexto empresarial en función a un balance ambiental, así pues, es soporte de medidas inteligentes que buscan la protección ecológica. Por lo tanto, es una herramienta esencial en la gestión sostenible, Hueches (2022) considera el ACV como “instrumento indispensable en la RS porque se desarrolla en distintos escenarios, las características que se observa en cada las sustancias sólidas, las fuentes de energía, la disposición de opciones y tamaño del mercado difieren” (p. 14).

Debido a la complejidad del ACV, este puede ser multidisciplinario y abarcar distintos propósitos, en donde algunos autores mencionan “cumple un rol fundamental al cuantificar las mejoras en cada uno de los indicadores sobre los cuales trabaja. Por otro lado, permite sostener una visión sistémica, ubicando a estas mejoras dentro del proceso total productivo hasta el producto final comercializable” (Bongiovanni y Hilbert, 2019, p.3). El ACV también tiene un papel importante en la evaluación del impacto ambiental, la gestión integrada de residuos y los estudios de contaminación (Burnley, Wagland y Longhurst, 2019). Las principales corporaciones de todo

el mundo están implementando ACV internamente o encargando estudios, a la vez que los gobiernos apoyan el desarrollo de bases de datos para respaldar el ACV (Goedkoop, et al, 2009).

Para las organizaciones, el ACV tiene aplicaciones tanto internas como externas. Entre las aplicaciones internas, se destaca: conocer la vida útil y posición del mercado de sus productos, diseño de nuevos productos, insumo para la planeación de su Sistema de Gestión Ambiental, decisiones de compra y desarrollo de estrategias de negocios. En cuanto a las aplicaciones externas se menciona el mercadeo y las relaciones con autoridades y accionistas (Van Hoof, Monroy y Saer, 2018). Por lo que se puede definir como “estrategia ambiental corporativa para fortalecer el sistema de gestión empresarial de la empresa y plantear la propuesta de optimización con enfoque gerencial para la organización” (García, 2018, p. 141).

En el marco de la gestión ambiental el ACV es presentado como un concepto que tiene como fin alcanzar el desarrollo sostenible, el ACV brinda un apoyo para la toma de decisiones, ya que da a conocer los posibles efectos ambientales relacionados con un producto, servicio o actividad. (Rodríguez, 2003). En ese sentido, para los sistemas de gestión ambiental, el punto 6.1.2 Aspectos ambientales de la norma ISO 14001 (2015), expresa: “la organización debe determinar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que puede controlar y de aquellos en los que puede influir, y sus impactos ambientales asociados desde una perspectiva de ciclo de vida”.

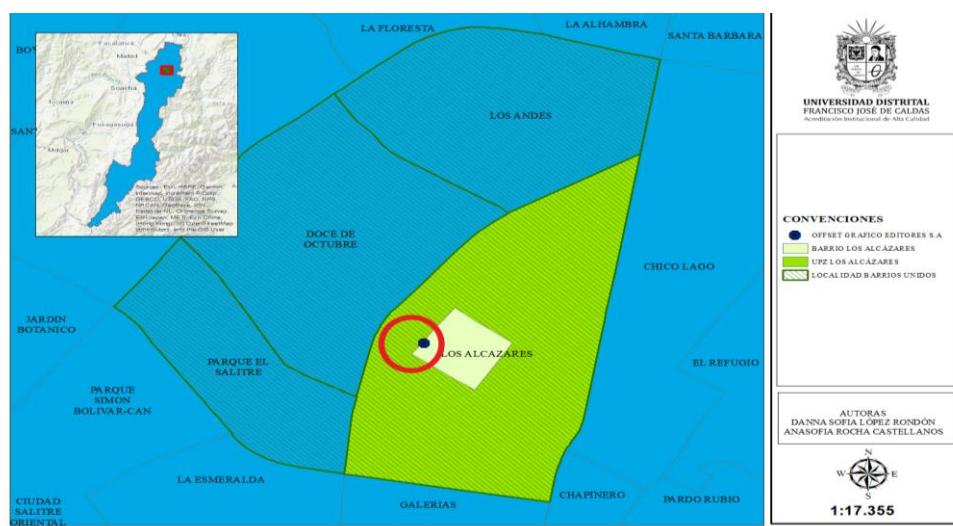
El ACV es también visto como una herramienta de gestión empresarial, Aranda (2006) expone que “ayuda a proponer una estrategia medioambiental acorde con la línea de negocio con la finalidad de generar valor a las empresas disminuyendo los costes asociados a los consumos energéticos y de materiales” (p. 11). Por ello, muchas organizaciones reconocidas están poniendo sus esfuerzos en el ACV, “empresas líderes en materia de sustentabilidad ya informan el impacto ambiental de algunos de los productos representativos que producen o venden, tal como es el caso de Levi’s y Puma” (Bongiovanni y Tuninetti, 2018, p. 13).

5.2 Marco Contextual

5.2.1 Geográfico:

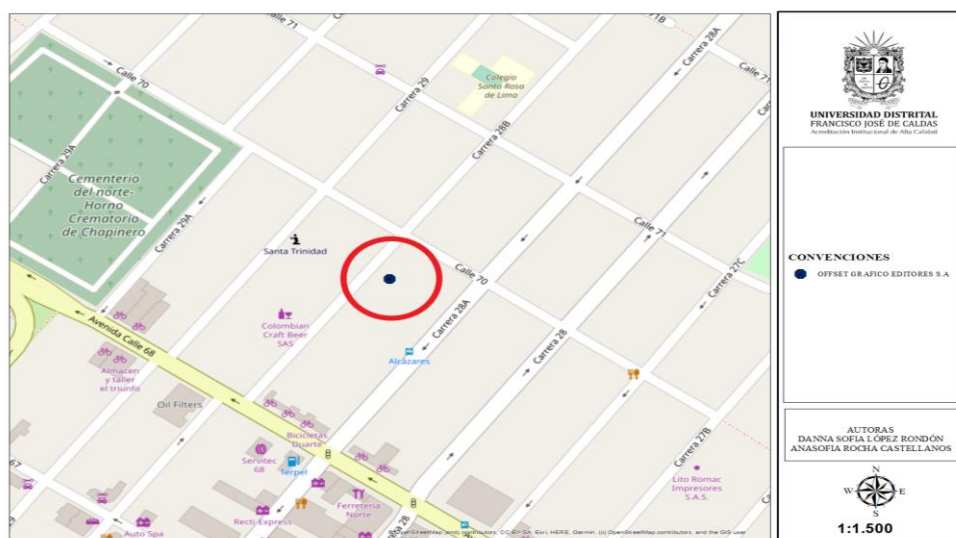
La empresa Offset Gráfico Editores S.A se ubica en la localidad número 12 de la ciudad de Bogotá D.C, Barrio Unidos. Dicha localidad cuenta con una extensión de área urbana de 1.189,52 hectáreas y con una población aproximada de 254.162 habitantes, además se conforma por 44 barrios, los cuales están distribuidos en las siguientes UPZ: “Los Andes, Doce de Octubre, Alcázares y Parque el Salitre” (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, s.f, párr.2). Los lugares más representativos de esta localidad son: El Parque Metropolitano Simón Bolívar, el Museo de Los Niños, el Parque Salitre Mágico y el Centro de Alto Rendimiento. Barrios Unidos es considerado como un clúster económico y cultural, pues posee una gran oferta de bienes y servicios, en donde se destaca los servicios de autopartes, reparación de automotores, talleres metalmeccánicos, manufacturas de cuero, marquerías y talleres y almacenes de muebles de madera, por otro lado, se celebran fiestas tradicionales de gran importancia para la capital (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, s.f). Offset Gráfico Editores S.A se localiza en la UPZ No. 98 Alcázares, en el barrio del mismo nombre, más específicamente en la **Cra. 28b #68-81**. Para una mejor aproximación geográfica se realizaron dos mapas en el software de servicios de información geográfica ArcGIS, con información de la plataforma distrital de datos abiertos de la Alcaldía de Bogotá (Ver Figura 1 y 2).

Figura 1. Ubicación Geográfica Offset Gráfico Editores S.A



Fuente: Autoras, 2021

Figura 2. Ubicación Geográfica Offset Gráfico Editores S.A



Fuente: Autoras, 2021

5.2.2 Sectorial

Offset Gráfico Editores S.A pertenece al sector de las artes gráficas, del cual la Cámara de Comercio de Bogotá (2019) señala lo siguiente:

El sector de la comunicación gráfica comprende la impresión de material publicitario, comercial y editorial, además de periódicos, revistas, empaques y etiquetas. La industria del subsector de comunicación gráfica representa el 2.1 % del PIB y el 8 % del PIB manufacturero. Cabe mencionar que el país ha realizado una importante inversión en equipos y tecnologías para fortalecer la industria gráfica. Las oportunidades de exportación, identificadas por ProColombia, se encuentran en siete países: Estados Unidos, Suiza, Brasil, México, Guatemala, Chile y Perú; además, Ecuador fue el país al que más se exportaron productos de la industria gráfica en el 2018 (p. 7).

De acuerdo con ANDIGRAF (s.f) la industria si bien ha presenciado una notable evolución a lo largo de la historia en la actualidad no muestra una obsolescencia, sino que ha logrado satisfacer las necesidades de distintos proveedores y clientes a lo largo del mundo. Señala que dados los análisis de mercado de Smithers Pira, entre los años 2013 y 2018 se preveía que la industria creciera en un 42.7% con respecto a este primero, de igual forma, incrementaría su representación de la impresión digital en un 31.5% en los mercados maduros.

Ahora bien, la industria no es ajena a los avances tecnológicos que ha promovido la globalización por lo que esta entidad sugiere la realización de alianzas para el desarrollo de nuevas tecnologías implementando sistemas como “Web to Print” que promuevan la innovación, así como la actualización de bases de información haciendo uso de la “Big Data” que o solo imprimirá valor agregado a los productos que ofrecen, sino que permitirá la satisfacción de los clientes en un logro de eficiencia y métodos más cómodos para los mismos. (ANDIGRAF, s.f). De igual forma, la CCB (2020) reconoce que representa una de las industrias más importantes del mundo y que presenta un crecimiento anual promedio del 1.8%; puntúa constantemente en países como: “Vietnam, Indonesia, India, China, Polonia, México, Colombia, Brasil y otros” (párr.8).

En el caso puntual de Colombia, de acuerdo con una nota realizada por la Revista Empresarial y Laboral (s.f) se dice que la industria gráfica representa el 3.7% del PIB aproximadamente y específicamente Antioquia es el departamento que representa el 18% de ventas, el 21% de maquinaria importada y genera 6.510 empleos directos aproximadamente, además contiene un alto porcentaje de oportunidad de producción dado que el 74% de empresas nacionales subcontratan a la industria para alguna parte de sus procesos.

Por otra parte, ANDIGRAF en su ranking sectorial de la comunicación gráfica (2019) expone que las compañías del sector representan el 1,88% del total de establecimientos industriales del país, además resalta:

La mayor cantidad de empresas seguía reportando su domicilio en Bogotá con 224 empresas (36,1%), seguido por el departamento de Antioquia 74 (23,6%), Valle 59 (16,9%), Cundinamarca 37 (8,68%) y Atlántico 28 (4,8%), (...) las empresas medianas lideran con 236 establecimientos (53,5%) le siguen las empresas pequeñas 118 (26,7%), grandes 70 (15,8%) y micros 15 (3,4%). En el año 2019 el nivel de los costos de ventas dentro de la industria fue de \$14,1 billones aumentando 7,5%. Las ganancias de la industria gráfica fueron de 561 mil millones aumentando un 11,3% comparado con el año anterior, teniendo un margen de utilidad total de 3,03% (párr. 4).

Mientras tanto, en el informe de gestión de la asociación (2020) se menciona que en Colombia se especifican dos clases industriales: “Actividades de impresión” y “Fabricación de papel, cartón y sus productos”; para el año 2020 las actividades de impresión disminuyeron en un

-11,8%, mientras que la fabricación de papel, cartón y sus productos disminuyó en un -3.5%, asimismo la exportaciones e importaciones cayeron en un -18,5% y -19,7% respectivamente.

Finalmente, la industria gráfica perteneciente al sector manufacturero en su responsabilidad social y ambiental ha optado por la implementación de tecnologías que minimicen su impacto a lo largo de su cadena de valor por lo que muchas de las organizaciones han decidido hacer uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en sus actividades productivas, por ejemplo, a nivel nacional se ha visto inmersa dentro de diseños arquitectónicos en la realización de ACV en materiales (Pernett, 2012) y productos de la industria alimentaria. (Castañeda, González, Usma y Cano, 2017) y finalmente también la industria gráfica (Rodríguez, Blanco y Orrego, 2019).

5.2.3 Institucional

Offset Gráfico Editores S.A es una organización fundada el 13 de febrero del año 2002; dicha compañía diseña, desarrolla, elabora y comercializa material publicitario impreso. Es una empresa destacada en su sector, pues se especializa en la alta calidad y brinda soluciones integrales.

Misión: “Proporcionar soluciones impresas de comunicación, novedosas y eficientes que les permita a nuestros clientes alcanzar sus objetivos; soportadas en el compromiso, desarrollo y crecimiento de nuestro recurso humano” (Offset Gráfico Editores S.A, 2020)

Visión: “Ser la compañía elegida por la innovación, la calidad y el servicio integral en soluciones impresas de comunicación a nivel nacional” (Offset Gráfico Editores S.A, 2020)

Valores Corporativos: “Respeto, Solidaridad, Tolerancia, Honestidad, Igualdad, Responsabilidad, Lealtad” (Offset Gráfico Editores, S.A, 2020)

Lo: SIG, producción, comercial y mercadeo y administrativo y financiero.

Figura 3. Organigrama Offset Gráfico Editores S.A



Fuente: Offset Gráfico Editores S.A, 2020

El organigrama de la empresa se encuentra encabezado por la junta directiva, seguido del gerente que se encuentra a cargo de 4 directores de las áreas principales de la organización: administrativa y financiera, comercial y mercadeo, producción y SIG. El organigrama es tipo circular y en el centro de este se encuentra el cliente ya que todos los equipos trabajan en pro de la satisfacción de sus necesidades.

Procesos: Offset Gráfico Editores S.A divide sus procesos en 3: proceso de dirección, procesos operativos y procesos de apoyo, en los que se evidencia su interrelación para el funcionamiento de la organización y la satisfacción de las necesidades del cliente y partes interesadas (Ver Figura 4)

Figura 4. Mapa de procesos Offset Gráfico Editores S.A



Fuente: Offset Gráfico Editores S.A, 2020

Sobre la Organización: Posee un gran compromiso ambiental, pues cuenta con Sistema Integrado de Gestión que le ha permitido triple certificación ISO (Norma NTC ISO 9001, versión 2015; Norma NTC ISO 14001, versión 2015; Norma NTC ISO 45001, versión 2018), además, es partícipe en el Programa de Excelencia Ambiental Distrital (PREAD) de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), en donde se posiciona en el nivel “Elite”. Por otra parte, su calidad se ve reflejada en los múltiples reconocimientos a nivel Latinoamérica (THEOBALDO DE NIGRIS, 2014) y a nivel nacional (Premios ANDIGRAF) (Offset Gráfico Editores, S.A, 2020). En este sentido, Offset Gráfico Editores, S.A es considerada como una destacada empresa del sector de las artes gráficas, que apuesta a procesos de bajo impacto y a la mejora continua.

5.3 Marco Conceptual

A continuación, se evidenciaron diferentes conceptos que hacen parte del eje principal del proyecto en relación al Análisis de Ciclo de Vida, la Producción Más Limpia y los Sistemas de Gestión Ambiental así como conceptos básicos de la industria gráfica

5.3.1 *Conceptos Básicos De La Industria Gráfica*

De acuerdo con Rafael Pozo (2001) en su “Glosario Técnico de la Industria gráfica” establece conceptos claves los cuales serán usados a lo largo de la investigación:

- Barniz: Vehículo o soporte de los pigmentos en la tinta de imprimir. Sirve también para modificar el color de las tintas y darles mayor brillantez y adherencia (p.9).
- Boceto: Bosquejo para el diseñador y/o cliente que muestra la disposición de los elementos de un diseño (p.10).
- Cama o base: Adición de fonos de porcentaje medio (40%, 50%, 60%) que baja los fondos negros (p.11).
- Caolín: Masa arcillosa utilizada como carga de masa o pigmento de estucado (p.11).
- CMYK: Cyan, magenta, amarillo y negro (p.12).
- Estucado: Operación consistente en cubrir la superficie de un papel o cartón con un material en estado líquido (p.20).
- Gramaje: La abreviatura de gramos por m₂ es g/m₂. Indica el peso de una hoja por metro cuadrado (p.23).
- Guillotina: Máquina que se utiliza para cortar el papel tanto en la preparación de éste antes de la impresión como en la encuadernación para acondicionar los formatos ya impresos (p.23).
- Mantilla: La mantilla de offset está constituida por una serie de capas de distintos tejidos y será el elemento encargado de transferir la imagen entintada en la plancha al soporte de impresión (p.29).
- Prensado: Se obtiene haciendo pasar la hoja a través de una serie de rodillos (prensas) con el objeto de disminuir su contenido de agua para que aumente su resistencia (p.35).
- Prueba de color: Imagen impresa o simulada de cada uno de los colores para cuatricomía en la que se usan tintas, pigmentos o tintes, a fin de conseguir una impresión visual de la reproducción final (p.36).
- Tirada: Número de ejemplares de una edición (p.40).
- Tiro retiro: Prensa que puede imprimir un solo color por las dos caras de una hoja, o dos colores por una sola cara (p.40).

- Troquelado: Proceso de corte o perforación en papel o cartón realizado con troqueles. Se utiliza para hacer estructuras o formas irregulares de un impreso (p.41).

De igual forma Silvia Moya (2022) establece que los tipos de impresión más característicos son:

- Offset o Litografía: Es un proceso de impresión que incide en menos del 50% en las aplicaciones de impresión. Existen varios tipos de offset, los cuales se diferencian por su tipo de secado (frío o caliente) y por la forma de alimentación de la impresora.
- Flexografía: Procedimiento que garantiza buenos resultados y colores brillantes en grandes superficies, es utilizada especialmente en trabajos como “envases plásticos, papel corrugado, cartones de leche, cortinas de baño y bolsas de papel” (p.34).
- Huecograbado: Técnica de impresión en la cual la tinta se encuentra compuesta por solventes que aseguran el secado, es utilizada en sistemas de alta calidad con los cuales se busca realizar trabajos como: revistas, catálogos, publicidad, envases y rotulados.
- Serigrafía: Método en el cual se usan tintas viscosas que contienen solvente para posibilitar el secado, esta técnica es usada para imprimir sobre cualquier superficie como madera, vidrio, plástico, metal y telas.
- Tipografía: Es considerado uno de los métodos más antiguos en la industria, usada principalmente en periódicos y revistas donde el sistema de impresión estaba hecho tan solo de superficies planas denominadas cama y superficie de impresión.
- Impresión digital: Es uno de los más recientes y automatizados procesos usado a través de medios electrónicos, usado para impresiones relacionadas con folletos, facturas, tarjetas y libros los cuales son producidos eventualmente y en menor volumen.

5.3.2 Conceptos Relacionados Con El Análisis De Ciclo De Vida, La Producción Más Limpia Y Los Sistemas De Gestión Ambiental

5.3.2.1 Impactos Ambientales: De acuerdo con el Gobierno de México (s.f) se define como:

Es cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (Gobierno de México s,f, p.3).

5.3.2.2 Ciclo PHVA: Promueve un proceso de mejora continua, puede ser aplicado en un Sistema de Gestión Ambiental completo o en sus elementos individuales.

- Planificar: Establece todos los objetivos ambientales y los procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política ambiental de la empresa.
- Hacer: Implantar los procesos como se encontraba prevista.
- Verificar: Establece procesos de seguimiento y medir la política ambiental, incluyendo los compromisos, los objetivos ambientales y los criterios de operación.
- Actuar: Establecer decisiones para mejorar de forma continua. (ISO, 2015, p.3)

5.3.2.3 Aspectos Ambientales: Elementos que se derivan de la actividad empresarial de la organización que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente. Es importante identificar cuál de ellos presenta mayor grado de significancia para tomar acciones frente al mismo (Nueva ISO 14001:2015).

5.3.2.4 Contaminación: Según la Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte (s.f) se define como:

La presencia en el ambiente de sustancias o elementos dañinos para los seres humanos y los ecosistemas (seres vivos). Existen diferentes tipos de contaminación, pero básicamente se pueden dividir en: contaminación del aire, contaminación de suelos (tierra) y contaminación del agua” (p.1).

5.3.2.5 Residuos Ordinarios: Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo (Ministerio de comercio, industria y turismo, s.f).

5.3.2.6 Residuos Aprovechables: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo (Ministerio de comercio, industria y turismo, s.f).

5.3.2.7 Residuos Peligrosos: El Decreto 4741 de 2005, unificado en el año 2015 en el Título 6 del Decreto 1076, define a los residuos peligrosos como:

Aquellos residuos o desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivos, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso a los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos (SIAC, s.f, p.3).

5.3.2.8 Efluentes: De acuerdo con Ch03 (s.f) se definen como:

Aguas cuyas características han sido modificadas como consecuencia de su uso domiciliario o industrial, o del agua de lluvia que escurre por superficies consolidadas o pavimentadas. Además, también se denomina "aguas residuales" a las aguas contaminadas por haber sido usadas en actividades agropecuarias y al agua que escurre de áreas de disposición de residuos sólidos (párr.1).

5.3.2.9 Economía Circular: De acuerdo con la Fundación de Economía Circular (s.f) se dice que es un

Concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. Está basada en el principio de ciclo de vida de los productos, servicios, residuos y materiales (p.1).

5.3.2.10 PGIRS: De acuerdo con el Ministerio de comercio, industria y turismo (s.f) el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos es

El instrumento de planeación que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos (p.16).

5.3.3 Marco Legal

En la siguiente tabla se evidencia la legislación que rige a nivel nacional aplicable al proyecto de investigación.

Tabla 1. Legislación ambiental de interés

Norma	Ente que lo expide	Observaciones
Ley 09 de 1979	Congreso	Se dictan procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Resolución 2309 de 1986	Ministerio de salud	Manejo de residuos especiales.
Ley 99 de 1993	Congreso	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

Norma	Ente que lo expide	Observaciones
Ley 430 de 1998	Congreso	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos. El generador será responsable de los residuos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente.
Decreto 4741 de 2005	Presidente de la República	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución 1362 de 2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27° y 28° del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Ley 1252 de 2008	Congreso	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 5999 de 2010	Secretaría Distrital de Ambiente	Regula la operación del PREAD
Política Nacional de Producción Y Consumo Sostenible	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de 2010	Integran la Política Nacional de Producción Más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del Estado Colombiano que promueven y enlazan el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial.
Decreto 1076 de 2015	Presidente de la República	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 1486 de 2018	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Será aplicada a todas las personas naturales y jurídicas no sujetas a licenciamiento ambiental que con origen de sus obras, actividades o proyectos presenten la contingencia ambiental.

Fuente: Compilado por Autoras, 2021

6. Marco Metodológico

6.1 Tipo De Investigación

Según Fernández, Baptista, y Hernández Sampieri (2014) la presente investigación consta de un enfoque mixto dado que ofrece una perspectiva más integral, completa y holística del fenómeno de estudio que contiene aproximaciones cuantitativas y cualitativas. Cuenta con un diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante cuali-cuantitativo dado que la investigación parte de la evaluación de aspectos cualitativos analizados cuantitativamente lo que ofrece una perspectiva más clara para el desarrollo de objetivos de la investigación.

6.2 Enfoque De La Investigación

Según Fernández et al (2014) las investigaciones descriptivas “especifican las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (...) pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren” (cap. 5). De acuerdo con lo anterior, la presente investigación se considera que contiene un enfoque descriptivo, pues pretende describir la situación ambiental del Sistema de Gestión Ambiental de la empresa Offset Gráfico Editores S.A y a partir de las novedades encontradas mediante la aplicación de herramientas de Producción Más Limpia, formular alternativas de solución basadas en el Análisis de Ciclo de Vida.

6.3 Alcance

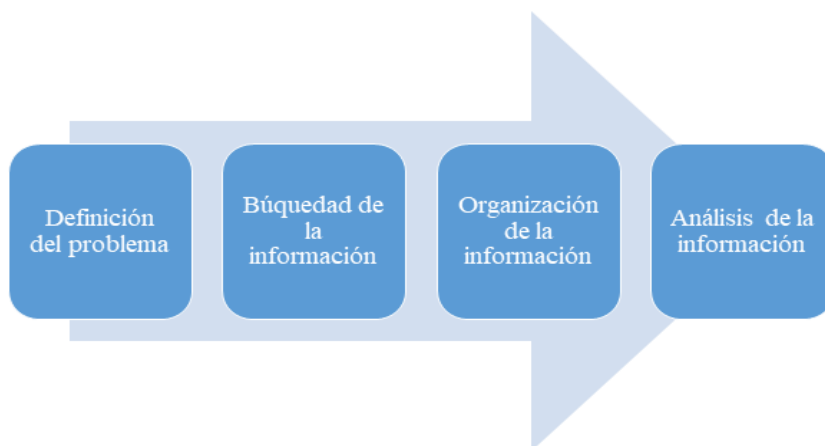
El alcance de la investigación será de carácter descriptivo con un enfoque cuantitativo que aborda aspectos cualitativos (mixto), fundamentado en el análisis de “las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno” (Fernández et al, 2014, p.92). Ya que busca principalmente describir y establecer cuáles son las estrategias de Producción Más Limpia más eficaces que pueden implementarse en la organización de estudio para fortalecer su Sistema de Gestión Ambiental, además de establecer oportunidades de mejora identificadas a partir del análisis del diagnóstico inicial elaborado a partir de las herramientas de Producción Más Limpia y finalmente, evaluar el ciclo de vida de uno de sus productos ofrecidos al mercado.

6.4 Fases Metodológicas

De acuerdo a la metodología de Fernández et al. (2014) se toman en cuenta las siguientes fases descritas a continuación:

- 1) **Revisión bibliográfica:** Esta fase consiste en realizar una continua revisión de fuentes de información necesarias para la construcción y consolidación de la investigación, es imprescindible esclarecer la terminología usada con respecto a las variables involucradas en el desarrollo de la estrategia de PML para Pymes del sector de artes gráficas, para ello, es necesario conocer las metodologías de aplicación de los sistemas de gestión ambiental, el Análisis de Ciclo de Vida y la revisión permanente de documentación para la evaluación de impactos ambientales. En este sentido, Guirao (2015) expresa “con la revisión bibliográfica nos aproximamos al conocimiento de un tema y es en sí la primera etapa del proceso de investigación porque nos ayuda a identificar qué se sabe y qué se desconoce de un tema de nuestro interés” (p. 2).

Figura 5. Metodología para revisión bibliográfica



Fuente: Gómez et al, 2014. Elaboración Autoras, 2021

De acuerdo al gráfico anterior, se establecen los pasos a seguir para ejecutar correctamente la revisión bibliográfica referente a la investigación para la cual se usarán bases de datos y fuentes de información fidedigna.

- 2) Identificación de los impactos ambientales: Con base en la información recolectada en las visitas a las empresas Offset Gráfico Editores S.A, se realizará una revisión ambiental inicial con la que se buscará detallar los procesos productivos realizados en dichas empresas en cada una de sus áreas, lo anterior permitirá conocer a detalle sus actividades, sus consumos y posteriormente sus impactos. Bastidas et al (2021) señala que “reconocer la dinámica del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de la organización, diagnosticar y describir la situación actual, en materia de aspectos e impactos ambientales a través de la implementación de la revisión ambiental inicial” (p. 1).
- 3) Aplicación de herramientas de Producción Más Limpia: Una vez verificada y rectificada la información recolectada en las visitas a las empresas Offset Gráfico Editores S.A, se procederá a examinar la información de herramientas de diagnóstico ambiental de orden cuantitativo y cualitativo como lo son: el diagrama de flujo, el Ecobalance, el Ecomapa, la Matriz MED y Costos de Ineficiencia (Universidad Santo Tomás, s.f).
- 4) Aplicación de herramientas básicas de calidad: En esta etapa se desarrollarán herramientas como el diagrama de Pareto e Ishikawa, para conocer las causas raíces de las fallas de la implementación de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001, en la empresa Offset Gráfico Editores S.A (Lopes et al, 2013).
- 5) Evaluación del impacto ambiental de los productos: Para realizar el análisis de los impactos ambientales se tendrá en cuenta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que se llevará a cabo a través del uso del Software libre OPENLCA, que permitirá:
 - Modelar la cadena de suministro de las empresas Offset Gráfico Editores S.A
 - Identificar los puntos críticos de las empresas
 - Conocer los impactos producidos por las mismas.

Para el desarrollo de esta etapa se planteará de la siguiente manera:

- Definición del objetivo y alcance del estudio: En esta etapa se definirá el propósito del ACV del producto bajo estudio, así como el sistema del producto (corte, impresión y acabados), de igual forma, el tipo de análisis que se realizará será de la cuna a la puerta (cradle to gate), con la medición de impactos relacionados con los aspectos ambientales como el consumo energético y la generación de residuos que son los más representativos de la actividad económica de la organización.
 - Análisis de los sistemas de estudio: En esta etapa se evalúan las etapas principales del sistema del producto (corte, impresión y acabados), se establecen los límites del sistema y la unidad funcional del mismo.
 - Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV): En esta etapa se construirá el inventario del ciclo de vida apartir del uso de las bases de datos ELCD, Evah OzLCI2019 y Product Environmental Footprints (PEF) para el establecimiento de los flujos del proceso.
 - Evaluación del impacto del ciclo de vida: En esta etapa se establecerá el método de impacto que más se ajuste al proceso productivo y al propósito del ACV.
 - Interpretación de los resultados: En esta etapa se evaluaron los resultados de acuerdo con la ISO 14040 su impacto e incidencia en cada categoría evaluada por el método de la etapa anterior (Antón,2004).
- 6) Formulación de alternativas de Producción Más Limpia: En esta etapa se determinarán las oportunidades de mejora que deben implementarse en la empresa OFFSET GRAFICO EDITORES SA, así como se describirán los beneficios asociados a los mismos. De igual forma, se aplicarán herramientas para búsqueda de solución como el análisis modal de fallos y efectos AMFE, lo que ayudará a proponer una metodología de fortalecimiento del SGA en la empresa de estudio (Lopes et al, 2013).

Lo anterior se sintetiza en el siguiente gráfico:

Figura 6. Metodología



6.5 Fuentes De Información

En la siguiente tabla se exponen los métodos de recolección de información para efectos de la investigación.

Tabla 2. Fuentes de información

Información	Tipo de información	Métodos de recolección de información
Cualitativos	Primaria	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Visitas a la organización

	Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios - Base de datos - Publicaciones validadas - Información estadística - Información georreferenciada
Cuantitativos	Primaria	<ul style="list-style-type: none"> - Información suministrada por la organización (datos cuantitativos), estadísticas, costos, etc.
	Secundaria	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios - Base de datos - Publicaciones validadas - Información estadística - Información georreferenciada

Fuente: Compilado por autoras, 2021.

7. Resultados

7.1 Herramientas De Producción Más Limpia

7.1.1 Revisión Ambiental Inicial

7.1.1.1 Datos Generales

En la primera visita a la organización, se realizó un diagnóstico inicial donde se identificaron sus particularidades, así pues, se determinaron datos generales y específicos, por otra parte, se reconocieron datos adicionales como certificaciones (Ver Tabla 3). Finalmente, se hizo un recorrido alrededor de la organización para el registro de las zonas afectadas. (Ver Anexo B).

Tabla 3. Datos Generales, Autoras, 2021

Datos generales de la organización		
Fecha: 03-02-21	Ciudad: Bogotá D.C.	
Razón social: Offset Gráfico Editores, S.A	Objeto social: Diseño, desarrollo, elaboración y comercialización de material publicitario impreso.	
Sector industrial: Manufactura	Subsector industrial: Artes gráficas	
CIU: 1811	Dirección: Cra. 28b #68-81	
Datos específicos		
No. de empleados: 104	Antigüedad: 19 años	
Duración de la jornada: 9 horas	Turnos al día: Acabados: 7 am a 4 pm (1 turno) Administrativos: 7 am a 5 pm (1 turno) Operación: 6am- 5pm y 7pm- 5am (2 turnos)	
NIT: 830098200-9	Representante legal: Eduin Suárez	
Certificado de existencia y representación legal: Registro Único Tributario (RUT)	Permiso de funcionamiento: Todos los permisos de Ley	
Datos adicionales		
Otros documentos de funcionamiento: Permisos ambientales	Certificaciones: Norma ISO 9001 2015, Norma ISO 14001 2015, Norma ISO 45001 2015.	
Zonas aledañas		
Zona		Efectos
Industrial	Sí	No hay afectaciones significativas
Comercial	Sí	No hay afectaciones significativas

Vivienda	No	
Institucional	No	
Parques		
Peatonal	Sí	Obstaculizan paso al recibir pedidos o hacer cargamentos de material
Observaciones	En cercanía existe un lote baldío y un cementerio.	

7.1.1.2 Proceso Productivo

En un recorrido por la organización se identificó que el proceso productivo de *Offset Gráfico Editores S.A* se divide en tres partes: procesos de dirección, operativos y de apoyo (Ver Figura 7), esta investigación se enfocará en los procesos operativos (Ver Figura 8), específicamente en la gestión de producción. Por otra parte, se organizaron dichos procesos en áreas de trabajo donde se evaluó la limpieza, organización y distribución con variables de Bueno (B), Regular (R) y Malo (M) (Ver Tabla 4).

Figura 7. Proceso productivo, Autoras con información de *Offset Gráfico Editores S.A*, 2021

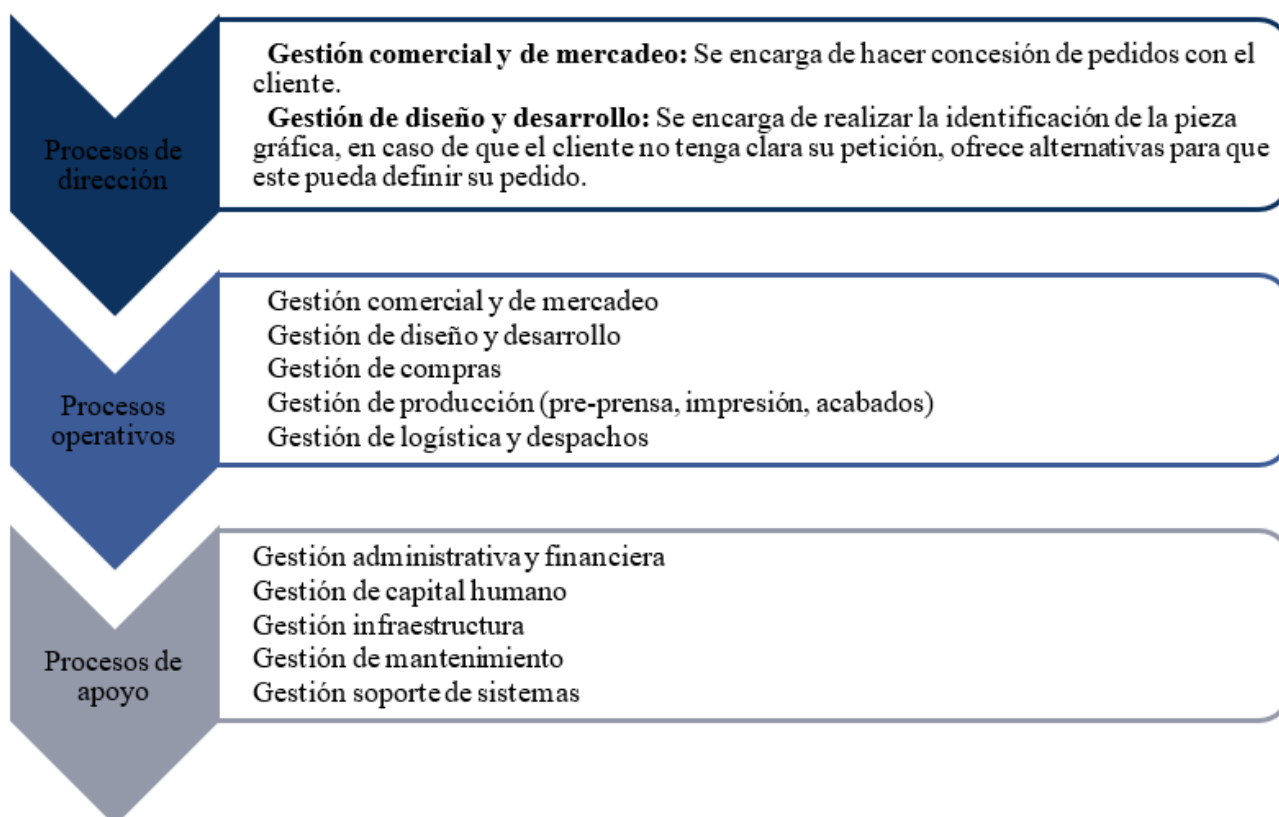


Figura 8. Proceso productivo (diagrama de flujo), Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

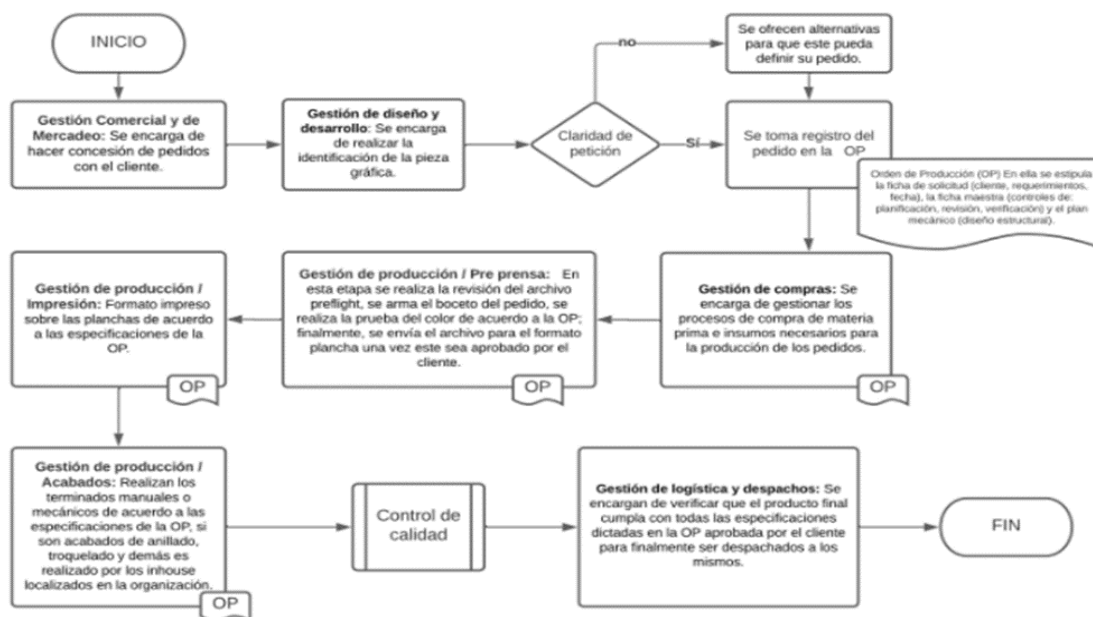


Tabla 4. Áreas de trabajo, Autoras, 2021

En la siguiente tabla se organizan los procesos desarrollados por cada planta de la organización, se evaluaron las categorías de limpieza, organización y distribución; los porcentajes son obtenidos de la totalidad de procesos ejecutados por piso (100%) en relación con la cantidad de áreas calificadas con cada aspecto (bueno, regular y malo).

Áreas de Trabajo	(m ²)	Cubierta		Limpieza			Organización			Distribución		
		S	N	B	R	M	B	R	M	B	R	M
Primer Piso												
Mantenimiento	53,52			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Producción e impresión	352,76			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Recepción	93,91			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Almacén	163,61			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Estructura gráfica (In-house)	73,43			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Segundo Piso												
Acabados	279,48			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Comedor y cafetería	175,49			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Logística y despachos	28,97			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Tercer Piso												
Colaminado	3,51			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Centro de computo	9,36			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Pre-media	11,35			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Acabados	214,37			B	R	M	B	R	M	B	R	M

Áreas de Trabajo	(m ²)	Cubierta		Limpieza			Organización			Distribución		
		S	N	B	R	M	B	R	M	B	R	M
Cuarto Piso												
Comercial	11,31			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Mercadeo	15,50			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Gerencia	11,83			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Diseño	12,77			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Pre-prensa	26,91			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Sistemas	55,56			B	R	M	B	R	M	B	R	M
SIG	13,95			B	R	M	B	R	M	B	R	M
GCH	14,35			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Dirección administrativa	13,62			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Archivo	6,35			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Contabilidad	37,34			B	R	M	B	R	M	B	R	M
Observaciones	Las medidas del área de trabajo son cifras aproximadas											

En la tabla anterior se evidencia que, de acuerdo a las categorías evaluadas: limpieza, organización y distribución. El primer piso, es bueno en un 73,3%, regular en un 26,6% y malo en un 0%, se evidencia que el almacén es el que presenta mayores complicaciones en cuanto a los parámetros evaluados. El segundo piso, es bueno en un 22.2%, regular en un 77.7% y malo en un 0%, se evidencia que las áreas que presentan mayores complicaciones son la de acabados y el comedor y cafetería. El tercer piso, es bueno en un 58.3%, regular en un 41.6% y malo en un 0%, se evidencia que el área con mayor complicación es de acabados. Finalmente, el cuarto piso es bueno en un 100%, regular y malo en un 0%.

7.1.1.3 Materias Primas, Insumos Y Producto Terminado

A continuación, se presentan las características generales de materiales, insumos y productos terminados, donde se identifica el almacenamiento, organización, control de calidad, hojas de seguridad y principales productos (Ver Tabla 5). Además, con información brindada por la organización sobre costos y cantidades del año 2020, se determinaron los productos más representativos de papel, tinta, planchas, materiales e insumos químicos (Ver Tabla 6), a su vez se reconoció el consumo basado en el total de los costos del año 2020 de materias primas e insumos, en donde se identificó que el papel consume el 79% de los costos, la tinta el 4%, los materiales el 11%, y las planchas e insumos químicos 3% cada uno (Ver Figura 9).

Tabla 5. Materias primas, insumos y producto terminado, Autoras, 2021

	Materiales	Insumos	Producto terminado
Zona específica de almacenamiento	Almacén	Cuarto de insumos Cuarto de insumos químicos	Al terminar la orden se despacha inmediatamente el producto terminado; ocasionalmente lo almacenan, cuando eso ocurre usan parte del área del segundo piso
Organización de acuerdo a sus características	Sin organización específica	Matriz de compatibilidad de sustancias químicas	Desarrollos especiales, Caja y empaques, Material Corporativo, Material P.O.P (elementos de punto de venta)
Control de calidad	Registro de órdenes de compra en la recepción de materiales, donde se realiza un conteo y se llena un registro	Registro de órdenes de compra en la recepción de materiales, donde se realiza un conteo y se llena un registro	Antes de entregar el producto a los clientes, se verifica que cumpla con las condiciones marcadas en la OP, sino se envía el producto al área “producto no conforme”
Hojas de seguridad	N/A	De acuerdo con las características químicas	N/A
Principales productos	Tintas, papel y planchas	Silicona, pegante, alcohol, lavador convencional de máquinas	Material POP, Familia 1

7.1.1.4 Consumos

En la siguiente tabla se evidencia la cantidad total y los costos asociados a las materias primas e insumos que la organización consumió para el año 2020. Ahora bien, en la Figura 9 se evidencia la representación del tipo de producto con respecto a la cantidad y costos totales de consumos, los porcentajes son obtenidos de la relación entre lo nombrado anteriormente.

Tabla 6. Consumo de los principales productos, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, Autoras, 2021

Producto	Cantidad	Costo/ anual
Papeles		
Esmaltado imp 90 g 60 x 90	1.607.786	\$ 286.303.813
Esmaltado imp 150 g 60 x 90	413.663	\$ 109.983.290
Bond 75 g blanco corriente 60 x 90	380.262	\$ 53.797.904
Cartulina ultra 0.48 grs 70 x 100	366.964	\$ 366.550.231
Esmaltado imp 90 g 70 x 100	304.464	\$ 72.249.159
Esmaltado imp 148 g 70 x 100	297.316	\$ 102.089.735
Esmaltado imp 115 g 60 x 90	268.289	\$ 55.632.205
Bond 90 g blanco corriente 60 x 90	254.932	\$ 44.130.637
Maule c. 14 reverso blanco 70 x 100 225 g	208.553	\$ 147.844.718
Bond 90 g blanco corriente 70 x 100	175.906	\$ 39.402.213
Tintas		
Tinta process amarillo oh3	818	\$ 15.051.200
Tinta process magenta oh3	721	\$ 13.257.200
Tinta process cyan oh3	718	\$ 13.202.000
Tinta offset standard amarilla	566	\$ 10.861.500
Tinta offset standard cyan	550	\$ 10.395.500
Tinta process negro oh3	488	\$ 8.784.000
Tinta offset standard magenta	466	\$ 8.949.500
Tinta offset standard negro	223	\$ 4.266.250
Barniz brillante alto secado	176	\$ 5.379.990
Planchas		
Plancha ipagsa 660 x 745 cd	6.891	\$ 63.295.471
Plancha ipagsa 605 x 745 ½	6.239	\$ 52.176.207
Plancha ipagsa 615 x 724 smz	677	\$ 5.622.713
Materiales		
Bolsa celofan 15 x 25	66.400	\$ 1.859.800
Iman moneda 2 x 10	65.643	\$ 18.157.227
Bolsa celofan 8 x 24	50.200	\$ 903.600
Iman moneda 2 x 12	46.884	\$ 15.228.517
Bolsa plástica	25.850	\$ 2.444.500
Caja de carton grande 30 x 33 x 44 sin logo	19.934	\$ 37.962.786
Iman 1cm x 1cm x 3mm	13.450	\$ 6.205.427
Insumos químicos		
Silicona hotmelt x unidad	73.780	\$ 56.386.958
Pegante reflex	5.380	\$ 24.579.468
Sustituto de alcohol	1.887	\$ 12.788.982
Lavador convencional maquina	1.600	\$ 13.244.000
Stard ream onix 120grs 070 x 100	1.151	\$ 3.675.465
Acetato para tinteros (maq 1/2)	688	\$ 1.384.000
Pegante xp	403	\$ 3.951.250
Solución de fuente huber (kilo)	340	\$ 4.978.000
Silicona aerosol	99	\$ 1.343.800

Producto	Cantidad	Costo/anual
Paños sontara maq 4 colores	78	\$ 3.533.400
Observaciones: se tomaron los datos más representativos del año 2020.		

Figura 9. Consumo basado en costos, Autoras, 2021.



De acuerdo al gráfico anterior, se identifican los costos asociados a los consumos desagregados en 4 categorías: insumos químicos, materiales, tintas, planchas y papel. Se observa que los costos más elevados se reflejan en la adquisición de papel, con una representación del 79% de los costos totales de los consumos, seguido de la adquisición de materiales evidenciado en un 11%, las tintas en un 4% y las planchas y los insumos químicos en un 3% respectivamente.

7.1.1.5 Maquinaria Y Equipo

Se realizó un listado de la maquinaria y equipo de la organización donde se identificó la tecnología, el número de horas de funcionamiento, el número de operarios y la frecuencia de mantenimiento, además, se evaluó el estado de la maquinaria y equipo con variables de Bueno (B), Regular (R) y Malo (M) (Ver Tabla 7)

Tabla 7. Maquinaria y equipo, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

Maquinaria y equipo	Cantidad	Tecnología	Estado			Operación		Mantenimiento (Frecuencia)
			B	R	M	Horas	No. de Operarios	
Impresora CD	1	Máquina CD 74				21 h	2	Mensual
Impresora Sormz	1	Máquina Heidelberg SORMZ				21 h	1	Mensual
Impresora 1/2	1	Heidelberg Speedmaster SM 74				21 h	2	Mensual
Plegadora	2	Plegadora Hbg				8 h	1	Mensual
		Plegadora Stahl				8 h	1	Mensual
Guillotina	3	Guillotina Polar 107-EL				8 h	1	Mensual
		Guillotina Polar 115-MON				8 h	1	Mensual
		Guillotina Polar-115 EM				8 h	1	Mensual
Cosedora	3	Cosedora al caballete Müller Martini				8 h	1	Mensual
		Cosedora Semiautomática Rosback				8 h	1	Mensual
		Cosedora manual Grapha				8 h	1	Mensual
Selladora	1	Selladora				8 h	1	Mensual
Perforadora	2	Perforadora				8 h	1	Mensual
Engomadora	1	Engomadora				8 h	1	Mensual
Pinadora	2	Pinadora 1 CD				8 h	1	Mensual
		Pinadora 2 SM 74				8 h	1	Mensual
Encoladora	1	Encoladora				8 h	1	Mensual
Selladoras	1	Selladoras de bandas				8 h	1	Mensual
Dobladora	2	Dobladora planchas SM 74				8 h	1	Mensual
		Dobladora planchas CD				8 h	1	Mensual
Estibador	1	Estibador manual				8 h	1	Mensual
Prensa	2	Prensa manual				8 h	1	Mensual

Maquinaria y equipo	Cantidad	Tecnología	Estado			Operación		Mantenimiento (Frecuencia)
			B	R	M	Horas	No. de Operarios	
		Prensa semiautomática				8 h	1	Mensual
Cizalla	1	Cizalla				8 h	1	Mensual

En la tabla anterior se evidencia que toda la maquinaria usada para el proceso productivo se encuentra en buen estado.

7.1.1.6 Seguridad Y Salud En El Trabajo

En una breve entrevista anteriormente estructurada por el equipo de investigación realizada el día 31 de marzo del año 2021 a la señorita Gisella Bolaños encargada del sistema integrado de gestión en la organización, se respondieron algunas interrogantes, que tenían como fin conocer los aspectos generales sobre el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo, que determinaron el ambiente y condiciones laborales (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Generalidades del SST, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

<p>¿Existen equipos extintores de incendios adecuados de acuerdo con las actividades que se realizan en la organización?</p> <p>Si, están actualizados con las fechas respectivas.</p>
<p>¿Cuántos equipos hay y en qué áreas?</p> <p>Total equipos extintores= 31 Total camillas = 7 Total botiquines = 5</p>
<p>¿Frecuencia de recarga? ¿Hay alguno vencido?</p> <p>Tres periodos: abril, junio, septiembre.</p>
<p>¿Existe ventilación adecuada?</p> <p>Cuenta con ventanas, domo, malla ventilación.</p>
<p>¿Existe iluminación adecuada?</p> <p>Casi toda la organización posee una muy buena iluminación natural, salvo el primer piso que es iluminado en su totalidad con luz LED.</p>

<p>¿Los empleados utilizan elementos de protección en las áreas y actividades que lo requieren?</p> <p>Sí, es requerimiento principal para entrar.</p> <p>Operarios de zona de impresión: Protección corporal, gafas de seguridad, orejeras, calzado de seguridad, guantes de seguridad.</p> <p>Personal de acabados: Tapabocas, cofia, guantes de polipropileno, botas de seguridad, zuecos de plástico.</p>
<p>¿Las instalaciones eléctricas están debidamente protegidas y aisladas?</p> <p>Sí</p>
<p>Observaciones:</p> <p>Se observa que la organización cuenta con 3 brigadas divididas en: primeros auxilios, evacuación e incendios a las cuales se les hace mensualmente capacitación.</p> <p>Algunos bombillos LED del primer y segundo piso se encuentran en mal estado.</p>

7.1.1.7 Información Ambiental

7.1.1.7.1 Trámites Ambientales

Para la Gestión Ambiental del país hay todo un sistema de trámites administrativos ambientales, que son de vital importancia para el desarrollo sostenible en el sector industrial. A continuación, se identifican los trámites ambientales necesarios para el funcionamiento de la organización (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Trámites Ambientales, Autoras, 2021

	¿Requiere?	¿Tiene?	Observación
Licencia Ambiental	N/A	N/A	
Permisos	N/A	N/A	
Concepciones	N/A	N/A	
Salvoconductos	N/A	N/A	
Inscripciones	Sí	Sí	La organización tiene inscripción en el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos, dado que es una generadora mediana de RESPEL. Además, posee un PGIR (Plan de gestión integral de residuos sólidos) que identifica la totalidad de las actividades de la organización, con el objeto de obtener los residuos generados en nueve procesos.
Registros	N/A	N/A	

7.1.1.7.2 Consumo De Energía

En la Tabla 10, se identifican las fuentes de energía de la organización, su uso, consumo y costo, además se determinan los períodos con más consumo, todo lo anterior de acuerdo a cifras del año 2020.

Tabla 10. Consumo de energía, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

Fuentes de energía	Usos	Consumo anual	Costo anual	Cost drivers	Periodo de más consumo
Energía Eléctrica	Maquinaria y equipos del área de producción y área administrativa.	306.227 kWh	\$ 161.000.896	525,76 \$/kWh	Febrero
GLP	Montacargas	Sin dato	\$ 1.328.000	N/A	Junio
ACPM	2 furgones	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Gasolina	1 moto y 1 van	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Observaciones	La organización, maneja un indicador basado en la producción (kW/h mes / total de tiraje en miles por mes), la meta para el año 2020 fue de menor o igual a 12 kW/h/mil tiros, de lo cual tuvo un cumplimiento del 41,66%				

7.1.1.7.3 Consumo De Agua

En la Tabla 11, se identifican las fuentes de agua de la organización, su uso, consumo y costo, además se determinan los períodos con más consumo, todo lo anterior de acuerdo a cifras del año 2020.

Tabla 11. Consumo de agua, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

Fuente	Uso	Consumo anual	Costo anual	Cost drivers	Periodo de más consumo
Acueducto Distrital	Cafetería y baños	1012 m3	\$ 11.112.680	10.980 \$/m3	08/10/2020-05/12/2020
Pozo profundo	N/A	N/A			
Agua lluvia	N/A	N/A			
Carrotanque	N/A	N/A			
Otra	N/A	N/A			
Observaciones	La organización, maneja un indicador basado en el consumo de agua por persona (m3 consumidos en el bimestre - m3 consumidos en producción) / # personal promedio bimestre) la meta para el año 2020 fue de menor o igual a 0,70 m3 por persona, de lo cual tuvo un cumplimiento del 50%				

7.1.1.7.4 Generación De Vertimientos

A continuación, se realiza un breve análisis de los vertimientos que la organización genera, donde se identificaron aguas residuales domésticas y efluentes industriales (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Generación de vertimientos, Autoras, 2021

Origen de los vertimientos		Observación
Aguas domésticas	SÍ	Limpieza y baterías sanitarias
Lavado de maquinaria y equipos	SÍ	Área de impresión y colaminado
Lavado de gases	NO	
Calefacción	NO	
Refrigeración	NO	
Fugas, derrames y goteos	NO	
Otros	NO	

7.1.1.7.5 Generación De Emisiones

A continuación, se realiza un breve análisis de la generación de emisiones en la organización, donde se identificaron gases de combustión y olores ofensivos (Ver Tabla 13).

Tabla 13. Generación de emisiones, Autoras, 2021

Agente contaminante		Proceso generador
Gases de combustión	Sí	Montacarga
Gases y Neblinas	N/A	
Vapores	N/A	
Material particulado	N/A	
Olores ofensivos	SÍ	En procesos de colaminado y mantenimiento de maquinaria
Otro	N/A	

7.1.1.7.6 Generación De Residuos Sólidos

En la Tabla 14, se presenta un análisis de la generación de residuos de la organización, en donde se evidencia el tipo de residuo, la fuente de generación, la descripción, la cantidad, los costos, cost drivers y manejo.

Tabla 14. Generación de residuos sólidos, Autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

Tipo	Fuente del residuo	Descripción	Cantidad anual	Costo año	Cost drivers	Manejo
Respel	Proceso productivo	Efluentes, sólidos, tóner y cartuchos, luminarias, tintas vencidas, aceites usados, RAEE	8.733,6 kg	\$ 9.156.390	1.048,41 \$/kg	Planeta Verde

Aprovechables	Proceso productivo y área administrativa	Archivo, blanco, plegadiza, plastificado, planchas	125.257 kg	N/A	N/A	Reciclaje Hernández
Ordinarios	Toda la organización	Hilo, adhesivos, residuos orgánicos, residuos sanitarios, residuos de barrido y aseo	2.449,57 kg	\$ 2.826.420	1.153,84 \$/kg	Empresa de Aseo de Bogotá
Observaciones	La organización, maneja un indicador de RESPEL basado en la producción (Residuos generados / Unidad de Producción) la meta para el año 2020 fue de menor o igual a 0,5 Kg/mil tiros, de lo cual tuvo un cumplimiento del 66.66%					

7.1.1.7.7 Generación De Ruido

A continuación, se realiza un breve análisis de la generación de ruido en la organización, donde se identificaron la fuente, la exposición, el IEP (Índice de exposición) promedio, la medición y el tiempo máximo de exposición (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Medición de ruido, Autoras, con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

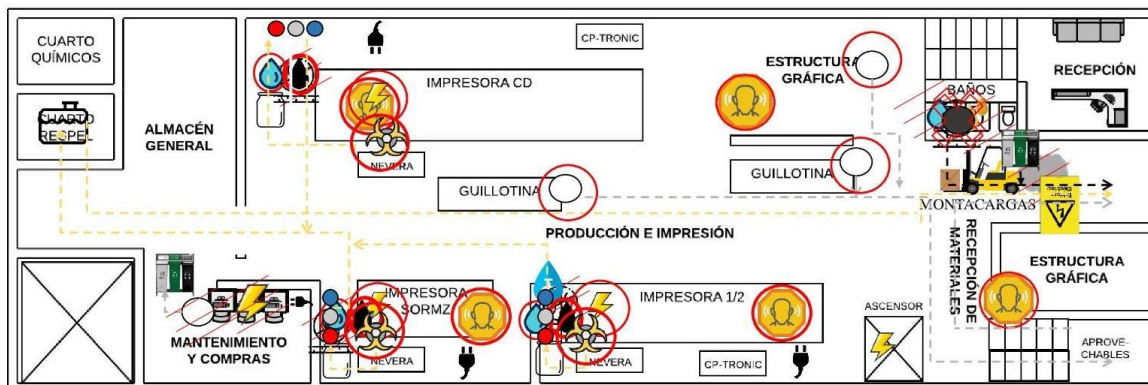
Medición de ruido				
Fuente	Exposición	IEP Promedio	Medición (dB)	Tiempo máx de exposición
Área de impresión	Alto	1.1	85	7378.17 min
Área de acabados	Baja	0.4	79	4746.55 min
Troquelados	Baja	0.1	77	3266.56 min
Observaciones: El análisis de ruido realizado en las diferentes áreas y fuentes en la empresa mostraron que, de las 25 evaluaciones realizadas, el 80% presentó un nivel de exposición bajo y moderado, es decir, 40% respectivamente; el 16% un nivel de exposición alto, y el 1% faltante un nivel de exposición crítico.				

7.2 Ecomapas

El ecomapa es una herramienta visual cualitativa, de fácil comprensión. La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN) en su curso de Competitividad y Eco-eficiencia en cadenas de proveedores (s.f) define a los ecomapas como: un inventario; un método sistemático para llevar a cabo una revisión ambiental; una recolección de información y herramienta de sensibilización en el trabajo y participación. Para su ejecución se elaboraron los planos de toda la organización, así pues, por piso se identificaron los aspectos ambientales más representativos de acuerdo con el componente atmosférico, energético, hídrico y de residuos. A continuación, se realiza una compilación, en donde se superponen todos los componentes con el

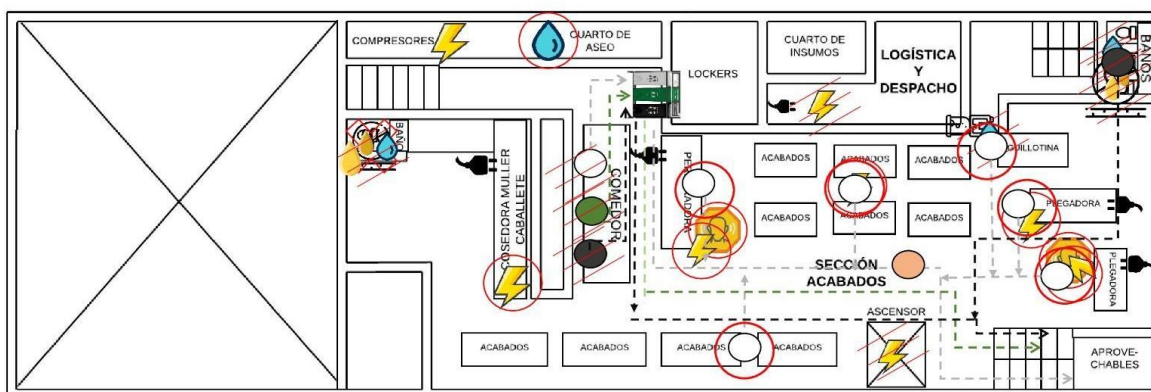
fin de visualizar el estado ambiental general de la organización, para observar en detalle cada ecomapa, se sugiere ver el **Anexo A**.

Figura 10. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 1, Autoras, 2021



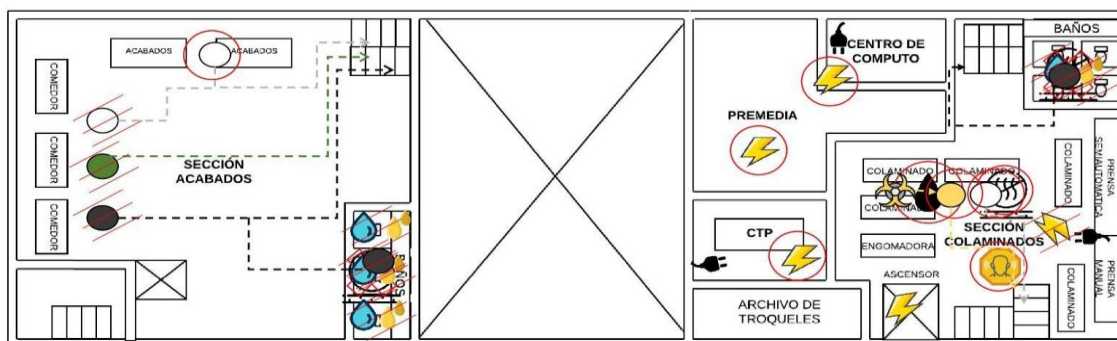
En el primer piso , se evidencia que los aspectos ambientales más significativos están relacionados al consumo energético y la generación de residuos ya sean aprovechables o RESPEL principalmente en las zonas de las impresoras dado que allí se desarrolla la mayor parte del proceso de producción.

Figura 11. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 2, Autoras, 2021



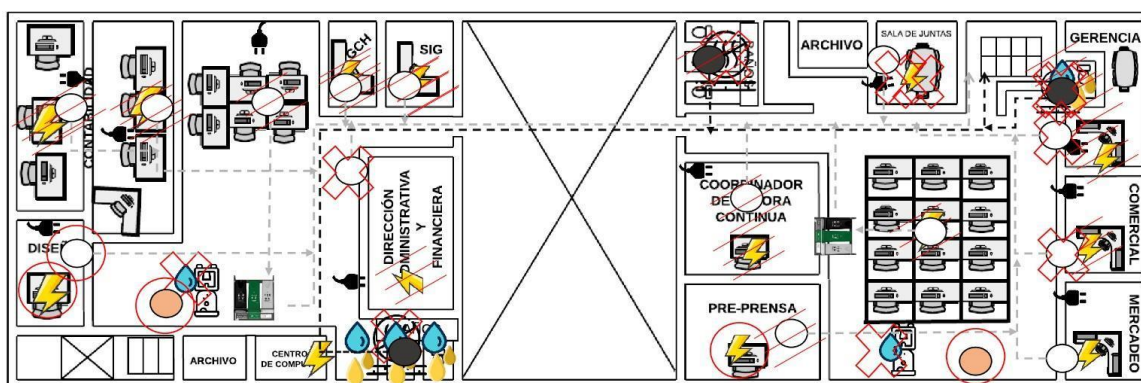
En el segundo piso , se evidencia que los aspectos ambientales más significativos están relacionados al consumo energético y la generación de residuos ya sean aprovechables o RESPEL principalmente en las zonas de las maquinarias asociadas al proceso de producción.

Figura 12. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 3, Autoras, 2021



En el tercer piso, se evidencia que los aspectos ambientales más significativos están relacionados al consumo energético principalmente en las zonas de maquinaria para colaminado, premedia, y CTP.

Figura 13. Ecomapa Integral de Offset Gráfico Editores S.A piso 4, Autoras, 2021



En el cuarto piso, se evidencia que los aspectos ambientales más significativos están relacionados al consumo energético y la generación de residuos aprovechables en toda la zona administrativa.

7.3 Ecobalance

En un blog de la Universidad ICESI (2010) se define a los ecobalances como un “método estructurado para reportar los flujos hacia el interior y el exterior, de recursos, materia prima, energía, productos, subproductos y residuos que ocurren en una organización en particular y durante un cierto período de tiempo” (p. 1). A continuación, se plantea una estructura general que se compone de: materias primas e insumos, energía, producto en transición, producto terminado y

residuos, lo anterior en relación con el proceso del producto “Hoja A3 Amarilla con precio regular vertical”.

7.3.1 *Objetivos Y Parámetros Considerados*

7.3.1.1 **Objetivos**

- Determinar la cantidad de materia prima usada para producir 69.500 unidades (139 resmas de 500 hojas).
- Determinar la cantidad de energía utilizada para producir 69.500 unidades (139 resmas de 500 hojas).
- Determinar la cantidad de desperdicio generado para producir 69.500 unidades (139 resmas de 500 hojas).
- A partir de los balances de masa y energía aportar información para la realización de la Matriz MED, Costos de ineficiencia y el Análisis de Ciclo de Vida.

7.3.1.8 **Parámetros**

- **Tipo de ecobalance:** Eco Balance de masas y energía
- **Unidades masa:** Kilogramos
- **Unidades energía:** kWh

7.3.2 *Limitación Del Área Del Balance*

El área del análisis corresponde a la gestión de producción (Ver Figura 14).

Figura 14. Limitación del área del balance, Autoras, 2021



La producción corresponde a elaborar 69.500 unidades, distribuidas en 139 resmas de 500 hojas cada uno.

7.3.3 Identificación Fases Del Proceso

Dentro de la gestión de producción se identificaron 3 fases unitarias: corte, impresión y acabados (Ver Figura 15).

Figura 15. Identificación fases del proceso, Autoras, 2021



7.3.4 Identificación De Los Elementos Asociados A Las Fases

En esta parte se identifican los elementos asociados a cada una de las etapas: Entradas y salidas cualitativamente (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Identificación de los elementos asociados a cada fase, Autoras, 2021

Entradas	Salida
Corte	
<ul style="list-style-type: none"> → 17.625 pliegos bond 70x100 75g → Energía eléctrica de la guillotina 115 EM 	<ul style="list-style-type: none"> → 35.250 pliegos bond 60 x 45 75g → Residuos aprovechables
Impresión	
<ul style="list-style-type: none"> → Sherpa, Orden de Producción y Boceto Offset → 3 planchas Ipgasa 605x745 ½ → 9.5 tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA26 process Yellow 2.5 kg → 2 tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta 2.5 kg → 1 tarro de tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black 2.5 kg → 1 trapo → 9 ml de limpiador → 6 l de agua → 1 esponja → Energía eléctrica de la impresora Heidelberg SPEEDMASTER SM 74-4 H 	<ul style="list-style-type: none"> → 5 unidades de lista de chequeo → 6 l de efluentes producidos → 12 envases de tinta con desperdicio de tinta → 4 kg maculaturas → 1 trapo contaminado → 3 planchas usadas → Pliegos impresos 60x45

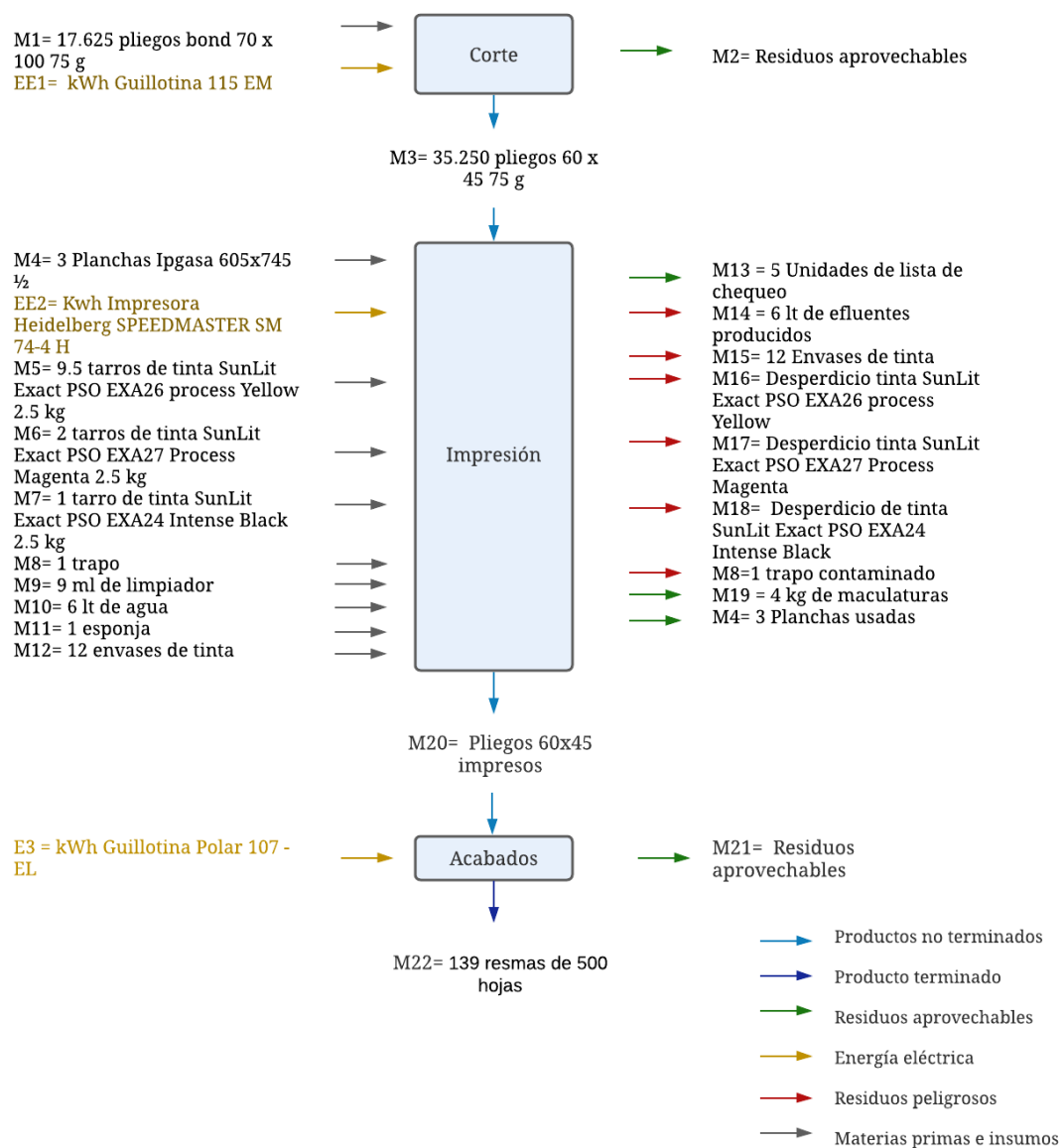
Acabados	
<ul style="list-style-type: none"> → Pliegos 60 x 45 impresos → 1 OP → Energía eléctrica de la Guillotina Polar 107 – EL 	<ul style="list-style-type: none"> → 69.500 unidades (139 resmas de 500 hojas) → Residuos aprovechables

7.3.5 *Flujo De Materiales*

En esta etapa se determina el flujo de masas y energía del proceso, además, a cada flujo se le asigna una variable (Ver Figura 16).

Nota: La Sherpa, la Orden de Producción y el Boceto Offset son vistas como entradas para el proceso de impresión, no obstante, no son tomadas en cuenta dado que en el producto no tiene mayor relevancia en relación con el flujo de masa y energía. Además, se tomaron los envases de tinta por separado, para así lograr mayor precisión en los cálculos.

Figura 16. Flujo de materiales, Autoras, 2021



Durante el flujo de materiales se identificaron 10 entradas de materias primas e insumos, en donde la mayoría pertenecen al proceso de impresión, de igual forma se determinaron entradas de energía en todos los procesos. Por otro lado, se reconocieron 6 salidas de residuos peligrosos y 4 salidas de residuos aprovechables. Para llegar al producto terminado se debe pasar por el proceso de corte, donde salen los pliegos que van a ser impresos, y luego de ello, en acabados, los pliegos impresos se cortan a la medida que solicita la orden de producción.

7.3.6 Balance De Masa

El balance de flujo de masa, se rige bajo la Ley de conservación de la materia, así pues, la sumatoria de las entradas es igual a la sumatoria de las salidas (Ver Tabla 17).

Tabla 17. Balance de flujo de masa, Autoras, 2021

Balance de flujo de corte: $M1 = M2 + M3$	
<ul style="list-style-type: none"> ● Premisa 1: Cada pliego de papel Bond pesa 75g por metro cuadrado. <p> M1 17.625 pliegos Bond 70x100 = 925,31 kg M3 35.250 pliegos Bond 60x45 = 713,81 kg M2 = M1 - M3 = M2 = 925,31 kg - 713,81 kg = 211,5 kg M1 = M2 + M3 925,31 kg = 211,5 kg + 713,81 kg \square 925,31 kg = 925,31 kg </p>	
Balance de flujo de impresión: $M3 + M4 + M5 + M6 + M7 + M8 + M9 + M10 + M11 + M12 = M13 + M14 + M15 + M16 + M17 + M18 + M19$	
<ul style="list-style-type: none"> ● Premisa 1: Cada tarro de tinta pesa 2,75 kg, de los cuales 2,5 kg representan el peso neto de la tinta y 0,25 kg representan el peso del envase. ● Premisa 2: En promedio se desperdicia 0,05 kg de tinta por tarro desechado. ● Premisa 3: Se tomó en cuenta la densidad del agua para los datos en volumen. ● Premisa 4: Para la producción de 35.250 unidades impresas 60x40 se gastaron: 713,81 kg de papel Bond, 23,3 kg de tinta amarilla, 4,9 kg de tinta roja y 2,45 kg de tinta negra. Es decir, las 35.250 unidades impresas pesan en total 744,46 kg. <p> M3 35.250 pliegos Bond 60x45 = 713,81 kg M4 3 planchas Ipgasa 605x745 $\frac{1}{2}$ = 0,105 kg M5 9.5 tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA26 process Yellow 2.5 kg = 23,75 kg M6 2 tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta 2.5 kg = 5 kg M7 1 tarro de tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black 2.5 kg = 2.5 kg M8 1 trapo = 0.003 kg M9 9 ml de limpiador = 0.009 kg M10 6 l de agua = 6 kg M11 1 esponja = 0,13 kg M12 12 envases de tinta = 3 kg M13 5 unidades de lista de chequeo = 0,11 kg M14 6 l de efluentes producidos = 6 kg M15 12 envases de tinta = 3 kg M16 Desperdicio tinta SunLit Exact PSO EXA26 process Yellow = 0,45 kg M17 Desperdicio tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta = 0,1 kg M18 Desperdicio de tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black = 0,05 kg M19 189 unidades - maculatura = 4kg M20 35.056 unidades impresas 60x40 = 740,73 kg </p>	

$$M3+M4+M5+M6+M7+M8+M9+M10+M11+ M12 = M13+M14+M15+M16+M17+M18+M19$$

$$713,81 \text{ kg} + 0,105 \text{ kg} + 23,75 \text{ kg} + 5\text{kg} + 2.5\text{kg} + 0,003\text{kg} + 0,009\text{kg} + 6\text{kg} + 0,13\text{kg} + 3\text{kg} = 0,11\text{kg} + 6\text{kg} + 3\text{kg} + 0,45\text{kg} + 0,1\text{kg} + 0,05 + 4\text{kg} + 740,73\text{kg} \square 754,307 = 754,44$$

*El margen de error de 0,133 kg es debido a que el envase de tinta amarilla no fue desechado durante el proceso, pues se gastaron 9.5 tarros. Además del peso del limpiador que no posee una salida de flujo.

Balance de flujo de acabados: M20 = M21 + M22

- **Premisa 1:** 35.056 unidades impresas 60x40 pesan 740,73 kg.
- **Premisa 2:** El producto final tiene un tamaño de 29,7x42.
- **Premisa 3:** No se cuenta con que se dañen unidades durante el proceso, por lo que se espera se realicen 70.112 unidades de producto final, lo que significa que habría 612 unidades adicionales.

$$M20 \text{ 35.056 unidades impresas 60x40} = 740,73 \text{ kg}$$

$$M22 \text{ 70.112 unidades de producto final 29,7x42} = 684,42 \text{ kg}$$

$$M21 = M20 - M22 \square M21 = 740,73 \text{ kg} - 684,42 \text{ kg} = 56,31 \text{ kg}$$

$$M20 = M21 + M22$$

$$740,73 \text{ kg} = 56,31 \text{ kg} + 684,42 \text{ kg} \square 740,73 \text{ kg} = 740,73 \text{ kg}$$

7.3.7 Balance De Energía

El balance de flujo de energía, se rige bajo el primer y segundo principio de la termodinámica. Por otra parte, para calcular la energía se utilizará la siguiente ecuación: **energía eléctrica = potencia x tiempo** (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Balance de flujo de energía, Autoras, 2021

Balance de energía Guillotina Polar 115 - EM
Potencia: 4,11 kW
Tiempo: 30 minutos
E1 = 4,11 kW x 0,5 h = 2,055 kWh
Balance de energía Impresora Heidelberg SPEEDMASTER SM 74-4 H
Potencia: 45,60 kW*
Tiempo: 5,13 horas
* Fuente: NAPL. (2007). SHEETFED PRESS OPERATIONS. Recuperado de https://connect.idealliance.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=fa3e2b32-ad25-41ec-8ee9-84847c0b75f3
E2 = 45,60 kW * 5,13 h = 233,93 kWh
Balance de energía Guillotina Polar 107 - EL
Potencia: 3,1 kW*
Tiempo: 45 minutos

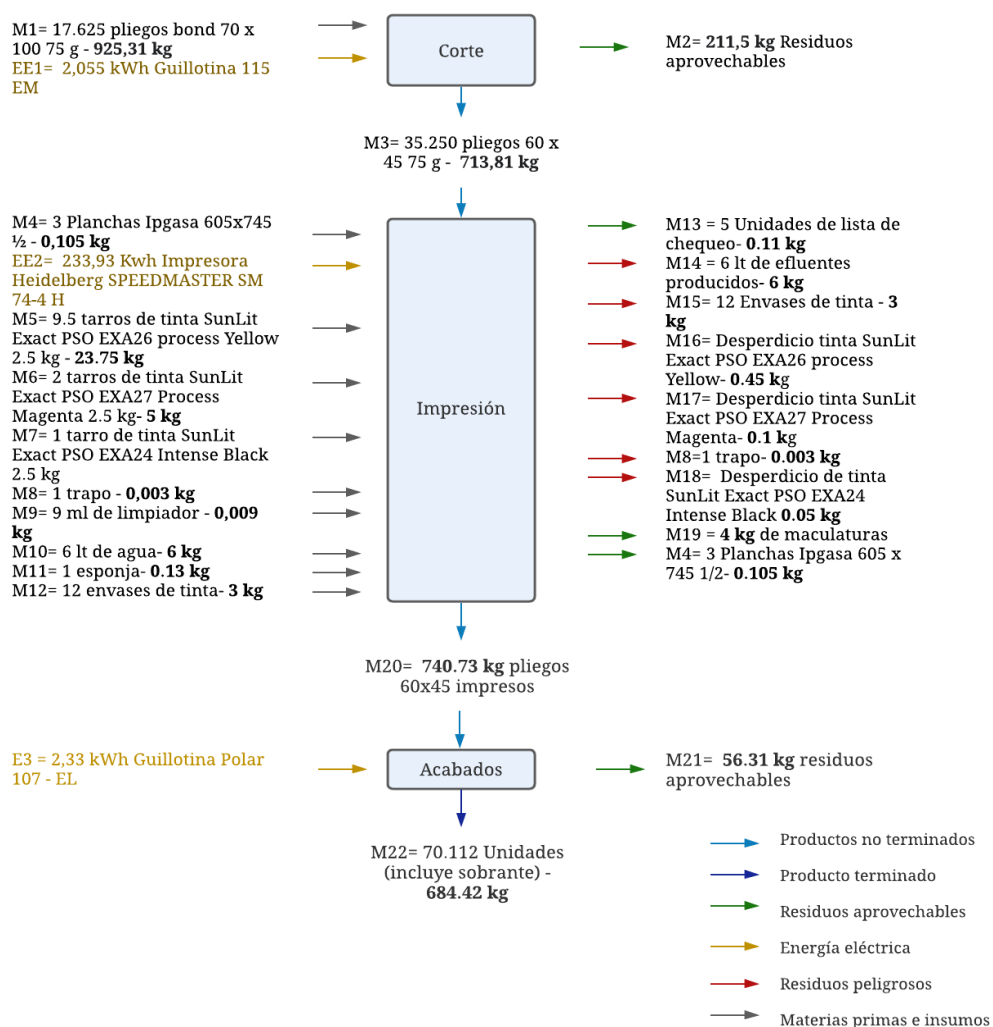
* Fuente: German Graphics (s.f). Polar. Recuperado de <https://www.german-graphics.com/polar/>

$$E3 = 3,1 \text{ kW} * 0,75 \text{ h} = 2,33 \text{ kWh}$$

7.3.8 *Discusión*

- Para la producción de 69.500 unidades (139 resmas de 500 hojas) se necesitan 648,06 kg de papel Bond, 23,10 kg de tinta SunLit Exact PSO EXA26 process Yellow, 4,86 kg tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta y 2,43 kg tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black.
- Durante el proceso se utilizaron 238,315 kWh.
- Durante el proceso se generaron 272,025 kg de residuos aprovechables y 9,603 kg de residuos peligrosos.
- Para el proceso de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, se debía contar con una eficiencia mínima del 98,58%. En el proceso se estimaba producir 70.500 unidades, se produjeron 70.112 unidades, es decir se produjeron 612 unidades adicionales de las 69.500 unidades.

Figura 17. Ecobalance hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, Autoras, 2021



En el ecobalance (Figura 17), se evidencia que la materia prima e insumos más representativos son el papel y la tinta amarilla. Por otra parte, el residuo aprovechable que posee mayor proporción son los cortes de papel, mientras que en los residuos peligrosos son los efluentes del lavado de mantillas.

7.4 Matriz MED

La Matriz MED (Materiales, Energía, Desechos), es una herramienta cualitativa y cuantitativa que “permite analizar el perfil ambiental, mediante un cruce de las etapas del ciclo de vida de la unidad de análisis considerado respecto a los efectos ambientales que se prevían para

cada una de esas etapas” (Barrios & Loreto, 2003, pág. 261). Para la realización de esta matriz, se analiza el flujo de materias primas, energía y producción de desechos del proceso de elaborar una unidad del producto “hoja A3 Amarilla con precio regular vertical” (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Matriz MED de unidad del producto “hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, Autoras, 2021

Matriz MED					
Materiales	g	Energía	kWh	Desechos	g
Papel Bond	9,32	Energía Guillotina Polar 115 – EM	0,00023	Residuos aprovechables	3,85
Tinta SunLit Exact PSO EXA26 process Yellow	0,33				
Tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta	0,07	Energía Impresora Heidelberg SPEEDMASTER SM 74-4 H	0,0013	Residuos peligrosos	0,14
Tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black.	0,034	Energía Guillotina Polar 107 – EL	3.32e-5		

7.5 Costos De Ineficiencia

Es una herramienta que calcula integralmente los costos relacionados con los puntos críticos ambientales, Restrepo (2018) menciona que “identifica los costos producidos por la baja calidad en los procedimientos, la producción de residuos y la disposición de estos, la no reutilización de los residuos generados y la pérdida de materiales” (p. 20), lo anterior se expresa en un costo adicional para la organización.

7.5.1 Identificación De Variables

- Costos de ineficiencia de materia prima.
- Costos de ineficiencia maquinaria.
- Costos de ineficiencia por mano de obra.
- Costos de ineficiencia e ingresos potenciales.
- Costos de ineficiencias de gestión de residuos

7.5.2 Recolección de Información

A continuación, se recopilaron los datos que serán utilizados para calcular los costos de ineficiencia del producto hoja A3 Amarilla con precio regular vertical (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Información de Costos, compilado por autoras con información de Offset Gráfico Editores S.A, 2021

Aspecto	Valor (\$)
Materias primas e insumos	
Pliegos bond 70x100 (kg)	16,79
Planchas Ipgasa 605x745 (und)	8.363,00
Tinta Sunlit exact pso exa 26 process yellow (und)	18.400,00
Tinta Sunlit exact pso exa24 intense black (und)	28.000,00
Tinta Sunlit exact pso exa27 process magenta (und)	18.400,00
Trapo industrial (und)	151
Lavador convencional máquina	1,82
Esponja viskovita mediana	5.768,00
Repuesto maquinaria	26.081,80 ³
Solucion sunfount 480 (1 ml)	14,64
Alcohol propanol (1 ml)	6,77
Maquinaria	
Guillotina 115 em	49.577.500,00 ¹
Impresora Heidelberg speedmaster sm 74-4h	574.640,00 ²
Guillotina polar 107 el	14.917.887,00 ⁴
Mano de obra	
Operario	1.050.000,00 ⁵
Aux operario	908.526,00 ⁵
Comercialización de residuos	
Papel (\$/kg)	507 ⁶
Gestión de residuos	
Residuos peligrosos (\$/m3)	292.674,00 ⁷
Residuos sólidos (\$/ton)	45.518,00 ⁸
Energía	
Valor unitario de energía eléctrica promedio en el año 2020	521,42 \$/kwh

¹Fuente: Alibaba (s.f). Popular precio bajo estilo Polar guillotina 115 máquina de corte de papel. Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/popular-low-price-polar-style-guillotine-115-paper-cutting-machine-60611807916.htm>

²Fuente: Indiamart. (s.f). Heidelberg SM 74-4H Offset Printing Machine. Recuperado de: <https://www.indiamart.com/proddetail/heidelberg-sm-74-4h-offset-printing-machine-15767419691.htm>

7.5.3 Selección de Cost Drivers

- Costos de ineficiencia de materia prima
- Costos de ineficiencia maquinaria: Valor de la hora máquina
- Costos de ineficiencia por mano de obra: Valor hora hombre
- Costos de ineficiencia de ingresos potenciales: Valor del residuo en el mercado
- Costos de ineficiencias de gestión de residuos: Valor por la gestión del residuo

7.5.4 Cálculo De Cost Drivers

7.5.4.1 Materias Primas

- Pliegos bond 70x100= 925,31 kg*16,79\$/kg = 15.535,95\$
- Planchas Ipgasa 605x745= 3 und*8.363\$/und = 25.089\$
- Tinta Sunlit Exact PSO EXA 26 Process Yellow = 9,5 und*18.400\$/und = 174.800\$
- Tinta Sunlit Exact PSO EXA24 Intense Black = 1 und* 28.000\$/und = 28.000\$
- Tinta Sunlit Exact PSO EXA27 Process Magenta = 2 und*18.400\$/und = 36.800\$
- Trapo industrial=1 und*151\$/und = 151\$
- Lavador convencional máquina = 9 ml*1.82\$/ml = 16,38\$
- Esponja Viskovita Mediana =1 und*5.768\$/und = 5.768\$

Valor materia prima = 286.160,33\$

7.5.4.2 Maquinaria

Valor máquina durante el proceso = valor depreciación (10 años) +valor energía+ valor mantenimiento +valor repuestos

- **Guillotina 115 EM**

³Fuente: Aliexpress. (s.f). Heidelberg sm74 rodillo. Recuperado de:<https://es.aliexpress.com/popular/heidelberg-sm74-rodillos.html>

⁴Fuente: Mercadolibre. (s.f). Guillotina polar 107. Recuperado de: <https://listado.mercadolibre.com.mx/guillotina-polar-107#!messageGeolocation>

⁵Fuente: Talent.com (s.f). Salario medio para Artes Gráficas en Colombia 2021. Recuperado de: <https://co.talent.com/salary?job=artes+graficas#:~:text=El%20salario%20artes%20graficas%20promedio,m%C3%A1s%20experimentados%20perciben%20hasta%20%2418.000>

- Valor depreciación: $\frac{49.577.500\$}{10 \text{ años}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{21 \text{ horas}} = 655,79 \$/h * 0,5 \text{ h} = 327,89\$$
- Valor energía: $521,42 \$/kWh * 2.055 \text{ kWh} = 1.071.518,1\$$
- Valor máquina durante el proceso: $327,89\$ + 1.071.518,1\$ = 1.071.845,99\$$

- **Impresora Heidelberg SPEEDMASTER SM 74-4H**

- Valor depreciación: $:\frac{574.640\$}{10 \text{ años}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{21 \text{ horas}} = 7,60 \$/h * 5,13 \text{ h} = 38,98\$$
- Valor energía: $521,42 \$/kWh * 233,93 \text{ kWh} = 121.975,78\$$
- Valor repuesto: 26.081,8\$
- Valor de mantenimiento:

$$400 \text{ ml solución de fuente Sunfount 480: } : \frac{14.641,17\$}{1 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ ml}} = 14,64 \$/\text{ml}$$

$$800 \text{ ml alcohol propanol: } : \frac{6.777,41\$}{1 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ ml}} = 6,77 \$/\text{ml}$$

$$8.800 \text{ ml agua: } : \frac{0,0000106\$}{1 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ ml}} = 0,0000000106 \$/\text{ml}$$

$$400 \text{ ml} * 14,64 \$/\text{ml} = 5.856\$$$

$$800 \text{ ml} * 6,77 \$/\text{ml} = 5.416\$$$

$$8.800 \text{ ml} / 1 \text{ ml} * 0,0000000106 \$/\text{ml} = 0,00009328\$$$

$$\text{Mantenimiento: } 5.856\$ + 5.416\$ + 0,00009328\$$$

$$\text{Mantenimiento: } 11.272\$ + 26.081,8 = 37.353,8\$$$

- Valor máquina durante el proceso: $38,98\$ + 121.975,78\$ + 37.353,8\$ = 159.368,56\$$

- **Guillotina Polar 107**

⁶Fuente: Acoplásticos. (s.f). Encuesta mensual de precios del mercado de reciclaje en Colombia (Abril 2020). Recuperado de: https://www.acoplasticos.org/acceso_clientes/imagenes/Informe_mensual_precios_abril2020.pdf

⁷Fuente: Generador de precios Colombia. (s.f). Residuos peligrosos. Recuperado de: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Gestion_de_residuos/Gestion_de_residuos_peligrosos/GEC_ENTREGA_de_residuos_peligrosos/GEC015_Tasa_de_disposicion_final_por_entre_0_1_0.html

⁸Fuente: Ciudad limpia. (s.f). Tarifas aplicadas septiembre-octubre 2020

- Valor depreciación: $:\frac{14.917.887\$}{10 \text{ años}} * \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{21 \text{ horas}} = 197,33 \$/h * 0,75 h$
= 148\$
- Valor de energía: $521,42 \$/kWh * 2,33kWh = 1.214,91\$$
- Valor máquina durante el proceso: $148\$ + 1.214,91\$ = 1.362,91\$$

7.5.4.3 Mano De Obra

- **Operario**

Salario: 1.050.000

Valor hora hombre: $2 \text{ operarios} * 1 \text{ hora} * 4.375\$/\text{hora} * \text{operario} = 8.750\$/\text{hora} * \text{operario}$

- **Aux operario**

Salario: 908.526

Valor hora hombre: $1 \text{ operario} * 1 \text{ hora} * 3786 \$/\text{hora} * \text{operario} = 3.786\$/\text{hora} * \text{operario}$

7.5.4.4 Ingresos Potenciales (Precio Residuos En El Mercado)

- **Papel:** 507\$/kg archive

7.5.4.5 Gestión De Residuos

- **Residuos sólidos:** 45.518\$/ton/0.1097tn

1 ton: 0,000002410\$

2 kg: 0,00241\$

- **Residuos peligrosos:** 292.674\$/m³

1000 kg equivale a 1m³

$$:\frac{292.674 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg}} = 292,67 \$/\text{kg}$$

7.5.5 Cálculo De Costos

7.5.5.1 Etapa Corte

- **CI Materia prima** = $\sum (\text{Cantidad de residuo} * \text{Valor materia prima asociada})$
 - CI Materia prima = $\sum (211,5 \text{ kg} * 15.535,95\$/\text{kg})$
 - CI Materia prima = 3.285.853,42\$

- **CI Maquinaria** = (Tiempo proceso*%desperdicio*valor hora máquina)
 - CI Maquinaria = $(22,86\% * 1.071.845,99\$)$
 - CI Maquinaria = 245.023,99\$
- **CI Mano de obra** = cantidad operario*tiempo de proceso*%desperdicio*valor hombre
 - CI Mano de obra = $1 \text{ operario} * 0,5\text{h} * 22,86\% * 3.786\$/\text{hora} * \text{operario}$
 - CI Mano de obra = 432,74\$
- **CI Ingreso potencial** = Cantidad residuo*Vr residuo en el mercado
 - CI Ingreso potencial = $211,5 \text{ kg} * 507\$/\text{kg}$
 - CI Ingreso potencial = 107.230,5\$
- **CI Manejo de residuos** = Cantidad de residuo*Vr gestión de residuos
 - CI Manejo de residuos = $211,5 \text{ kg} * 0,00241\$/\text{kg}$
 - CI Manejo de residuos = 0.5097\$

Costo de ineficiencia etapa corte = CI Materia prima +CI Maquinaria +CI Mano de obra + CI Ingreso potencial + CI Manejo residuos

$$\text{CI Corte} = 3.285.853,42\$ + 245.023,99\$ + 432,74\$ + 107.230,5\$ + 0.5097\$$$

$$\text{CI Corte} = \mathbf{3.638.541,16\$}$$

7.5.5.2 Etapa Impresión

Costos asociados a valor agregado = Costo proceso que dio vr agregado/cantidad materia prima producida

- Valores que dan origen a la materia prima:
 - Costo de la materia prima: $925,31 \text{ kg} * 15.535,95\$/\text{kg} = 14.375.569,89\$$
 - Costo de maquinaria: $0,5 \text{ h} * 1.203,43\$/\text{h} = 601,71\$$
 - Costo de mano de obra: $1 \text{ operario} * 0,5\text{h} * 3.786\$/\text{hora} * \text{operario} = 1.893\$$
 - Costo de manejo de residuos: 0.5097\$
 - Total: $14.375.569,89\$ + 601,71\$ + 1.893\$ + 0,5097\$$
 - Total: 14.378.065,11\$

Valor materia prima (con valor agregado) = Valor materia prima/Cantidad producida

$$\text{Valor materia prima (con valor agregado)} = 14.378.065,11\$/713,81\text{kg} = 20.142,71\$/\text{kg}$$

- **CI Materia prima** = \sum (Cantidad de residuo*Valor materia prima asociada+ valor agregado)
 - CI Materia prima = \sum (13,81 kg* 270.624,38\$+20.142,71\$/kg)
 - CI Materia prima = 290.780,9\$

- **CI Maquinaria** = (%desperdicio*valor hora máquina)
 - CI Maquinaria = (1.99% *159.368,56\$)
 - CI Maquinaria = 3.171,43\$

- **CI Mano de obra** = cantidad operario*tiempo de proceso*%desperdicio*valor hombre
 - CI Mano de obra = 2 operarios*5.13 h*1.99% *8.161\$
 - CI Mano de obra =1.666,26\$

- **CI Ingreso potencial** = Cantidad residuo*Vr residuo en el mercado
 - CI Ingreso potencial = 4kg*507\$/kg
 - CI Ingreso potencial = 2.028 \$

- **CI Manejo de residuos** = Cantidad de residuo*Vr gestión de residuos
 - CI Manejo de residuos = 11.011 kg* 292,67 \$/kg
 - CI Manejo de residuos = 3.222.589,37\$

Costo de ineficiencia etapa corte = CI Materia prima + CI Maquinaria + CI Mano de obra + CI Ingreso potencial + CI Manejo residuos

$$\text{CI Impresión} = 290.780,9\$ + 3.171,43\$ + 1.666,26\$ + 2.028 \$ + 3.222.589,37\$$$

$$\text{CI Impresión} = \mathbf{3.520.236,46\$}$$

7.5.5.3 Etapa Acabados

Costos asociados a valor agregado = Costo proceso que dio vr agregado/cantidad materia prima producida

- Valores que dan origen a la materia prima:
 - Costo de la materia prima: 28.99 kg*290.780,9\$/kg= 8.429.738,29\$
 - Costo de maquinaria: 5,3 h*37.915,42\$= 200.951,73\$
 - Costo de mano de obra: 2 operario*5,3h*8.161\$/hora*operario=86.506,6\$
 - Costo de manejo de residuos: 3.222.589,37\$
 - Total = 8.429.738,29\$+200.951,73\$+86.506,6\$+3.222.589,37\$

$$\circ \text{ Total} = 11.939.785,99\$$$

Valor materia prima (con valor agregado) = Valor materia prima/Cantidad producida

Valor materia prima (con valor agregado) = 11.939.785,99\$/ 740,73 kg= 16.118,94\$/kg

- **CI Materia prima** = \sum (Cantidad de residuo*Valor materia prima asociada+ valor agregado)
 - CI Materia prima = 56.31 kg*16.118,94\$/kg
 - CI Materia prima = 907.657,51\$
- **CI Maquinaria** = (Tiempo proceso*%desperdicio*valor hora máquina)
 - CI Maquinaria = (7.60%*1.362,91\$)
 - CI Maquinaria = 103,58\$
- **CI Mano de obra** = cantidad operario*tiempo de proceso*%desperdicio*valor hombre
 - CI Mano de obra = 1 operario*0,75 h*7.60%*3.786\$/hora*operario
 - CI Mano de obra = 215.802\$
- **CI Ingreso potencial** = Cantidad residuo*Vr residuo en el mercado
 - CI Ingreso potencial = 56,31 kg*507\$/kg
 - CI Ingreso potencial = 28.701,27\$
- **CI Manejo de residuos**= Cantidad de residuo*Vr gestión de residuos
 - CI Manejo de residuos = 56,31 kg*0.00241\$/kg
 - CI Manejo de residuos = 0.1357\$

Costo de ineficiencia etapa corte = CI Materia prima + CI Maquinaria + CI Mano de obra + CI Ingreso potencial + CI Manejo residuos

$$\text{CI Acabados} = 907.657,51\$+103,58\$+215.802\$+28.701,27\$+0.1357\$$$

$$\text{CI Acabados} = 1.152.264,49\$$$

7.5.5.4 Costos Totales

Costo de ineficiencia totales = CI Corte + CI Impresión + CI Acabados

$$\text{CI Total} = 3.638.541,16\$ + 3.520.236,46\$ + 1.152.264,49\$$$

$$\text{CI Total} = \mathbf{8.311.042,11\$}$$

7.6 Herramientas De Calidad

7.6.1 Diagrama De Pareto

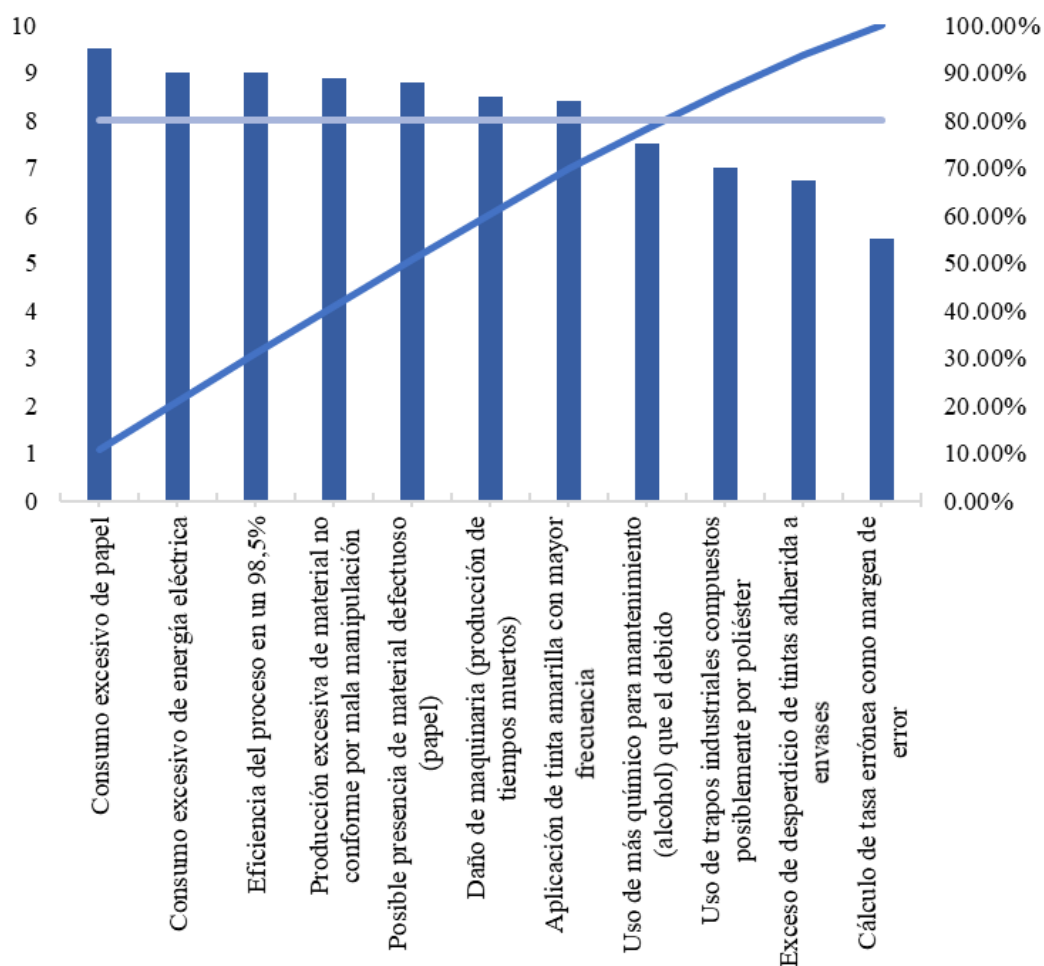
El diagrama de Pareto es considerado una herramienta de calidad ya que permite discriminar entre las causas más y menos importantes de un problema, asimismo “permite concentrarse en aspectos cuya mejora tendrán más impacto optimizando los esfuerzos” (Alteco, s.f, párr.4) y facilita el análisis de los problemas en pro de una mejora continua. Por otro lado, el principio de Pareto establece que “el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados, otra forma de entender al principio de Pareto es que el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas” (Economía TIC, s.f, párr.3).

Con base en la metodología anteriormente nombrada, se determinaron causas principales por las que se produce un impacto significativo en el medio ambiente, las cuales fueron calificadas de 1 a 10, donde 1 se valora como poco incidente y 10 como muy incidente. Una vez valoradas, se procedió a obtener el porcentaje acumulado (Tabla 21), de igual forma dada la metodología 80-20 que permite la priorización de problemas a las cuales destinar esfuerzos para efectuar su solución se obtiene el diagrama de Pareto (Figura 18).

Tabla 21. Causas problema de impactos ambientales, Autoras 2021

Causa	Calificación	Acumulado %
Consumo excesivo de papel	9,5	10,69%
Consumo excesivo de energía eléctrica	9	20,82%
Eficiencia del proceso en un 98,5%	9	30,95%
Producción excesiva de material no conforme por mala manipulación	8,9	40,97%
Posible presencia de material defectuoso (papel)	8,8	50,87%
Daño de maquinaria (producción de tiempos muertos)	8,5	60,44%
Aplicación de tinta amarilla con mayor frecuencia	8,4	69,89%
Uso de más químico para mantenimiento (alcohol) que el debido	7,5	78,33%
Uso de trapos industriales compuestos posiblemente por poliéster	7	86,21%
Exceso de desperdicio de tintas adherida a envases	6,75	93,81%
Cálculo de tasa errónea como margen de error	5,5	100,00%

Figura 18. Diagrama de Pareto. Autoras 2021



Se obtiene que las principales causas por las que se produce un impacto significativo en la organización de este proceso es el consumo excesivo de papel y de energía eléctrica y la eficiencia de tan solo el 98,5% del mismo. Sin embargo, de acuerdo a la metodología 80-20 se determina que se deben solucionar las primeras 7 causas evidenciadas en la Tabla 21 que generan el mayor porcentaje de impacto.

7.6.2 Diagrama De Ishikawa

De igual forma, el diagrama de Ishikawa plantea una metodología la cual “permite visualizar las causas que explican un determinado problema” (GEO,s.f), de modo que teniendo en cuenta las causas problema del caso de estudio (Tabla 22), se priorizaron las causas más

importantes dependiendo de cada categoría: método, maquinaria, material y personal y que elevan los impactos ambientales que genera la organización (Figura 19).

Figura 19. Diagrama de Ishikawa. Autoras 2022



Dado el gráfico anterior, se observa que las principales causas que generan alto impacto en la organización son el consumo excesivo de energía, la ineficiencia del proceso, uso de materiales compuestos por materias primas que generan altos impactos en el medio ambiente y el uso excesivo de químicos en el proceso productivo, superando las cantidades adecuadas para el mismo.

7.7 Análisis De Ciclo De Vida Conceptual

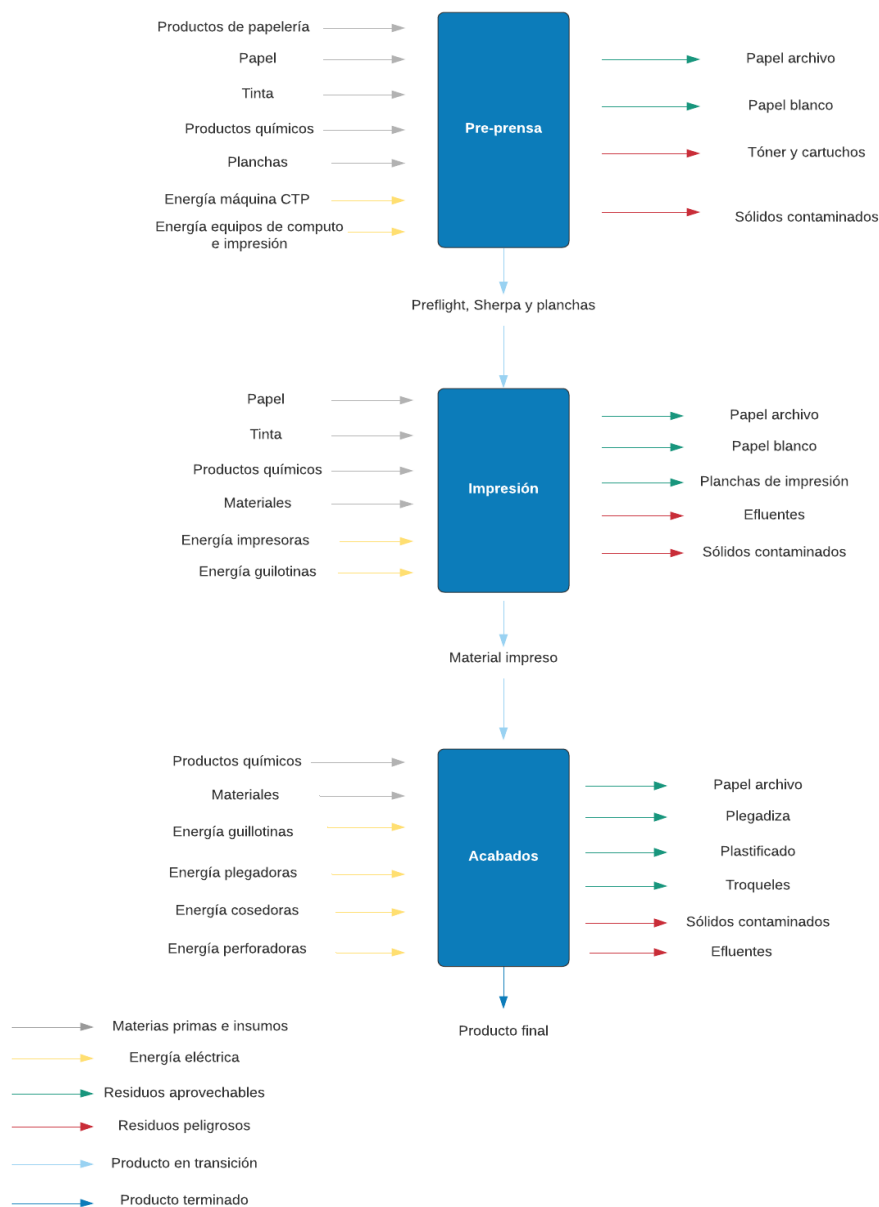
El Análisis de Ciclo de Vida conceptual es descrito como cualitativo, este tiene como objetivo identificar los potenciales impactos ambientales (Rodríguez, Blanco, & Orrego, 2019). Para su elaboración se tomó como base dos herramientas: un diagrama de masa y energía, enfocado al proceso productivo y una matriz MED (materiales, energía y desechos) cualitativa que refleja el comportamiento general ambiental de la organización.

7.7.1 Diagrama De Flujo

En el diagrama de flujo y energía se identificaron las entradas y salidas del proceso productivo de la organización, en donde se reconocen las materias primas, insumos, energía

eléctrica de máquinas y equipos, los residuos aprovechables, los residuos peligrosos y finalmente el producto en transición y terminado (Ver Figura 20)

Figura 20. Diagrama de flujo, Autoras, 2021



7.7.2 Matriz MED Conceptual

La Matriz MED es una herramienta básica de Producción Más Limpia que identifica los flujos de materiales, energía y desechos. Dicha matriz posee cinco etapas: adquisición de materias

primas, manufactura, procesado y formulación, distribución/transporte, uso/reutilización/mantenimiento y disposición final (Ver Tabla 22).

Tabla 22. Matriz MED conceptual, compilado por Autoras, 2021

MATRIZ MED				
Etapa	Subetapa	Materiales	Energía	Desechos
Adquisición de materias primas	Plantaciones de árboles	Abono para plantas	Energía sierra	Residuos orgánicos
		Semillas	Energía combustible de maquinarias para proceso de talado y traslado de plantaciones	Emisiones atmosféricas (CO2, NO2, SO2)
		Agua		
	Producción Papel	Cáñamo	Energía combustible para el transporte de materiales	Emisiones atmosféricas (CO2, NO2, SO2)
		Lino	Energía de maquinaria usada para la extracción de materiales	Residuos orgánicos
		Algodón		
		Fibras celulósicas extraída de la madera		
		Agua		
	Producción Cartón	Algodón	Energía de trituradora	Residuos orgánicos
		Fibras celulósicas extraída de la madera	Energía de rodillos pesados	
		Almidón	Energía de máquina flexográfica	
		Agua	Energía combustible para el transporte	Vertimientos
	Producción Tintas	Agua desionizada	Energía combustible para el transporte de materiales	Residuos RESPEL
		Colorantes (pigmentos naturales)	Energía de equipos para procesos de homogeneización	Vertimientos
		Etanol (alcohol)		Emisiones atmosféricas (CO2, NO2, SO2)
		Aditivos (solventes)		
		Metales (hierro, cobre, aluminio)		
	Fabricación de Planchas	Aluminio	Energía para proceso de anodización	Emisiones atmosféricas (CO2, NO2, SO2)
Óxido		Energía usada en procesos fisicoquímicos para elaboración de planchas	Residuos RESPEL	

MATRIZ MED				
Etapa	Subetapa	Materiales	Energía	Desechos
		Emulsiones	Energía combustible para el transporte de materiales	Emisiones infrarrojas
		Agua		Vertimientos
	Producción de Plástico	Petróleo	Energía para proceso de polimerización	Residuos RESPEL
		Gas natural	Energía para proceso de poli condensación	Emisiones atmosféricas (CO2,, NO2, SO2)
		Algodón	Energía para procesos extractivos	Residuos orgánicos
		Madera	Energía para proceso de poliadición	
		Colorantes (pigmentos naturales)	Energía combustible para el transporte de materiales	
		Catalizadores	Energía química de catalizadores	Residuos, vertimientos y emisiones
Manufactura, procesamiento y formulación	Procesos administrativos	Artículos de papelería	Energía equipos de computo	Residuos aprovechables
		Agua potable	Energía impresora	Aguas residuales domésticas
		Artículos de limpieza	Energía fotocopiadora	Envases de productos químicos
		Artículos sanitarios	Energía del microondas	Residuos ordinarios
	Comercial y mercadeo	Artículos de papelería	Energía equipos de computo	Tóner y cartuchos
			Energía impresora	Residuos aprovechables
			Energía fotocopiadora	
	Diseño y desarrollo	Artículos de papelería	Energía equipos de computo	Tóner y cartuchos
			Cinta	Energía impresora
		Cartón		
		Tinta	Energía fotocopiadora	Residuos RESPEL
		Pegante		
		Papel		
	Diseño y desarrollo	Artículos de papelería	Energía equipos de computo	Tóner y cartuchos
			Energía impresora	Residuos aprovechables
			Energía fotocopiadora	

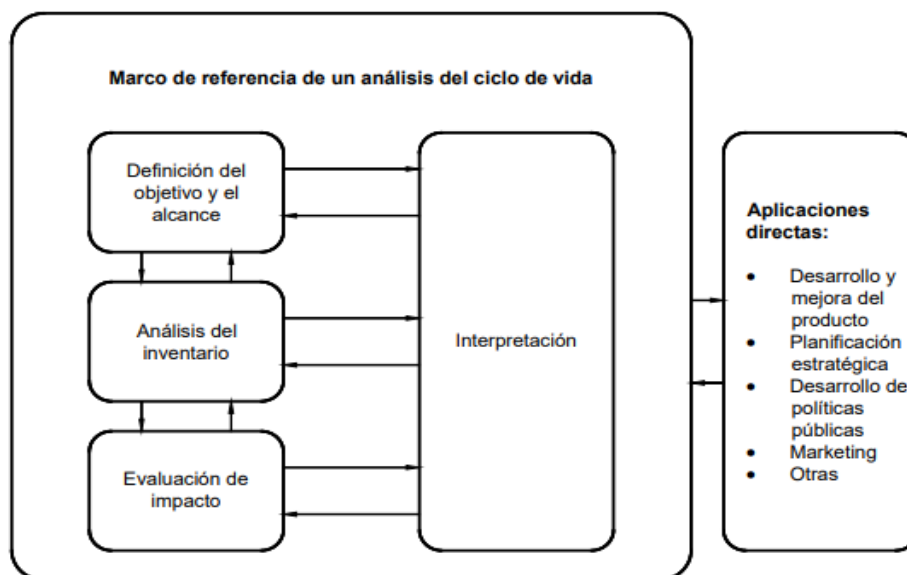
MATRIZ MED					
Etapa	Subetapa	Materiales	Energía	Desechos	
		Tinta	Energía equipos de computo	Tóner y cartuchos	
		Papel blanco	Energía del Plotter		
		Planchas	Energía de impresora	Residuos de planchas	
	Impresión	Papel blanco	Tinta	Energía impresora 1/2	Residuos aprovechables
					Maculatura
		Alcohol	Energía impresora SORMZ	Sólidos contaminados con tintas y solventes	
				Aceites	Recipientes donde viene el alcohol
					Aceites usados
		Agua potable	Energía impresora CD	Efluentes	
		Acabados	Troquelado	Energía máquina de coser Energía plegadora Energía selladora	Residuos de troquelado
	Papel impreso		Residuos aprovechables		
	Pegamento		Envases de pegamento		
	Hilo		Residuos ordinarios		
	Distribución y transporte		Envoltura plástica	Energía química de los motores de los vehículos	Residuos aprovechables
Cartón y cinta			Emisiones de Gases de Efecto Invernadero		
Estibas			Filtros usados		
Combustibles fósiles			Aceites usados		
Filtros de aire			Baterías usadas		
Aceites			Llantas usadas		
Baterías			Sólidos contaminados		
Llantas					
Aceites					
Trapos					
Uso, reutilización y mantenimiento		Uso publicitario	No aplica, uso manual	Residuos aprovechables	
Disposición final	Recolección empresa de aseo	Combustibles fósiles	Energía química de los motores de los vehículos	Emisiones de gases de efecto invernadero	
		Papel usado			
	Fabricación de papel reciclado	Agua	Energía de la máquina hyrapulper	Emisiones de gases de efecto invernadero	

MATRIZ MED				
Etapa	Subetapa	Materiales	Energía	Desechos
		Insumos químicos	Energía de refinadores de papel	Vertimientos
			Energía máquinas de prensado	
			Energía máquinas de secado	
			Energía máquinas de calandrado	
	Reutilizar, transformar y reciclar	Artículos de papelería	Energía de herramientas eléctricas de pegado	Residuos aprovechables

7.8 Análisis Ciclo De Vida Metodología ISO 14044

Para esta investigación, se utilizará la estructura planteada por la norma “ISO 14044:2006. Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Requisitos y directrices”, que determina 4 fases para para el estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y su interrelación (Ver Figura 21). De igual forma, se evidencia el registro fotográfico consecuente al proceso de producción del producto de estudio “Hoja A3 amarilla producto con precio regulador vertical” (Ver Anexo B).

Figura 21. Etapas de un ACV, NTC ISO 14040, 2006



7.8.1 Definición Del Objetivo y Alcance

7.8.1.1 Objetivo del estudio

7.8.1.1.1 Objetivo Del ACV

Evaluar los impactos ambientales potenciales que se generan en el proceso de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical para la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de las artes gráficas de Bogotá D.C. bajo el enfoque de la norma ISO 14044.

Razones Para Realizar El Estudio

- El ACV puede ayudar a la organización a identificar oportunidades de mejora y a brindar información para la toma de decisiones (ISO 14040, 2006).
- El sector de las artes gráficas tiene una participación muy importante en la economía colombiana, no obstante, ha sido un campo poco estudiado, en ese sentido el ACV pretende ser una metodología adecuada y facilitadora para el análisis de dicho sector, pues, administra una visión holística del comportamiento ambiental (Rodríguez, Blanco y Orrego, 2019).
- El sector de las artes gráficas posee un impacto ambiental significativo, por tal motivo es de vital importancia gestionar la generación de residuos aprovechables (restos de papel, planchas, etc) y de residuos peligrosos (residuos de tinta, solventes, etc.) (Cubillos, Gónzales, Ruíz, Vélez, & Paredes, 2015).

7.8.1.1.3 Público Objetivo

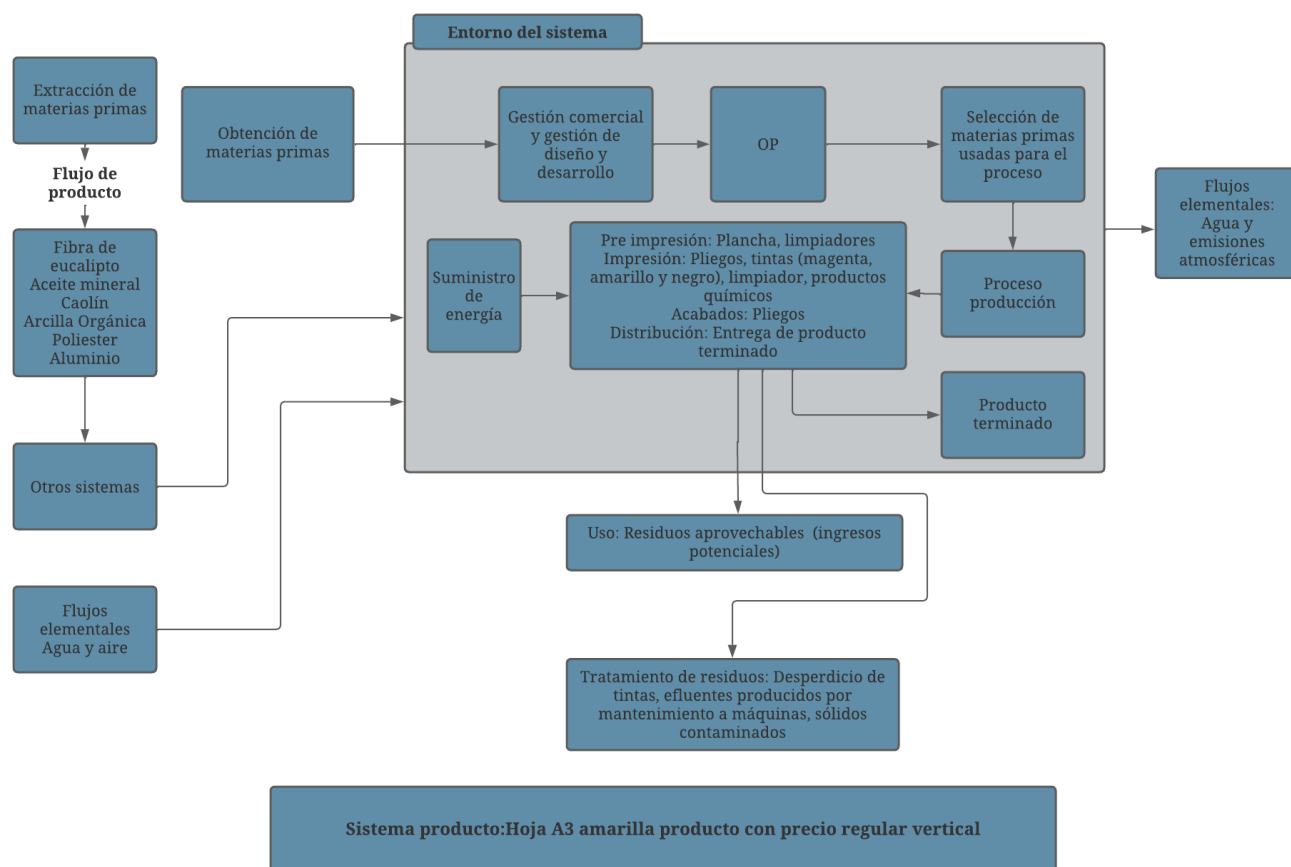
El Análisis de Ciclo de Vida se desarrolla de acuerdo a la estructura planteada por la norma ISO 14044:2006 como proyecto de Investigación que forma parte de la tesis de pregrado titulada “Análisis del Ciclo de Vida de un producto de la empresa Offset Gráfico Editores S.A del sector de las artes gráficas de Bogotá D.C. bajo el enfoque de la norma ISO 14044” elaborada por estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, por lo tanto, el público objetivo se enfoca en la comunidad académica, no obstante, puede ser tomada como punto de referencia y caso de estudio para la industria de artes gráficas.

7.8.1.2 Alcance Del Estudio

7.8.1.2.1 Sistema Del Producto Bajo Estudio

La investigación aborda el ACV de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical como un sistema de producto (Ver Figura 22).

Figura 22. Sistema del producto bajo estudio, Autoras, 2021



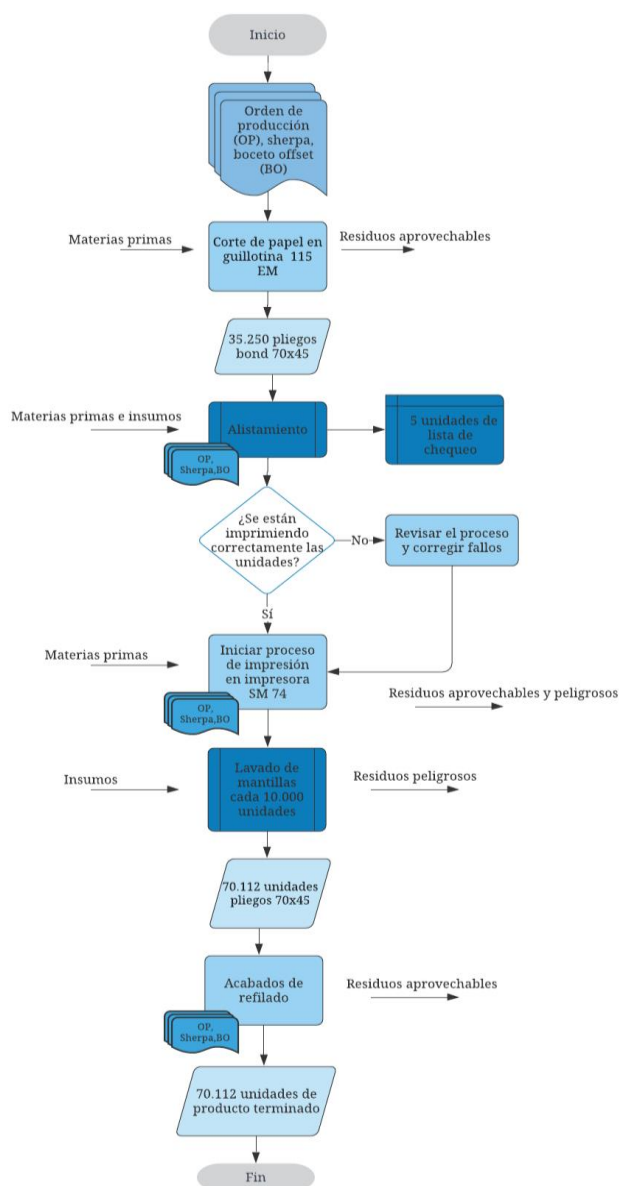
En la anterior figura se ilustra los diferentes flujos tanto elementales como de materiales que se presentan dentro del sistema del producto bajo estudio desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final es decir un proceso de “la cuna a la tumba”.

7.8.1.2.2 Funciones Del Sistema Del Producto

El sistema de producto (Ver Figura 23) en estudio cuenta con las siguientes etapas:

- **Corte:** En esta etapa se adaptan los pliegos bond 70x100 75 g a una medida de 60x45, según lo dicta la Orden de Producción.
- **Impresión:** Reproducción masiva de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical en pliegos con medida de 60x45 a través de la Impresora Heidelberg Speedmaster SM 74-4 H.
- **Acabados:** En esta etapa se refilan los pliegos con medida de 60x45 para que el producto final de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical tenga una medida de 29,7x42.

Figura 23. Funciones del sistema, Autoras, 2021

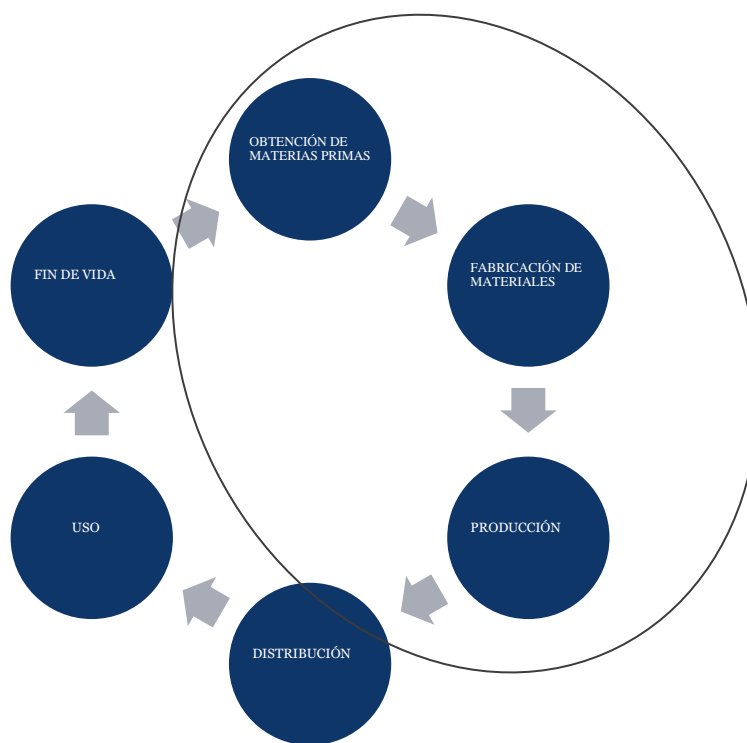


El producto hoja A3 Amarilla con precio regular vertical tiene un fin publicitario para una cadena de tiendas (Makro). Cada unidad tiene una dimensión de 29,7 cm x 42 cm, el total de unidades son entregadas en 139 resmas que equivalen a 69.500 hojas, según la orden de producción.

7.8.1.2.3 *Límites Del Sistema*

Se determinó que el límite del sistema para este estudio será “de la puerta a la puerta” (gate to gate), donde se abarcan las siguientes etapas del ciclo de vida: obtención de materias primas, fabricación de materiales y producción (Ver Figura 24).

Figura 24. Límites del sistema, Autoras, 2021



7.8.1.2.4 *Unidad Funcional*

La unidad funcional es producir 70.500 unidades de hoja A3 Amarilla con precio regular vertical, dado que es el total de unidades producidas en la etapa de impresión según lo indica la orden de producción.

7.8.1.2.5 *Parámetros*

- **Unidades masa:** Kilogramos
- **Unidades energía:** kWh

7.8.1.2.6 *Software*

Para esta investigación se hace uso del software libre OpenLCA, el cual permite la evaluación del ciclo de vida y la sostenibilidad, además de brindar cálculos rápidos y confiables así como, información detallada, que incluye la colección más grande de conjuntos de datos y bases de datos (OpenLCA, s.f). Especialmente se consultaron las bases de datos ELCD, Evah OzLCI2019 y PEF de las cuales se extrajo la siguiente información:

- ELCD: Flujos relacionados con materias primas, insumos y energía a excepción de papel y tintas
- Evah OzLCI2019: Flujo de papel
- PEF: Flujo de tintas.

7.8.2 *Análisis De Inventario*

Para la elaboración del Inventario del Ciclo de Vida (ICV), se requiere recolectar información cualitativa y cuantitativa, en donde se reflejen los valores y composiciones de cada entrada y salida del proceso, para ello, se realizó un trabajo de campo para determinar las cantidades de los flujos de materia y energía. En cuanto a la composición específica de los materiales, se consultaron varias fuentes bibliográficas para así obtener un análisis detallado de la etapa de corte (Tabla 23), impresión (Tabla 24) y acabado (Tabla 25), adicionalmente se consultaron las siguientes bases de datos:

- **Base de datos ELCD:** “Base de datos de ciclo de vida de referencia europea del Centro Común de Investigación. Versión 3.2 de octubre de 2015” (OpenLCA, 2015).
- **Base de datos Evah OzLCI2019:** “Ha sido creada por nuestro socio australiano The Evah Institute. Cubre el suministro regional de Australasia, incluidas las importaciones, y se ha desarrollado utilizando OpenLCA” (OpenLCA, 2019).
- **Base de datos Product Environmental Footprints (PEF):** “Tiene su origen en la iniciativa del Mercado Único para Productos Verdes de la Comisión Europea. El objetivo de PEF era desarrollar una metodología común sobre la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de los productos” (OpenLCA, 2019).

Tabla 23. Etapa de corte, compilado por Autoras con información de bases de datos de OpenLCA, 2021

Operación hoja A3 Amarilla con precio regular vertical etapa corte					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Unidad	Cantidad
Flujo energía	Equipo	Energía Guillotina 115 EM	Electricity from hydroelectric power plant	kWh	2,055
Flujo producto	Materia prima	Pliegos bond 70x100 75 g	Papel elaborado con fibra de eucalipto - <i>Paper Made of FSC Eucalyptus Pulp 20%PCR – AU</i>	Kg	925,31
	Producto transición en	Pliegos bond 60x45 75 g	Pliegos adaptados a la medida que dicta la Orden de Producción.	Kg	713,81
Flujo residuos	Residuos aprovechables	Papel blanco	Papel blanco	Kg	211,5

Tabla 24. Etapa impresión compilado por Autoras con información de bases de datos de OpenLCA y Sun Chemical Corp, 2021

Operación unitaria hoja con precio regulador Makro					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Cantidad	Unidad
Flujo de energía	Equipo	Energía Impresora Heidelberg Speedmaster SM 74-4 H	Electricity from hydroelectric power plant	233,93	kWh
Flujo de producto	Producto de proceso anterior	Pliegos bond 60x45 75 g	Flujo proveniente del proceso de corte	713,81	Kg
	Insumo	3 Planchas Ipgasa 605x745 1/2	Hojas de aluminio - <i>Aluminium sheet</i>	0,105	Kg
	Materia prima		9.5 Tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA26 Process Yellow	Tono amarillo 32,5% - <i>Iron oxide, yellow pigment</i>	7,791
Base de tinte de caolín 39,7% - <i>Kaolin</i>				9,43	
Base de arcilla orgánica 1,5% - <i>Clay</i>				0,35	

Operación unitaria hoja con precio regulador Makro					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Cantidad	Unidad
Flujo de producto			Barniz a base de aceite mineral 18.0% - <i>Acrylic varnish</i>	4,28	
			Destilado 4,0% - <i>Water (desalinated; deionized)</i>	0,95	
			Agua 4,0%	0,95	
	Materia prima	3 Tarros de tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta	Tono magenta 30% - <i>Iron oxide, red pigment</i>	1,5	
			Base de tinte caolín 28% - <i>Kaolin</i>	1,4	
			Base de tinte de carbonato 15% - <i>Chalk (Calciumcarbonate)</i>	0,75	
			Base de arcilla orgánica 3% - <i>Clay</i>	0,15	
			Barniz a base de aceite mineral 20,5% - <i>Acrylic varnish</i>	1,025	
			Destilado 0,5% - <i>Water (desalinated; deionized)</i>	0,025	
			Agua 3%	0,15	
	Materia prima	1 Tarro de tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black	Base de arcilla orgánica 2% - <i>Clay</i>	0,05	
			Solución bituminosa a base de aceite (betún) 13% - <i>Bitumen</i>	0,325	
			Carbón 18% - <i>Coal</i>	0,45	
			Base de tinte de carbonato 16,5% - <i>Chalk (Calciumcarbonate)</i>	0,4125	
			Aceite pesado 34% - <i>Heavy oil</i>	0,85	
			Barniz a base de aceite mineral 16.5% - <i>Acrylic varnish</i>	0,4125	
	Insumo	9ml de limpiador	Alcohol isopropílico o basado en petróleo - <i>Ethoxylated alcohol (AE7), petrochemical</i>	0,009	

Operación unitaria hoja con precio regulador Makro					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Cantidad	Unidad
Flujo de producto	Insumo	1 Trapo	Poliéster - <i>Spin White Polyester 10% low melt PETG Filament – AU</i>	0,003	Kg
	Insumo	6 lt de agua	Agua - <i>Tap wáter</i>	6	Kg
	Insumo	12 envases de tinta	TFS - <i>Steel tin-free Steel</i>	3	Kg
	Producto en transición	Pliegos impresos 60x45	Producto en transición	740,73	Kg
Flujo de residuos	Residuo peligroso	Efluentes	Clasificación Y12	6	Kg
	Residuo peligroso	Envases de tinta	TFS	3	Kg
	Residuo peligroso	Desperdicio tinta SunLit Exact PSO EXA26 Process Yellow	Clasificación Y12	0,45	Kg
	Residuo peligroso	Desperdicio de tinta SunLit Exact PSO EXA27 Process Magenta	Clasificación Y12	0,1	Kg
	Residuo peligroso	Desperdicio tinta SunLit Exact PSO EXA24 Intense Black	Clasificación Y12	0,05	Kg
	Residuo peligroso	Trapo contaminado	Clasificación Y12	0,003	Kg
	Residuo aprovechable	Maculatura	Papel archivo	4,11	Kg
	Residuo aprovechable	3 Planchas Ipgasa 605x745 1/2	Aluminio, residuo aprovechable	0,105	Kg

Tabla 25. Etapa de acabados compilado por Autoras con información de databases de OpenLCA y Sun Chemical Corp, 2021

Operación unitaria hoja con precio regulador Makro					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Unidad	Cantidad
Flujo energía	Equipo	Energía Guillotina Polar 107 EL	Electricity from hydroelectric power plant	kWh	2,33

Operación unitaria hoja con precio regulador Makro					
Flujos	Tipo	Descripción	Componentes	Unidad	Cantidad
Flujo de proceso	Producto de proceso anterior	Pliegos bond 60x 45 impresos	Flujo proveniente del proceso de impresión	Kg	740,73
	Producto terminado	70.112 hoja con precio regulador Makro	Producto final	Kg	684,42
Flujo residuos	Residuos aprovechables	Papel archivo	Papel archivo	Kg	56,31

7.8.3 Evaluación De Impacto

El método de impacto elegido para este estudio fue *IMPACTWorld+* (*Continental Latin America_Midpoint 1.251*) dado su marco coherente en categorías de impacto regional enfocado en agua y carbono que son los principales aspectos ambientales en los que incide el proceso productivo de la organización, además posee un alcance global y utiliza la modelización ambiental dándole mayor peso al análisis reduciendo la incertidumbre de los modelos de caracterización del ACV. Además, regionaliza los impactos usando factores de caracterización específica con cobertura especial en Latinoamérica entendiendo que los impactos no siempre se encuentran focalizados. La página de (IMPACT World Plus, s.f) menciona que este método:

Se basa en un marco de daño de punto medio con cuatro puntos de vista complementarios distintos para presentar un perfil de evaluación del impacto del ciclo de vida:

- Impactos de punto medio
- Daños impactos,
- Daños a la salud humana, la calidad de los ecosistemas y los recursos y servicios de los ecosistemas áreas de protección,
- Daños en el agua y el carbono áreas de preocupación.

7.8.3.1 Resultados De Las Categorías De Impacto

El software mediante un modelo de caracterización interno del método *IMPACTWorld+* (*Continental Latin America_Midpoint 1.251*), obtuvo los resultados del ciclo de vida del sistema a través de la contribución de cada categoría de impacto (Ver Tabla 26).

Tabla 26. Resultados de las categorías de impacto, OpenLCA, 2021

Categoría de Impacto	Unidad	Resultado
Cambio climático, largo plazo	kg CO2 eq (long)	1858,218
Cambio climático, corto plazo	kg CO2 eq (short)	1961,366
Uso de energías fósiles y nucleares	MJ deprived	20553,73
Acidificación de agua dulce	kg SO2 eq	5,17E-12
Ecotoxicidad en agua dulce	CTUe	603,2281
Eutrofización de agua dulce	kg PO4 P-lim eq	0,012167
Cáncer de toxicidad humana	CTUh	8,86E-06
Toxicidad humana no cancerígena	CTUh	0,001049
Radiaciones ionizantes	Bq C-14 eq	3,590654
Ocupación del suelo, biodiversidad	m2 arable land eq .yr	0
Transformación de la tierra, biodiversidad	m2 arable land eq	0
Eutrofización marina	kg N N-lim eq	0,71347
Uso de recursos minerales	kg deprived	10,75581
Agotamiento de la capa de ozono	kg CFC-11 eq	5,33E-06
Formación de partículas	kg PM2.5 eq	0,005162
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC eq	9,942909
Acidificación terrestre	kg SO2 eq	8,74E-06
Escasez de agua	m3 world-eq	-0,01906

7.8.3.2 Resumen De Las Contribuciones Directas De Las Categorías De Impacto

A continuación, se detalla un resumen de las contribuciones directas a los resultados de las categorías de impacto en relación con los procesos (Ver Figura 25 – Figura 40).

La unidad de cambio climático que se maneja en la categoría de impacto “cuantifica los efectos del cambio climático, resultantes de la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) u otros gases efecto invernadero causantes del calentamiento global” (Aristizábal, González, y Gutiérrez, 2020), es decir, compara y suma las contribuciones de diferentes gases de efecto invernadero (GEI), para calcular la huella de carbono asociada a una actividad (Ver Figura 25 y 26).

Figura 25. Cambio climático, largo plazo, OpenLCA, 2021

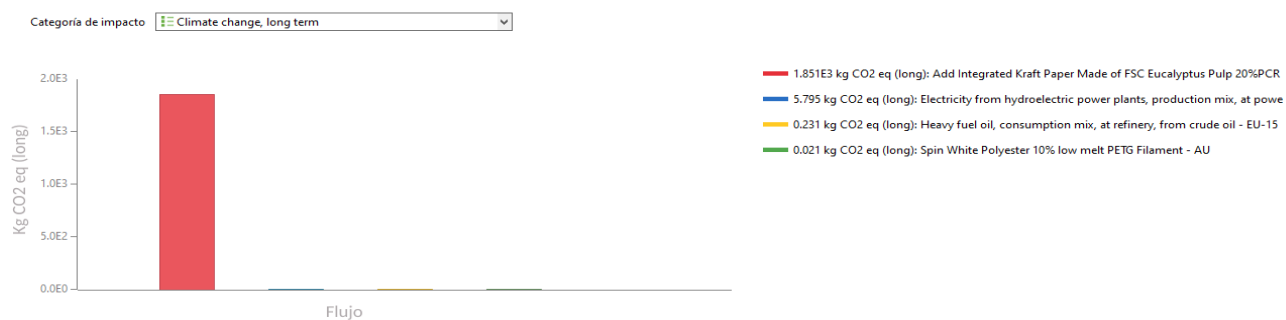
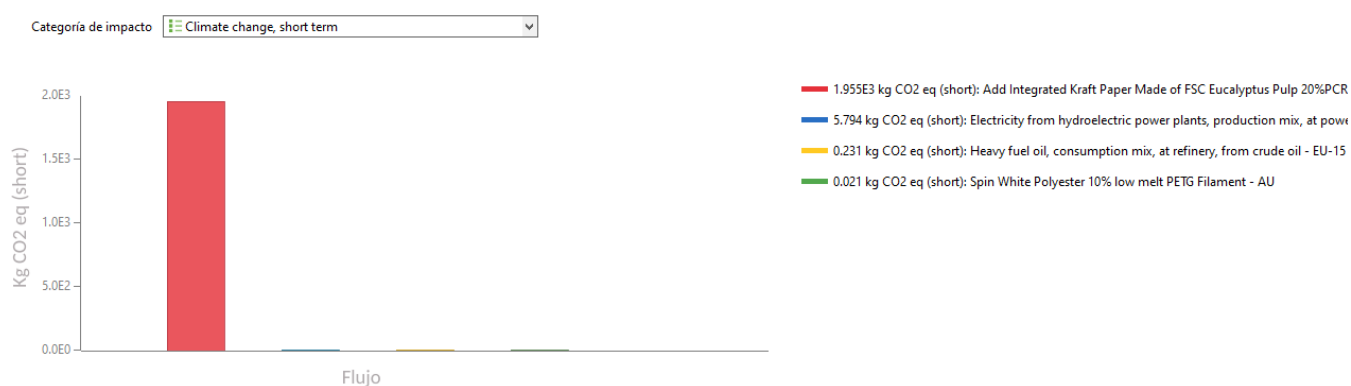
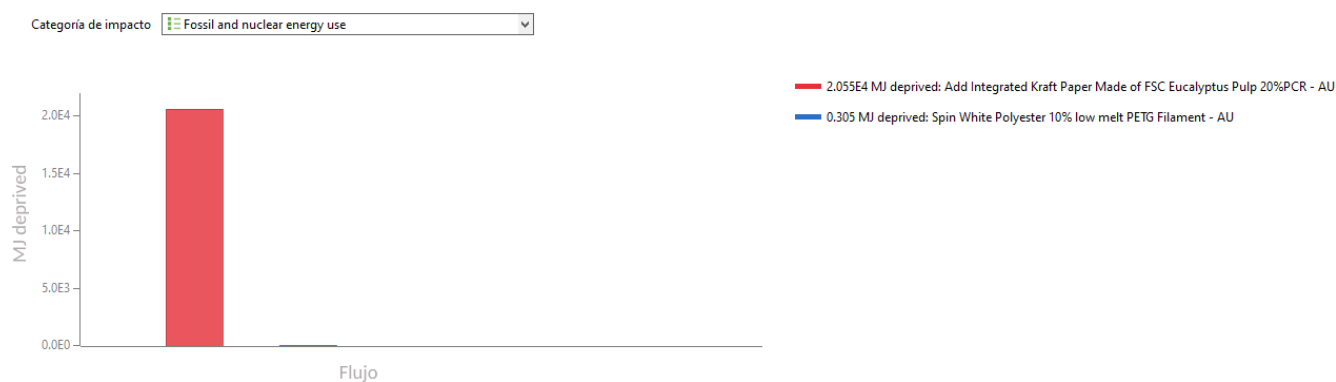


Figura 26. Cambio climático, corto plazo, OpenLCA, 2021



Se define una categoría de impacto separada para los combustibles fósiles, basada en su función similar como portadores de energía (Sala et al, 2016), lo anterior es expresado en unidad de MJ (Ver Figura 27).

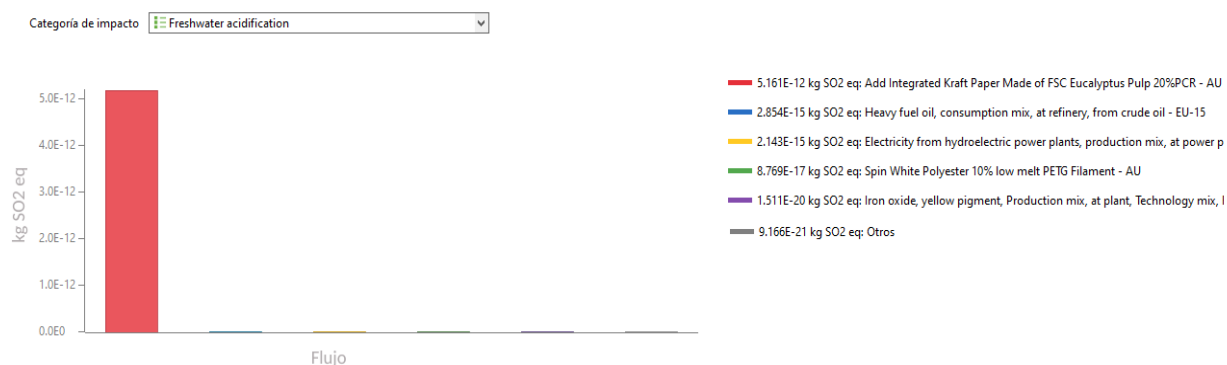
Figura 27. Uso de energías fósiles y nucleares, OpenLCA, 2021



“El agua dulce se vuelve ácida cuando las entradas de ácido superan la cantidad de bases producidas en el reservorio a través de la meteorización de las rocas o por la reducción de aniones

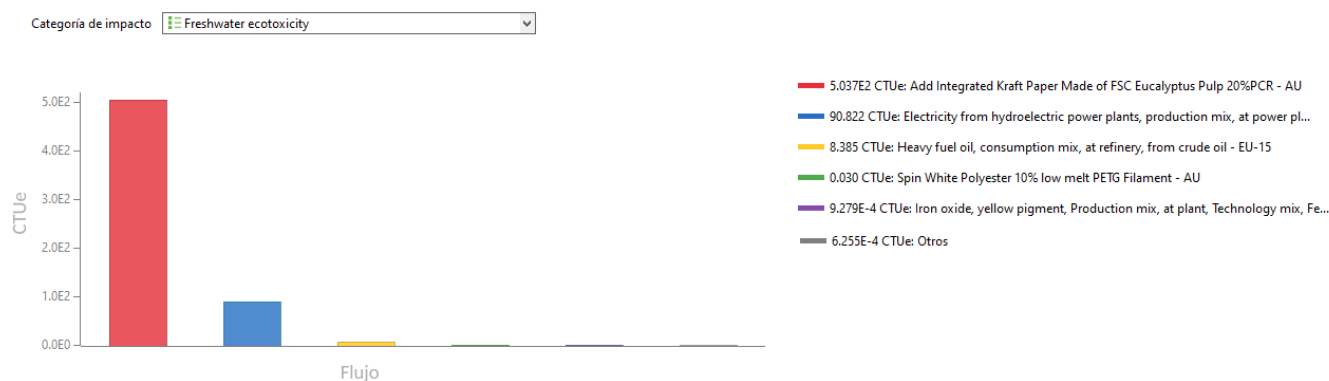
ácidos, como sulfato y nitrato dentro del lago” (Psenner, 1994). La razón principal de la acidificación del agua dulce son las deposiciones atmosféricas y la lixiviación del suelo de SO_x y NO_x (Psenner, 1994) (Ver Figura 28).

Figura 28. Acidificación de agua dulce, OpenLCA, 2021



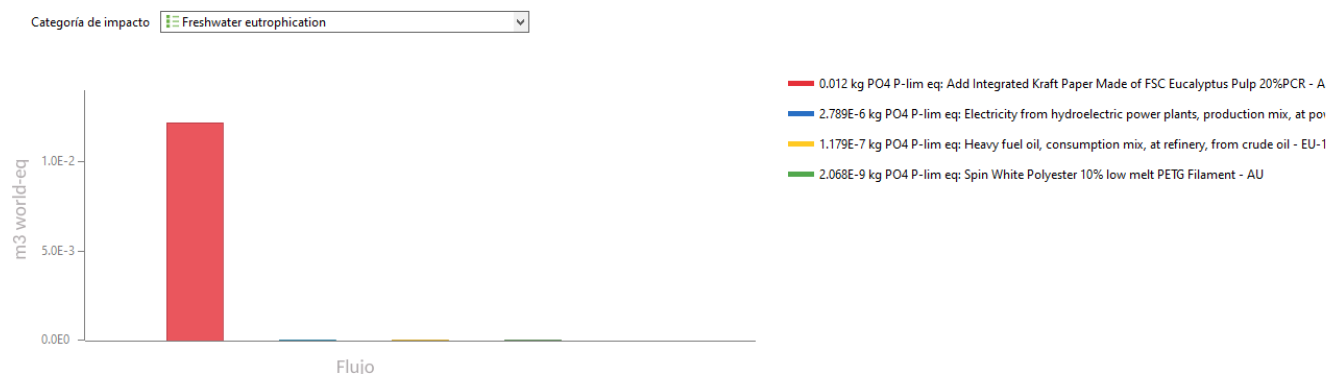
“La unidad tóxica comparativa para impactos de ecotoxicidad acuática (CTUe) expresa la fracción de especies potencialmente afectadas (PAF) estimada integrada a largo plazo y el volumen del compartimento de agua dulce, por unidad de masa de la sustancia química emitida” (Golsteijn, 2014) (Ver Figura 29).

Figura 29. Ecotoxicidad en agua dulce, OpenLCA, 2021



“La eutrofización de agua dulce ocurre debido a la descarga de nutrientes en el suelo o en cuerpos de agua dulce y el posterior aumento de los niveles de nutrientes (es decir, de fósforo y nitrógeno)” (Azevedo et al, 2015) (Figura 29 y 32).

Figura 30. Eutrofización de agua dulce, OpenLCA, 2021



“La unidad tóxica comparativa para impactos de toxicidad humana (CTUh) expresa el aumento estimado en la morbilidad (el número de casos de enfermedad) en la población humana total por unidad de masa de la sustancia química emitida” (Golsteijn, 2014) (Ver Figura 31 y 34).

Figura 31. Cáncer de toxicidad humana, OpenLCA, 2021

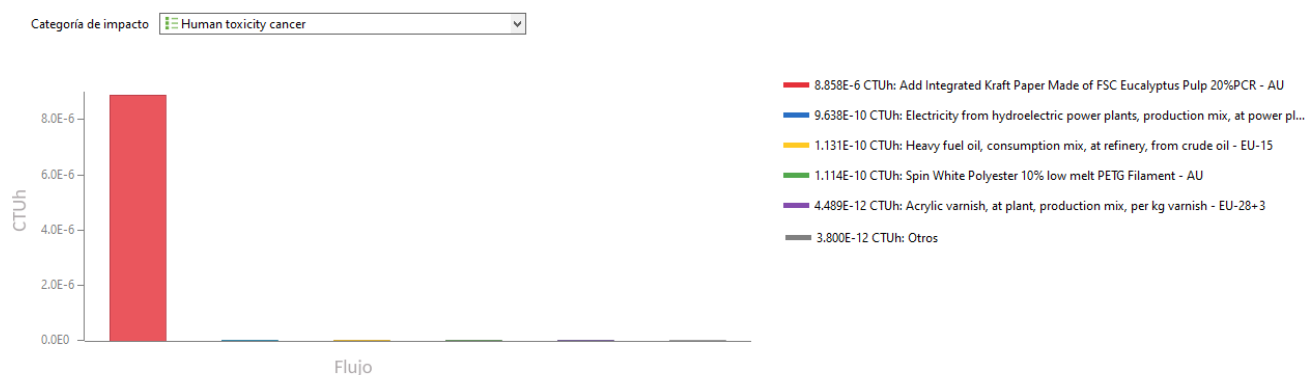
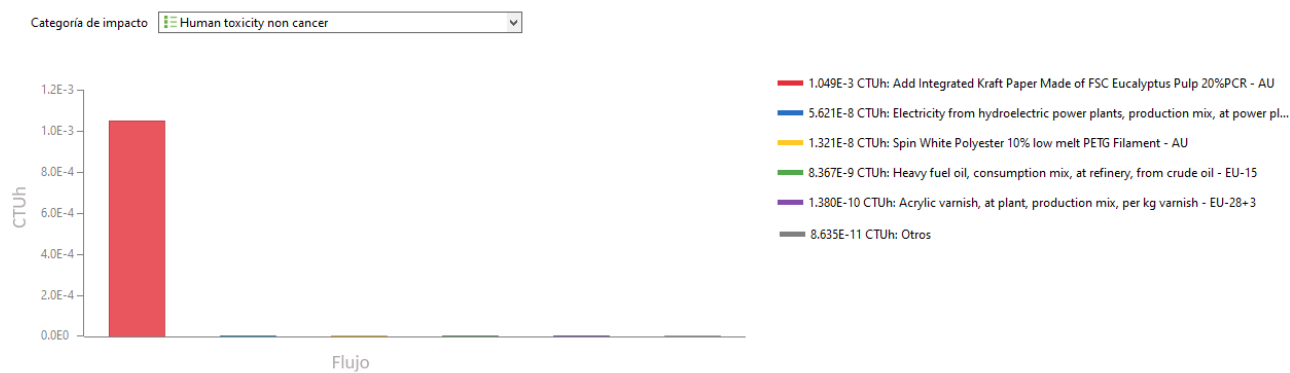


Figura 32. Toxicidad humana no cancerígena, OpenLCA, 2021

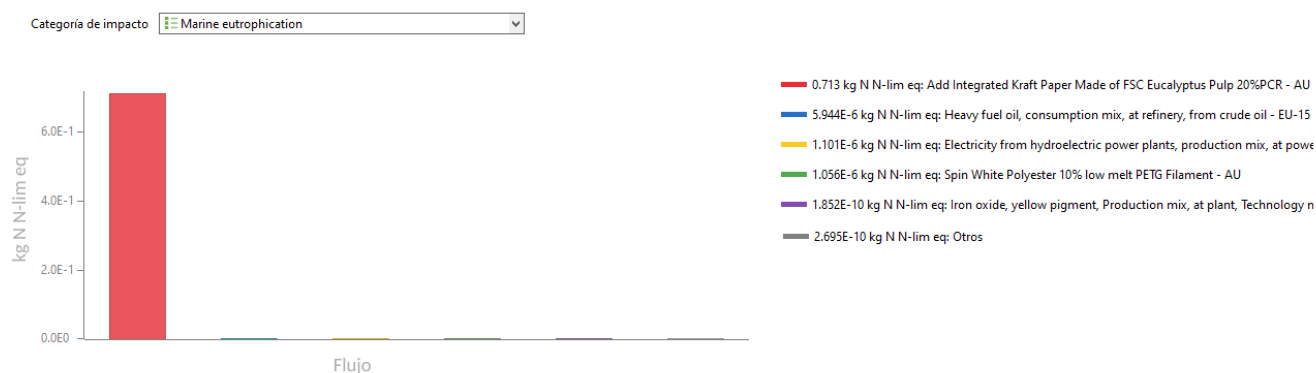


“A través del desplazamiento de electrones (ionización), la radiación ionizante rompe efectivamente los enlaces moleculares. En los organismos vivos, dicha interrupción puede causar un gran daño a las células y su material genético” (Tierra, 2019) (Ver Figura 33).

Figura 33. Radiaciones ionizantes, OpenLCA, 2021

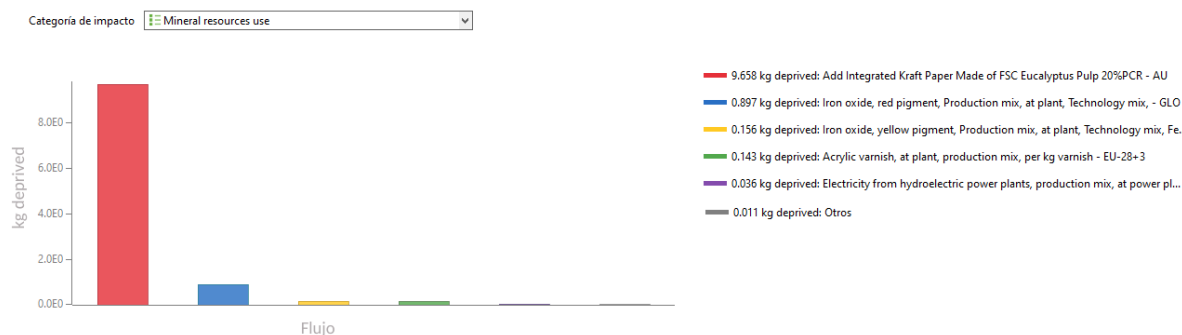


Figura 34. Eutrofización marina, OpenLCA, 2021



El uso de los recursos minerales como categoría de impacto es expresado en unidad de kg (Ver Figura 35).

Figura 35. Uso de recursos minerales, OpenLCA, 2021



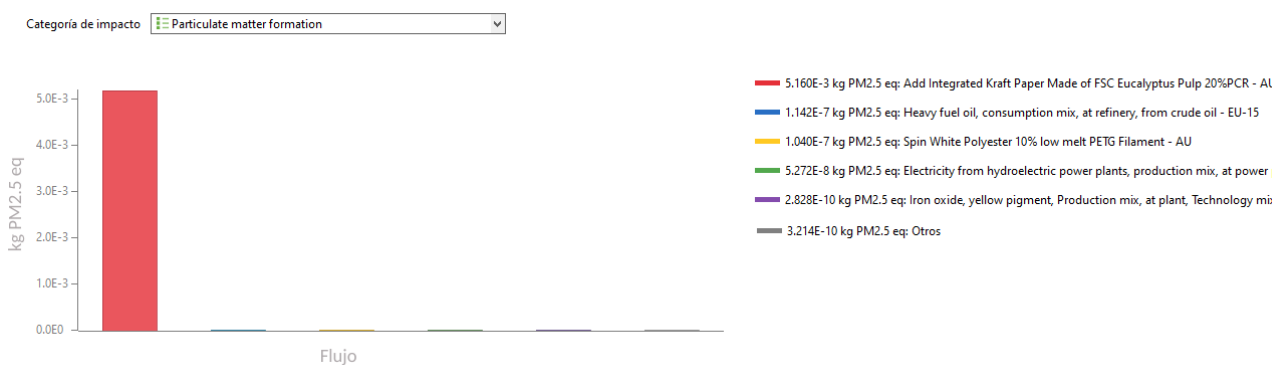
“El adelgazamiento gradual de la capa de ozono de la Tierra en la atmósfera superior causado por la liberación de compuestos químicos que contienen gases de cloro o bromo de la industria y otras actividades humanas” (Wuebbles, 2021) (Ver Figura 36).

Figura 36. Agotamiento de la capa de ozono, OpenLCA, 2021



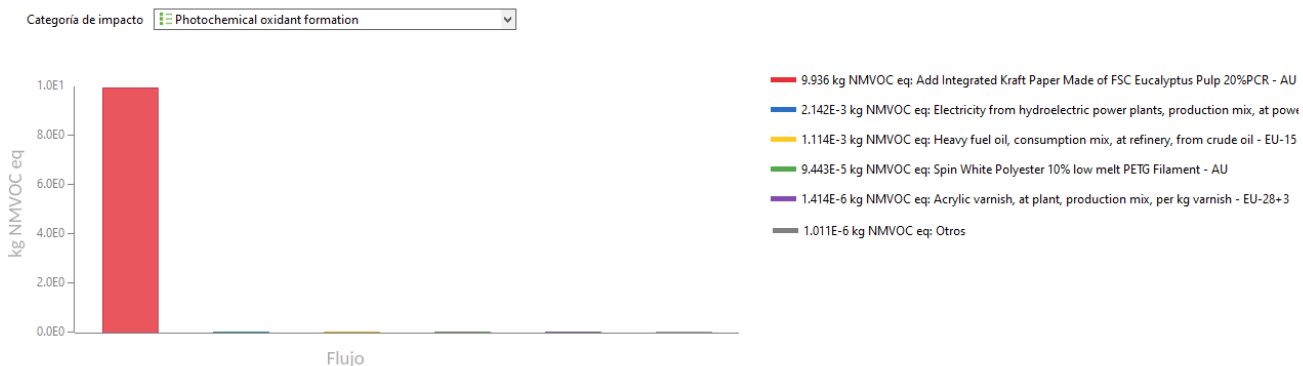
“La vía de causa y efecto de la formación de partículas comienza con una emisión de NOx, NH3, SO2 o PM2.5 primario a la atmósfera, seguido del destino atmosférico, las emisiones se transforman en el aire en aerosoles secundarios” (Zelm et al, 2016). “El PM2.5 puede ser inhalado por la población humana, lo que conduce a un mayor número de casos de mortalidad y daños finales a salud humana” (Zelm et al, 2016) (Ver Figura 37).

Figura 37. Formación de partículas, OpenLCA, 2021



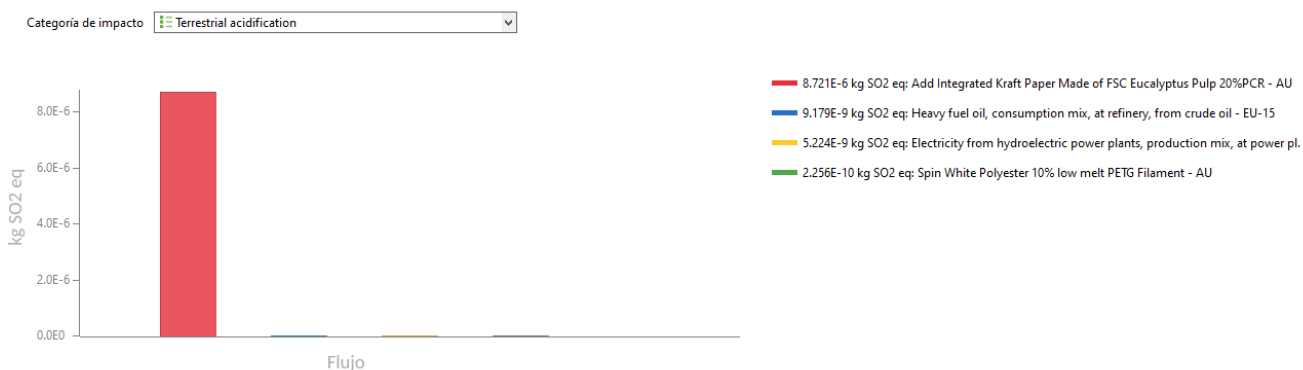
“Los oxidantes fotoquímicos se forman a través de la concentración de una variedad de gases altamente reactivos en la atmósfera y, a menudo, están implicados en problemas de smog” (UIA, 2019). “El 'smog' fotoquímico se compone de una serie de compuestos tóxicos, incluidos el ozono, el dióxido de nitrógeno y pequeñas partículas, que a menudo se denominan oxidantes” (UIA, 2019) (Ver Figura 38).

Figura 38. Formación de oxidantes fotoquímicos, OpenLCA, 2021



La acidificación terrestre “se caracteriza por cambios en las propiedades químicas del suelo después de la deposición de nutrientes (nitrógeno y azufre) en formas acidificantes. Evalúa el medio ambiente impacto de los óxidos de nitrógeno (NO_x), amoníaco (NH₃) y dióxido de azufre (SO₂)” (Azevedo et al, 2016) (Ver Figura 39).

Figura 39. Acidificación terrestre, OpenLCA, 2021



Un m³-mundo eq. (obtenido de la multiplicación del factor en m³ eq. mundo/m³ consumido con el inventario en m³ consumido) representa un metro cúbico consumido en promedio en el mundo (Wulca, s.f) (Figura 40).

Figura 40. Escasez de agua, OpenLCA, 2021



7.8.4 Interpretación Del Análisis De Ciclo De Vida

De los resultados obtenidos por el software OpenLCA, se evidencia que el flujo que más contribuye a las categorías de impacto es el del papel elaborado con fibra de eucalipto (*Paper Made of FSC Eucalyptus Pulp 20%PCR – AU*), esto considerando que es el flujo más representativo en el proceso de la hoja A3 Amarilla con precio regular vertical.

Otro flujo que tienen relevancia en el proceso, es la energía eléctrica (*Electricity from hydroelectric power plant*), dado al funcionamiento de 3 máquinas, principalmente de la impresora Heidelberg Speedmaster SM 74-4 H, la cual representa el 98,16% del consumo de energía total; el consumo de energía tiene mayor incidencia en las categorías de cambio climático, acidificación, ecotoxicidad y eutrofización de agua dulce, cáncer de toxicidad humana, toxicidad humana no cancerígena, agotamiento de la capa de ozono, formación de oxidantes fotoquímicos y escasez de agua. Por otra parte, se destaca el flujo de tinta amarilla y roja, que poseen una importante participación en el proceso, y las cuales se componen de flujos con gran impacto como el barniz a base de aceite mineral (*Acrylic varnish*), que tiene su participación en las categorías de cáncer de toxicidad humana, toxicidad humana no cancerígena, uso de recursos minerales y formación de oxidantes fotoquímicos, de igual forma, se destaca el flujo de pigmento amarillo (Iron oxide, yellow pigment), que tiene su participación en las categorías de acidificación de agua dulce, ecotoxicidad en agua dulce, eutrofización marina, uso de recursos minerales y formación de partículas.

Aunque algunos materiales no contribuyen en gran medida en el proceso, sí poseen un impacto determinante en las categorías, tal es el caso del Poliéster (*Spin White Polyester 10% low melt PETG Filament – AUJ*) y el aceite pesado (*Heavy oi*), los cuales contribuyen en la mayoría de categorías. Este último componente se analiza debido a que hace parte de la composición de la patente EP2861632B1 usada para el desarrollo de este estudio. Sin embargo, cabe señalar que no se encuentra dentro de la composición de las tintas usadas por la organización ya que están compuestas por CI Pigment Green 7, el cual no es tenido en cuenta dado que su % de composición dentro del insumo no es descrito explícitamente, lo que es necesario para el desarrollo del Análisis de Ciclo de Vida.

Finalmente, si bien el software toma datos de la obtención de la materia prima, el análisis figura como “de la puerta a la puerta” ya que en el estudio de caso no se presencié dicha extracción y no se extrajo información primaria de este hecho.

7.9 Alternativas

7.9.1 Análisis Modal de Fallos y Efectos

De acuerdo con el ACV y las herramientas de calidad, se decidió elaborar la matriz AMFE con el fin de priorizar las causas y encontrar alternativas. Este método de análisis maneja un modelo estándar que permite reconocer puntos críticos, para así, formular un sistema preventivo, “En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004).

7.9.1.1 Método

En primer lugar, es elegido el modo de fallo (el problema), posteriormente se determinan las causas y los efectos. Luego de ello, se califica de 1 a 10 la severidad (S), la Frecuencia (F) y la Detectabilidad (D), estas variables son multiplicadas, para calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR). Finalmente se da una prioridad (no urgente, urgente, muy urgente). En este caso de estudio, a la matriz se agregaron acciones propuestas y área de impacto.

- **Severidad:** “Determina la importancia o gravedad del efecto del modo de fallo potencial” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004).

- **Frecuencia:** Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo se produzca y dé lugar al modo de fallo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004).
- **Defectibilidad** “Causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2004).
- **Prioridad:** No Urgente (0-333); Urgente (334-666); Muy Urgente (667-1000).

Tabla 27. Matriz AMFE, Autoras, 2021

Modo de fallo									
Altos impactos al medio ambiente									
Causa	Efecto	S	O	D	NPR S*O*D	Prioridad	Acciones propuestas	Área de impacto	Área responsable de acción correctora
Consumo excesivo de papel	Agotamiento de los recursos forestales	9	8,75	7,5	590,62	Urgente	Se sugiere incorporar el papel blanco (producto del corte) a un nuevo proceso de menor tamaño.	Impresión	Gestión de compras y SIG
Consumo excesivo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos minero energético	8,5	10	7	595	Urgente	Se sugiere utilizar un mayor porcentaje en la capacidad instalada de las máquinas.	Impresión - acabados	Gestión SIG

Modo de fallo

Altos impactos al medio ambiente

Causa	Efecto	S	O	D	NPR S*O*D	Prioridad	Acciones propuestas	Área de impacto	Área responsable de acción correctora
Ineficiencia del proceso en un 1,5%	Incremento de la ineficiencia en el proceso	8,5	8	7	476	Urgente	Incremento de la eficiencia a través de la planeación estratégica precisa de entradas y salidas del proceso.	Impresión - acabados	Gestión SIG
Producción excesiva de material no conforme por mala manipulación	Incremento de residuos aprovechables por posibles errores de manipulación por parte del personal de producción	7,25	5,5	5	199,375	No urgente	Adecuada manipulación de materias primas y productos en transición.	Impresión - acabados	Gestión de producción
Posible presencia de material defectuoso (pliego de papel)	Incremento de residuos aprovechables dadas las condiciones defectuosas del material	5,5	2	2	22	No urgente	Identificación de material defectuoso y determinar la posibilidad de inclusión en algún proceso de menor tamaño.	Recepción de material	Gestión de logística

Modo de fallo									
Altos impactos al medio ambiente									
Causa	Efecto	S	O	D	NPR S*O*D	Prioridad	Acciones propuestas	Área de impacto	Área responsable de acción correctora
Daño de maquinaria	Producción de tiempos muertos que a su vez genera alto consumo energético y pérdidas de recursos de tiempo	7	2,5	1	17,5	No urgente	Se sugiere mayor control de mantenimiento preventivo.	Impresión	Gestión de mantenimiento
Aplicación de tinta amarilla con mayor frecuencia	Incremento de residuos peligrosos y agotamiento de materia prima	5	9	7	315	No urgente	Se sugiere calcular la cantidad precisa de tinta.	Impresión	Gestión de producción

Las causas de mayor prioridad detectadas en el análisis modal de fallos y efectos son: el consumo excesivo de papel, consumo excesivo de energía eléctrica y la eficiencia del proceso en un 98,5%, por lo tanto, se proponen alternativas que permitan dar una oportunidad de mejora para la organización.

Planteamiento De Alternativas

Los resultados obtenidos en los estudios y cálculos realizados anteriormente permitieron consolidar alternativas aplicables en la organización las cuales servirán de apoyo para que preste sus servicios de una manera más afable con el entorno y de acuerdo a los análisis realizados, reducir

todas aquellas prácticas y procesos que están generando afectación de alguna manera al medio ambiente. Las alternativas se clasificaron de la siguiente manera:

Tabla 28. Alternativas, Autoras, 2021

ALTERNATIVA N°1	
Componente	Optimización de materia prima
Descripción	Se relaciona directamente con generar una mejor eficiencia en los procesos de la organización a partir de la reducción del consumo de papel, esto, a través de incorporar el papel blanco (subproducto de la etapa de corte) a un nuevo proceso de menor tamaño.
Estrategias	
Materiales	En el proceso de corte se desperdicia una parte importante de papel, que podría ser utilizado en nuevo trabajo que aplique el ecodiseño.
Personal	En el área de diseño, se podría incluir en las ideas, una materia prima que involucre piezas de papel más pequeñas, especialmente para el área de acabados.
ALTERNATIVA N° 2	
Componente	Optimización energética
Descripción	Se relaciona directamente con generar una mejor eficiencia en los procesos de la organización a partir de la reducción del excesivo consumo energético por parte de la maquinaria aumentando la capacidad operativa.
Estrategias	
Materiales	Con el aumento de la capacidad operativa se busca disminuir la producción de material no conforme, residuos aprovechables y/o maculaduras ya que si bien representa una pérdida en material también se evidencia pérdida energética por el proceso ejecutado para la elaboración del producto.
Maquinaria	Aumentar la capacidad operativa de la maquinaria en la que se busque aprovechar su potencial total para cada proceso, de esta forma se generará un ahorro importante de energía eléctrica evitando procesos adicionales. De igual forma, se propone realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria para evitar la producción de tiempos muertos y por ende desgaste energético.
Personal	Evitar la producción de tiempos muertos que generan despilfarro energético y disminuyen la eficiencia del proceso por errores de manipulación ya sea de materiales como de maquinaria.
ALTERNATIVA N° 3	

Componente	Optimización de eficiencia
Descripción	Se relaciona directamente en hacer uso de métodos cuantitativos y precisos para conocer los materiales exactos que se necesitan en el proceso (peso, tamaño, unidades) a través de herramientas como hojas de cálculo.
Estrategias	
Materiales	Realizar una cuantificación exacta del material usado respectivamente para el proceso, evitando así la producción de residuos y la reducción de costos de ineficiencia generados por el mismo.
Método	Reducir la tasa de margen de error que permita una planeación y ejecución correcta del proceso, de forma que sea más eficiente y se aprovechen los recursos (energéticos, material y manejo de residuos) en su mayor capacidad.
Personal	Conocer y verificar la planeación del proceso con el fin de seguir el paso a paso de la cuantificación de los materiales y los recursos en general para evitar derroche de los mismos. De la misma manera, evitar el cálculo de peso, tamaño, unidades aproximado con una percepción a partir de los sentidos ya que esto disminuye la eficiencia del proceso.

Dado lo anterior, se establece un plan de mejora correspondiente a cada alternativa (Ver Tabla 29):

Tabla 29. Plan de mejora, Autoras, 2021

PLAN DE MEJORA	
ALTERNATIVA 1	ACCIÓN DE MEJORA
Optimización de materia primas	Reducción consumo de papel
TAREAS	
1) Registrar los kg de papel blanco mensualmente 2) Almacenar el 30% de las piezas que posean más de 600 cm ² bimensualmente. 3) Definir en qué diseños se pueden implementar piezas más pequeñas de papel en el área de acabados por medio del ecodiseño	
RECURSOS	RESPONSABLE
Humanos Financieros Tecnológicos	Director de producción y personal operario
META	INDICADOR
Reincorporar el 20% del total de residuos de papel blanco a un nuevo proceso productivo en 6 meses.	(kg de papel reincorporados en un nuevo diseño / kg totales de papel blanco)*100

ALTERNATIVA 2		ACCIÓN DE MEJORA	
Optimización energética		Reducción consumo energético	
TAREAS			
<ol style="list-style-type: none"> 1) Registrar e identificar la capacidad operativa inicial de la maquinaria y si esta no es aprovechada completamente. 2) Reducir tiempos muertos producidos por mala manipulación de maquinaria. 3) Programar capacitaciones de refuerzo para uso adecuado y efectivo de maquinaria. 4) Aumento de mantenimientos preventivos a maquinaria 			
RECURSOS		RESPONSABLE	
Humanos Financieros Tecnológicos		Director de producción y personal operario	
META		INDICADOR	
Reducción de consumo energético en un 80% en 6 meses		(Consumo energético área de impresión/ consumo energético total)*100	
ALTERNATIVA 3		ACCIÓN DE MEJORA	
Optimización eficiencia		Hacer uso de métodos cuantitativos y precisos para conocer los materiales exactos que se necesitan en el proceso (peso, tamaño, unidades)	
TAREAS			
<ol style="list-style-type: none"> 1) Agregar un 1% de margen de error de las unidades solicitadas por el cliente. 2) Registrar la materia prima e insumos exactos necesarios por cada orden de producción. 3) Conteo de los productos no terminados y terminados no conformes. 4) Reporte de causas de productos no conformes. 5) Formulación e implementación de acciones correctivas. 			
RECURSOS		RESPONSABLE	
Humanos Físicos Financieros Tecnológicos		Director de producción y personal operario	
META		INDICADOR	
Aumentar la eficiencia del proceso en un 99% en 6 meses		% de ineficiencia del proceso mes 1/% de eficiencia del proceso total	

8. Discusión Y Análisis De Resultados

8.1 Herramientas De Producción Más Limpia:

La organización tiene un gran compromiso por los procesos de bajo impacto y la mejora continua, esto se evidenció con la Revisión Ambiental Inicial y la aplicación de las herramientas de Producción Más Limpia, que permitieron efectuar un diagnóstico eficiente acerca de la situación ambiental de la organización. De igual forma, se identificaron potenciales oportunidades de mejora.

- Se encontró que los aspectos más significativos de la organización corresponde a la gestión de residuos (aprovechables y peligrosos), generación de emisiones, consumo de agua y energía, lo cual se contrasta con una Evaluación de Impacto Ambiental realizada para la industria gráfica en el año 2021 por la Universidad Nacional de Costa Rica, en el cual se afirma que sus principales aspectos ambientales se encuentran en el uso de sustancias químicas, consumo de agua y energía, aguas residuales, residuos sólidos y emisiones atmosféricas (Villalobos et al, 2021).
- En el ecobalance del producto de estudio “Hoja A3 Amarilla con precio regular vertical” se evidencia que la materia prima e insumos más representativos son el papel y la tinta amarilla. De igual forma, el residuo aprovechable que se encuentra en mayor proporción son los cortes de papel, mientras que en los residuos peligrosos destacan los efluentes del lavado de mantillas.

El análisis realizado anteriormente se contrasta con un artículo de investigación realizado por Adriana Guerrero y Katherine García (2017) en el cual se realizó un diagnóstico ambiental a la industria litográfica donde se analizó la impresión de 1000 revistas en el que mediante el eco-balance realizado se determinó que los impactos se concentraron en la impresión con el consumo de agua y energía, la producción de residuos peligrosos, vertimientos y emisiones.

- Los costos de ineficiencia más altos son atribuidos a la etapa de corte e impresión por lo que es necesario realizar una correcta gestión en las misma, ejecutando los procesos con eficiencia evitando la producción de desperdicios ya sean residuos aprovechables o residuos peligrosos. De igual forma, es importante resaltar los costos de ineficiencia por ingresos potenciales y gestión de residuos, ya que son representativos en el proceso y que a su vez

permiten identificar el valor que deja de percibir la organización por la producción de residuos, y el manejo de estos.

Dado el análisis anterior se contrasta con un Estudio realizado por Mónica Acuña (2004) en el que afirma que la industria litográfica genera altos niveles de contaminación se traducen a altos costos que las organizaciones deben asumir para la gestión y/o, en caso de, inadecuado manejo de los mismos.

8.2 Herramientas De Calidad

Las herramientas de calidad determinaron las principales causas del problema a evaluar, en donde se aplicó el principio de Pareto que indica que el 80% de los efectos son producidos por el 20% de las causas, de esta manera la organización debe enfocarse en reunir esfuerzos para intervenir dicho porcentaje causal, para así aumentar el rendimiento de la misma en los diferentes procesos, y a su vez mejorar la eficiencia. Es importante evaluar las problemáticas desde una perspectiva holística, es por ello que se abordan desde 4 componentes principales: el método, la maquinaria, los materiales y el personal.

Se evidencia que las causas principales que generan el mayor impacto ambiental en la organización se pueden condensar en 3: consumo de papel, consumo energético y la ineficiencia del proceso el cual genera una mayor cantidad de residuos. Según los resultados obtenidos en un estudio realizado por Evelyn Ramos (2018) en Perú quien analiza la gestión de calidad para producir etiquetas de una organización de la industria gráfica aplica las herramientas de diagrama de Pareto e Ishikawa el cual le permite identificar que su mayor problema en su caso de estudio se encuentra relacionado con la planificación de la producción y cuáles son las causas que lo generan,

8.3 Análisis De Ciclo Vida:

Estudios similares demostraron que la salud humana, el cambio climático y el consumo de recursos se ven muy afectados por la operación de impresión. Por otra parte, se destaca el consumo de papel y energía, como aspectos ambientales significativos. Se realizó un análisis de contraste para determinar que el presente estudio está en línea con otros estudios previos (Ver Tabla 30)

Tabla 30. Alternativas, Autoras, 2021

Estudios similares	Puntos en común
Caso Legis: Hojas sustituibles	<ul style="list-style-type: none"> · Se determinó que el polipropileno (polímero) tiene un alto impacto, aunque no tenga mayor incidencia en el proceso. · Se determinó que el proceso de impresión es el proceso principal en la industria gráfica por lo que “debe revisarse para disminuir impactos potenciales” (Rodríguez, Blanco y Orrego, 2019, p. 37).
El impacto ambiental de una revista empresarial impresa: un estudio caso brasileño	<ul style="list-style-type: none"> · La producción de papel y la producción de electricidad tienen un impacto significativo, pues “consumen combustibles no renovables como el gas natural, el petróleo pesado y el carbón, con contribuciones similares” (De Oliveira, et al, 2018, p. 520). · “Los resultados están en línea con estudios previos en los que la producción y distribución de papel representaron los principales impactos de los productos de papel impreso” (Ferrari et al., 2012, Moberg et al., 2010, Enroth, 2006, como se cita en de Oliveira, et al, 2018, p. 520).
Análisis del ciclo de vida de periódicos impresos en el noroeste de México	<ul style="list-style-type: none"> · Se determinó que los principales aspectos contribuyentes a impactos significativos, fueron principalmente, el consumo de electricidad seguido del consumo de papel durante la operación de impresión, así como el consumo de tinta en un grado menor (Esquer, et al, 2015). · De acuerdo con Díaz et al. (2007), la operación de impresión es la más importante en casi todas las categorías de punto medio debido a la producción de pulpa y papel; sin embargo, después de la normalización, la electricidad es más perjudicial para el medio ambiente, ya que es el principal contribuyente de las emisiones a la atmósfera (Como se cita en Esquer, 2015).

9. Conclusiones

En relación con el diagnóstico ambiental inicial, se determinó que la empresa Offset Gráfico Editores S.A se caracteriza por ser una organización ambientalmente responsable que orienta sus esfuerzos a la mejora continua. La organización divide su gestión de producción en tres partes: preprensa, impresión y acabados, en donde se detecta que las materias primas de mayor consumo son el papel esmaltado y la tinta process. Los aspectos ambientales más representativos para la organización son: el consumo de papel representando el 79% de los consumos totales en cuanto a materias primas e insumos, el consumo de energía eléctrica de un promedio de 306.227 kWh anual, la generación de residuos aprovechables (más de 125 mil kg) y peligrosos (alrededor de 8 mil kg), estos son mayormente detectados en la etapa de impresión, representando el 80% de los problemas que causan el mayor impacto ambiental en la organización.

De acuerdo con el informe resultante del software OpenLCA se concluye que en el ciclo de vida del producto Hoja A3 con precio regular vertical, los principales flujos que generan un mayor impacto ambiental son el papel, la energía eléctrica y la tinta amarilla que tiene como componentes como el barniz a base de aceite mineral y el pigmento, que son elementos de alto impacto. La etapa que tiene mayor impacto en el ACV es la de impresión. Además, se concluyó que las principales causas del aumento del impacto ambiental en la organización es el consumo energético, la ineficiencia del proceso y el consumo de papel, por lo que se plantearon estrategias con el fin de ser una guía para la mitigación del impacto. Por otra parte, se propone la gestión de subproductos para la mejora continua en los procesos que ejecuta la organización.

Finalmente, las alternativas se encuentran encaminadas a la solución de los problemas identificados anteriormente en las cuales se propone un plan de mejora, en el cual es necesario aunar esfuerzos y destinar recursos técnicos, financieros y humanos para la correcta ejecución del mismo. Una vez resueltas las problemáticas los beneficios que adquirirá la organización se verán reflejados en la mejora de sus procesos, de su imagen corporativa, de una significativa reducción de costos y adquisición de ingresos potenciales a través de una gestión diferente de sus residuos.

10. Recomendaciones y Limitaciones

Se recomienda modificar el ACV general de la organización de forma que se alinee con la metodología planteada por la ISO 14044 de manera que se reconozcan todos los flujos de entradas y salidas, con el fin de identificar y evaluar los impactos ambientales relacionados con las etapas del ciclo de vida del proceso.

Para lo anterior, es necesario recopilar la información para estructurar el inventario y asimismo modelar la cadena de valor de la empresa con el objetivo de documentar y mejorar el perfil ambiental, que en consecuencia ayuden al fortalecimiento de su Sistema de Gestión Ambiental.

De igual forma, se recomienda tomar como base el plan de mejora establecido en la presente investigación con el fin de contribuir a la mejora continua de la organización sobre todo en su departamento de producción.

Asimismo, cabe señalar que el Administrador ambiental es un profesional idóneo y capacitado para trabajar el ACV y el fortalecimiento de los SGA ya que cuenta con habilidades de pensamiento crítico y una visión holística de los aspectos sociales, económicos y ambientales que permite dar soluciones estratégicas, oportunas y acertadas a las organizaciones sin importar su actividad económica.

Limitaciones

- La metodología del Análisis de Ciclo de Vida está recientemente implementada en el país por lo que no es posible encontrar muchos estudios en esta materia y especialmente en la industria gráfica.
- Algunos flujos para el inventario del Análisis de Ciclo de Vida, no están completamente apegados a la realidad de la organización de estudio, dado que para su construcción se hizo uso de información secundaria.
- El caso de estudio tiene un alcance que va de “la cuna a la puerta”, por lo que no se tiene un panorama completo de todos los impactos del ciclo de vida del producto.
- Falta de información local de las categorías de impacto en las bases de datos del software libre.

- Si bien, la metodología planteada por la ISO 14044 es detallada y concisa, se dificulta su implementación dado a que toma un gran costo y bastante tiempo para la recolección de información primaria.

11. Bibliografía

- Acuña, M. (2004). Estudio del Sector de Artes Gráficas con respecto a: A) Costos totales en el área de litografía B) Análisis del desarrollo del parque industrial ecoeficiente Ascopro. Mónica Acuña Borda Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial Bogotá.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2017). Hacer realidad la energía limpia y renovable. Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2017-configuracion-del-futuro/articulos/hacer-realidad-la-energia-limpia#:~:text=Las%20soluciones%20innovadoras%20pueden%20cambiar,comunidades%20que%20dependen%20de%20aquellos.>
- Alteco. (s.f.). *Diagrama de Pareto – Herramientas de la Calidad*. Recuperado de: [https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/#:~:text=El%20Diagrama%20de%20Pareto%20constituye,\(los%20muchos%20y%20triviales\).](https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/#:~:text=El%20Diagrama%20de%20Pareto%20constituye,(los%20muchos%20y%20triviales).)
- Amores-Salvadó, J., Martín-de Castro, G., & Navas-López, J. E. (2015). The importance of the complementarity between environmental management systems and environmental innovation capabilities: A firm level approach to environmental and business performance benefits. *Technological Forecasting and Social Change*, 96, 288–297. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.04.004>
- ANDI. (2017). Radiografía de un sector comprometido con la sostenibilidad Informe de Sostenibilidad 2017.
- ANDIGRAF. (s.f). Tendencias mundiales para la industria gráfica - ANDIGRAF. Recuperado de: <https://andigraf.com.co/tendencias-mundiales-para-la-industria-grafica/>
- ANDIGRAF y Coimpresores. (2013). Informe de Sostenibilidad de la Industria de la Comunicación Gráfica 2013. Recuperado de: https://issuu.com/coimunicacionescipb/docs/informe_de_sostenibilidad_de_la_ind
- ANDIGRAF. (2020). Informe de Gestión 2020 Asociación Colombiana De La Industria De La Comunicación Gráfica. Recuperado de: www.andigraf.com.co

- ANDIGRAF. (2019). Informe | Ranking Sectorial De La Comunicación Gráfica - ANDIGRAF. Recuperado de: <https://andigraf.com.co/ranking-sectorial-de-la-comunicacion-grafica-2/>
- Antón Vallejo, M. A. (2004). Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Aranda Usón, J. A. (2006). El análisis del ciclo de vida como herramienta de gestión empresarial. FC Editorial.
- Arango, R. (2019). La importancia de los procesos de mejora continua para la internacionalización de las Pymes Colombianas The importance of continuous improvement processes for the internationalization of Colombian Pymes. 1–15.
- Aristizábal-Alzate, Carlos E., González-Manosalva, José L., & Gutiérrez-Cano, Juan C.. (2020). Análisis del ciclo de vida y cálculo de la huella de Carbono para un proceso de reciclaje de botellas PET en Medellín (ANT). Producción + Limpia, 15(1), 7-24. Recuperado de: <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a1>
- Aristizabal, K., Avendaño, Y. y Ruiz, L. (2016). La producción más limpia como una estrategia innovadora aplicada en una empresa del sector textil. Universidad libre. Recuperado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2271/2504>
- Azevedo, Roy, O., Verones, Zelm, & Huijbregts. (2016). *Terrestrial Acidification*. Recuperado de: https://lc-impact.eu/doc/method/Chapter7_Terrestrial_Acidification_20160926.pdf
- Azevedo, Verones, Henderson, Zelm, Jolliet, Schere, & Huijbregts. (2015). *Freshwater eutrophication*. Recuperado de: https://lc-impact.eu/doc/method/Chapter8_Freshwater-eutrophication.pdf
- Barrios, E., & Loreto, D. (2003). Alternativas y herramientas para la Producción Más Limpia. *Dialnet*, 255-270.
- Bastidas, D. U., Casanova, M., Deyby, M., & Gomez Burbano, J. (s.f.). Criterios de implementación ISO 14001:2015 Caso Estudio Gestion y Tratamiento de RESPEL Resumen Ejecutivo.

- Boiral, O. (2011). Managing with ISO Systems: Lessons from Practice. *Long Range Planning*, 44(3), 197–220. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.12.003>
- Bongiovanni, R., & Tuninetti, L. (2018). Análisis del Ciclo de Vida de un jean producido en Argentina. *LALCA Rev. Lat. Am. Aval. Ciclo Vida*, 2, 9-34.
- Bongiovanni, R., & Hilbert, J. A. (2019). Plataforma" Análisis de Ciclo de Vida y huellas ambientales" del INTA. Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/6515/INTA_CIA_InstitutoDeIngenier%c3%adaRural_Bongiovanni_R_Plataforma%20an%c3%a1lisis%20de%20ciclo%20de%20vida%20%281%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Burnley, Wagland y Longhurst (2019) Uso de la evaluación del ciclo de vida en la educación en ingeniería ambiental, *Pedagogías de educación superior*, 4:1, 64-79, DOI: 10.1080/23752696.2019.1627672
- Bugdol, M., Puciato, D., Borys, T., & Jagellónica, U. (2020). Los sistemas de gestión ambiental en el contexto del desarrollo sostenible: la identificación de problemas abiertos. 15(2), 131–142.
- Calderón Cuartas, P. A., Osorio Viana, W., Naranjo Vasco, J. M., & Guzmán Hernández, T. D. J. (2019). Formación de cultura ambiental desde el enfoque de ciclo de vida: una propuesta pedagógica para la sostenibilidad. *Ambiente y Desarrollo*, 23(44). Recuperado <https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.AYD23-44.FCAE>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). Estudio de mercado de comunicación gráfica. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/23625/ESTUDIO%20DE%20MERCADO%20COMUNICACI%c3%93N%20GR%c3%81FICA-.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- CCAAN. (s.f.). *Aplicación Del ECO-MAPA Y La Identificación De Puntos Críticos*. Recuperado de: https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas_statics/unid5/PDF_Espanol/Eco mapa_Puntos_Criticos.pdf

- CCB. (2020). Cluster Impresión y Packaging, Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-Impresion-y-Packaging/Noticias/2020/Abril-2020/El-impacto-del-COVID-19-en-la-industria-grafica>
- Campos, L. M. (2012). Environmental management systems (EMS) for small companies: a study in Southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 32, 141-148.
- Carrión Fultán, M. A. (2020). Propuesta de diseño de una guía metodológica para la aplicación de las normas de Gestión Ambiental: ISO 14040 (2006)–Evaluación del ciclo de vida, principios y marco de referencia e ISO 14044 (2006)–Análisis del ciclo de vida, requisitos y directrices. Caso: Fase de upstream del sector hidrocarburífero (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- Castañeda-Suárez, J. E., González-Dumar, A. M., Usma-Rojas, C. A., & Cano-Londoño, N. A. (2017). Análisis de Ciclo de Vida aplicado a la producción panelera tradicional en Colombia. *Revista de La Facultad de Ciencias*, 6(1), 107–122. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v6n1.63316>
- CNP+L. (s.f). Que es P+L. Recuperado de: <http://www.cnpml.org.pa/>
- Ch03. (s.f). Estándares para intervenciones ambientales. Recuperado de: <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol303.htm#3.1%20%C2%A0Efluentes%20%C3%ADquidos%C2%A0aguas%20residuale>
- Consejo de Juventud de España. (s.f). Implantación del Sistema de Gestión Ambiental. Recuperado de: <http://www.cje.org/descargas/cje152.pdf>
- CPmL - Nicaragua. (2017). ¿Qué es Producción Más Limpia? CPmL - Nicaragua. Recuperado de: <https://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>
- Cubillos, Gónzales, Ruíz, Vélez, & Paredes. (2015). *Estrategias de Producción Más Limpia para el Adecuado Manejo y Reducción en el Origen de Residuos Peligrosos: Caso de Estudio*

Industrias Litográficas y Tintorerías. Recuperado de Scientia Et Technica:
<https://doi.org/10.22517/23447214.9157>

- Del Rosario Bernatene, María, & Canale, Guillermo Juan. (2018). Innovación sustentable en Diseño a partir de la integración del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con Cadenas Globales de Valor (CGV). Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, (69), 1-6. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-35232018000400013&lng=es&tlng=es.
- De Oliveiraa, D. A., Hurtadob, A. L., Oliveira, M. A., Piekarskic, C. M., & Salvador, R. (2018). O Impacto Ambiental De Uma Revista Empresarial Impressa: Um Estudo de Caso Brasileiro. VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida. 517-522
- Dieleman, H. (2007). Cleaner production and innovation theory; social experiments as a new model to engage in cleaner production. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992007000200004&script=sci_arttext
- Economía TIC. (s.f.). *Cómo aplicar la Ley de Pareto*. Recuperado de: <https://economytic.com/ley-de-pareto/>
- Elizondo, B. (2012). Beneficios económicos de la Producción Más Limpia. CEGESTI. Recuperado de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_209_180912_es.pdf
- Esquer, J., Vaeza-Gastélum, C., Remmen, A., Álvarez-Chávez, C. R., & Velázquez, L. E. (2015). Life cycle assessment for printed newspapers in Northwestern Mexico. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(3), 259-268.
- Fajardo, H. (2017). La Producción Más Limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Revista de ingeniería matemáticas y ciencias de la información*. 4(8):47-59
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw Hill.

- Fundación de Economía circular (s.f). Economía circular. Recuperado de: <https://economiecircular.org/economia-circular/>
- García, Y. Y. (2018). Estrategia ambiental corporativa para una empresa de explotación de esmeraldas como herramienta de la gestión empresarial ambiental: estudio de caso para una empresa minera ubicada en el Distrito Minero Muzo en el Occidente de Boyacá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12495/1792>.
- GEO. (s.f). *Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto*. Recuperado de: <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gianni, M., Gotzamani, K., & Tsiotras, G. (2017). Multiple perspectives on integrated management systems and corporate sustainability performance J. Clean. Prod., 168 (2017), pp. 1297-1311
- Gobierno de México. (s.f). Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123182/identificacion__y_evaluacion_de_aspectos_ambientales.pdf
- Golsteijn. (2014). *USEtox*. Recuperado de: <https://pre-sustainability.com/articles/how-to-use-usetox-characterisation-factors-in-simapro/>
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., Luis, &, & Betancourt-Buitrago, A. (2014). Literature review methodology for scientific and information management, through its structuring and systematization Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. DYNA, 81(184), 158–163. <http://dyna.medellin.unal.edu.co/>
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., Schryver, A. D., Struijs, J., & Zelm, R. (2009). Report I: Characterisation, ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Ministry of Housing, Spatial planning and the Environment (VROM), The Netherlands.

- Guirao Goris, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2), 0–0. <https://doi.org/10.4321/s1988-348x2015000200002>
- Guerrero Rodríguez, A., & García, K. U. (2017). *DIAGNOSTICO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA LITOGRAFICA*.
- Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (2018). Life cycle assessment. Springer International Publishing, Cham. pp 168-187. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3> Book.
- Herrera, K. L. (2014). Implementación del Sistema de Gestión Ambiental conforme los requerimientos de la Norma ISO 14001: 2004 en la Empresa Propulsora SA. Universidad Autónoma de Occidente.
- Hens, L., Block, C., Cabello-Eras, JJ, Sagastume-Gutierrez, A., García-Lorenzo, D., Chamorro, C., ... & Vandecasteele, C. (2018). Sobre la evolución de la “Producción Más Limpia” como concepto y como práctica. *Revista de Producción Más Limpia* , 172 , 3323-3333.
- Huaches Llocya, S. (2022). Responsabilidad social en la gestión ambiental. Atavillos Bajo, Lima, 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86040>
- IHOBE, S. A. (2000). Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones. Mecanizado del Metal. Ihobe
- H. Scott Matthews, Chris T. Hendrickson, and Deanna Matthews. (2014). Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions That Matter. pp. 83–95.
- Ikram, M., Zhou, P., Shah, S. A. A., & Liu, G. Q. (2019). Do environmental management systems help improve corporate sustainable development? Evidence from manufacturing companies in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 226, 628-641.
- IMPACT World Plus. (s.f). *IMPACT World Plus*. Recuperado de: <https://www.impactworldplus.org/en/presentation.php>
- Inaba, A. & Lee, K. M.(2004). Life cycle assessment: best practices of ISO 14040 series. Center for Ecodesign and LCA (CEL), Ajou University. pp 12-17

Industria Editorial y de la Comunicación Gráfica. (2012). Colombia productiva. Recuperado de:

<https://www.colombiaproductiva.com/CMSPages/GetFile.aspx?guid=af12c1bd-cf87-49ca-bb89-61edf7b90c6e>

Instituto para la Salud Geoambiental. (s.f). Mediciones Gas Radón. Recuperado de:

<https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-co2/#:~:text=En%20concentraciones%20altas%2C%20cercanas%20a,de%20las%20800%2D1000%20ppm.>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. Recuperado de:

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba?version=1.0&t=1528460825650

ISO. (2015). Norma ISO 14001. Recuperado de: <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>

ISO 14040 (2006). Norma ISO 14040. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza.

ISO 14044 (2006). Norma ISO 14044. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Organización Internacional de Normalización. Ginebra, Suiza.

ISO. (s.f). ISO - ISO 16759:2013 - Graphic technology — Quantification and communication for calculating the carbon footprint of print media products. Recuperado de: <https://www.iso.org/standard/57615.html>

Lead Innovation Management. (2019). Soluciones sostenibles en la industria textil. Recuperado el 20 de enero de 2021 de: <https://www.lead-innovation.com/es/blog/soluciones-sostenibles-en-la-industria-textil>

Leiva, E. H. (2016). Análisis de Ciclo de Vida. Escuela de Organización Industrial. 1-43. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2207.3689>

- Life Cycle Initiative (LCI). (2017). Our Mission, Vision and Impact. Recuperado de <https://www.lifecycleinitiative.org/about/our-mission-vision-and-impact/>
- Lopes Silva, D. A., Delai, I., De Castro, M. A. S., & Ometto, A. R. (2013). Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*, 47, 174–187. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.026>
- Luján Villegas, C. M. (2016). Estrategias para la generación e implementación de buenas prácticas ambientales en los procesos de las artes gráficas. Recuperado de: <https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/bitstream/handle/compensar/2936/Estrategias%20para%20la%20generaci%C3%B3n%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20ambientales%20en%20los%20procesos%20de%20las%20artes%20gr%C3%A1ficas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, L., Cuéllar, Y., Páez, N., & Pedraza, J. (2018). Huella de Carbono del Ciclo de Vida de Plantaciones Forestales Comerciales (*Eucalyptus grandis*, *Pinus patula*) y Forestal Protectora (*Guadua angustifolia kunth*) en Colombia. In *Advances in Cleaner Production, Proceedings of the 7th International Workshop* (Vol. 21, pp. 88-89)
- Matthews, H. Scott, Chris T. Hendrickson, and Deanna H. Matthews (2014). *Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions That Matter*. pp. 83–95.
- Matos, L. M., Anholon, R., da Silva, D., Cooper Ordoñez, R. E., Gonçalves Quelhas, O. L., Filho, W. L., & de Santa-Eulalia, L. A. (2018). Implementation of cleaner production: A ten-year retrospective on benefits and difficulties found. *Journal of Cleaner Production*, 187, 409–420. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.181>
- Méndez, L. (2009). Normas ISO 14000 como instrumento de gestión ambiental empresarial.
- Min ambiente. (2021). Producción y consumo sostenible. Recuperado el 29 de enero de 2021 de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/154-plantillaasuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-7>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f). Producción y Consumo Sostenible. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de:

<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/produccion-y-consumo-sostenible/>

Ministerio de comercio, industria y turismo. (s.f). Piensa un minuto antes de actuar: Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de:

<https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx#:~:text=RESIDUO%20S%C3%93LIDO%20APROVECHABLE%3A%20Es%20cualquier,reincorporaci%C3%B3n%20a%20un%20proceso%20productivo.>

Mintrabajo. (2019). “MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia”: ministra Alicia Arango. Recuperado de: <https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango>

Montoya, J. A., Rendón, C. O., & Palacio, J. A. G. (2007). Oportunidades de Producción Más Limpia en tintorerías del sector textil. *Scientia et technica*, 5(37), 603-608.

Moya, S. (2022). *Capitulo II- Marco Conceptual - Free Download PDF*. <https://silo.tips/download/capitulo-ii-marco-conceptual-4#>

Muñiz, M. (2010). Estudios de caso en la investigación cualitativa. División de estudios de posgrado Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de psicología. México, 1-8.

Nueva ISO 14001. ¿Qué son los aspectos ambientales? Recuperado de: <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/que-son-los-aspectos-ambientales/>

Offset Gráfico Editores S.A. (2020). Recuperado de <https://www.offsetgrafico.com/empresa/>

ONUUDI. (s.f). Introducción a la Producción Más Limpia ONUUDI-Manual de Producción Más Limpia.

OpenLCA. (2015). *ELCD*. Recuperado de: <https://nexus.openlca.org/database/ELCD>

- OpenLCA. (2019). *Evah OzLCI2019*. Recuperado de: <https://nexus.openlca.org/database/OzLCI2019>
- OpenLCA. (2019). *Product Environmental Footprints*. Recuperado de: <https://nexus.openlca.org/database/Environmental%20Footprints>
- OpenLCA. (s.f). *openLCA*. Recuperado de: <https://www.openlca.org/>
- Pacheco, J. (2016). Importancia del Análisis del Ciclo de Vida de un Producto. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/importancia-del-analisis-del-ciclo-vida-producto/>
- Pérez, R., y Bejarano, A. (2008). Sistema de Gestión Ambiental: Serie ISO 14000. Revista Escuela de Administración de Negocios, (62), 89-105.
- Pernett Feria Germán Andrés. (2012). El ACV de los materiales Una herramienta incidente y valorativa de gran potencial en el diseño de proyectos arquitectónicos de bajo impacto ambiental en Colombia. 5. Recuperado de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/730/1/80252561-2012-2-AR.pdf>
- Pozo, R. (2001). Glosario Técnico de la Industria gráfica Por gentileza de. www.edicionescpng.com
- Prana, A., Ulfah, A., Nur, E., & Pirade F. (2020). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/342097165_A_Comparative_Study_of_Life_Cycle_Impact_Assessment_using_Different_Software_Programs
- Psenner. (1994). *Environmental impacts on freshwaters: acidification as a global problem*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0048969794905320?via%3Dihub>
- Ramírez, I. E. V. (2013). Estado del arte sobre el impacto del Sistema de Gestión Ambiental basado en ISO 14001 en la sostenibilidad de las organizaciones. *Journal of chemical information and modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ramos Garriazo, E. D. (2018). Gestión de calidad para la producción de etiquetas en una empresa en la industria gráfica, Lima 2018.

- Restrepo. (2018). Análisis de costos para la implementación de alternativas de PML en los procesos constructivos críticos del proyecto terminal satélite de pasajeros del sur en el Distrito Capital. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&context=ing_ambiental_sanitaria#:~:text=Los%20costos%20de%20ineficiencia%20son,para%20obtener%20el%20mismo%20beneficio.
- Revista Empresarial & Laboral. (s.f.). La economía de Colombia se mueve con el sector de la comunicación gráfica - Revista Empresarial & Laboral. Recuperado de: <https://revistaempresarial.com/industria/grafica/economia-colombia-mueve-sector-comunicacion-grafica/>
- Rodríguez, B. R. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. Boletín iE, 91-97.
- Rodríguez, S. B., Blanco, L. T., & Orrego, A. S. (2019). Guía Para El Análisis de Ciclo de Vida en el sector industrial de impresión y litografía el caso de Legis S.A. Bogotá D.C: Ediciones Universidad Central.
- Sabaté. (2015). Reduciendo la huella de carbono: Green print - Industria gráfica. Recuperado de: <https://www.sabatebarcelona.com/blog/reduciendo-huella-carbono-green-print-impresion-digital-ecologica-hp-latex/>
- Sala, Benini, Castellani, VidalLegaz, & Pant. (2016). Environmental Footprint - Update of Life Cycle Impact Assessment methods. Recuperado de: https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/JRC_DRAFT_EFLCIA_resources_water_landuse.pdf
- Shah, S., Ganji, E., & Hasan, S. (2016). Environmental management systems and sustainability in SMEs. In MATEC Web of Conferences (Vol. 76, p. 02006). EDP Sciences.
- Saizarbitoria, I. H., & Landín, G. A. (2011). Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de un estudio empírico. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, 14(2), 112-122.
- Sánchez y Uribe. (1994). Economía y Desarrollo, vol. 1, N° 1

- Scientific Applications International Corporation (SAIC), Curran, M. A., National Risk Management Research Laboratory (US), & Office of Research and Development, Environmental Protection Agency, United States. (2006). Life-cycle assessment: principles and practice. pp 19-30
- Secretaría de Cultura, R. y D. (s.f). Localidad de Barrios Unidos | Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. Recuperado de: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/localidades/barrios-unidos>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f). Programa de Excelencia Ambiental Distrital- PREAD. Recuperado de: <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/gae/nivel-iv#:~:text=El%20Programa%20de%20Excelencia%20Ambiental,responsabilidad%20social%20empresarial%20con%20enfoque>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f). Herramientas de Producción Más Limpia. Recuperado de: <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitulo+1.+Importancia+de+la+Producci%c3%b3n+mas+limpia+en+IPS.pdf>
- Secretaría distrital de cultura, recreación y deporte. (s.f). La contaminación ambiental. Recuperado de: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiversidad/la-contaminacion-ambiental>
- SIAC. (s.f). Residuos peligrosos. Recuperado de: <http://www.siac.gov.co/residuos peligrosos>
- Stott, L., & Ramil, X. (2014). Metodología para el desarrollo de estudios de caso. Centro de innovación en tecnología para el desarrollo humano. ITD, UPM.
- Tam, V. W., Zhou, Y., Illankoon, C., & Le, K. N. (2022). A critical review on BIM and LCA integration using the ISO 14040 framework. *Building and Environment*, 213, 108865
- Tiegam, R. F. T., Tchuifon, D. R. T., Santagata, R., Nanssou, P. A. K., Anagho, S. G., Ionel, I., & Ulgiati, S. (2021). Production of activated carbon from cocoa pods: Investigating benefits and environmental impacts through analytical chemistry techniques and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125464.
- Tierra. (2019). *Radiación ionizante*. Recuperado de Enciclopedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/ionizing-radiation>

UIA. (2019). *Photochemical oxidant formation*. Recuperado de:
<http://encyclopedia.uia.org/en/problem/134677>

Universidad ICESI. (2010). *Ecobalances*. Recuperado de:
<https://www.icesi.edu.co/blogs/produccionmaslimpia201001/files/2010/05/ECOBALAN CES.pdf>

Universidad Santo Tomás. (s.f). Herramientas de Producción Mas Limpia |. UST. Recuperado de:
http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Momento%202_Industria%20y%20Medio%20Ambiente_Maria%20Teresa%20Sarabia/herramientas_de_produccion_mas_limpia.html

UPME. (s.f). Políticas nacionales. Recuperado de:
http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/politica/politica.htm

Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2018). Producción Más Limpia: paradigma de gestión ambiental. Universidad de los Andes.

Van Hoof, B., & Herrera, C. M. (2007). The Evolution and Future Perspectives of Cleaner Production in Colombia. *Revista de Ingeniería*, (26), 101-120.

Vargas Duarte, L. Y., & Villota Castañeda, C. J. (2013). Indicadores de gestión ambiental en la industria gráfica. Universidad EAN.

Villalobos-González, W., Sibaja-Brenes, J. P., Mora-Barrantes, J. C., & Álvarez-Garay, B. (2021). Environmental impact assessment of a graphic company that uses offset lithographic printing. *Uniciencia*, 35(1), 367–383. <https://doi.org/10.15359/RU.35-1.23>

Wiengarten, F., Pagell, M., & Fynes, B. (2013). ISO 14000 certification and investments in environmental supply chain management practices: identifying differences in motivation and adoption levels between Western European and North American companies. *Journal of Cleaner Production*, 56, 18-28.

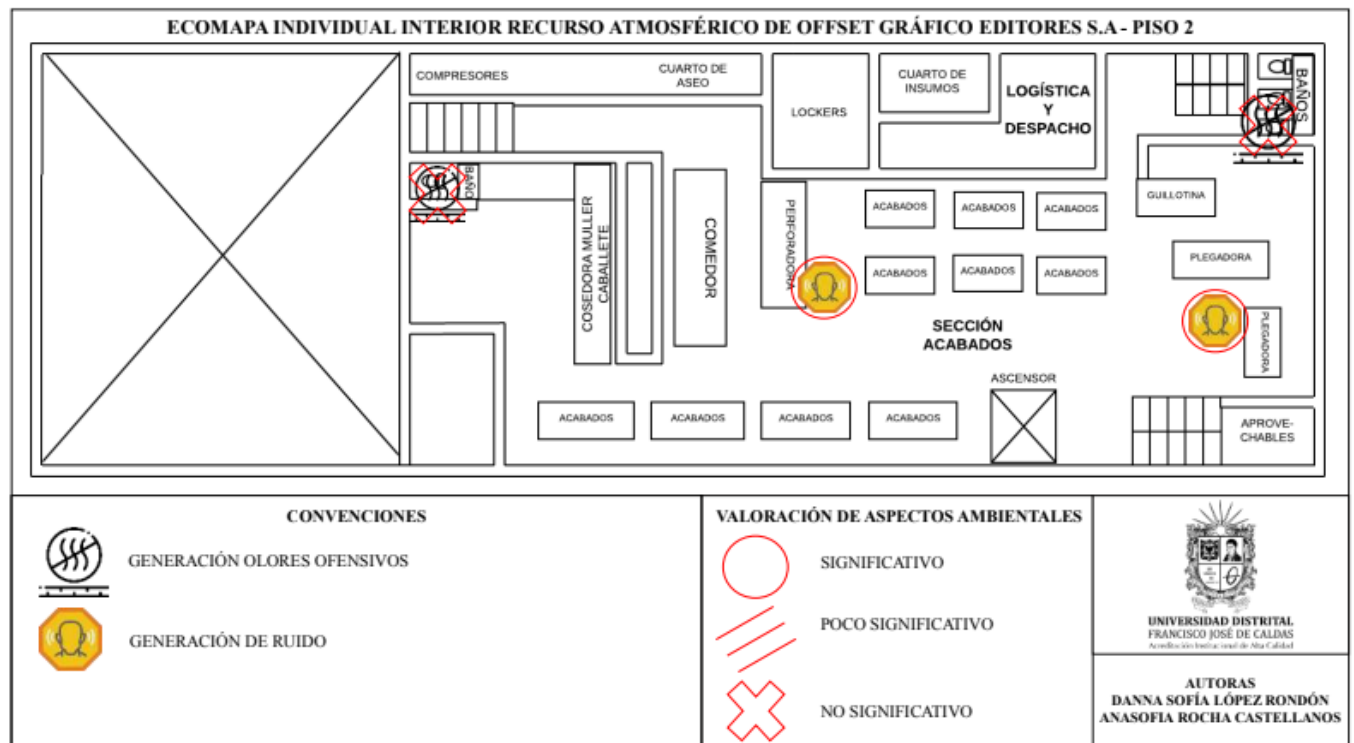
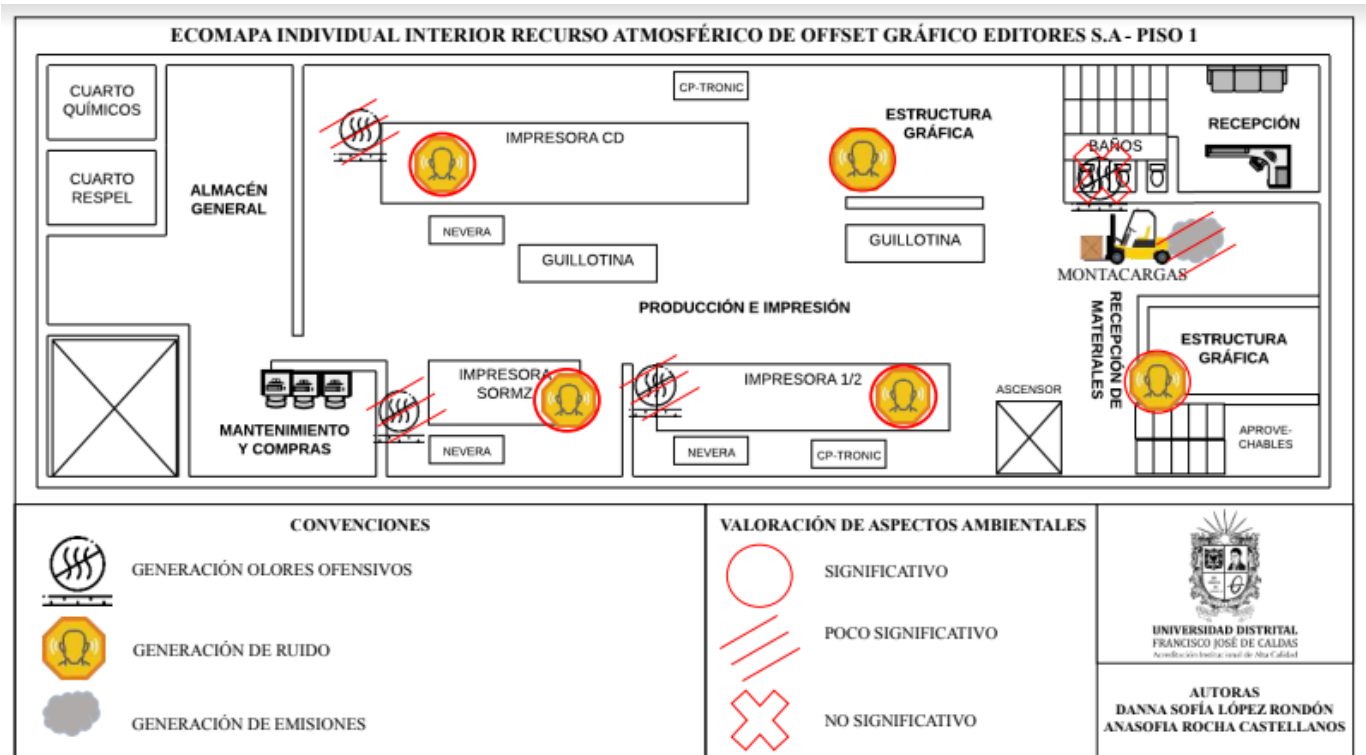
Wuebbles. (2021). *Agotamiento del ozono*. Recuperado de:
<https://www.britannica.com/science/ozone-depletion>

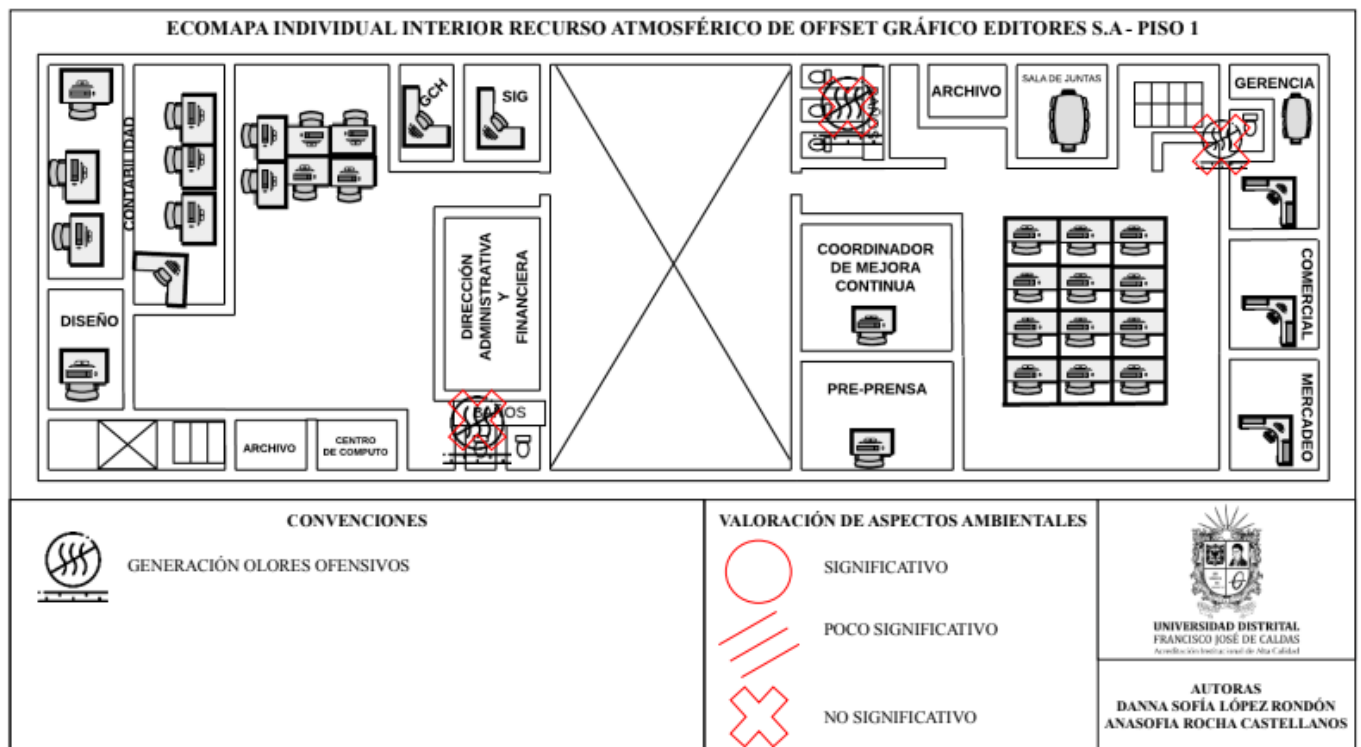
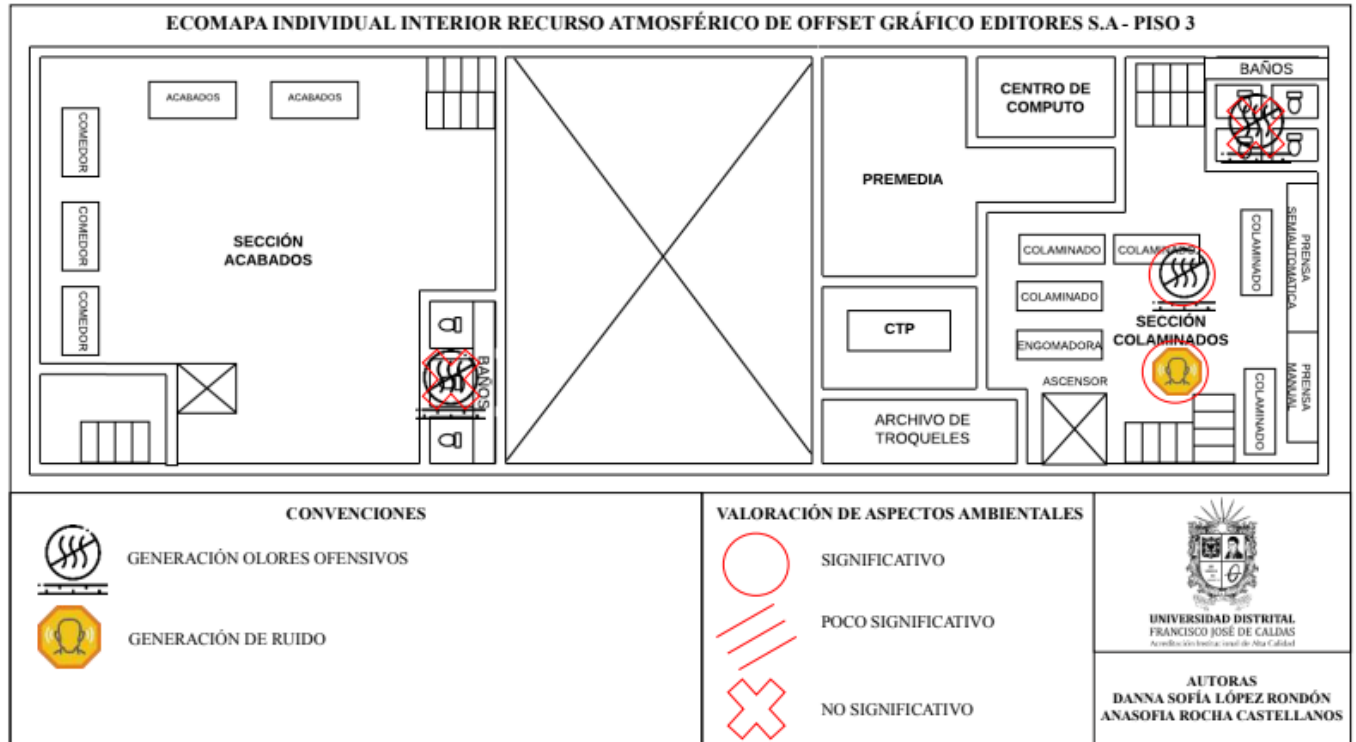
Wulca. (s.f). *Wulca*. Recuperado de FAQ: <https://Wulca-waterlca.org/aware/faq/>

Zameer, H., Wang, Y., & Yasmeen, H. (2020). Reinforcing green competitive advantage through green production, creativity and green brand image: Implications for cleaner production in China. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119119. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119119>

Zelm, Preiss, Dingenen, & Huijbregts. (2016). *Particulate Matter Formation*. Recuperado de: https://lc-impact.eu/doc/method/Chapter6_Part particulate-matter-formation.pdf

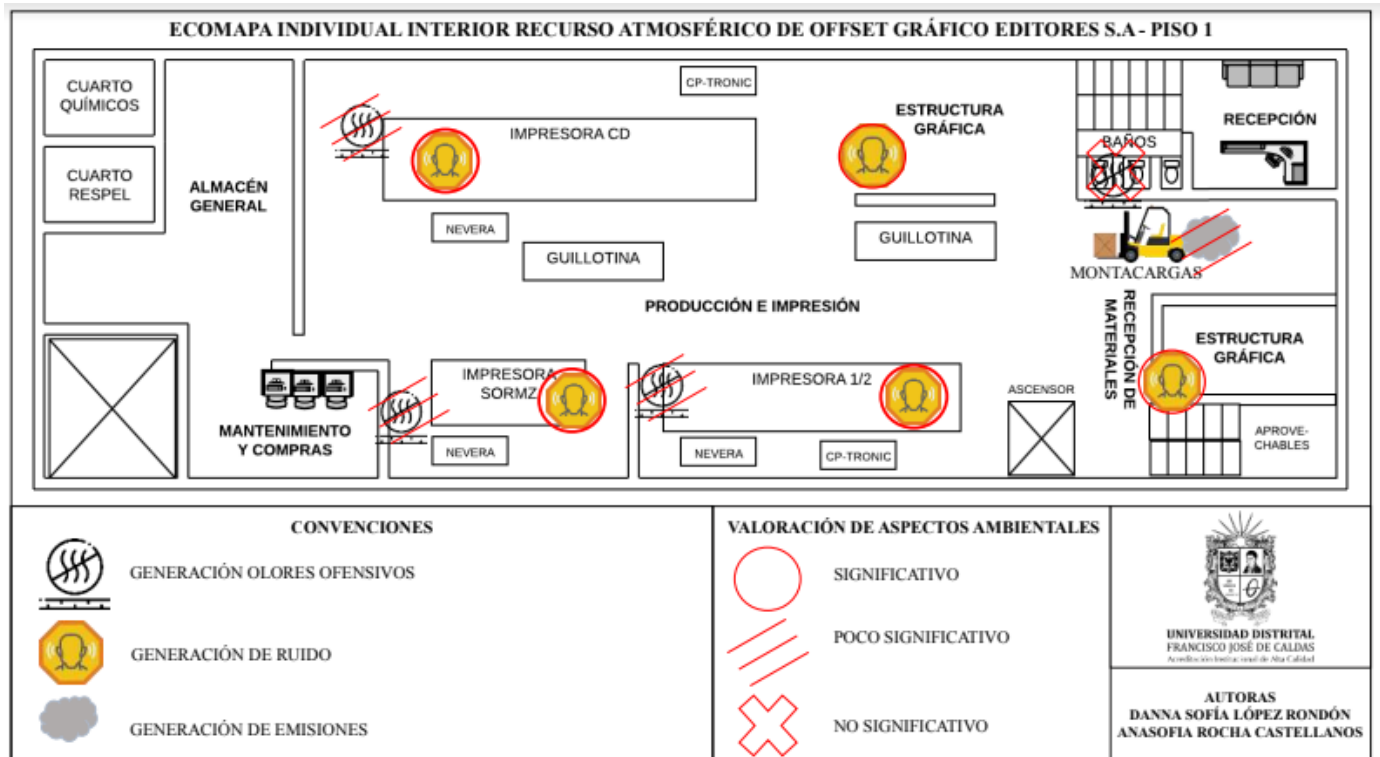
Anexo A. Ecomapas

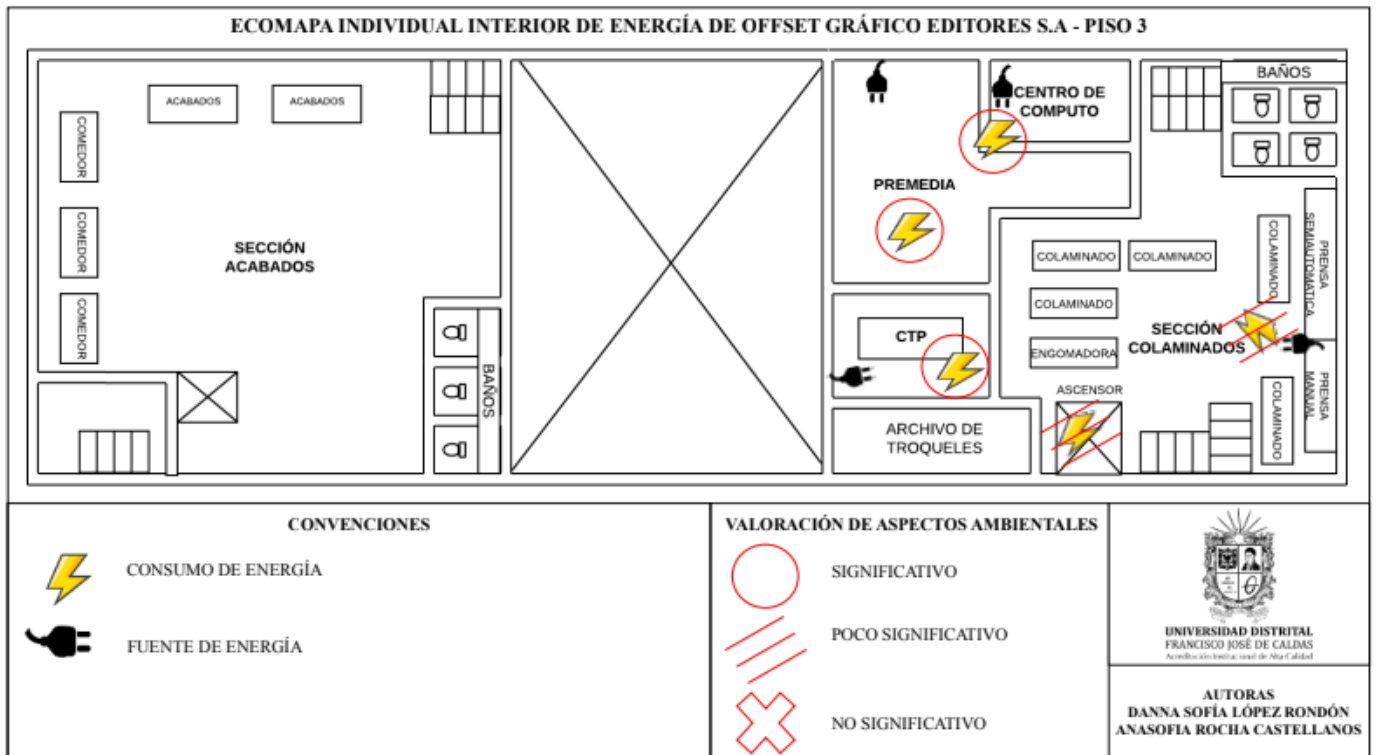
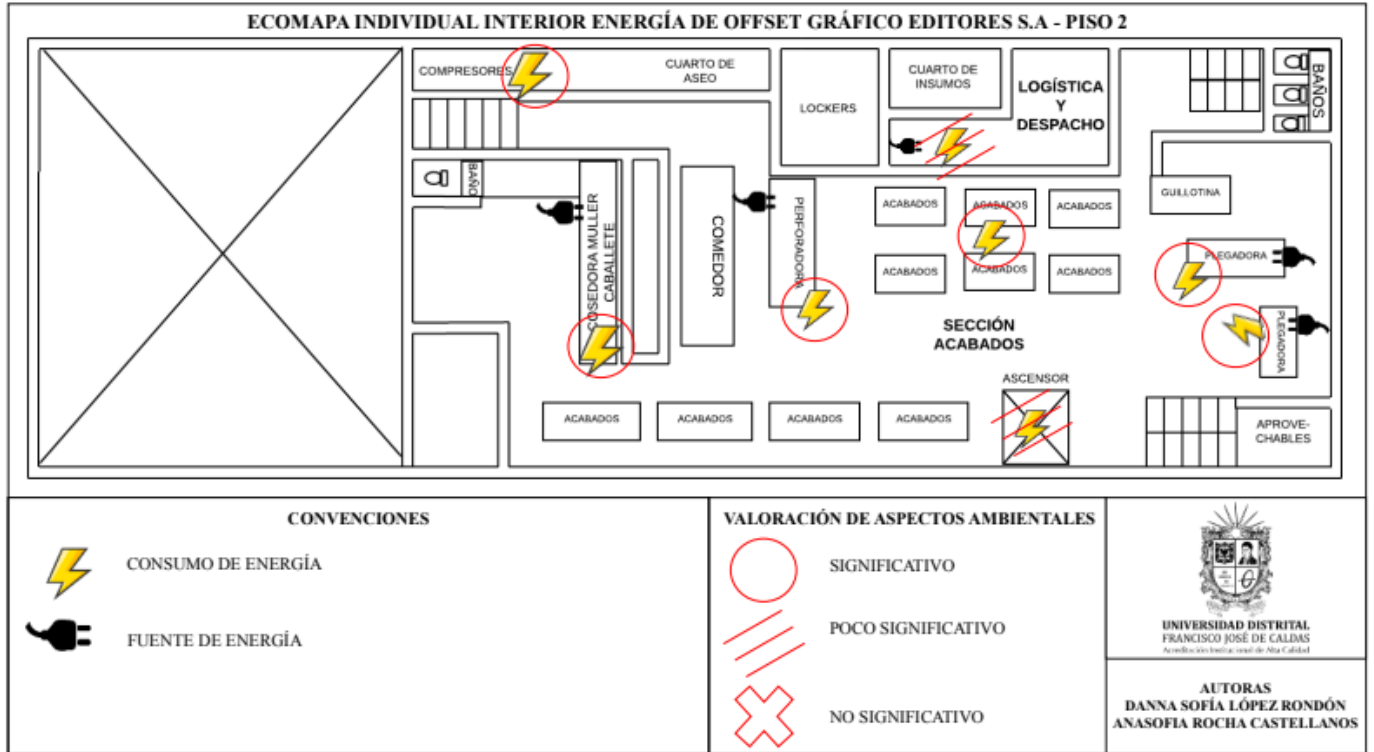


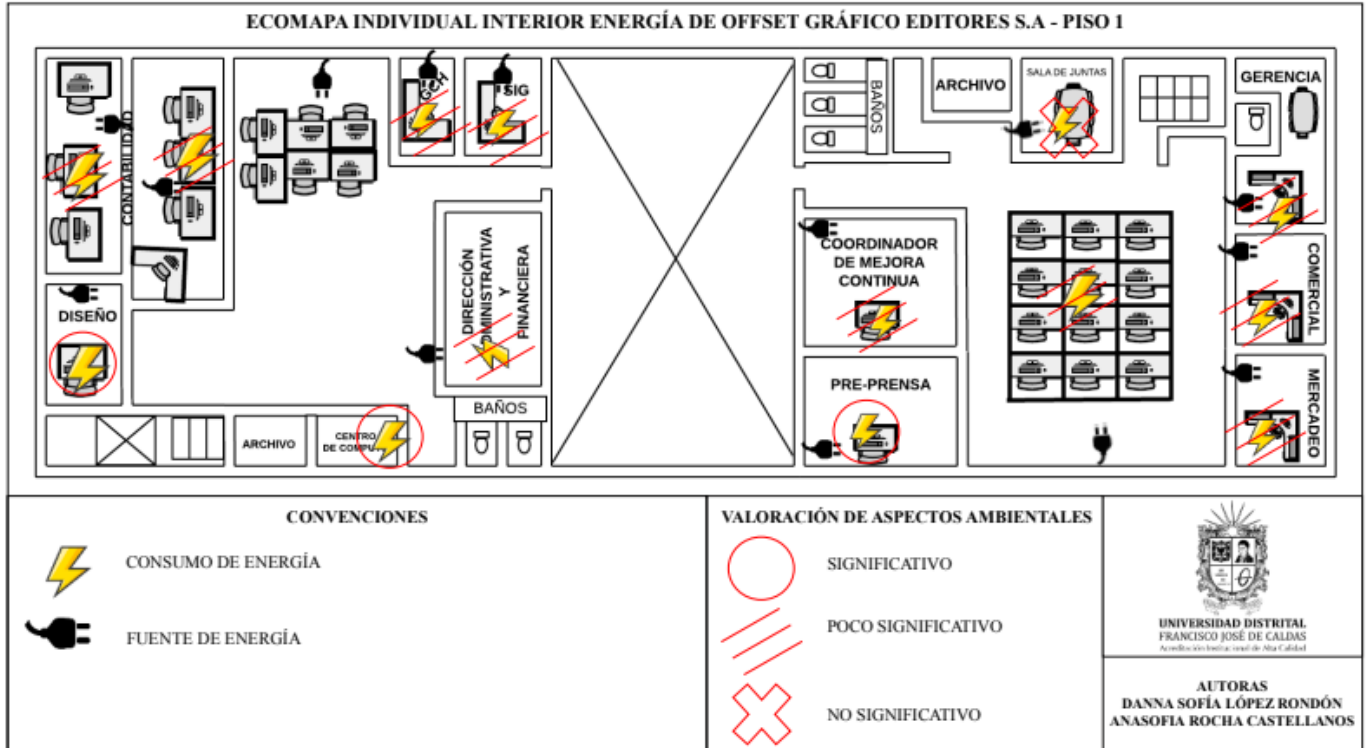


ANÁLISIS ECOMAPA INDIVIDUAL INTERIOR RECURSO ATMOSFÉRICO DE OFFSET GRÁFICO EDITORES S.A

El ruido generado por las impresoras, representa un aspecto significativo debido a la prolongada exposición de una jornada normal de trabajo, así mismo, se señala la generación de ruido del proceso de troquelado, cosido, plegado y colaminado como aspecto significativo. Por otra parte, la generación de olores ofensivos es significativo en el proceso de impresión puesto que, se perciben olores concentrados de tintas y solventes, de igual forma en el proceso de colaminado se perciben olores de solventes y pegamento

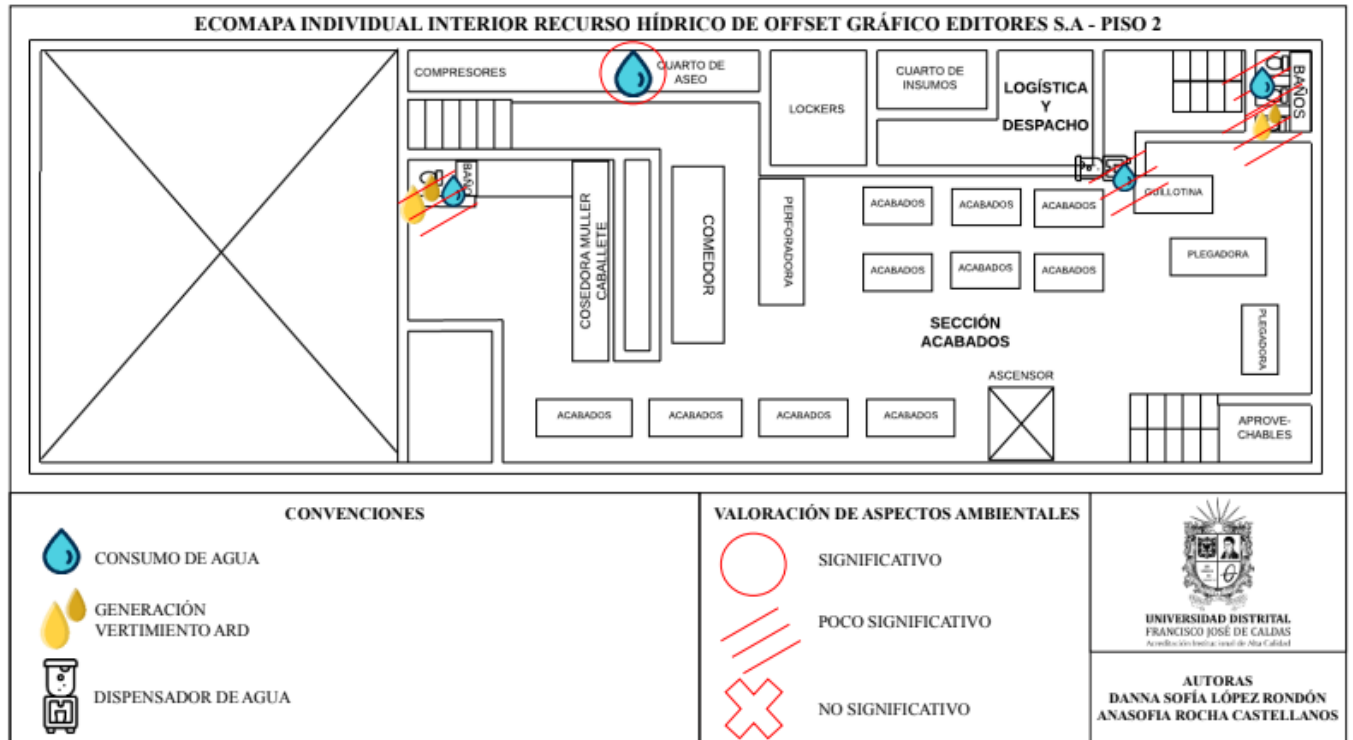
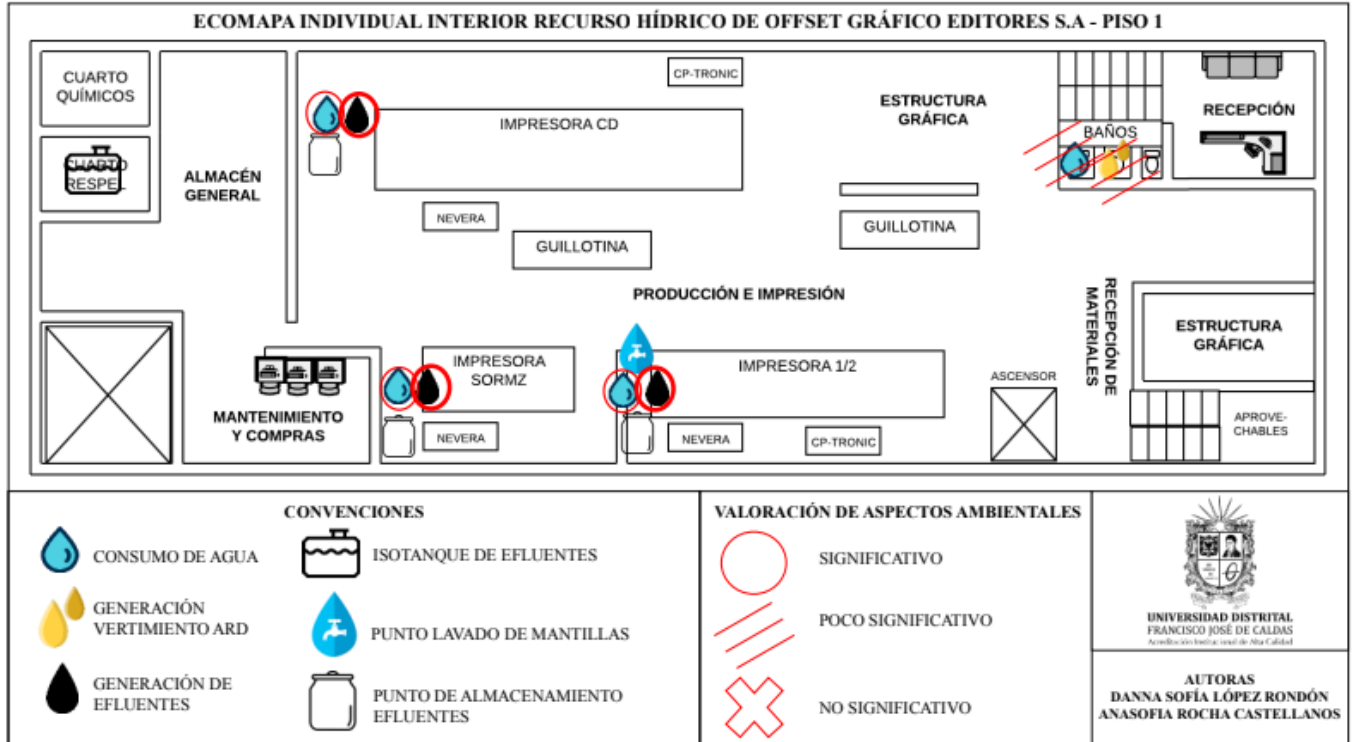


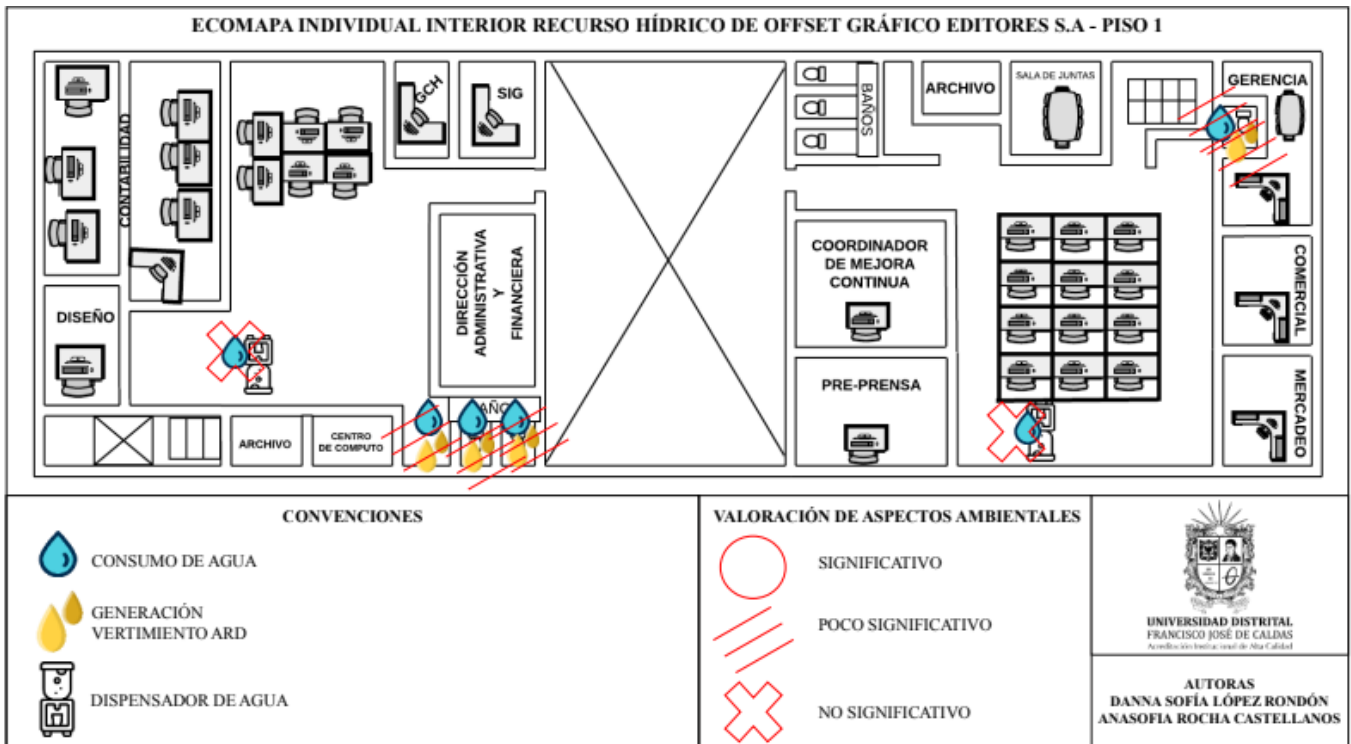
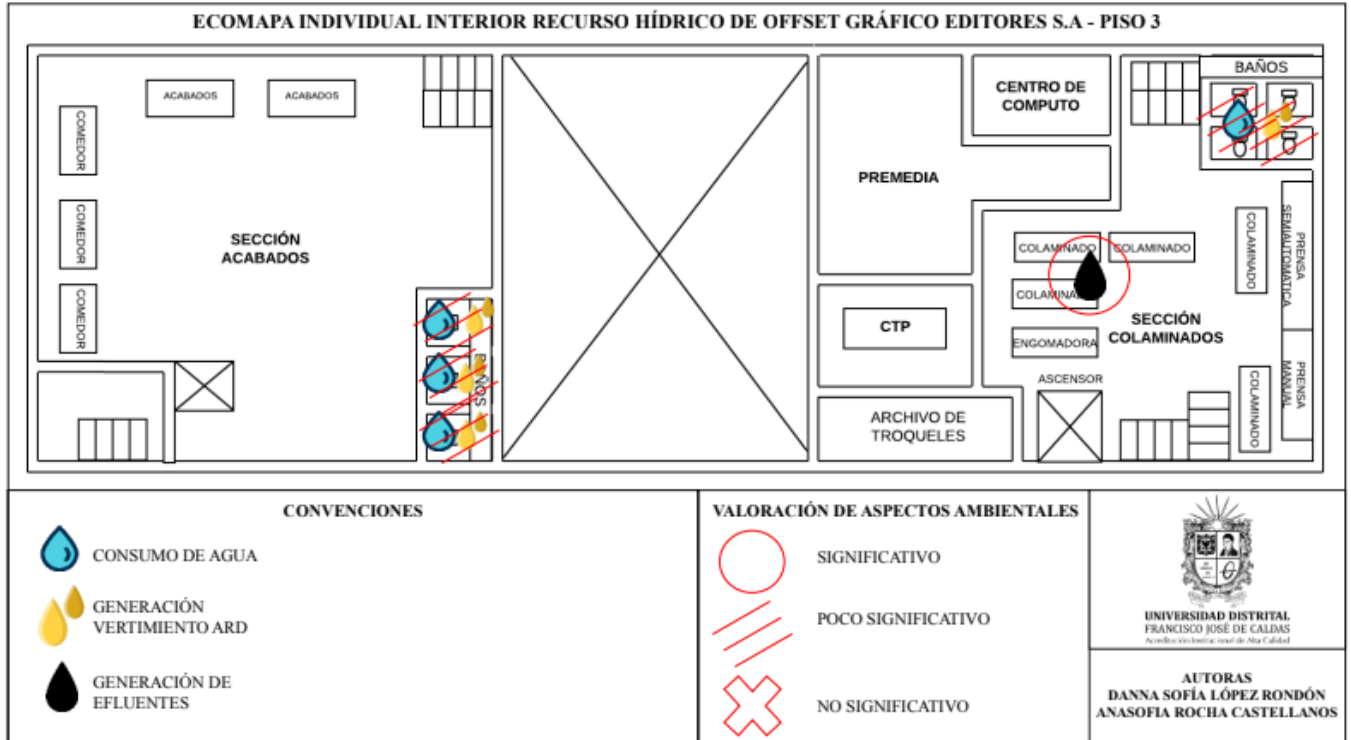




ANÁLISIS ECOMAPA INDIVIDUAL INTERIOR DE ENERGÍA DE OFFSET GRÁFICO EDITORES S.A

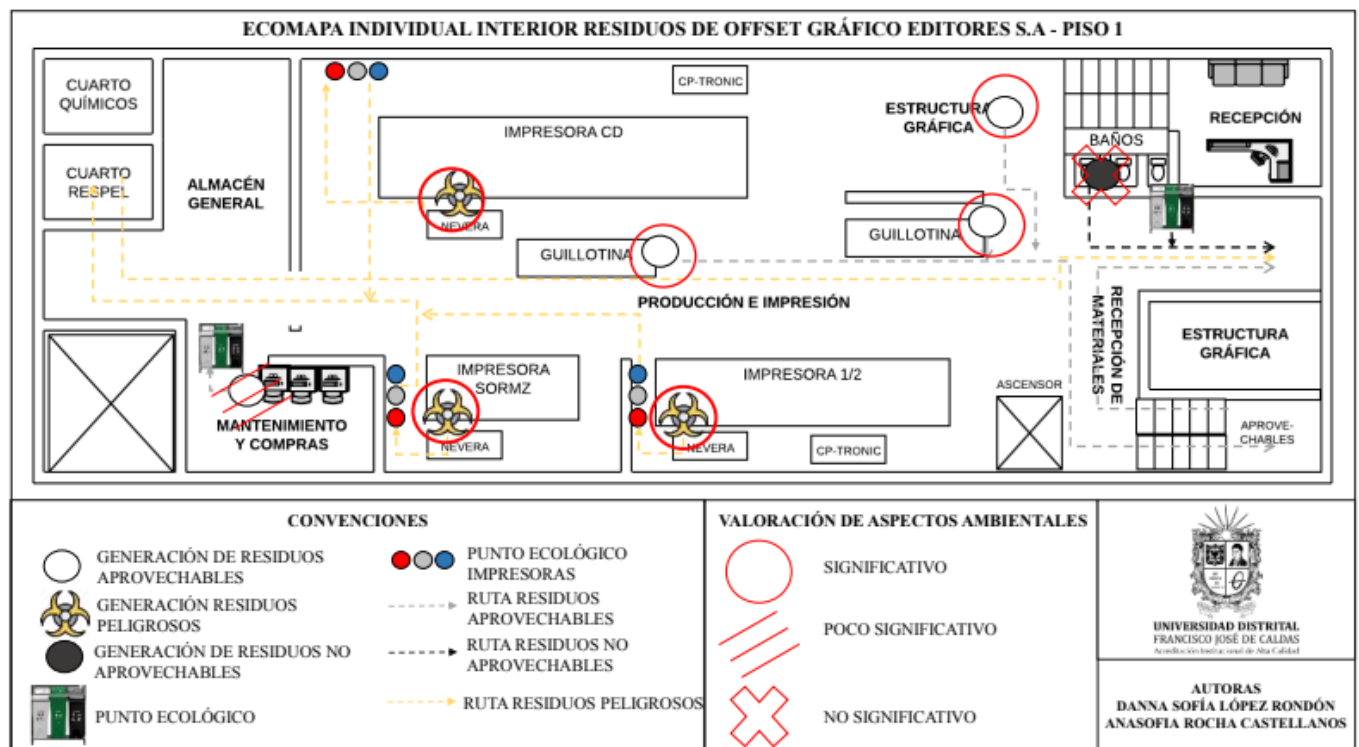
En la organización los consumos más representativos de energía se dan en el área de producción por las máquinas de impresión, la cosedora y la plegadora, mientras que en el área administrativa el consumo se da por el uso equipos de cómputo e impresión.

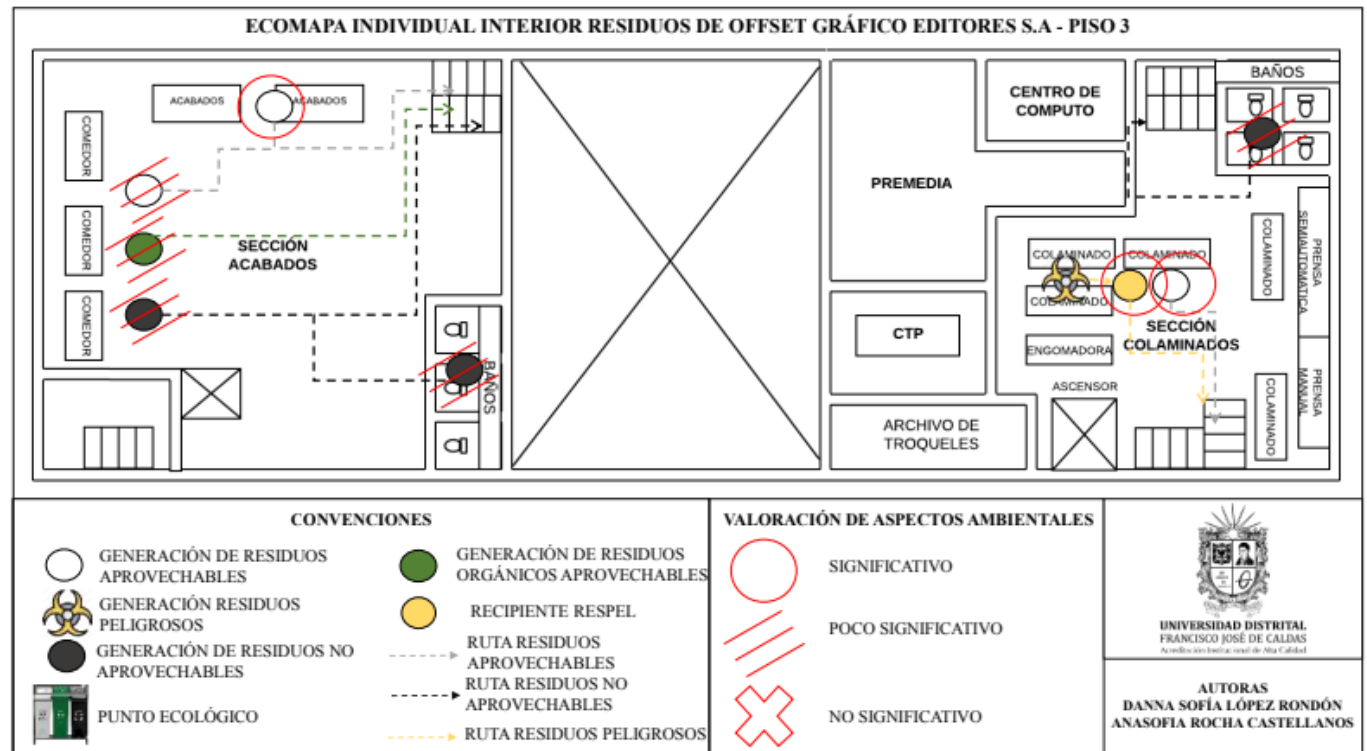
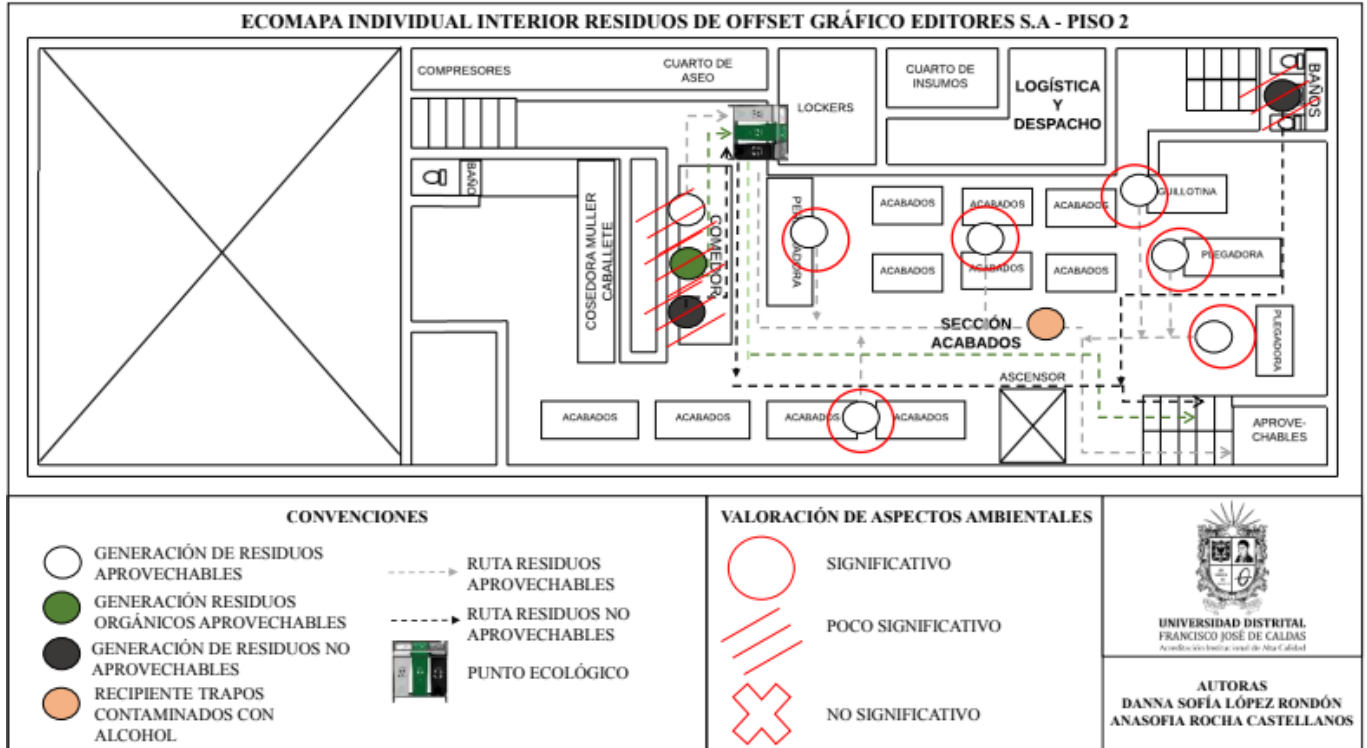


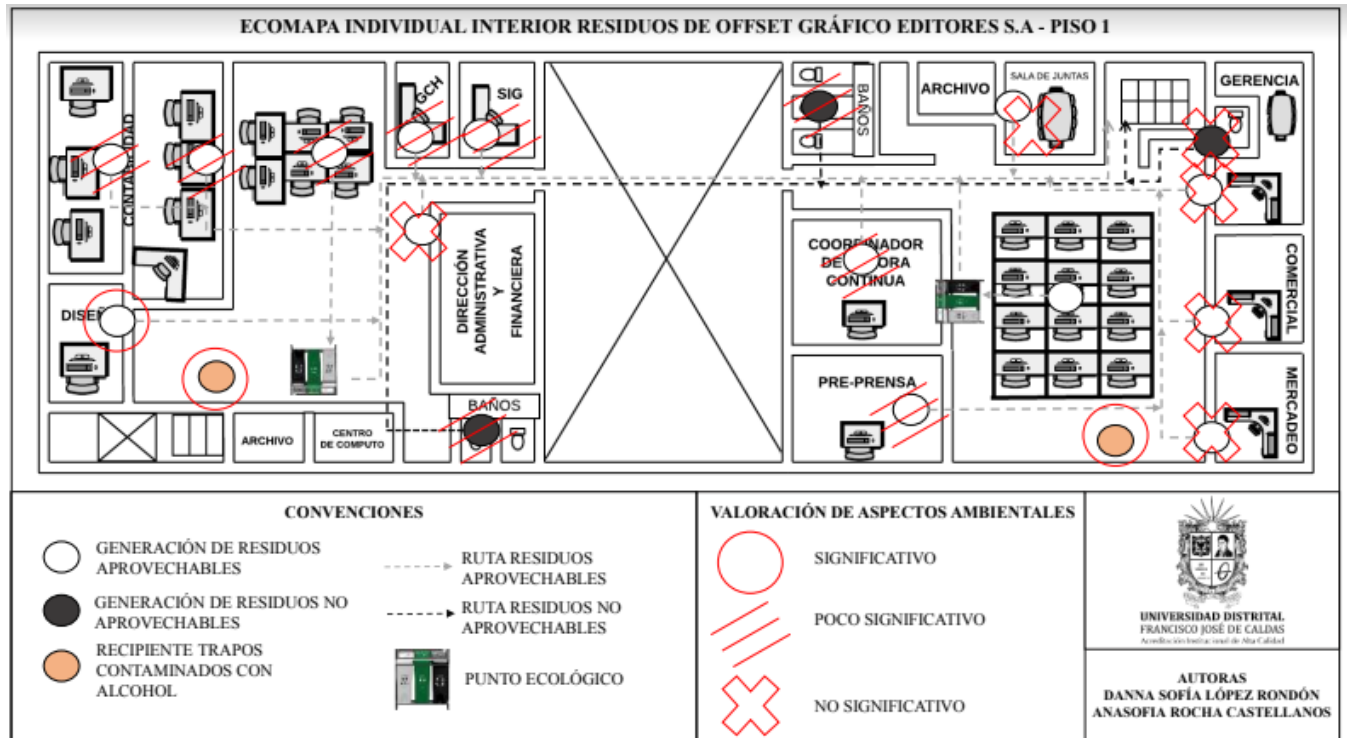


ANÁLISIS ECOMAPA INDIVIDUAL INTERIOR RECURSO HÍDRICO DE OFFSET GRÁFICO EDITORES S.A

En el primer piso de la organización se evidencia un aspecto significativo, debido a que en esta zona se generan efluentes contaminados con tintas y solventes, producto del lavado de mantillas y mantenimientos de las impresoras. Mientras que, en la sección de colaminados (tercer piso), de igual forma, se evidencia una generación de residuos líquidos peligrosos que contienen pegamento y solventes, así pues, se considera un aspecto significativo. Por otra parte, los demás aspectos ambientales identificados en la organización son calificados como poco significativos, puesto a que corresponden a actividades cotidianas que no representan un alto impacto como lo es el uso de baños y la limpieza general de la organización.







ANÁLISIS ECOMAPA INDIVIDUAL INTERIOR RESIDUOS DE OFFSET GRÁFICO EDITORES S.A

Los aspectos ambientales más significativos relacionados con los residuos, son la generación de RESPEL (sólidos contaminados con tintas, solventes y pegamento) y la generación de residuos aprovechables (papel, plástico, cartón). Por otra parte, la generación de residuos no aprovechables y residuos orgánicos aprovechables no tiene mayor relevancia, dado que se da en el consumo de alimentos y uso del baño por parte de los empleados. Cabe resaltar que, dada la emergencia sanitaria, en el área administrativa y de acabados se ha implementado la limpieza de superficies, por lo que en estas zonas se generan trapos contaminados con alcohol.

Anexo B. Registro fotográfico



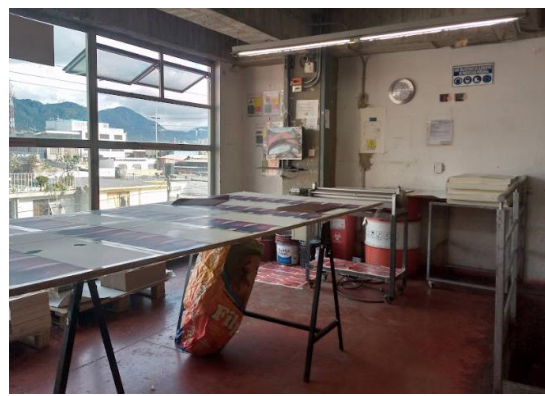
Fotografía 1. Premios PREAD tomados por las autoras, 2021.



Fotografía 2. Instalaciones Plata (área producción) tomadas por las autoras, 2021.



Fotografía 3. Instalaciones 2do piso (área acabados) tomadas por las autoras, 2021.



Fotografía 4. Instalaciones 3er piso (área acabados) tomadas por las autoras, 2021.

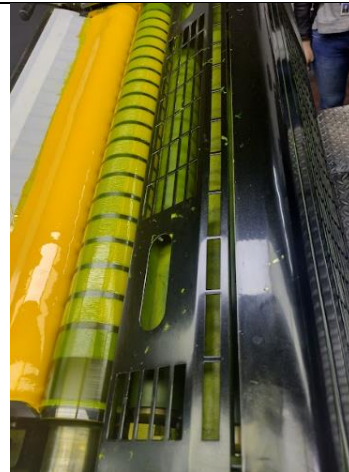


Fotografía 5. Instalaciones 4to piso (área administrativa) tomadas por las autoras, 2021.

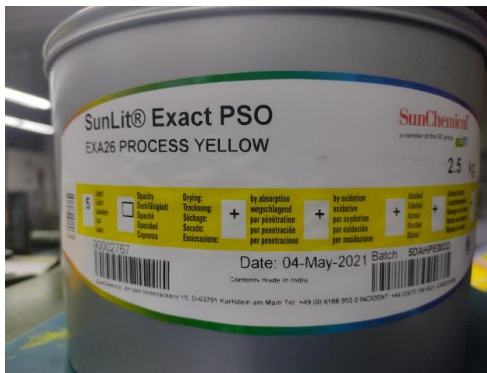


Fotografía 6. Producto de estudio "Hoja A3 amarilla producto con precio regulador vertical" tomadas por las autoras, 2021.

Fotografía 7. Orden de producción del producto de estudio tomada por las autoras, 2021.



Fotografía 8. Proceso de impresión del producto de estudio tomada por las autoras, 2021.



Fotografía 9. Insumos/materias primas para impresión tomada por las autoras, 2021.



Fotografía 10. Impresora encargada de impresión del producto de estudio tomada por las autoras, 2021.

Anexo C. Archivo Software OpenLCA**Ver. Archivo ACV formato Zolca**