



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



IDEA

Instituto de Estudios Ambientales

Contrato interadministrativo N° 435 de 2016 suscrito
entre MADS, MSPS y el IDEA de la Universidad
Nacional de Colombia

Producto N° 4 – Análisis y Evaluación específica

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	15
2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y DE SALUD.....	16
2.1. Metodología de evaluación de aspectos ambientales	17
2.1.1. Revisión de metodologías existentes.....	17
2.1.2. Descripción de la metodología de evaluación ambiental	22
2.2. Metodología de evaluación de riesgos a la salud	30
2.2.1. El riesgo en las políticas del sector salud en Colombia.....	30
2.2.2. Enfoques y teorías sobre el riesgo en salud.....	31
2.2.3. Metodologías para la evaluación del riesgo en salud	32
2.2.4. Descripción de la metodología de evaluación de riesgos en salud.....	35
3. EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS	38
3.1. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de llantas	39
3.2. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de Envases y Empaques de bebidas.....	55
3.3. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de envases de plaguicidas.....	72
4. EVALUACIÓN DE ASPECTOS SANITARIOS DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS	89
4.1. Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de llantas	89
4.1.1. Identificación y caracterización del peligro asociados a las llantas	89
4.1.1.1. Identificación de agentes estresores en las etapas de la gestión de llantas usadas	89
4.1.1.2. Caracterización del peligro.....	94
4.1.2. Identificación y caracterización de la vulnerabilidad.....	104
4.1.2.1. Vulnerabilidad de la población expuesta ocupacionalmente.....	105
4.1.2.2. Vulnerabilidad de la población expuesta a contaminación ambiental.....	106
4.1.2.1. Vulnerabilidad de la población expuesta a vectores.....	107
4.1.3. Riesgo potencial a la Salud (RS) asociado a la gestión de las llantas usadas....	109
4.1.3.1. Riesgo a la salud de la población ocupacionalmente expuesta	109
4.2. Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de Envases y Empaques de bebidas.....	111
4.2.1. Identificación de los agentes estresores en las etapas de la gestión de E&EB ..	113
4.2.1. Caracterización del peligro.....	114
4.2.1.1. Peligro asociado a sustancias y elementos químicos en los residuos de E&EB de Tetabrik 115	
4.2.1.2. Peligro asociado a sustancias y elementos químicos en los residuos de E&EB de PET	116

4.2.2.	Efectos en la salud asociados a los agentes estresores en la gestión de residuos de E&EB	117
4.2.2.1.	Efectos en salud relacionados con sustancias y elementos químicos.....	117
4.2.2.2.	Efectos en salud relacionados con estresores físicos, biológicos y ergonómicos	122
4.2.3.	Vulnerabilidad de la población expuesta a los agentes estresores en la gestión de residuos de E&EB	124
4.2.4.	Riesgo potencial a la Salud (RS) asociado a la gestión de E&EB	126
4.3.	Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de envases de plaguicidas	127
4.3.1.	Identificación de los agentes estresores en las etapas de la gestión	128
4.3.2.	Caracterización y priorización del peligro potencial en las etapas de la gestión del residuo	133
4.3.2.1.	Peligro asociado a los envases de plaguicidas generados en actividades agrícolas	133
4.3.2.2.	Índice de Toxicidad Potencial (ITP) y priorización de plaguicidas que pueden contaminar los envases desechados.....	136
4.3.2.3.	Índice de toxicidad potencial (ITP) para las sustancias producidas en la quema abierta e incineración de envases de plaguicidas	144
4.3.3.	Efectos en salud en las etapas de gestión de los envases de plaguicidas.....	145
4.3.4.	Vulnerabilidad de la población expuesta.....	154
4.3.5.	Caracterización del riesgo potencial a la salud de la población ocupacional y ambientalmente expuesta	159
5.	EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS	161
5.1.	Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de llantas usadas	163
5.1.1.	Estado de la gestión de los residuos de llantas usadas	163
5.1.2.	Principales problemas de la gestión de llantas usadas.....	169
5.1.3.	Priorización de problemas de la gestión de llantas usadas	179
5.2.	Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de Envases y Empaques de Bebidas	181
5.2.1.	Estado de la gestión de los residuos de PET	187
5.2.2.	Principales problemas de la gestión de PET	190
5.2.3.	Priorización de problemas de la gestión de PET	201
5.3.	Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de Envases de Plaguicidas.....	202
5.3.1.	Estado de la gestión de Envases de Plaguicidas.....	203
5.3.2.	Principales problemas de la gestión de Envases de Plaguicidas	209
5.3.3.	Priorización de problemas de la gestión de Envases de Plaguicidas.....	219
6.	GESTIÓN PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES Y RIESGOS A LA SALUD EVALUADOS	222
6.1.	Identificación de las acciones necesarias para el manejo de los aspectos ambientales y riesgos a la salud	222

6.1.1.	Identificación de las acciones necesarias para el manejo ambiental y sanitario de los aspectos ambientales evaluados para residuos de llantas usadas.....	222
6.1.1.1.	Acciones ambientales.....	222
6.1.1.2.	Acciones e intervenciones en salud.....	226
6.1.2.	Identificación de las acciones necesarias para la atención de los aspectos ambientales evaluados para residuos de envases y empaques de bebidas.....	229
6.1.3.	Identificación de las acciones necesarias para la atención de los aspectos ambientales y sanitarios evaluados para los residuos de envases de plaguicidas.....	230
6.1.3.1.	Acciones ambientales.....	230
6.1.3.2.	Acciones e intervenciones en salud.....	233
6.2.	Estado del esquema actual de financiación de las acciones de gestión para la atención de las los AA y RS evaluados.	240
6.2.1.	Esquema actual de financiación e inversiones del Sistema de Gestión de residuos ordinarios.....	242
6.2.1.1.	Ingresos del Sistema.....	242
6.2.1.2.	Inversiones del sistema (gastos).....	249
6.2.2.	Esquema actual de financiación e inversiones del sistema de gestión de residuos posconsumo.....	252
6.2.3.	Inversiones sectoriales para el manejo de problemática ambiental y sanitaria causada por los residuos.....	253
6.2.3.1.	Inversiones del sector ambiental.....	253
6.2.3.1.1.	Inversiones de Corporaciones Autónomas.....	259
6.2.3.2.	Inversiones del sector salud.....	260
7.	INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA ATENCIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA GESTIÓN DE LOS GR ANALIZADOS.....	265
7.1.	Aspectos de Política Pública e Instrumentos Económicos en Colombia.....	265
7.2.	Análisis de las experiencias internacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de llantas.....	267
7.2.1.	Análisis de la problemática.....	267
7.2.2.	Análisis de las experiencias internacionales.....	270
7.3.	Análisis de las experiencias internacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de E&E de bebidas.....	276
7.3.1.	Análisis de la problemática.....	276
7.3.2.	Análisis de las experiencias internacionales.....	277
7.3.2.1.	Impuestos/Tasas/Tarifas.....	278
7.3.2.1.	Sistemas Depósito-Reembolso.....	280
7.4.	Análisis de las experiencias nacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de envases de plaguicidas.....	284
7.4.1.	Análisis de la problemática.....	284
7.4.2.	Sistemas Depósito-Reembolso.....	284
7.4.3.	Tasas para pesticidas.....	285
7.4.4.	Subsidios para la producción agrícola orgánica.....	286
8.	CONCLUSIONES.....	288

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	292
10. ANEXOS.....	309
10.1. ANEXO 1. Documentación revisada como insumo para el diseño de la metodología de evaluación de aspectos e impactos ambientales	309
10.2. ANEXO 2. Listado de instituciones en las que se indagó por el uso de metodologías para la evaluación de aspectos ambientales	312
10.3. ANEXO 3. Listas de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para los residuos priorizados.....	314
10.4. ANEXO 4. Proyectos de inversión de los PGIRS de las ciudades objeto de estudio. 326	
10.5. ANEXO 5. Proyectos de inversión de las CAR del área de estudio, relacionados con la gestión de residuos.....	337

CONTENIDO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Escala de evaluación de la gravedad de aspectos e impactos ambientales.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2. Metodologías de evaluación de aspectos ambientales de algunas instituciones en Colombia¹⁹</i>	
<i>Tabla 3. Atributos empleados en las metodologías revisadas</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. Matriz de identificación de aspectos ambientales por tipo de residuo.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6. Matriz de identificación de impactos ambientales por tipo de residuo</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7. Matriz de identificación de impactos por etapa de gestión.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 8. Criterios para evaluar la gravedad potencial del impacto ambiental.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 9. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impactos y etapa de gestión.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 10. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 11. Matriz de evaluación de los aspectos ambientales</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 12. Categorías empleadas para la calificación de los atributos</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 13. Interpretación de la significancia del aspecto ambiental</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 14. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de llantas..</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 15. Matriz de identificación de aspectos ambientales por tipo de residuo priorizado</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 16. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión para llantas</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 17. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para llantas</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 18. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para llantas.</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 19. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para llantas</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 20. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para llantas.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 21. Matriz de evaluación de las emisiones de ruido para llantas.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 22. Matriz de evaluación de las emisiones de olores ofensivos para llantas.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 23. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para llantas</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 24. Matriz de evaluación de los vertimientos de aguas de interés ambiental para llantas</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 25. Matriz de evaluación de la generación de lixiviados para llantas</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 26. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para llantas</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 27. Matriz de evaluación de la generación de residuos cortopunzantes para llantas</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 28. Matriz de evaluación de la generación de residuos de grasas y aceites para llantas</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 29. Matriz de evaluación del descarte de llantas.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 30. Matriz de evaluación del consumo de agua no potable para llantas.....</i>	<i>53</i>

<i>Tabla 31. Matriz de evaluación del consumo de energía eléctrica para llantas</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 32. Matriz de evaluación del consumo de combustibles fósiles para llantas</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 33. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de llantas..</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 34. Matriz de identificación de AA por etapa de gestión para E&E de bebidas</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 35. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para envases y empaques de bebidas</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 36. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para envases y empaques de bebidas</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 37. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 38. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 39. Matriz de evaluación de la emisión de ruido para envases y empaques de bebidas</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 40. Matriz de evaluación de la emisión de olores ofensivos para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 41. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 42. Matriz de evaluación de vertimiento de aguas de interés ambiental para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 43. Matriz de evaluación de generación de lixiviados para envases y empaques de bebidas</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 44. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios para envases y empaques de bebidas</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 45. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para envases y empaques de bebidas</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 46. Matriz de evaluación de la generación de residuos corto punzantes para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 47. Matriz de evaluación del descarte de envases y empaques de bebidas</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 48. Matriz de evaluación del consumo de agua potable para envases y empaques de bebidas</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 49. Matriz de evaluación de consumo de agua no potable para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 50. Matriz de evaluación del consumo de energía eléctrica para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 51. Matriz de evaluación del consumo de combustibles fósiles para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 52. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de los envases y empaques de bebidas</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 53. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión para envases de plaguicidas.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 54. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para envases de plaguicidas.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 55. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para envases de plaguicidas</i>	<i>77</i>

<i>Tabla 56. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para envases de plaguicidas</i>	79
<i>Tabla 57. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para envases de plaguicidas</i>	82
<i>Tabla 58. Matriz de evaluación de la emisión de ruido para envases de plaguicidas</i>	83
<i>Tabla 59. Matriz de evaluación de la emisión de olores ofensivos para envases de plaguicidas</i>	83
<i>Tabla 60. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para envases de plaguicidas</i>	83
<i>Tabla 61. Matriz de evaluación de los vertimientos de aguas de interés sanitario para envases de plaguicidas</i>	84
<i>Tabla 62. Matriz de evaluación de la generación de lixiviados para envases de plaguicidas</i>	84
<i>Tabla 63. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios para envases de plaguicidas</i>	84
<i>Tabla 64. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para envases de plaguicidas</i>	85
<i>Tabla 65. Matriz de evaluación de la generación de residuos biosanitarios para envases de plaguicidas</i>	85
<i>Tabla 66. Matriz de evaluación de la generación de residuos químicos para envases de plaguicidas</i>	85
<i>Tabla 67. Matriz de evaluación del descarte de envases de plaguicidas</i>	86
<i>Tabla 68. Matriz de evaluación del consumo de agua potable para envases de plaguicidas</i>	86
<i>Tabla 69. Matriz de evaluación del consumo de agua no potable para envases de plaguicidas</i>	86
<i>Tabla 70. Matriz de evaluación del consumo de energía eléctrica para envases de plaguicidas</i>	87
<i>Tabla 71. Matriz de evaluación del consumo de combustibles fósiles para envases de plaguicidas</i>	87
<i>Tabla 72. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de los envases de plaguicidas</i>	88
<i>Tabla 73. Escenarios de riesgo a la salud de la población que labora en las instalaciones industriales del reciclaje de llantas</i>	91
<i>Tabla 74. Criterios para la calificar el potencial toxicodinámico (PTD)</i>	95
<i>Tabla 75. Criterios para calificar las propiedades toxicocinéticas ambientales (PTK)</i>	96
<i>Tabla 76. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en las operaciones de RTA</i>	97
<i>Tabla 77. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en las operaciones de reencauche de llantas</i>	98
<i>Tabla 78. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados construcción asfalto con caucho</i>	99
<i>Tabla 79. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en la incineración de llantas usadas</i>	100
<i>Tabla 80. Elementos y sustancias nocivas producidos en la quema de llantas</i>	101

<i>Tabla 81. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados durante el incendio y quema no controlada de llantas.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 82. Grupos poblacionales afectables por la gestión de llantas usadas</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 83. Tabla 11. Calificación de indicadores de vulnerabilidad por exposición ocupacional en la gestión de llantas usadas</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 84. Indicadores para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) en población expuesta a vectores por la gestión de llantas usadas.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 85. Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) en los focos endémicos principales del dengue en Colombia.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 86. Niveles de Vulnerabilidad Social (IVS) en los focos endémicos principales del dengue en Colombia.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 87. Tasa Ajustada por Edad (TAE) para cáncer y leucemia (casos x100.000) en Colombia 2007-2010.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 88. Nivel de Riesgo población expuesta a vectores</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 89. Agentes estresores en las etapas de gestión de los residuos de E&EB.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 90. Criterios para la calificar el potencial toxicodinámico (PTD)</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 91. Criterios para calificar las propiedades toxicocinéticas ambientales (TEKP)</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 92. ITP del aluminio asociado a residuos de E&EB Tetrabik.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 93. ITP de las sustancias asociadas a la quema de E&EB de Tetrabik</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 94. ITP de las sustancias asociadas a la disposición por quema de E&EB de PET</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 95. Manifestaciones clínicas de la intoxicación por compuestos de mercurio.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 96. Grupos poblacionales afectables por la gestión de los E&E de bebidas</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 97. Calificación de indicadores de vulnerabilidad por exposición ocupacional en la gestión de E&EB</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 98. Producción y venta de plaguicidas químicos de uso agrícola, por tipo de control 2013</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 99. Método de Disposición de envases de plaguicidas por agricultores del Norte de Grecia</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 100. Método de Disposición de envases de plaguicidas por agricultores del Norte de Omán</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 101. Criterios para la calificación del potencial toxicodinámico (TDP)</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 102. Criterios para la calificación de las propiedades toxico/cinéticas ambientales (TEKP)</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 103. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su carcinogenicidad.</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 104. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su mutagenicidad.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 105. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su teratogenicidad ...</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 106. Clasificación del Potencial toxicodinámico</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 107. Clasificación de las propiedades toxico/cinético ambientales</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 108. Clasificación del potencial tóxico ponderado</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 109. Clasificación del potencial tóxico ponderado</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 110. Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 111. Clasificación de los plaguicidas priorizados por grupo químico.....</i>	<i>141</i>

<i>Tabla 112. Intersección de la dosis letal 50, Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 113 Plaguicidas priorizados</i>	<i>143</i>
<i>Tabla 114. ITP de las sustancias que se pueden generar en la quema abierta de envases de plaguicidas</i>	<i>144</i>
<i>Tabla 115. ITP de las sustancias que se pueden generar en la incineración de envases de plaguicidas</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 116. Manifestaciones clínicas asociadas a la exposición a fenoxiaceticos</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 117. Signos y síntomas asociados a la intoxicación por organofosforados y carbamatos</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 118. Guías de calidad del aire de la OMS y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones medias anuales</i>	<i>153</i>
<i>Tabla 119. Zonas logísticas por departamentos, para el programa de disposición de envases de Campo Limpio.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 120. Cultivos priorizados, ubicación departamental e ingredientes activos utilizados</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 121. Análisis de vulnerabilidad para las etapas de gestión de los envases de plaguicidas, con énfasis en la población ocupacional informal</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 122. Parque automotor a diciembre de 2015 y estimación de llantas en uso.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 123. Flujos de llantas nuevas, de reencauche y de gestión adecuada e inadecuada (2015)</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 124. Programas de posconsumo de llantas aprobados por la Autoridad Ambiental a 2016</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 125. Problemas centrales identificados para la corriente de llantas usadas</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 126. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la corriente de llantas usadas</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 127. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la corriente de llantas usadas.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 128. Priorización de problemas asociados al Ciclo de vida y a la gestión de llantas usadas</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 129. Residuos de Envases y Empaques generados en Colombia en el año 2012 ...</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 130. Problemas centrales identificados para la subcorriente de E&E de PET.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 131. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la subcorriente de Envases y Empaques de PET.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 132. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la subcorriente de E&E PET.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 133. Priorización de problemas asociados al ciclo de vida y gestión de los E&E de PET.</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 134. Programas de posconsumo de envases de plaguicidas aprobados por la Autoridad Ambiental a 2013</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 135. Cantidad (t/año) de plaguicidas comercializados en Colombia.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 136. Generación del residuo por tipo de envase de plaguicidas en 1998</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 137. Problemas centrales identificados para la corriente de envases de plaguicidas</i>	<i>209</i>

<i>Tabla 138. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la corriente de envases de plaguicidas.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla 139. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la corriente de envases de plaguicidas.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 140. Priorización de problemas asociados a la gestión de envases de plaguicidas.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 141 Rutas de grupos de riesgo y eventos específicos en salud.....</i>	<i>226</i>
<i>Tabla 142. Identificación de intervenciones para el manejo del riesgo en salud por envases de plaguicidas.</i>	<i>235</i>
<i>Tabla 143. Productos y metas en gestión de residuos del PND 2014-2018.....</i>	<i>241</i>
<i>Tabla 144. Plan de inversiones 2015-2018 de la estrategia “Ciudades Amables y Sostenibles para la Equidad” (Millones de pesos a 2014).</i>	<i>242</i>
<i>Tabla 145. Fuente de los recursos oficiales destinados por los departamentos y municipios al sector aseo – 2012 y 2013. (Porcentajes y miles de millones).....</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 146. Ingresos por recaudo del servicio de aseo de las E.S.P. frente a total facturado: 2013 – 2014 (mil millones).....</i>	<i>248</i>
<i>Tabla 147. Destino de la inversión de los recursos públicos en el sistema de gestión de residuos ordinarios (millones).....</i>	<i>250</i>
<i>Tabla 148. Costos aproximados asociados a la gestión de llantas usadas.....</i>	<i>252</i>
<i>Tabla 149. Costos anuales plan de recolección selectiva para envases de plaguicidas... </i>	<i>253</i>
<i>Tabla 150. Valor del gasto total del Gobierno en el rubro de protección ambiental.....</i>	<i>255</i>
<i>Tabla 151. Valor del gasto en el Gobierno por finalidad en el rubro de protección ambiental.....</i>	<i>255</i>
<i>Tabla 152. Valor de la producción en protección ambiental del sector especializado para actividades de manejo de residuos.....</i>	<i>257</i>
<i>Tabla 153. Valor del gasto de la industria manufacturera en actividades de protección ambiental, según componentes del gasto.</i>	<i>257</i>
<i>Tabla 154. Valor del gasto total de la gestión de residuos y protección ambiental para todos los sectores</i>	<i>258</i>
<i>Tabla 155. Recursos asignados del SGP a la cuenta maestra de Salud Pública 2012-2015 (miles)</i>	<i>262</i>
<i>Tabla 156. Asignación y ejecución de recursos para Salud Pública en Departamentos y Distritos por prioridades 2015 (miles).....</i>	<i>262</i>
<i>Tabla 157. Tarifa del impuesto en diferentes Estados de EEUU.....</i>	<i>271</i>
<i>Tabla 158. Tarifa por llanta en Canadá.....</i>	<i>274</i>
<i>Tabla 159. Instrumentos económicos aplicables en el ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>278</i>
<i>Tabla 160. Listado de instituciones en las que se indagó por el uso de metodologías para la evaluación de aspectos ambientales</i>	<i>312</i>
<i>Tabla 161. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para llantas.....</i>	<i>314</i>
<i>Tabla 162. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para envases y empaques de bebidas.....</i>	<i>318</i>
<i>Tabla 163. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para envases de plaguicidas</i>	<i>322</i>

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema del concepto de aspecto, efecto e impacto. Fuente: Toro (2009).....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2. El modelo de 4 etapas para la ERS. Fuente: Adaptado de: EPA.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 3. El paradigma de la evaluación del riesgo-gestión del riesgo, propuesto por el Consejo Nacional de Investigación (NRC,1983) Fuente: Adaptado de: NAP(2009)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4. Enfoque conceptual y metodológico para la ERS de corrientes de residuos priorizadas. Fuentes: U.S EPA (2016); WHO (2006); Porto, M (2012) y Breilh, J (2007)36</i>	
<i>Figura 5. Localidades afectadas por contaminación del aire durante el incendio de 600 mil llantas usadas en Bogotá. Fuente: ElTiempo.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 6. Composición del Tetra Pak®.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 7. Distribución porcentual de municipios por tipo de sistema de disposición final</i>	<i>113</i>
<i>Figura 8. Rutas de exposición de plaguicidas o sus metabolitos por enterramientos de envases de plaguicidas. Fuente: Adaptado de (Pizzol, Critto, Agostini, & Marcomini, 2011)</i>	<i>132</i>
<i>Figura 9. Intersección entre la Cantidad Ingresada-QIy el Potencial Toxico Ponderado-TWP. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>141</i>
<i>Figura 10. Intersección de la dosis letal 50, Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>143</i>
<i>Figura 11. Porcentajes de participación de vehículos por tipo, en el consumo de llantas</i>	<i>164</i>
<i>Figura 12. Identificación de procesos usados y productos obtenidos en las diferentes etapas de la gestión de llantas usadas. Fuente: Presente estudio</i>	<i>165</i>
<i>Figura 13. Árbol de problemas de la gestión de la corriente de llantas usadas.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 14. Comportamiento de las cantidades de resinas de PET (Tereftalato de polietileno) disponibles y consumidas en Colombia</i>	<i>187</i>
<i>Figura 15. Árbol de problemas de la gestión de la subcorriente de E&E de PET.</i>	<i>202</i>
<i>Figura 16. Toneladas de residuos de envases de plaguicidas gestionados por los programas posconsumo. Fuente: ANLA (2016).....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 17. Identificación de actores, prácticas, procesos, productos y limitantes en la gestión de envases de plaguicidas. Fuente: Presente estudio.....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 18. Árbol de problemas identificados en la gestión de envases de plaguicidas. Fuente: Presente estudio.....</i>	<i>221</i>
<i>Figura 19. Comportamiento de la asignación de recursos del SGP al sector aseo: 2008-2016 (millones).....</i>	<i>244</i>
<i>Figura 20. Estado de resultados de las E.S.P para los años 2013 y 2014 (miles de millones) 248</i>	
<i>Figura 21. Participación de las fuentes de financiamiento en los recursos invertidos en infraestructura.....</i>	<i>250</i>
<i>Figura 22. Comportamiento del gasto del Gobierno en la gestión de residuos frente al total del gasto de protección ambiental</i>	<i>256</i>

<i>Figura 23. Porcentajes de participación de las fuentes de financiación de salud pública para el año 2015. Fuente: MSPS. Dirección de Promoción y Prevención con datos de FUT.</i>	261
<i>Figura 24. Esquema de financiación de los sistemas de gestión de residuos ordinarios y de posconsumo (versión parcial). Fuente: Presente estudio.</i>	264
<i>Figura 25. Flujo de disposición final de llantas usadas. Fuente: Presente estudio</i>	269
<i>Figura 26. Propuesta de etapas de la política pública para la gestión de llantas. Fuente: Presente estudio.</i>	271
<i>Figura 27. Instrumentos económicos propuestos para internalizar los costos de disposición de llantas. Fuente: presente estudio.</i>	271
<i>Figura 28. Evolución del sistema DR en Canadá. Fuente: Elaboración propia con base en TSBC annual report to the director.</i>	275
<i>Figura 29. Límites del sistema en el ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas. Fuente: Presente estudio. Adaptación de Simon, Amor & Földényi (2016).</i>	277

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del contrato interadministrativo 435 de 2016 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) y el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia, que tiene como objeto desarrollar un análisis y evaluación de la situación actual de la internalización de costos ambientales y de salud por la gestión de residuos en Colombia y proponer en forma participativa los instrumentos técnicos, los procedimientos y las metodologías para su implementación; hacemos entrega del producto 4 titulado “Análisis y Evaluación Específica”.

Este documento contiene un análisis y evaluación de la problemática asociada a la gestión de las tres corrientes de residuos que fueron priorizadas: i) residuos de llantas; ii) residuos de envases y empaques de bebidas, iii) envases de plaguicidas.

La construcción del documento se realizó a partir de la revisión de literatura internacional relacionada con propuestas metodológicas para la evaluación de aspectos ambientales y riesgos a la salud y de experiencias internacionales de aplicación de instrumentos económicos para la gestión de cada una de las corrientes de residuos estudiadas. Paralelamente se hizo la revisión y análisis de estudios de impacto ambiental, planes de manejo y licencias ambientales aplicadas en el contexto de la legislación colombiana y se realizaron visitas y entrevistas a actores claves en la gestión de las corrientes de residuos objeto de estudio.

Este documento está dividido en ocho secciones, la primera es la introducción, en la segunda sección se presenta la propuesta metodológica para la evaluación ambiental y de salud de las tres corrientes de residuos priorizadas. En la tercera sección se describe en detalle la evaluación de aspectos ambientales asociados a la gestión de llantas, de envases y empaques de bebidas y de envases de plaguicidas.

En la sección cuatro del documento, se desarrolla la evaluación de aspectos sanitarios de las corrientes de residuos. En la sección cinco se presenta un análisis de las relaciones de las evaluaciones ambiental y sanitaria para el contexto colombiano. En la sección seis se analiza el estado de la gestión para el manejo y tratamiento de los aspectos ambientales y riesgos a la salud evaluados.

En la sección siete se presenta una revisión de las experiencias internacionales de implementación de instrumentos económicos aplicados para la atención de los puntos críticos de la gestión de cada una de las tres corrientes priorizadas. Finalmente en la sección ocho se presentan las conclusiones y las referencias bibliográficas utilizadas.

2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y DE SALUD

Las Evaluaciones Ambientales y a la salud (EAS) son procesos técnico-administrativos para evaluar los aspectos e impactos ambientales de actividades antropogénicas y tomar decisiones de carácter público y privado.

En este sentido las EAS pueden considerarse como herramientas de prevención y control en el contexto del Sistema Nacional Ambiental de Colombia (Toro, Requena and Zamorano, 2010; Wathern, 1994; Wood, 1993; DOE, 1993). La aplicación específica de las EAS dependerá del marco institucional y el entorno jurídico del país, la región y los territorios (Ortolano, Sheperd, Abracosa, 1987).

En Colombia, la mayor parte de las EAS se llevan a cabo en los procesos de licenciamiento ambiental para proyectos obras o actividades, que de acuerdo a la ley, pueden generar impactos ambientales graves o modificar notoriamente el paisaje, igualmente se aplican en procedimientos de aseguramiento de la calidad en la implementación de sistemas de gestión ambiental (Toro et al., 2013).

Las EAS requieren de manera imprescindible la identificación, descripción y evaluación de los aspectos/impactos ambientales generados por los proyectos, obras, actividad u otro factor de disturbio como un producto, residuo o proceso (Toro, 2009; Toro, Requena y Zamorano, 2010). En relación con las metodologías para la valoración de impactos/aspectos ambientales usadas en Colombia, estudios han determinado que las cualitativas son las de mayor uso por los equipos evaluadores, por su facilidad de manejo, bajo costo y rapidez en la obtención de resultados (Canter y Sadler, 1997; Caro, 2016; Martínez, 2011; Martínez, 2012).

La elección y uso de la metodología para evaluar los impactos, es uno de los principales determinantes de la eficiencia de las EAS y de las acciones o planes de manejo (prevención, mitigación, corrección, compensación) (Caro, 2016; Toro et al., 2013).

Metodologías para la valoración de aspectos/ impactos ambientales: Aunque se han desarrollado diversos métodos para la valoración de Aspectos/Impactos Ambientales, no existe uno universal que pueda aplicarse en todos los casos (Canter y Sadler, 1997) y ninguno que garantice la eficiencia total o la ausencia de incertidumbres (Caro, 2016; Campos, 2016; Martínez, 2011; Martínez, 2012; Tennøy, Kværner y Gjerstad, 2006).

Teniendo en cuenta la complejidad del ambiente y la variedad de acciones posibles que lo afectan, parece poco probable que un único método sea capaz de cumplir los criterios de eficiencia del proceso de EAS (Canter y Sadler, 1997; Wood, 2003; Modak y Biswas, 1999).

La escogencia y aplicación de los métodos y herramientas para la identificación y valoración de aspectos/impactos ambientales, determinará el grado de significancia y el tipo de actividad de manejo: preventiva, mitigatoria, correctiva o compensatoria, de ese modo una metodología puede favorecer la subjetividad y el sesgo del evaluador y generar calificaciones de impacto por debajo de su valor real, con lo cual la actividad correctora puede no ser efectiva y el impacto/aspecto puede producir pérdida de patrimonio ambiental y disminución del bienestar humano (Toro et al., 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone una metodología no predictiva con atributos o indicadores basados en las características de las problemáticas, las corrientes de residuos y otras características objetivas, que disminuyen la incertidumbre y la subjetividad, mejorando la eficiencia del proceso.

A continuación se abordarán las exploraciones teóricas-metodológicas disponibles y viables para la evaluación ambiental y a la salud de las corrientes objeto de estudio específico del proyecto.

2.1. Metodología de evaluación de aspectos ambientales

Antes de abordar la propuesta metodológica, es necesario aclarar ¿Qué es un aspecto ambiental?. De acuerdo con la norma ISO 14001 un aspecto ambiental es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización, que puede interactuar con el ambiente (ICONTEC, 2015). Esta definición concuerda con la de Carretero (2007), para quien un aspecto ambiental es “aquello que una actividad, producto o servicio genera¹, que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido éste como el medio natural receptor de los aspectos ambientales...”. Para efectos de la metodología propuesta, un aspecto ambiental corresponderá a los elementos que, como producto de las actividades desarrolladas en la gestión de los residuos sólidos en el país, pueden generar un impacto ambiental² (Figura 1).

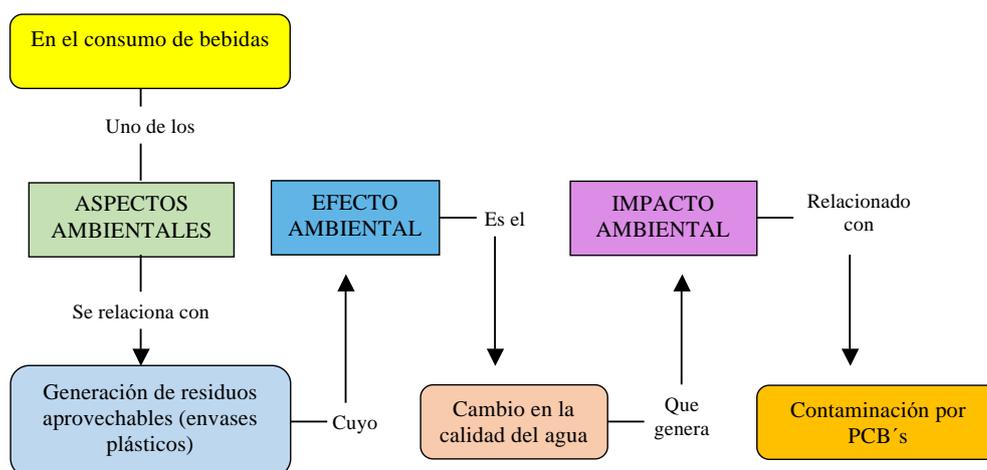


Figura 1. Esquema del concepto de aspecto, efecto e impacto. Fuente: Toro (2009)

2.1.1. Revisión de metodologías existentes

Para elaborar una metodología que permita evaluar la significancia de los aspectos ambientales asociados a la gestión de los residuos priorizados, se partió de una revisión de las metodologías empleadas en el contexto nacional e internacional, con el propósito de determinar elementos comunes y recomendaciones para su aplicación. Para esto se realizó una búsqueda en bases de

¹ Emisiones, vertimientos, residuos, ruido, consumos, etc.

² Por impacto ambiental se entenderá “el cambio de un parámetro en un periodo de tiempo específico y sobre un área definida, como resultado de una actividad antrópica particular (Wathern, 1988).

datos de revistas científicas indexadas, metabuscadors, revistas enfocadas a profesionales y publicaciones académicas³.

De esta revisión se destacan como resultados las recomendaciones de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), en cuanto al uso de criterios técnicos, como por ejemplo: la magnitud, gravedad, extensión, frecuencia y probabilidad de ocurrencia, al momento de evaluar aspectos ambientales (Carretero Peña, 2007). De esta publicación se acogió la recomendación en el uso de estos criterios técnicos de manera preliminar.

También es relevante como resultado de la revisión, la metodología propuesta por Marazza, Bandini, & Contin (2010), quienes incorporaron elementos a la evaluación desde la perspectiva de la autoridad local. Para esto tuvieron en cuenta elementos de la gobernanza (capacidad de control y posibilidades de mejora en la gestión), el análisis de las relaciones entre los aspectos e impactos ambientales, y la calificación de los atributos: frecuencia, magnitud, tendencia del aspecto y percepción pública, entendida como el interés de la comunidad por el aspecto ambiental. De esta publicación se extrajo el análisis de las relaciones entre los aspectos e impactos ambientales, como un elemento a tener en cuenta en el diseño de la metodología.

La integración en el análisis de los aspectos e impactos, es igualmente propuesta por Al-Mutairy, Yousef, Fouzy y Shareef (2016) y por Ayers (2010), quien además propone una escala cualitativa para determinar la gravedad de los aspectos o impactos de la siguiente forma (Tabla 1):

Tabla 1. Escala de evaluación de la gravedad de aspectos e impactos ambientales

TIPO DE GRAVEDAD	DESCRIPCION	CALIFICACION
Extrema	Cuando se presentan daños graves, alteraciones ecológicas persistentes o impactos a la salud humana; o se hace uso de recursos naturales no renovables a gran escala.	5
Alta	Cuando se presentan emisiones incontroladas a la atmósfera, el agua o el suelo, o impactos a la salud humana; o se hace un uso significativo de energía, agua u otros recursos naturales.	4
Moderada	Cuando se presentan emisiones controladas al aire, agua o suelo; existe un potencial de afectar a la salud humana; se hace un uso reducido de los recursos naturales, por ejemplo mediante programas de uso eficiente de energía, reducción de residuos y reciclaje.	3
Menor	Cuando se presentan emisiones mínimas al aire, agua o suelo; se hace uso reducido de los recursos naturales mediante la reducción del consumo de energía o recursos renovables, se reducen los residuos, se cuenta con programas de reciclaje y se hace uso de materiales reciclados en los productos producidos.	2
No hay consecuencias		1

Fuente: Ayers (2010)

Aunque se considera que esta escala no se ajusta de forma óptima a la gestión de los residuos en el país, este enfoque se constituye en un insumo importante en la formulación de la metodología propuesta.

³ Las publicaciones revisadas para la construcción metodológica se relacionan en el Anexo 1 y las instituciones consultadas en el Anexo 2.

Otros aportes para la construcción de la metodología, se tomaron del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, del gobierno Vasco (2009). Específicamente de la *Guía para identificación y evaluación de aspectos ambientales*, en la cual se recomienda seguir los siguientes pasos, para obtener unos resultados óptimos en la evaluación:

Determinar las condiciones de funcionamiento y circunstancias en las que se deben identificar los aspectos.

- i. Determinar las condiciones de funcionamiento y circunstancias en las que se deben identificar los aspectos.
- ii. Identificar operaciones y procesos en las actividades y operaciones definidas en la etapa anterior.
- iii. Analizar las etapas asociadas a las operaciones y procesos.
- iv. Identificar los aspectos en cada una de las etapas.
- v. Elaborar formatos para el registro de los aspectos.

Estas recomendaciones se tuvieron en cuenta, especialmente lo relacionado con la identificación de los aspectos ambientales por etapa y la estandarización de las matrices empleadas en la evaluación. En el siguiente acápite se presentan los resultados de la revisión de metodologías en el contexto nacional.

En el ámbito nacional, se realizó una revisión de las metodologías empleadas por entidades oficiales, autoridades ambientales, empresas e instituciones de educación superior, ejercicio necesario para elaborar una metodología que permita evaluar la significancia de los aspectos ambientales, adaptada al contexto colombiano. En la *Tabla 2* se muestran 10 de las metodologías revisadas⁴.

Tabla 2. Metodologías de evaluación de aspectos ambientales de algunas instituciones en Colombia

Nº	Entidad	Función de evaluación	Interpretación
1	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Total = Tipo de impacto + Frecuencia + Extensión + Legislación aplicable + Afectación	Menor a 15 = No significativo Igual o mayor a 15 = significativo
2	Ministerio de Trabajo	Impacto = Carácter * [(3 * Magnitud) + (2 * Intensidad) + Frecuencia + Extensión]	Significativos: valores > 11 y a >-11 No significativo: valores entre 7 y 10, y entre -7 y -10
3	SDA Bogotá	Importancia = Alcance * Probabilidad * Duración * Recuperabilidad * Cantidad * Normatividad	Alta (significativo): > 125.000 a 1.000.000 Moderada (significativo): > 25000 a 125000 Baja (no significativo): 1 a 25.000
4	SGC (Servicio Geológico Colombiano)	Importancia = (0,1 * Requisito Legal) + (0,1 * Cumplimiento Legal) + (0,3 * Gravedad) + (0,2 * Alcance) + (0,1 * Probabilidad) + (0,1 * Recuperabilidad) + (0,1 * Duración)	Entre 3 y 5 = Importancia baja = No significativo Entre 5 y 7 = Importancia media = Significativo Entre 7 y 9 = Importancia alta = Muy Significativo
5	SDIS - Secretaría de	Importancia = Tipo de impacto (-/+) + Intensidad + Extensión + Duración +	De 0 a 25 = Normal De 26 a 50 = Leve

⁴ El listado de entidades revisadas se presenta en el anexo 1

N°	Entidad	Función de evaluación	Interpretación
	Integración Social	Reversibilidad + Periodicidad + Efecto + Acumulación	De 51 a 75 = Moderado De 76 a 100 = Severo
6	Supersalud	Evaluación del AA = (Severidad + Cobertura + Duración + Legislación ambiental o acuerdos existentes) x Frecuencia	Si EAA > 8 = Muy significativo Si 4 < EAA < 8 = Significativo Si EAA < 4 = No significativo
7	UN Bogotá	Significancia = (Peligrosidad x Efectos a la salud x Cobertura) + (Frecuencia x Duración x Magnitud)	41 - 100 = Significativo < 40 = No significativo
8	UN Palmira	Total = Clase + Frecuencia + Presencia + Severidad + Alcance + Sensibilidad pública y de prensa + Requisitos aplicables	Significativo si el valor total es mayor a 22 No significativo si el valor total es menor a 22
9	Universidad de Málaga	Significancia = Magnitud x Naturaleza (situaciones previstas) Significancia= Probabilidad x Control x Gravedad potencial (situaciones no previstas)	Significativo si es mayor a la mediana de todo el conjunto de valores. No significativo si es menor a dicha mediana.
10	Universidad del Atlántico	Total = Clase + Frecuencia + Presencia + Severidad + Alcance + Sensibilidad pública y de prensa + Requisitos aplicables	Significativo si el valor total es mayor a 22 No significativo si el valor total es menor a 22

Fuente: Presente estudio

Todas las metodologías revisadas cuentan con características similares como:

1. Son cualitativas. Las calificaciones no se obtienen como producto de la medición de parámetros ambientales, ni mediante indicadores cuantitativos que reflejen el estado o tendencia del aspecto ambiental, excepto la metodología propuesta por la Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, que hace uso de indicadores para medir la *magnitud* del aspecto.
2. Se basan en la calificación de atributos que miden una característica parcial, asignando valores numéricos a diferentes adjetivos, que intentan describir el aspecto.
3. Interpretan los resultados obtenidos con una escala predeterminada, a partir de la cual se entrega un resultado concreto: *el aspecto ambiental es o no significativo*.

Al analizar estas metodologías se identificaron atributos comunes tales como **la cobertura**, que evalúa el tamaño del área afectada; **la severidad**, relacionada con la *gravedad potencial* del aspecto; la **frecuencia** que determina el intervalo de tiempo en el cual se presenta; y la **magnitud**, que es expresada como una cantidad del aspecto.

Sin embargo, es importante señalar que no hay un consenso en el uso de los términos empleados. Por ejemplo al área afectada se le denominó *extensión* o *alcance*; a la severidad: *intensidad*, *gravedad* o *gravedad potencial*; y a la magnitud: *afectación*, *cantidad* o *efecto*. Este hecho es sustancial ya que dificulta la aplicación de las metodologías con un lenguaje estandarizado, por lo que se pueden presentar confusiones al momento de calificar los aspectos o comparar los resultados.

Para el desarrollo de la propuesta metodológica, se escogieron cuatro atributos: cobertura, severidad, frecuencia, magnitud, que tienen una frecuencia alta de utilización, siendo consecuentes con la recomendación de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

Un conjunto de atributos evaluados con una frecuencia intermedia, tiene que ver con la verificación del cumplimiento de requisitos legales, requisitos normativos y acuerdos. Si bien es un factor importante al evaluar los aspectos ambientales en el marco de una organización o

empresa, este atributo no se tuvo en cuenta al momento de diseñar la metodología, debido a la dificultad para evaluar el cumplimiento de los requisitos legales a la escala de aplicación de este estudio.

También fue habitual el uso de la *probabilidad*, que evalúa la ocurrencia del aspecto, ya sea en términos porcentuales o como una medida de eventos en un lapso de tiempo (por ejemplo 1 vez al año). Este atributo no se consideró en la elaboración de la metodología, debido a que no aporta elementos en la calificación de la significancia, ya que aunque un aspecto sea poco probable puede que sus efectos, una vez se presente, sean muy graves (Toro et al., 2013).

Los atributos *carácter*, *recuperabilidad*, *acumulación*, *naturaleza*, *periodicidad* y *reversibilidad*, son comúnmente empleados en la evaluación de impactos ambientales. Específicamente, en la metodología cualitativa propuesta por Conesa, (2010), por lo que no se integraron como atributos para la evaluación de los aspectos ambientales.

Otro grupo de atributos empleados con una frecuencia media, está relacionado con el efecto que tendría la ocurrencia del aspecto sobre la reputación de la entidad o empresa. En este se encuentran los atributos de sensibilidad pública y de prensa. Estos atributos no se tuvieron en cuenta porque desde el punto de vista ambiental, no aportan elementos para calificar la significancia del aspecto.

El análisis de los atributos empleados en las metodologías revisadas se muestra en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Atributos empleados en las metodologías revisadas

Atributo	Términos equivalentes	Frecuencia	Descripción
Cobertura	Extensión y Alcance	90%	Evalúa el área afectada por el aspecto
Severidad	Intensidad, Gravedad y Gravedad potencial	70%	Evalúa la gravedad del aspecto o sus efectos
Frecuencia	---	60%	Evalúa la frecuencia de presentación del aspecto (diario, semanal, mensual, etc.)
Magnitud	Afectación, Cantidad y Efecto	60%	Evalúa la percepción de la cantidad del aspecto (residuo, vertimiento, etc.)
Normatividad	Legislación ambiental o acuerdos existentes, Requisitos aplicables, Cumplimiento Legal y Legislación aplicable.	60%	Evalúa si existe un requisito legal o normativo que aplique al aspecto
Duración	---	50%	Evalúa el tiempo durante el cual se presenta el aspecto
Probabilidad	Presencia	50%	Evalúa la probabilidad de que ocurra el aspecto
Carácter	Tipo de impacto y Clase	50%	Evalúa si el aspecto es positivo o negativo
Recuperabilidad	---	20%	Evalúa la posibilidad de recuperar la condición inicial del factor ambiental afectado por medios técnicos
Sensibilidad pública y de prensa	---	20%	Evalúa el interés o la percepción negativa de las partes interesadas, por los efectos del aspecto
Acumulación	---	10%	Evalúa el incremento progresivo de la manifestación de los efectos derivados del aspecto (simple, acumulativo)
Control	---	10%	Evalúa la capacidad de control en una situación no prevista o de emergencia
Efectos a la salud	---	10%	Evalúa las consecuencias del aspecto sobre la salud

Atributo	Términos equivalentes	Frecuencia	Descripción
			humana (desde una molestia leve a la muerte)
Naturaleza	---	10%	Evalúa la característica intrínseca del aspecto
Peligrosidad	---	10%	Evalúa si la sustancia relacionada con el aspecto es peligroso o no
Periodicidad	---	10%	Evalúa la regularidad de manifestación (periódico, irregular o continua)
Reversibilidad	---	10%	Evalúa la posibilidad de recuperar la condición inicial del factor ambiental afectado de forma natural

Fuente: Presente estudio.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, a continuación se presenta la metodología elaborada para la identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales.

2.1.2. Descripción de la metodología de evaluación ambiental

Para evaluar los aspectos ambientales asociados a la gestión de los residuos en el país, se elaboró una metodología que integra elementos de la evaluación de aspectos ambientales, desde el enfoque de los sistemas de gestión ambiental (Norma ISO 14001), y la evaluación de los impactos ambientales, abordada desde el concepto de impacto potencial⁵.

La metodología se compone de las siguientes fases:

- I. Identificación de los aspectos ambientales por tipo de residuo
- II. Identificación de los aspectos ambientales por etapa de gestión
- III. Identificación de los impactos ambientales por tipo de residuo
- IV. Identificación de los impactos ambientales por etapa de gestión
- V. Determinación de la gravedad potencial del impacto ambiental
- VI. Asociación de los impactos y aspectos ambientales
- VII. Evaluación de los aspectos ambientales
- VIII. Síntesis de los resultados

A continuación, se describen cada una de las fases y los instrumentos requeridos para su aplicación.

I. Identificación de los aspectos ambientales por tipo de residuo

Para la identificación de los aspectos ambientales por tipo de residuo se partirá de una lista genérica, la cual se deberá diligenciar con uno (1) o cero (0) dependiendo de si el aspecto se presenta o no en la gestión del residuo. La herramienta se presenta en la *Tabla 4*. En esta matriz la fila de totales corresponderá a la suma de los aspectos para cada residuo. Dicho valor indicará el número de matrices de evaluación, que se deberán elaborar en la fase VII de esta metodología.

⁵ El impacto potencial se refiere al efecto probable sobre el medio físico, biológico y humano, generado por las diferentes actividades de la gestión de los residuos (Toro, 2009).

II. Identificación de los aspectos ambientales por etapa de gestión

Una vez se han identificado los aspectos ambientales por tipo de residuo, se deberá determinar en qué etapa de gestión se presentan dichos aspectos. La herramienta en esta fase se presenta en la *Tabla 5*. Al igual que la matriz de identificación anterior, se deberá diligenciar con uno (1) o cero (0), dependiendo de si el aspecto ambiental se presenta o no en la etapa en cuestión.

Se deberá diligenciar una matriz por tipo de residuo, la que indicará las etapas de gestión que deberán ser evaluadas en la fase VII de esta metodología.

Tabla 4. Matriz de identificación de aspectos ambientales por tipo de residuo

Aspecto ambiental	Residuo 1	Residuo 2	Residuo n
- Emisiones de combustión			
- Emisiones no derivadas de combustión			
- Emisión de ruido			
- Emisión de olores ofensivos			
- Saturación de objetos visuales			
- Vertimiento de aguas de interés ambiental			
- Vertimiento de aguas de interés sanitario			
- Generación de lixiviados			
- Generación de residuos biodegradables			
- Generación de residuos sólidos ordinarios			
- Generación de residuos inertes			
- Generación de residuos sólidos reciclables			
- Generación de residuos biosanitarios			
- Generación de residuos corto punzantes			
- Generación de residuos anatomopatológicos humanos			
- Generación de residuos anatomopatológicos animales			
- Generación de residuos químicos			
- Generación de residuos de grasas y aceites			
- Descarte de llantas			
- Descarte de baterías			
- Descarte de pilas			
- Descarte de luminarias			
- Descarte de RAEEES			
- Descarte de tonners y cartuchos			
- Descarte de medicamentos vencidos			
- Descarte de envases y empaques			
- Descarte de envases de plaguicidas			
- Consumo de agua potable			
- Consumo de agua no potable			
- Consumo de energía eléctrica			
- Consumo de combustibles fósiles			
- Consumo de papel			
Total			

Fuente: Presente estudio

Tabla 5. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión.

Aspecto ambiental	Generación	Almacenamiento temporal	Recolección	Transporte	Almacenamiento	Aprovechamiento	Tratamiento	Disposición final	Total
Aa-01									
AA-02									
AA-03									
....									
AA-n									
Total por etapa									

Fuente: Presente estudio.

III. Identificación de los impactos ambientales por tipo de residuo

En esta etapa se procederá a identificar los impactos ambientales por tipo de residuo. La herramienta a aplicar se muestra en la *Tabla 6*. Al igual que las matrices anteriores, se deberá diligenciar con uno (1) o cero (0), dependiendo de si el impacto ambiental se presenta o no en la gestión del residuo analizado.

Tabla 6. Matriz de identificación de impactos ambientales por tipo de residuo

Impacto ambiental	Residuo 1	Residuo 2	Residuo n
IA-01			
IA-02			
IA-03			
....			
IA-n			
Total por residuo			

Fuente: Presente estudio

IV. Identificación de los impactos ambientales por etapa de gestión

En esta fase se deberá establecer la etapa de gestión en la que se pueden presentar los impactos ambientales identificados para cada tipo de residuo. La herramienta se muestra en la *Tabla 7*. Esta matriz se deberá diligenciar con uno (1) o cero (0), dependiendo de si el impacto ambiental se presenta o no en la etapa de gestión analizada.

Tabla 7. Matriz de identificación de impactos por etapa de gestión.

Impacto ambiental	Generación	Almacenamiento temporal	Recolección	Transporte	Almacenamiento	Aprovechamiento	Tratamiento	Disposición final	Total
IA-01									
IA-02									
IA-03									
....									
IA-n									
Total por etapa									

Fuente: Presente estudio

V. Determinación de la gravedad potencial del impacto ambiental

En esta fase se deberá evaluar la gravedad potencial de los impactos identificados en la fase anterior, asignando un valor entre 1 y 5, de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla 8.

Tabla 8. Criterios para evaluar la gravedad potencial del impacto ambiental

Calificación	Descriptor
5	Muerte de individuos y/o discapacidad permanente
	Enfermedad crónica discapacitante
	Daño irreversible al ambiente
4	Afecta a un recurso no renovable de forma crítica
	Enfermedad crónica no discapacitante
	Daño al ambiente reversible en el largo plazo (>10 años)
3	Afecta a un recurso no renovable de forma severa
	Incapacidad o enfermedad aguda
	Afecta a un recurso no renovable de forma moderada
2	Daño al ambiente reversible en mediano plazo (5-10 años)
	Causa molestia
	Afecta a un recurso no renovable de forma leve
1	Daño al ambiente reversible en corto plazo (<5 años)
	No causas una afectación a la salud humana
	No altera el ambiente significativamente
	Afecta un recurso renovable

Fuente: Presente estudio

La herramienta en esta fase se presenta en la Tabla 9. Es importante aclarar que aunque su estructura es similar a la matriz de identificación presentada anteriormente, la matriz de calificación difiere en la escala de evaluación.

Almacenamiento temporal										
Recolección										
Transporte										
Almacenamiento										
Aprovechamiento										
Tratamiento										
Disposición final										

Fuente: Presente estudio

A continuación se describen los atributos empleados en la matriz de evaluación:

Magnitud: expresa el tamaño del aspecto ambiental. Por ejemplo si el aspecto analizado son las emisiones derivadas de combustión, este atributo se calificará como muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto, dependiendo del tipo de combustión y del material o sustancia que actúa como combustible (gasolina, ACPM, plásticos, llantas, etc.).

Frecuencia: evalúa la periodicidad con la que se presenta el aspecto ambiental, en un lugar determinado. Por ejemplo, aunque la recolección de los residuos ordinarios es una actividad que se realiza diariamente a nivel municipal, la frecuencia de recolección en un sector puede ser semanal. Por lo que aspectos ambientales asociados al transporte, como las emisiones derivadas de combustión, deberán ser evaluadas con una frecuencia “semanal” en esta etapa de gestión.

Cobertura: valora el área geográfica afectada por el aspecto ambiental. Siendo “Puntual” cuando afecta las instalaciones donde se realiza la gestión, por ejemplo el ruido en una planta de aprovechamiento. “Local” cuando puede afectar a la población aledaña, como por ejemplo los olores ofensivos asociados a un lugar de disposición final. Y “Extensa” cuando puede afectar al ambiente o la población en una escala mayor, por ejemplo cuando se realizan vertimientos a cauces de ríos, cuyos contaminantes pueden afectar poblaciones aguas abajo, de otros municipios e incluso otros departamentos.

Impacto potencial: corresponde al valor promedio de la gravedad de los impactos ambientales, asociados al aspecto ambiental, para el residuo analizado y la etapa evaluada⁶. Para su calificación se deberá tener en cuenta las relaciones establecidas en la Tabla 10.

La significancia del aspecto ambiental será calculada mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Significancia del AA} = 0.25 (\text{Magnitud}) + 0.25 (\text{Frecuencia}) + 0.25 (\text{Cobertura}) + 0.25 (\text{Impacto potencial})$$

A manera de resumen se presentan en la *Tabla 12* las categorías y valores a emplear para la calificación de la magnitud, frecuencia y cobertura.

⁶ Como anexo se incluye una herramienta desarrollada en el programa Microsoft Excel®, mediante la cual se facilita el cálculo de la significancia de los aspectos y el impacto potencial.

Tabla 12. Categorías empleadas para la calificación de los atributos

Magnitud	Frecuencia	Cobertura	Valor
Muy alto	Diario	Extensa	5
Alto	Semanal		4
Medio	Mensual	Local	3
Bajo	Mayor a un mes		2
Muy bajo	Esporádico	Puntual	1

Fuente: Presente estudio

El resultado de la evaluación se deberá interpretar de acuerdo a la escala propuesta en la Tabla 13.

Tabla 13. Interpretación de la significancia del aspecto ambiental

Categoría	Valor
Crítico	Entre 4 y 5
Severo	Entre 3 y 3.9
Moderado	Entre 2 y 2.9
Leve	Entre 1 y 1.9

Fuente: Presente estudio

III. Síntesis de los resultados

Para determinar el punto crítico de la gestión del residuo y priorizar los aspectos ambientales evaluados, se deberán consolidar los resultados de la significancia en una matriz de síntesis (Tabla 14). Esta matriz incluye una columna que evalúa el valor máximo de cada aspecto, y una fila que evalúa el valor máximo de cada etapa. De esta manera, al organizar los valores máximos (de mayor a menor por fila), se obtendrá la priorización de los aspectos ambientales y la etapa donde se encuentra el punto crítico.

Se eligió como valor representativo de la evaluación el máximo y no el promedio, debido a que éste identifica el punto en el que se presenta el aspecto ambiental⁷ con la mayor significancia, de forma más confiable. Este criterio también obedece al principio de evaluación en el peor escenario, sugerido por los textos académicos y normativos en los que se enmarca la evaluación ambiental.

⁷ y los impactos ambientales asociados a cada aspecto.

Tabla 14. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de llantas

<i>Aspecto Ambiental</i>	<i>Generación</i>	<i>Almacenamiento temporal</i>	<i>Recolección</i>	<i>Transporte</i>	<i>Almacenamiento</i>	<i>Aprovechamiento</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Disposición final</i>	<i>Máximo</i>
<i>AA-01</i>									
<i>AA-02</i>									
<i>AA-03</i>									
<i>...</i>									
<i>AA-n</i>									
<i>Máximo</i>									

Fuente: Presente estudio

En la siguiente sección (Sección 3) se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología para los residuos priorizados (Llantas, envases y empaques de bebidas, y envases de plaguicidas).

2.2. Metodología de evaluación de riesgos a la salud

El proceso para la construcción de la metodología de Evaluación de Riesgos en Salud (ERS) relacionada con la gestión de las corrientes de residuos priorizadas⁸ se inició con la revisión de la manera como se incorpora el concepto de riesgo en las políticas y planes del sector salud, en el país; seguida por una exploración acerca de los enfoques y las teorías sobre el riesgo en salud, desde diferentes campos disciplinares, y la revisión de las metodologías de ERS recomendadas por las organizaciones internacionales (Academia Nacional de Ciencias USA, Environmental Protection Agency) y las autoridades sanitarias a nivel mundial (OMS) y regional (OPS), así como de las metodologías alternativas generadas desde la epidemiología crítica y la ecología política de riesgos. Con base en los lineamientos metodológicos de las distintas fuentes consultadas se elaboró el enfoque conceptual y metodológico que se aplicó para cumplir con los objetivos del presente trabajo.

2.2.1. El riesgo en las políticas del sector salud en Colombia

En la Política de Atención Integral en Salud (PAIS), promulgada por el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS, 2016), se adopta el marco de los determinantes sociales de la salud en concordancia con el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021 y se definen 4 estrategias:

- Atención Primaria en Salud (APS) con enfoque de salud familiar y comunitaria
- El cuidado individual y colectivo para la protección frente a los riesgos
- La Gestión Integral del Riesgo en salud con el fin de articular la salud pública, el aseguramiento y la prestación de servicios
- Enfoque *diferencial* orientada a considerar las particularidades sociales, culturales, religiosas, territoriales, poblacionales y de infraestructura del sistema de salud

En el PDSP 2012-2021, se define el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado que además es evitable y negativo para la salud del individuo y que puede conducir al empeoramiento de una condición previa o implicar mayor consumo de bienes y servicios que hubiera podido evitarse

Por su parte, en el documento CONPES 3550 de 2008 (DNP, 2008), se definen los lineamientos para formular la Política Integral de Salud Ambiental (PISA) y se plantea el enfoque de la gestión social del riesgo para la construcción de soluciones a partir del abordaje causal de los riesgos para la salud en poblaciones específicas. Adicionalmente, se entiende que la salud ambiental es el resultado de la interacción de factores que operan en distintos niveles de agregación y en el marco de procesos complejos, que van más allá de los componentes tradicionales biológicos, físicos y químicos del medio ambiente. Todo lo anterior en el marco de los factores determinantes de la salud.

En la Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones, se define el riesgo de desastres como aquel que “*corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen*

⁸ Corrientes priorizadas: Envases de plaguicidas, llantas y envases y empaques

natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad”.

Y en este sentido se anota, en su párrafo primero, que la gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población .

2.2.2. Enfoques y teorías sobre el riesgo en salud

Desde una perspectiva filosófica, el riesgo, se podría entender como una realidad que existe en el mundo, algo objetivo y real. Igualmente se puede referir a un juicio emitido por un sujeto sobre la incertidumbre, riesgo subjetivo, o a la apreciación de una persona sobre una situación, riesgo percibido (Althaus, 2005).

En el campo de la medicina, el riesgo se entiende como una realidad objetiva que puede ser medida, controlada y manejada. Se enfoca en los objetos, o sea en el riesgo observable y no en las percepciones como se mira desde la psicología o desde las ciencias sociales. En la Economía, el riesgo se asume de igual manera que el problema de la escasez, es decir, un recurso asignable y distribuible y, como en los casos comentados, esta visión se enmarca en la matematización y cientificidad para el estudio de los fenómenos.

En sociología se distinguen tres categorías dominantes: (i) el riesgo social, teoría desarrollada por Ulrich Beck y Anthony Giddens. Según Beck (1988) asistimos a la sustitución y relativización de la “sociedad industrial de clases”, enunciadas por K. Marx y M. Weber, por el nuevo *paradigma de la sociedad del riesgo* y se pregunta cómo se podrán evitar o minimizar los riesgos que produce el proceso de modernización para mantenerlos en un nivel que no obstaculicen el proceso pero que tampoco excedan los límites ecológicos, psicológicos o sociales; (ii) la otra categoría se basa en la propuesta Foucaultiana de la *gubernamentalidad* desde la cual se argumenta que el riesgo es una estrategia para el ejercicio del poder disciplinario con el fin de “monitorear” a los individuos y manejarlos para cumplir los objetivos del humanismo democrático; este tipo de control, mediante el uso de la tecnología y el logro de las metas neoliberales, se identifica como una ramificación del riesgo; y (iii) está menos desarrollada conceptualmente y se orienta hacia una síntesis de la visión antropológica, la sociedad del riesgo y la *gubernamentalidad*, que se conoce como la categoría *sociocultural*.

En el campo de la *epidemiología*, el riesgo es un concepto de carácter operacional, técnico, en el que se privilegia la dimensión de la probabilidad. Visto el riesgo como un objeto real, mensurable, se hace uso de los *factores de riesgo* como marcadores de predicción ya sea de la morbilidad o de la mortalidad (Almeida et al, 2009). Esta forma de ver el mundo se inscribe plenamente en el paradigma positivista en el que el riesgo se podría definir como la probabilidad de daño en el elemento *e*, debido a la ocurrencia de un evento con una intensidad igual o mayor a *i* (amenaza), que por sus propiedades intrínsecas es susceptible de afectación (vulnerabilidad)(Cardona, 2001).

$$Rie I t = I Ai, VeI$$

Ri: Riesgo

t: Período de exposición

Ai: Amenaza o peligro

Ve: Vulnerabilidad

La *epidemiología crítica* cuestiona la ontología factorial y la lógica del causalismo positivista en el que, según Breilh (2007), los fenómenos se clasifican como entidades aisladas para explorar las asociaciones entre variables (factores de riesgo) generando dos efectos cognitivos importantes: por una parte, el fraccionamiento o la desconexión de los fenómenos y, por otra, la imposibilidad de integrar los procesos generativos (protectores y destructivos) de los modos de vida y las relaciones sociales.

Almeida (2009) se apoya en Canguilhem (1990) para sugerir una comprensión contrafáctica⁹ de la enfermedad, y sus riesgos, como una estrategia para responder a esa positividad que asume el daño desde la prevención o eliminación de tal manera que, incorporada en lo interpretativo, presione la emergencia de sus contenidos valorativos y normativos y se declara optimista en la posibilidad de acuerdos trans-disciplinarios que permitan superar la feudalización de las ciencias y dialoguen con el plano político, por ejemplo, tan afín a las propuestas de promoción y vigilancia de la salud.

En este mismo sentido, se rescata el aporte de Porto (2012), desde la ecología política, para comprender el riesgo como un fenómeno multidimensional asociado al proceso de desarrollo, en el que su abordaje requiere considerar los territorios, las personas (grupos o individuos) y el tiempo histórico.

En este trabajo se hace un esfuerzo por superar la noción de riesgo convencional, además hegemónica, en la que los resultados de la exposición a unos “Factores de Riesgo (FR)” se reducen a la mera identificación de las patologías derivadas de esta exposición y a la búsqueda de asociaciones, probabilísticas o determinísticas, entre las variables: factor de riesgo y enfermedad o muerte; y, en consecuencia, como ya se dijo, las intervenciones en salud se orientan hacia la reducción o eliminación de los FR. En la propuesta epistemológica que se adopta, siguiendo Breilh (2007), se intenta una mirada a la lógica y las dinámicas que rigen los modelos de apropiación de la naturaleza y de la reproducción social en los que se enmarcan los procesos de salud-enfermedad.

2.2.3. Metodologías para la evaluación del riesgo en salud

A continuación se presentan y describen algunos de los principales enfoques para la evaluación de riesgos en la salud, que sin pretender abarcar todo el universo de las metodologías utilizadas, si se plantean las más utilizadas.

⁹ contrafáctico: “aquello que estando de un modo podría estar de otro”

- **El modelo de cuatro etapas**

Según la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS)¹⁰ la evaluación del riesgo es “la actividad científica para valorar las propiedades tóxicas de una sustancia y las condiciones de exposición humana a dicha sustancia, tanto para cerciorarse de la posibilidad de que los expuestos tengan efectos adversos como para caracterizar la naturaleza de los efectos que puedan experimentar”.

El paradigma convencional del riesgo publicado por NAS (1983) se enfoca principalmente en diferenciar los conceptos de la evaluación del riesgo y de la gestión del riesgo. La estructura de la metodología para la evaluación del riesgo, que la EPA denomina el modelo de las 4 etapas, se refiere a los siguientes tópicos, como se ilustra en la *Figura 2*:

- **Identificación del peligro:** Consiste en determinar si una sustancia química, o un agente estresor, se puede relacionar, o no, con un efecto particular en la salud.
- **Evaluación dosis-respuesta:** Establece la relación entre la magnitud de la exposición y la probabilidad de ocurrencia de efectos en la salud.
- **Evaluación de la exposición:** Determina el grado de exposición de las personas antes o después de las regulaciones o controles.
- **Caracterización del riesgo:** Describe la naturaleza y la magnitud del riesgo y reconoce, al mismo tiempo, las incertidumbres del proceso.

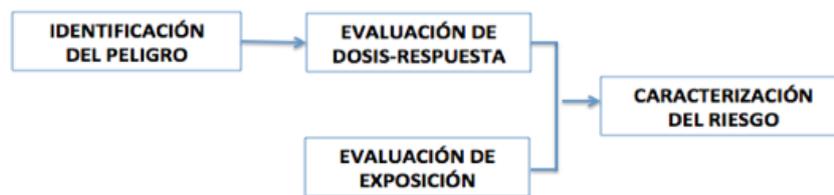


Figura 2. El modelo de 4 etapas para la ERS. Fuente: Adaptado de: EPA¹¹.

Según Patton (1993) después de la publicación del paradigma del riesgo por parte de NAS surgió la confusión acerca de si los conceptos de evaluación del riesgo y gestión del riesgo estaban estrechamente relacionados, era interdependientes, o no. Este conflicto fue dirimido por el Comité aclarando que la diferencia era solamente conceptual y radicaba en las diferencias en contenidos y objetivos de las dos actividades (NAS, 1983); su articulación es ineludible como se ilustra en la *Figura 3*.

- **OMS: El enfoque contrafactual del riesgo**

La Organización Mundial de la Salud, en el Informe sobre la Salud en el Mundo (OMS, 2002), parte de la comprensión del riesgo como la probabilidad de un resultado sanitario adverso o de un factor que incremente la posibilidad de ocurrencia del evento. OMS adopta un enfoque contrafactual para comparar la distribución actual de los factores de riesgo con la distribución de

¹⁰ Academia Nacional de Ciencias de los EUA Citado en: PAHO. Evaluación de riesgos. <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/riesgos.pdf>

¹¹ <https://www.epa.gov/risk/conducting-human-health-risk-assessment#tab-3>

la exposición y utiliza el indicador de las Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) para evaluar el impacto de cada factor de riesgo sobre la carga de morbilidad.

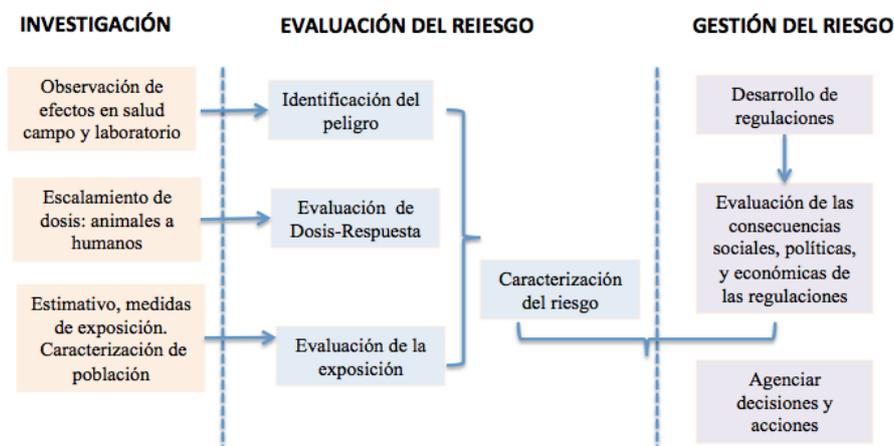


Figura 3. El paradigma de la evaluación del riesgo-gestión del riesgo, propuesto por el Consejo Nacional de Investigación (NRC,1983) Fuente: Adaptado de: NAP(2009)

El fundamento de esta concepción del riesgo por parte de OMS se inscribe plenamente en la ontología factorial, ya comentada, en la que se establece claramente que la carga de morbilidad estimada y asociada a los diferentes factores de riesgo puede ser modificada mediante un conjunto de estrategias e intervenciones con el criterio de costo-eficacia; un problema complejo queda reducido a una relación causal. Como afirma Laurell (1982) al asumir lo social como un “factor” que no se puede correlacionar, aplicando métodos estadísticos, simplemente, se descarta. Queda más nítida la posición de la autoridad sanitaria mundial cuando establece que “los riesgos han de ser definidos y estudiados ampliamente con independencia de factores como el lugar que ocupen en una cadena causal o los métodos utilizados (procedentes de las ciencias físicas, naturales, de la salud y sociales) para su análisis” (OMS, 2002 p.14) y ordena, además, que “los gobiernos deben adoptar un criterio cuantitativo para medir su importancia”.

- **OPS: Evaluación rápida del riesgo de eventos agudos en salud pública**

En esta guía publicada por OPS (2015) para la evaluación de eventos agudos en salud, es decir, brotes o situaciones de cambio drástico que puedan afectar la salud, se concibe el riesgo en la forma convencional: “probabilidad de que ocurra un evento adverso y la magnitud probable de las consecuencias de dicho evento durante un período determinado” (OPS,2015 p.5).

En forma consistente con los lineamientos del paradigma del riesgo, causalista y factorial, se establece que la evaluación de riesgos está orientada a proveer información para la toma de decisiones con el fin de manejar y reducir las consecuencias negativas de los riesgos, a todas luces una visión instrumental de la ERS. En el proceso sugerido para adelantar la ERS se distinguen tres componentes: La evaluación de la amenaza (peligro), la exposición y el contexto, cuyo resultado debe aplicarse para efectuar la caracterización del riesgo.

Una mención especial se hace con respecto a la categoría “contexto”, según la cual será posible el análisis de todos los factores: sociales, técnicos, científicos, económicos, ambientales, éticos, de política y de políticas. Otros componentes destacables en la guía están relacionados con la

gestión y la comunicación de los riesgos de los cuales dependen, en buena parte, el logro de los objetivos de las intervenciones en salud pública.

- **Modelo Praxiológico**¹²

Breilh (2007), desde el realismo dialéctico, propone el modelo praxiológico como alternativa al modelo epidemiológico “convencional” y distingue los dominios global, singular y particular, en el que actúan los determinantes estructurales y se desencadenan los procesos generativos que pueden ser protectores o destructivos de la vida.

Se plantea que en el *dominio global* se inscriben las *lógicas determinantes* de las patrones de producción y de consumo y se distinguen los *determinantes estructurales* de procesos destructivos y de procesos protectores de la vida en función de las dinámicas de la producción de bienes y servicios en la sociedad, las tecnologías empleadas y las regulaciones e intervenciones estatales para el logro de los objetivos de las políticas que conforman los diferentes planes de los gobiernos.

En el *dominio particular*, es vital la introducción de la categoría conceptual del *territorio social* para comprender las especificidades de las problemáticas de salud relacionadas con la gestión de residuos; entendido, este territorio social, no como un espacio físico y estático sino como el resultado de las dinámicas sociales a través de las cuales se configuran las relaciones entre los individuos y de estos con la naturaleza, en un proceso histórico inscrito en las configuraciones del poder mediante las cuales se deciden las formas de apropiación de la naturaleza.

En el *dominio singular* se concreta la propuesta, desde el punto de vista operativo, en lo que denomina la *matriz de procesos críticos*, un instrumento estratégico para iniciar procesos de gestión en salud con la intencionalidad de dar el énfasis a los aspectos que adquieren un mayor peso relativo en la determinación de las condiciones de vida y salud colectiva; a partir de esta matriz se exploran las acciones participativas en las respuestas a las problemáticas, en el caso que nos ocupa, de salud asociadas a la gestión de residuos. En la matriz confluyen el territorio social, las dimensiones del perfil epidemiológico y los grupos clave objeto de la gestión priorizada.

2.2.4. Descripción de la metodología de evaluación de riesgos en salud

La metodología propuesta para la evaluación de riesgos en salud relacionados con la gestión de las corrientes priorizadas (*Figura 4*) se desarrolla en tres fases:

I. Primera Fase: Caracterización del peligro

Se entiende el *peligro*, o amenaza, como una característica inherente a las propiedades de los agentes estresores (sustancias o entidades biológicas) que pueden causar potencialmente una

¹² Aquí se presenta una síntesis de las categorías y elementos conceptuales del modelo praxiológico propuesto por Breilh, que se utilizó en la evaluación de afectaciones a la salud (producto 3 del presente proyecto).

afectación o daño a la salud. Para tal efecto, se identificará la presencia de estos agentes en las etapas del ciclo de vida y gestión de los residuos.

Enseguida se realizará la evaluación toxicológica de cada uno de los sustancias, con base en las propiedades toxicocinéticas y toxicodinámicas, en las diferentes rutas de exposición (dérmica, oral, inhalación) y se identificarán los efectos potenciales relacionados con su carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad para calcular el Índice de Peligro de cada agente.

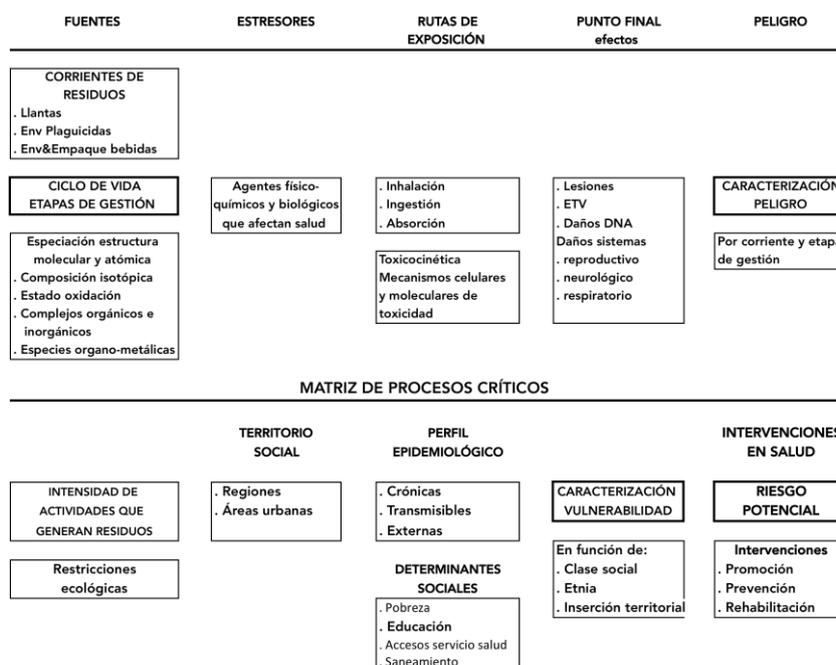


Figura 4. Enfoque conceptual y metodológico para la ERS de corrientes de residuos priorizadas. Fuentes: U.S EPA (2016); WHO (2006); Porto, M (2012) y Breilh, J (2007)

II. Segunda Fase: Caracterización de la vulnerabilidad

El enfoque poblacional para evaluar la vulnerabilidad a los peligros identificados, en la primera fase, atiende a las especificidades de los grupos de la sociedad que se distribuyen espacialmente en los *territorios sociales* en los cuales ocurre una mayor intensidad de los procesos que generan las corrientes objeto de estudio y también a las restricciones ecológicas en las cuales se desarrollan sus modos y sus estilos de vida. Se plantea, entonces, el supuesto de que la población vinculada laboralmente a las actividades generadoras de los residuos conformaría un grupo vulnerable y un segundo grupo podría referirse a la población asentada en las áreas próximas a los sitios en donde se desarrolla la cadena de la gestión de los residuos.

III. Tercera fase: Caracterización del Riesgo Potencial

El Riesgo Potencial (RP) se refiere a la *posibilidad* de la ocurrencia de un daño a la salud, es decir, está relacionado con lo posible y no con lo probable, lo cual marca una diferencia crucial con el concepto clásico o convencional del riesgo y es útil para hacer claridad sobre el mismo (Dourado&Teixeira, 2012). El RP no se puede representar solamente por un número y debe ser comprendido y evaluado en el contexto de su aceptabilidad y de los determinación social de la salud-enfermedad.

Como resultado de la aplicación de este enfoque conceptual y metodológico para la ERS se espera obtener una caracterización y priorización del Peligro Potencial (PP) debido a la exposición a los agentes estresores identificados en las diferentes etapas de la gestión de las corrientes de residuos objeto del presente estudio. Igualmente se evaluará la vulnerabilidad de los grupos sociales de los que se presume mayor relación con el PP y se caracterizará el Riesgo Potencial asociado con el fin de identificar estrategias de intervención con el enfoque diferencial de la población.

3. EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS

La identificación de los aspectos ambientales por tipo de residuo permitió establecer que para el caso de la gestión de llantas se presentan 13 aspectos, 14 en la gestión de envases y empaques de bebidas, y 15 en la gestión de envases de plaguicidas. La matriz de identificación se presenta en la *Tabla 15*.

Tabla 15. Matriz de identificación de aspectos ambientales por tipo de residuo priorizado

<i>Aspecto Ambiental</i>	<i>Llantas</i>	<i>Envases y Empaques</i>	<i>Envases plaguicidas</i>	<i>Total</i>
<i>Emisiones de combustión</i>	1	1	1	3
<i>Emisiones no derivadas de combustión</i>	0	0	0	0
<i>Emisión de ruido</i>	1	1	1	3
<i>Emisión de olores ofensivos</i>	1	1	1	3
<i>Saturación de objetos visuales</i>	1	1	1	3
<i>Vertimiento de aguas de interés ambiental</i>	1	1	0	2
<i>Vertimiento de aguas de interés sanitario</i>	0	0	1	1
<i>Generación de lixiviados</i>	1	1	1	3
<i>Generación de residuos biodegradables</i>	0	0	0	0
<i>Generación de residuos sólidos ordinarios</i>	0	1	1	2
<i>Generación de residuos inertes</i>	0	0	0	0
<i>Generación de residuos sólidos reciclables</i>	1	1	1	3
<i>Generación de residuos biosanitarios</i>	0	0	1	1
<i>Generación de residuos corto punzantes</i>	1	1	0	2
<i>Generación de residuos anatomopatológicos humanos</i>	0	0	0	0
<i>Generación de residuos anatomopatológicos animales</i>	0	0	0	0
<i>Generación de residuos químicos</i>	0	0	1	1
<i>Generación de residuos de grasas y aceites</i>	1	0	0	1
<i>Descarte de llantas</i>	1	0	0	1
<i>Descarte de baterías</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de pilas</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de luminarias</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de RAEEs</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de tonners y cartuchos</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de medicamentos vencidos</i>	0	0	0	0
<i>Descarte de envases y empaques</i>	0	1	0	1
<i>Descarte de envases de plaguicidas</i>	0	0	1	1
<i>Consumo de agua potable</i>	0	1	1	2
<i>Consumo de agua no potable</i>	1	1	1	3
<i>Consumo de energía eléctrica</i>	1	1	1	3
<i>Consumo de combustibles fósiles</i>	1	1	1	3
<i>Consumo de papel</i>	0	0	0	0
Total	13	14	15	42

Fuente: Presente estudio

En cuanto a los impactos ambientales el análisis tomó como punto de partida los 200 impactos presentados en el producto 3. Los cuales fueron identificados para todos los grupos de residuos, con base en la información reportada en artículos científicos, tesis, documentos institucionales, estudios de impacto ambiental, etc.

A continuación se presenta la evaluación de estos aspectos y el análisis de los resultados para cada una de las corrientes priorizadas.

3.1. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de llantas

Una vez aplicada la matriz de identificación (*Tabla 16*), se determinaron 13 aspectos ambientales relacionados con la gestión de llantas, lo cuales se describen a continuación:

1. **Emisiones de combustión:** derivadas de la quema del residuo, ya sea para su aprovechamiento energético o como método de tratamiento o disposición final; y por el uso de combustibles fósiles en el transporte. También se contempló para este aspecto la ocurrencia de situaciones anormales en la gestión, como por ejemplo los incendios en los lugares de almacenamiento temporal, recolección (montallantas, servitecas, etc.) y de almacenamiento permanente (bodegas y lotes).
2. **Emisión de ruido:** asociado a las actividades de transporte y aprovechamiento, especialmente en los procesos de corte y trituración. Ya sea para su uso como combustible, para la obtención de gránulo de caucho o para procesos de aprovechamiento artesanal, como por ejemplo la fabricación de elementos de jardinería (materas) o de uso pecuario (comederos de animales).
3. **Emisión de olores ofensivos:** relacionado con los procesos de quema del residuo, en su aprovechamiento energético bajo condiciones no controladas (por ejemplo en hornos paneleros o en prácticas de reparcho informal), así como también por la acumulación de agua en su interior, que genera olores desagradables, los cuales se incrementan en la medida en que se acumula el residuo.
4. **Saturación de objetos visuales:** este aspecto se presenta por la acumulación de llantas en diferentes espacios, tanto urbanos como rurales, dando lugar a la contaminación visual. Siendo frecuente su abandono en vías públicas, parques, potreros, postes de alumbrado, separadores de vías y en las cercanías de los montallantas y servitecas, entre otros.
5. **Vertimiento de aguas de interés ambiental:** asociados al lavado del residuo para su aprovechamiento posterior.
6. **Generación de lixiviados:** se presentan por la acumulación de agua en el interior de las llantas, que con el tiempo interactúa con el material generando residuos líquidos que se pueden infiltrar en el suelo. Se pueden presentar en las etapas de almacenamiento temporal, recolección, almacenamiento y disposición final. También se incluyen como lixiviados los residuos líquidos, que se presentan cuando las llantas son utilizadas para la construcción de arrecifes artificiales, o cuando por prácticas inadecuadas terminan dispuestas en ecosistemas marinos.
7. **Generación de residuos sólidos reciclables:** corresponden a residuos del proceso de aprovechamiento, como el alambre de la estructura de las llantas, y caucho que no puede ser aprovechado, ya sea por sus características o por la tecnología utilizada en el proceso. Por ejemplo, en la fabricación artesanal de suelas de zapatos, donde se generan excedentes que por su forma no pueden ser aprovechados.
8. **Generación de residuos corto punzantes:** incluye el alambre que contiene las llantas, así como también elementos que pueden estar adheridos al caucho, por ejemplo

puntillas, tachuelas, tornillos, etc. Los cuales pueden generar lesiones a las personas que manipulan el residuo especialmente en la etapa de aprovechamiento.

9. **Generación de residuos de grasas y aceites:** este tipo de residuo se presenta en un proceso específico, conocido como pirólisis de la goma, ocasionado cuando se queman las llantas como forma de aprovechamiento.
10. **Descarte de llantas:** este aspecto es el que da inicio a la gestión del residuo, por lo que se asocia con la etapa de generación.
11. **Consumo de agua no potable:** asociada al lavado del residuo, como práctica previa a su aprovechamiento.
12. **Consumo de energía eléctrica:** debido al suministro de energía para el funcionamiento de los equipos usados en las operaciones del aprovechamiento, por ejemplo trituradoras, bandas transportadoras, molinos, sierras eléctricas, etc.
13. **Consumo de combustibles fósiles:** usado para el funcionamiento de los vehículos, en la etapa de transporte.

Tabla 16. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión para llantas

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
EMISIONES DE COMBUSTIÓN	0	1	1	1	1	1	0	1
EMISIÓN DE RUIDO	0	0	0	1	0	1	0	0
EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	0	1	1	0	1	1	0	1
SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	1	1	1	0	1	0	0	1
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	0	0	0	0	0	1	0	0
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	0	1	1	0	1	0	0	1
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	0	0	0	0	0	1	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTO PUNZANTES	0	0	0	0	0	1	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	0	0	0	0	0	1	0	0
DESCARTE DE LLANTAS	1	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	0	0	0	0	0	1	0	0
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	0	0	0	0	0	1	0	0
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	0	0	0	1	0	0	0	0
TOTAL	2	4	4	3	4	9	0	4

Fuente: Presente estudio

En cuanto a los impactos ambientales asociados a la gestión de las llantas se identificaron 60 impactos; 10 sobre el componente agua (1 al 10), 22 sobre el componente aire (11 al 32), 11 asociados a las comunidades humanas (33 al 43), 5 relacionados con la economía (44 a 48), 3 a la fauna (49 al 51), 5 con la infraestructura (52 al 56), 1 a la institucionalidad (57), 1 al paisaje (58) y 2 sobre el componente suelo (59 y 60). Las etapas en las que se presentan dichos impactos se relacionan en la *Tabla 17*.

Tabla 17. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para llantas

N.º	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
1	Disminución de la oferta hídrica	0	0	0	0	0	1	0	0
2	Incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas	0	1	1	0	1	0	0	1
3	Incremento de liberaciones de zinc en el agua	0	1	1	0	1	0	0	1
4	Incremento de la concentración de materia orgánica	0	0	0	0	0	1	0	0
5	Incremento de la concentración de metales pesados en el agua	0	1	1	0	1	1	0	1
6	Incremento de la demanda bioquímica de oxígeno DBO	0	0	0	0	0	1	0	0
7	Incremento de la ocurrencia de inundaciones	1	0	0	0	0	0	0	1
8	Incremento de la turbidez	0	0	0	0	0	1	0	0
9	Incremento de los sólidos sedimentables	0	0	0	0	0	1	0	0
10	Incremento de los sólidos suspendidos	0	0	0	0	0	1	0	0
11	Incremento de la concentración de hollín	0	0	1	0	1	1	0	1
12	Incremento de la concentración de humos y vapores tóxicos	0	0	1	0	1	1	0	1
13	Incremento de la concentración de negro de humo	0	0	1	0	1	1	0	1
14	Incremento de la presión sonora	0	0	0	1	0	1	0	0
15	Incremento de la concentración de benceno	0	0	1	0	1	1	0	1
16	Incremento de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs)	0	0	1	0	1	1	0	1
17	Incremento de la concentración de carbón elemental	0	0	1	0	1	1	0	1
18	Incremento de la concentración de Cloruro de Hidrógeno (HCl) en el aire.	0	0	1	0	1	1	0	1
19	Incremento de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOCs)	0	0	1	0	1	1	0	1
20	Incremento de la concentración de dióxido de carbono en el aire	0	0	1	1	1	1	0	1
21	Incremento de la concentración de dioxinas en el aire	0	0	1	0	1	1	0	1
22	Incremento de la concentración de furanos en el aire	0	0	1	0	1	1	0	1
23	Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero	0	0	1	1	1	1	0	1
24	Incremento de la concentración de metales pesados	0	0	1	0	1	1	0	1
25	Incremento de la concentración de monóxido de carbono en el aire	0	0	1	1	1	1	0	1
26	Incremento de la concentración de óxido nitroso en el aire	0	0	0	1	0	0	0	0
27	Incremento de la concentración de óxidos de azufre en el aire	0	0	1	1	1	1	0	1
28	Incremento de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire	0	0	0	1	0	0	0	0
29	Incremento de la concentración de PAHs (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)	0	0	1	0	1	1	0	1
30	Incremento de olores ofensivos - desagradables	0	1	1	0	1	1	0	1
31	Incremento del material particulado	0	0	1	1	1	1	0	1
32	Incremento del número de partículas en el aire	0	0	1	1	1	1	0	1
33	Disminución de la calidad de vida	1	1	1	1	1	1	0	1
34	Fomento de la disposición inadecuada de residuos	1	0	0	0	0	0	0	1

N.º	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
35	Generación de expectativas en la población	1	0	0	0	0	1	0	1
36	Incremento de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades	1	1	1	0	1	0	0	1
37	Incremento de riesgo de efectos mutagénicos	0	0	0	0	0	1	0	1
38	Incremento de riesgo de enfermedades transmisibles por vectores	1	1	1	0	1	0	0	1
39	Incremento de riesgo de incendios y explosiones	0	1	1	0	1	1	0	1
40	Incremento de riesgo de transferencia de contaminantes vía alimenticia	0	0	0	0	0	1	0	0
41	Incremento de la morbilidad	1	1	1	0	1	1	0	1
42	Pérdida del territorio ocupado por el relleno	0	0	0	0	0	0	0	1
43	Surgimiento del efecto NIMBY (Not In My Back Yard)	1	1	1	0	1	1	0	1
44	Cambio en las actividades económicas	1	0	1	0	1	1	0	1
45	Incremento o disminución de las oportunidades de negocio	1	0	1	0	1	1	0	1
46	Disminución del costo de la propiedad	1	0	1	0	1	1	0	1
47	Disminución del turismo	1	0	1	0	1	1	0	1
48	Disminución del valor de la tierra	1	0	1	0	1	1	0	1
49	Disminución o eliminación del hábitat	0	0	1	0	1	1	0	1
50	Incremento de especies plaga (insectos, moluscos, roedores, etc.)	0	1	1	0	1	0	0	1
51	Pérdida de nichos ecológicos	0	0	1	0	1	1	0	1
52	Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario	0	0	0	0	0	0	0	1
53	Incremento de la demanda de energía	0	0	0	1	0	1	0	1
54	Incremento de residuos aceitosos	0	0	0	0	0	1	0	0
55	Incremento de riesgo de daño a las infraestructuras de disposición final de residuos	0	0	0	0	0	0	0	1
56	Incremento en el costo de la gestión de residuos	1	0	1	1	1	1	0	1
57	Mayores costos en atención de salud	1	1	1	1	1	1	0	1
58	Cambio en la estética característica del paisaje	1	0	0	0	1	1	0	1
59	Cambio en el uso del suelo	0	0	0	0	1	1	0	1
60	Incremento de la concentración de metales pesados en el suelo	0	1	0	0	1	1	0	1
Total por etapa de gestión		16	13	38	13	41	48	0	49

Fuente: Presente estudio

Como se puede observar en la *Tabla 17*, el mayor número de impactos se generan sobre el componente atmosférico, en la etapa de aprovechamiento, debido a prácticas inadecuadas como la quema de llantas en condiciones no controladas, a bajas temperaturas y sin procesos de adecuación previos. Esto se puede presentar en aprovechamientos informales, por ejemplo en los hornos paneleros.

Entre los impactos asociados a la quema de llantas se destacan, la generación de olores ofensivos, el incremento de la concentración de benceno, dioxinas y furanos, bifenilos policlorados (PCBs), metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHAs), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), material particulado, compuestos orgánicos volátiles (VOCs), monóxido de carbono (CO), carbón elemental, la transferencia de contaminantes vía

alimenticia y el incremento de riesgo de efectos mutagénicos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Collins, Jensen, Mallinson, Roenelle, & Smith, 2002; CARDER, 2011; Eco-ing, GTZ, & Gobierno de Chile - CONAMA, 2010; Singh et al., 2015a, 2015b).

Asociados a la calidad del agua se encuentra el incremento en la concentración de zinc y de compuestos aromáticos policíclicos, cuando las llantas son depositadas en cuerpos de agua (Collins et al., 2002). Así como también el incremento de la materia orgánica, DBO, DQO y la disminución del oxígeno disuelto, durante el lavado de las llantas, en la etapa de aprovechamiento. Aunque esta práctica puede no ser común en los espacios urbanos, es importante señalar que puede ser relevante en el área rural, debido a las condiciones de almacenamiento y al tipo de llantas empleadas (camiones, zorras, maquinaria agrícola, etc.).

Otro impacto relacionado con el régimen hidrológico, es el incremento de la ocurrencia de inundaciones, debido a la obstrucción de los sistemas de drenaje natural y artificial, cuando las llantas se depositan sobre la rivera de los ríos o se abandonan en áreas públicas (vías, parques, potreros, etc.).

El impacto sobre el paisaje, ocasionado por la acumulación de llantas también se reporta frecuentemente (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Eco-ing et al., 2010). Mientras que sobre el suelo, se destaca el incremento de la concentración de metales pesados, derivada de los lixiviados que se generan cuando las llantas están en contacto con suelos ácidos, comúnmente en los centros de acopio (Eco-ing et al., 2010; Rodríguez & Giménez, 2014).

Otro conjunto importante de impactos ambientales asociados a este residuo, son el incremento de vectores y las enfermedades transmisibles por éstos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; CARDER, 2011; Eco-ing et al., 2010). Las cuales tienen una importancia mayor en climas cálidos, donde la acumulación de llantas posibilita la reproducción y el desarrollo de zancudos, mosquitos, roedores y otros animales, ya sea por el agua acumulada en su interior, el refugio que brindan o por la posibilidad de encontrar alimento.

Respecto a afectaciones al bienestar social se destaca, el incremento de riesgo de incendios y explosiones y el fomento a la disposición inadecuada de residuos. Ambos impactos asociados al almacenamiento y disposición final de la llantas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Collins et al., 2002; Eco-ing et al., 2010). Para esta última etapa también se consideró el daño a la infraestructura de rellenos sanitarios o vertederos, ya que pueden romper la cubierta de las celdas de disposición cuando se mezclan con los residuos ordinarios.

En cuanto a los impactos económicos, estos fueron asociados a la gestión inadecuada, por lo que se pueden generar afectaciones a actividades económicas, depreciación de la tierra y la propiedad y la afectación de actividades susceptibles al deterioro ambiental, como el turismo.

Al valorar la gravedad de los impactos ambientales, el *incremento de la concentración de dioxinas y furanos en el aire* son los más relevantes, debido a la toxicidad de estas sustancias. Otros impactos con valores altos de gravedad potencial son el *incremento de la morbilidad, la concentración de metales pesados y de monóxido de carbono en el aire*. El resultado de la calificación para la gravedad potencial se presenta en la *Tabla 18*.

Tabla 18. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para llantas.

N.º	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO O APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
1	Disminución de la oferta hídrica	0	0	0	0	0	1	0
2	Incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas	0	1	2	0	4	0	5
3	Incremento de liberaciones de zinc en el agua	0	1	2	0	3	0	3
4	Incremento de la concentración de materia orgánica	0	0	0	0	0	1	0
5	Incremento de la concentración de metales pesados en el agua	0	1	2	0	3	3	5
6	Incremento de la demanda bioquímica de oxígeno DBO	0	0	0	0	0	1	0
7	Incremento de la ocurrencia de inundaciones	4	0	0	0	0	0	5
8	Incremento de la turbidez	0	0	0	0	0	1	0
9	Incremento de los sólidos sedimentables	0	0	0	0	0	1	0
10	Incremento de los sólidos suspendidos	0	0	0	0	0	1	0
11	Incremento de la concentración de hollín	0	0	2	0	3	3	4
12	Incremento de la concentración de humos y vapores tóxicos	0	0	3	0	4	5	5
13	Incremento de la concentración de negro de humo	0	0	2	0	3	3	4
14	Incremento de la presión sonora	0	0	0	2	0	4	0
15	Incremento de la concentración de benceno	0	0	3	0	4	5	4
16	Incremento de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs)	0	0	3	0	4	5	4
17	Incremento de la concentración de carbón elemental	0	0	3	0	4	4	4
18	Incremento de la concentración de Cloruro de Hidrógeno (HCl) en el aire.	0	0	2	0	3	4	4
19	Incremento de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOCs)	0	0	3	0	4	5	4
20	Incremento de la concentración de dióxido de carbono en el aire	0	0	2	3	4	4	4
21	Incremento de la concentración de dioxinas en el aire	0	0	4	0	5	5	5
22	Incremento de la concentración de furanos en el aire	0	0	4	0	5	5	5
23	Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero	0	0	2	4	3	3	4
24	Incremento de la concentración de metales pesados	0	0	4	0	4	5	5
25	Incremento de la concentración de monóxido de carbono en el aire	0	0	3	3	4	4	4
26	Incremento de la concentración de óxido nitroso en el aire	0	0	0	3	0	0	0
27	Incremento de la concentración de óxidos de azufre en el aire	0	0	3	3	4	3	4
28	Incremento de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire	0	0	0	3	0	0	0
29	Incremento de la concentración de PAHs	0	0	3	0	4	5	4
30	Incremento de olores ofensivos - desagradables	0	1	2	0	2	3	3
31	Incremento del material particulado	0	0	3	3	4	3	4
32	Incremento del número de partículas en el aire	0	0	2	2	3	2	3
33	Disminución de la calidad de vida	1	1	2	1	3	3	4
34	Fomento de la disposición inadecuada de residuos	1	0	0	0	0	0	2
35	Generación de expectativas en la población	1	0	0	0	0	1	1

N ^o	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO O TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO O APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL	
36	Incremento de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades	1	2	3	0	4	0	5	
37	Incremento de riesgo de efectos mutagénicos	0	0	0	0	0	5	5	
38	Incremento de riesgo de enfermedades transmisibles por vectores	1	2	3	0	4	0	5	
39	Incremento de riesgo de incendios y explosiones	0	1	3	0	4	4	5	
40	Incremento de riesgo de transferencia de contaminantes vía alimenticia	0	0	0	0	0	4	0	
41	Incremento de la morbilidad	1	2	3	0	4	4	5	
42	Pérdida del territorio ocupado por el relleno	0	0	0	0	0	0	3	
43	Surgimiento del efecto NIMBY	1	1	2	0	3	3	3	
44	Cambio en las actividades económicas	1	0	1	0	1	1	2	
45	Incremento o disminución de las oportunidades de negocio	1	0	1	0	1	1	2	
46	Disminución del costo de la propiedad	1	0	1	0	1	1	2	
47	Disminución del turismo	1	0	1	0	1	1	2	
48	Disminución del valor de la tierra	1	0	1	0	1	1	2	
49	Disminución o eliminación del hábitat	0	0	3	0	3	3	5	
50	Incremento de especies plaga	0	1	3	0	4	0	5	
51	Pérdida de nichos ecológicos	0	0	3	0	3	3	5	
52	Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario	0	0	0	0	0	0	3	
53	Incremento de la demanda de energía	0	0	0	2	0	2	1	
54	Incremento de residuos aceitosos	0	0	0	0	0	2	0	
55	Incremento de riesgo de daño a las infraestructuras de disposición final de residuos	0	0	0	0	0	0	3	
56	Incremento en el costo de la gestión de residuos	1	0	2	2	2	2	3	
57	Mayores costos en atención de salud	1	1	2	2	2	2	3	
58	Cambio en la estética característica del paisaje	1	0	0	0	3	2	4	
59	Cambio en el uso del suelo	0	0	0	0	3	2	4	
60	Incremento de la concentración de metales pesados en el suelo	0	1	0	0	4	4	5	
	Total	19	16	93	33	132	140	0	185

Fuente: Presente estudio

A continuación se presentan la matriz de relaciones entre los aspectos e impactos ambientales (Tabla 19). La preponderancia de parámetros ambientales, definidos para la calidad del agua y del aire, hace que éstos sean los aspectos con los que se relacionan el mayor número de impactos. La facilidad del estudio de los componentes del medio físico (aire, agua, suelo) en comparación con la complejidad que presentan los componentes bióticos y sociales, podría explicar por qué hay menos impactos asociados a la flora, fauna y comunidades.

Tabla 19. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para llantas

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	DESCARTE DE LLANTAS	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
DISMINUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
INCREMENTO DE INFILTRACIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LIBERACIONES DE ZINC EN EL AGUA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL AGUA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA OCURRENCIA DE INUNDACIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA TURBIDEZ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE HOLLÍN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE HUMOS Y VAPORES TÓXICOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NEGRO DE HUMO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA PRESIÓN SONORA	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE BENCENO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE TIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	DESCARTE DE LLANTAS	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE F.	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
CONCENTRACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS)													
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBÓN ELEMENTAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE HIDRÓGENO (HCL) EN EL AIRE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (VOCS)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIOXINAS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FURANOS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NITROSO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE TIXIVIAJOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	DESCARTE DE LLANTAS	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE F.	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
EN EL AIRE													
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PAHS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE OLORES OFENSIVOS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DEL MATERIAL PARTICULADO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DEL NÚMERO DE PARTÍCULAS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
FOMENTO DE LA DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GENERACIÓN DE EXPECTATIVAS EN LA POBLACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE PATÓGENOS Y/O ORGANISMOS VECTORES DE ENFERMEDADES	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE EFECTOS MUTAGÉNICOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE ENFERMEDADES TRANSMISIBLES POR VECTORES	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES VÍA ALIMENTICIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA MORBILIDAD	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
PÉRDIDA DEL TERRITORIO OCUPADO POR EL RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
SURGIMIENTO DEL EFECTO NIMBY	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CAMBIO EN LAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE TIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	DESCARTE DE LLANTAS	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE F.	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
ACTIVIDADES ECONÓMICAS													
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL COSTO DE LA PROPIEDAD	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL TURISMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE ESPECIES PLAGA (INSECTOS, MOLUSCOS, ROEDORES, ETC.)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
PÉRDIDA DE NICHOS ECOLÓGICOS	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
INCREMENTO DE RESIDUOS ACEITOSOS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE DAÑO A LAS INFRAESTRUCTURAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO EN EL COSTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
MAYORES COSTOS EN ATENCIÓN DE SALUD	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
CAMBIO EN LA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA DEL PAISAJE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SUELO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL			EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	DESCARTE DE LLANTAS	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
TOTAL AMBIENTAL	POR ASPECTO		31	7	10	5	11	6	3	2	1	60	1	2	2

Fuente: Presente estudio

Se resalta el hecho de que al aspecto *descarte de llantas* se relacionaron todos los impactos, debido a que esta acción es la que genera el residuo y posibilita la ocurrencia de todos los impactos. Teniendo en cuenta los resultados de las matrices anteriores se procedió a evaluar la significancia de los aspectos ambientales. En las *Tabla 20 a Tabla 32* se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 20. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Emisiones de combustión									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Muy bajo	1,00	Esporádico	1,00	Extensa	5,00	Bajo	1,20	2,05	Moderado
Recolección	Bajo	2,00	Esporádico	1,00	Extensa	5,00	Medio	2,59	2,65	Moderado
Transporte	Medio	3,00	Mensual	3,00	Extensa	5,00	Medio	2,70	3,43	Severo
Almacenamiento	Alto	4,00	Esporádico	1,00	Extensa	5,00	Alto	3,37	3,34	Severo
Aprovechamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Alto	3,62	4,66	Crítico
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Alto	4,00	Mensual	3,00	Extensa	5,00	Alto	4,00	4,00	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 21. Matriz de evaluación de las emisiones de ruido para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Emisión de ruido									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Medio	3,00	Mensual	3,00	Local	3,00	Bajo	1,67	2,67	Moderado
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,57	3,89	Severo
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 22. Matriz de evaluación de las emisiones de olores ofensivos para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Emisión de olores ofensivos									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,38	2,59	Moderado
Recolección	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,20	3,30	Severo
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,80	3,45	Severo
Aprovechamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Medio	2,43	4,36	Crítico
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Alto	3,70	3,93	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 23. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Saturación de objetos visuales									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,00	Leve
Almacenamiento temporal	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,25	Moderado
Recolección	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,50	3,13	Severo
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,20	3,55	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Medio	3,00	4,50	Crítico

Fuente: Presente estudio

Tabla 24. Matriz de evaluación de los vertimientos de aguas de interés ambiental para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Vertimiento de aguas de interés ambiental									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy bajo	1,0	Esporádico	1,0	Extensa	5,00	Bajo	1,82	2,2	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 25. Matriz de evaluación de la generación de lixiviados para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Generación de lixiviados									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Muy bajo	1,00	Esporádico	1,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	1,00	No aplica
Recolección	Medio	3,00	Esporádico	1,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	1,75	Leve
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Alto	4,00	Esporádico	1,00	Local	3,00	Alto	3,20	2,80	Moderado
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Alto	4,00	Esporádico	1,00	Local	3,00	Muy alto	4,20	3,05	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 26. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos sólidos reciclables									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	2,33	2,33	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 27. Matriz de evaluación de la generación de residuos cortopunzantes para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos cortopunzantes									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	3,00	2,75	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 28. Matriz de evaluación de la generación de residuos de grasas y aceites para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos de grasas y aceites									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	2,25	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 29. Matriz de evaluación del descarte de llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Descarte de llantas									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,19	3,05	Severo
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 30. Matriz de evaluación del consumo de agua no potable para llantas

Tipo de residuo	Llantas									
Aspecto Ambiental	Consumo de agua no potable									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy bajo	1,0	Esporádico	1,0	Local	3,0	Muy bajo	1,0	1,50	Leve
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO O	DISPOSICIÓN FINAL	MÁXIMO
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA						3,00		3,00
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES				3,00				3,00
GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES						2,75		2,75
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES						2,33		2,33
GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES						2,25		2,25
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL						2,20		2,20
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE						1,50		1,50
MÁXIMO	3,05	2,59	3,30	3,43	3,55	4,66	4,50	4,66

Fuente: Presente estudio

3.2. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de Envases y Empaques de bebidas

Una vez aplicada la matriz de identificación (Tabla 34), se determinaron 14 aspectos ambientales relacionados con la gestión de los envases y empaques de bebidas, los cuales se describen a continuación:

1. **Emisiones de combustión:** derivadas de la quema del residuo, usualmente como método de disposición final o durante su aprovechamiento energético; también por el uso de combustibles fósiles en el transporte y en situaciones anormales de la gestión, como por ejemplo un incendio en un lugar de almacenamiento temporal¹³, recolección (puntos de acopio de edificaciones de propiedad horizontal o conjuntos cerrados) o de un lugar de almacenamiento mayorista (empresas de recolección y aprovechamiento).
2. **Emisión de ruido:** asociado a las actividades de transporte y aprovechamiento, especialmente en los procesos de compactación y trituración de envases plásticos y de vidrio.
3. **Emisión de olores ofensivos:** relacionado con los procesos de quema del residuo, que genera olores desagradables, o por la descomposición de la bebida que contenía el envase antes de ser descartado. Estos se acrecientan en la medida en que se acumula el residuo.
4. **Saturación de objetos visuales:** este aspecto se presenta por la ruptura de las bolsas, que realizan los recicladores para extraer los envases y empaques comercializables, y por la acumulación de estos residuos en diferentes espacios, tanto urbanos como rurales, que dan lugar a contaminación visual.

¹³ Este almacenamiento corresponde al que realiza el generador.

5. **Vertimiento de aguas de interés ambiental:** asociados al lavado de envases, que se realiza antes de la compactación en los puntos de acopio.
6. **Generación de lixiviados:** estos se presentan por la descomposición del residuo contenido en el envase, por lo que se puede presentar en las etapas de almacenamiento temporal, recolección, almacenamiento y disposición final.
7. **Generación de residuos sólidos ordinarios:** relacionados con el descarte de materiales no comercializables como residuos de alimentos, servilletas usadas, colillas de cigarrillos, etc. Que se encuentran mezclados con los envases y empaques.
8. **Generación de residuos sólidos reciclables:** corresponden a residuos del proceso de aprovechamiento, usualmente por etiquetas, plásticos, metales, etc. que no se transforman en el mismo sitio.
9. **Generación de residuos cortopunzantes:** se incluyen los envases de vidrio rotos y los elementos metálicos, que pueden incluirse en los envases o empaques.
10. **Descarte de envases y empaques:** este aspecto es el que da inicio a la gestión del residuo, por lo que se asocia con la etapa de generación.
11. **Consumo de agua potable:** asociada al lavado del residuo, previo a su aprovechamiento.
12. **Consumo de agua no potable:** asociada al lavado del residuo, como práctica realizada por el generador o en los lugares de almacenamiento.
13. **Consumo de energía eléctrica:** asociada al aprovechamiento del residuo, por la maquinaria empleada en los procesos de transformación, como bandas transportadoras, molinos, maquinas inyectoras, sopladoras y extrusoras de plásticos, etc.
14. **Consumo de combustibles fósiles:** relacionado con la etapa de transporte.

Tabla 34. Matriz de identificación de AA por etapa de gestión para E&E de bebidas

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN ALMACENAMIE NTO	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIE NTO	APROVECHAMI ENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
EMISIONES DE COMBUSTIÓN	0	0	1	0	0	1	1
EMISIONES NO DERIVADAS DE COMBUSTIÓN	0	0	0	0	0	0	0
EMISIÓN DE RUIDO	0	0	1	1	0	1	0
EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	0	1	1	1	0	1	1
SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	1	1	0	1	0	0	1
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	0	0	0	1	0	1	0
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	0	1	1	1	0	0	1
GENERACIÓN DE RESIDUOS BIODEGRADABLES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	0	0	0	0	0	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS INERTES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	0	0	0	0	0	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	0	0	0	0	0	0	0

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTO PUNZANTES	1	0	0	0	0	0	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS ANATOMOPATOLÓGICOS HUMANOS	0	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS ANATOMOPATOLÓGICOS ANIMALES	0	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	0	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE LLANTAS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE BATERÍAS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE PILAS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE LUMINARIAS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE RAEES	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE TONNERS Y CARTUCHOS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE MEDICAMENTOS VENCIDOS	0	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	1	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	0	0	0	1	0	1	0
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	0	0	0	0	1	0	1	0
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	0	0	0	0	1	0	1	0
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	0	0	0	1	0	0	1	0
CONSUMO DE PAPEL	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3	3	1	5	8	0	11	4

Fuente: Presente estudio

En relación con los impactos ambientales identificados en la gestión de los envases y empaques, se identificaron 61 (Tabla 35), 13 relacionados con agua (1 al 13), 11 con el aire (14 al 24), 12 con la comunidad (25 al 36), 7 con la economía (37 al 43), 9 con fauna (44 a 52), 1 con flora (53), 4 con la infraestructura (54 a 57), 1 con la institucionalidad (58), 1 con el paisaje (59) y 2 con el suelo (60 y 61).

Tabla 35. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para envases y empaques de bebidas

N°	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
1	Disminución de la oferta hídrica	0	0	0	0	1	0	1	0
2	Incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas	0	0	0	0	0	0	0	1
3	Incremento de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs) en el agua	0	0	0	0	0	0	0	1
4	Incremento de la concentración de materia orgánica	0	0	0	0	1	0	1	1
5	Incremento de la concentración de metales pesados en el agua	0	0	0	0	0	0	1	1
6	Incremento de la concentración de nutrientes en el agua	0	0	0	0	1	0	1	1
7	Incremento de la demanda bioquímica de oxígeno DBO	0	0	0	0	1	0	1	1

N°	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
8	Incremento de la demanda química de oxígeno DQO	0	0	0	0	1	0	1
9	Incremento de la ocurrencia de inundaciones	1	0	0	0	0	0	1
10	Incremento de la turbidez	0	0	0	0	1	0	1
11	Incremento de los sólidos sedimentables	0	0	0	0	1	0	1
12	Incremento de los sólidos suspendidos	0	0	0	0	1	0	1
13	Disminución del oxígeno disuelto	0	0	0	0	1	0	1
14	Incremento de la presión sonora	0	0	0	1	1	0	0
15	Incremento de la concentración de Cloruro de Hidrógeno (HCl) en el aire.	0	0	0	0	0	0	1
16	Incremento de la concentración de dióxido de carbono en el aire	0	0	0	1	0	0	1
17	Incremento de la concentración de dioxinas en el aire	0	0	0	0	0	0	1
18	Incremento de la concentración de furanos en el aire	0	0	0	0	0	0	1
19	Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero	0	0	0	1	0	0	1
20	Incremento de la concentración de Óxido Nitroso en el aire	0	0	0	1	0	0	0
21	Incremento de la concentración de óxidos de azufre en el aire	0	0	0	1	0	0	0
22	Incremento de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire	0	0	0	1	0	0	0
23	Incremento de olores ofensivos	1	1	1	1	1	0	1
24	Incremento del material particulado	0	0	0	1	0	0	1
25	Disminución de la calidad de vida	1	1	1	0	1	0	1
26	Fomento de la disposición inadecuada de residuos	1	1	0	0	0	0	1
27	Generación de expectativas en la población	1	0	0	0	0	0	1
28	Incremento de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades	0	1	1	0	1	0	1
29	Incremento de riesgo de enfermedades transmisibles por vectores	0	1	1	0	1	0	1
30	Incremento de riesgo de incendios y explosiones	0	1	1	0	1	0	1
31	Incremento del riesgo de enfermedades circulatorias	0	0	1	0	0	0	1
32	Incremento del riesgo de patologías de órganos de los sentidos	0	0	1	0	0	0	1
33	Incremento de la morbilidad	0	0	1	0	0	0	1
34	Pérdida del territorio ocupado por el relleno	0	0	0	0	0	0	1
35	Rechazo social	0	0	1	0	0	0	1
36	Surgimiento del efecto NIMBY	0	0	1	1	1	0	1
37	Cambio en las actividades económicas	1	0	0	0	0	0	1
38	Incremento o disminución de la oferta de empleo	0	0	1	1	1	0	1
39	Incremento o disminución de las oportunidades de negocio	1	0	1	0	1	0	1
40	Disminución del costo de la propiedad	1	1	1	1	1	0	1
41	Disminución del turismo	1	0	1	0	1	0	1
42	Disminución del valor de la tierra	1	1	1	1	1	0	1
43	Pérdida de materiales recuperables	0	0	0	0	0	0	1
44	Alteración del intercambio gaseoso en los ecosistemas acuáticos	0	0	0	0	0	0	1
45	Bioacumulación de sustancias tóxicas en organismos acuáticos	0	0	0	0	0	0	1

N°	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
46	Disminución o eliminación del hábitat	0	0	0	0	0	1	1
47	Incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos	0	0	0	0	0	0	1
48	Incremento de trastornos en procesos biológicos	0	0	0	0	0	0	1
49	Incremento de especies plaga	0	1	1	0	1	0	1
50	Disminución de la tasa de reproducción	0	0	0	0	0	0	1
51	Muerte de individuos de especies animales	0	0	0	0	0	0	1
52	Pérdida de nichos ecológicos	0	0	0	0	0	1	1
53	Fractura de corales	0	0	0	0	0	0	1
54	Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario	0	0	0	0	0	0	1
55	Incremento de la demanda de agua potable	0	0	0	0	1	1	0
56	Incremento de la demanda de energía	0	0	1	1	1	1	0
57	Incremento en el costo de la gestión de residuos	1	0	1	1	1	1	1
58	Mayores costos en atención de salud	0	1	1	1	1	1	1
59	Cambio en la estética característica del paisaje	1	0	0	0	1	1	1
60	Cambio en el uso del suelo	0	0	0	0	1	1	1
61	Incremento de la concentración de metales pesados en el suelo	0	0	0	0	1	0	1
Total por etapa de gestión		12	10	19	15	29	31	52

Fuente: Presente estudio

Sobre la calidad del agua se resalta el incremento de las concentraciones de materia orgánica, de la demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO y DBO), de los sólidos suspendidos y sedimentables, de los compuestos orgánicos sintéticos y la disminución del oxígeno disuelto, que se presentan principalmente por vertimientos de aguas residuales con contenidos de carga orgánica, producto del lavado de los envases (por ejemplo de bebidas lácteas, jugos, gaseosas, entre otros), que se realiza principalmente en la etapa de aprovechamiento.

Otros impactos que se pueden presentar, especialmente por una inadecuada disposición final, son el aumento de infiltraciones de sustancias peligrosas y de metales pesados, liberadas al agua y al suelo por lixiviación de los aditivos, recubrimientos y tintas de impresión empleadas en las etiquetas de los envases. Particularmente los aditivos de los envases plásticos, prolongan el tiempo de su degradación, y pueden ser transportados en los lixiviados llegando a afectar la biota, al introducir productos químicos potencialmente peligrosos en el ambiente. Algunos de estos aditivos presentan una estructura inestable que facilita su migración, este es el caso de los ftalatos y del bisfenol A, ampliamente usado en envases de bebidas y alimentos (Cole, Lindeque, Halsband, & Galloway, 2011; Eco-ing, 2012; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004; Téllez Maldonado, 2012).

Respecto a los impactos sobre el aire, son relevantes el incremento de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno; el material particulado, y las emisiones por la combustión derivadas de los vehículos que transportan los residuos, los cuales se puede convertir en un punto crítico en la gestión, debido a las largas distancias que se pueden presentar entre los lugares de recolección, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final (Eco-ing, 2012).

Adicional se encuentran los impactos por una inadecuada gestión, como la quema a cielo abierto, la cual puede generar sustancias tóxicas dependiendo de la composición de los materiales de los envases y empaques. Otro impacto que se destaca en la gestión de este tipo de residuos, es el asociado a la emisión de olores desagradables, ya que al haber estado en contacto con alimentos, se pueden dar procesos de putrefacción de los excedentes que contienen los envases (Téllez Maldonado, 2012).

Relacionados con la gestión inadecuada de los envases de plástico, se identificaron un conjunto de impactos sobre la fauna, entre los que se destacan el incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos, especialmente en ecosistemas marinos. Este impacto es relevante ya que la ingesta de plástico, puede ocasionar el bloqueo del tracto digestivo o causar una sensación de saciedad, que induce una menor ingesta de alimentos, lo que puede desencadenar la muerte de aves, peces y mamíferos acuáticos, entre otros (Cole et al., 2011; Derraik, 2002).

La ingestión de residuos plásticos también ocasiona el bloqueo de la secreción de enzimas gástricas, que inducen la disminución de los niveles de hormonas, de la ovulación y por ende, una disminución de la tasa de reproducción. Otro impacto asociado a la inadecuada disposición de envases y empaque es la muerte de individuos de algunas especies animales, debido al atascamiento en las bandas de envases plásticas de algunos tipos de bebidas (Derraik, 2002).

La fractura de corales es otro impacto relevante en los ecosistemas marinos, especialmente en lugares cercanos a playas, donde se depositan envases de bebidas y otros residuos, que por el oleaje golpean y quiebran continuamente los corales (Martínez Guiro, 2008; Téllez Maldonado, 2012). También la acumulación de fragmentos de materiales plásticos pueden alterar el intercambio gaseoso en los ecosistemas acuáticos, lo que interfiere en las funciones ecosistémicas y altera la vida en el fondo marino (Derraik, 2002).

Sobre el componente social se identificaron como impactos, el rechazo social por parte de la comunidad hacia las personas que ejercen actividades de reciclaje, estrechamente ligada a los envases y empaques (Varón Jiménez, 2011). Otro tipo de rechazo es el llamado efecto NIMBY¹⁴, que se refiere a la oposición de los residentes de una zona a que se instalen proyectos para el aprovechamiento u otras actividades asociadas a la gestión de los residuos, cerca de sus lugares de residencia (Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2013).

Tabla 36. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para envases y empaques de bebidas

IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
DISMINUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	0	0	0	0	3	0	2	0
INCREMENTO DE INFILTRACIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	0	0	0	0	0	0	0	2

¹⁴ Not in My Back Yard, en español “SPAN” que significa “Sí, pero aquí no” (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2013).

IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS) EN EL AGUA	0	0	0	0	0	0	0	2
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL AGUA	0	0	0	0	0	0	1	3
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL AGUA	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DQO	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LA OCURRENCIA DE INUNDACIONES	4	0	0	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE LA TURBIDEZ	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS	0	0	0	0	2	0	2	3
DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO	0	0	0	0	2	0	2	3
INCREMENTO DE LA PRESIÓN SONORA	0	0	0	1	3	0	4	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE HIDRÓGENO (HCL) EN EL AIRE.	0	0	0	0	0	0	0	1
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	0	0	0	1	0	0	0	2
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIOXINAS EN EL AIRE	0	0	0	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FURANOS EN EL AIRE	0	0	0	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	0	0	0	4	0	0	0	3
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NITROSO EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE OLORES OFENSIVOS	1	2	2	1	2	0	1	2
INCREMENTO DEL MATERIAL PARTICULADO	0	0	0	3	0	0	0	2
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	1	2	2	0	2	0	2	3
FOMENTO DE LA DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS	1	2	0	0	0	0	0	3
GENERACIÓN DE EXPECTATIVAS EN LA POBLACIÓN	1	0	0	0	0	0	1	1
INCREMENTO DE PATÓGENOS Y/O ORGANISMOS VECTORES DE ENFERMEDADES	0	2	1	0	4	0	0	4
INCREMENTO DE RIESGO DE ENFERMEDADES TRANSMISIBLES POR VECTORES	0	2	1	0	4	0	0	4
INCREMENTO DE RIESGO DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES	0	1	1	0	3	0	0	2
INCREMENTO DEL RIESGO DE ENFERMEDADES CIRCULATORIAS	0	0	3	0	0	0	3	0

IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
INCREMENTO DEL RIESGO DE PATOLOGÍAS DE ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS	0	0	2	0	0	0	2	0
INCREMENTO DE LA MORBILIDAD	0	0	2	0	0	0	2	3
PÉRDIDA DEL TERRITORIO OCUPADO POR EL RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	2
RECHAZO SOCIAL	0	0	2	0	0	0	0	2
SURGIMIENTO DEL EFECTO NIMBY (NOT IN MY BACK YARD)	0	0	2	2	2	0	1	3
CAMBIO EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	1	0	0	0	0	0	0	1
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LA OFERTA DE EMPLEO	0	0	1	1	1	0	1	1
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	1	0	1	0	1	0	1	2
DISMINUCIÓN DEL COSTO DE LA PROPIEDAD	1	1	1	1	1	0	1	2
DISMINUCIÓN DEL TURISMO	1	0	1	0	1	0	1	2
DISMINUCIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA	1	1	1	1	1	0	1	2
PÉRDIDA DE MATERIALES RECUPERABLES	0	0	0	0	0	0	0	2
ALTERACIÓN DEL INTERCAMBIO GASEOSO EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	0	0	4
BIOACUMULACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	0	0	5
DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	0	0	3	5
INCREMENTO DE TRASTORNOS ALIMENTICIOS EN ANIMALES ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE TRASTORNOS EN PROCESOS BIOLÓGICOS	0	0	0	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE ESPECIES PLAGA	0	2	1	0	4	0	0	4
DISMINUCIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	4
MUERTE DE INDIVIDUOS DE ESPECIES ANIMALES	0	0	0	0	0	0	0	5
PÉRDIDA DE NICHOS ECOLÓGICOS	0	0	0	0	0	0	3	5
FRACTURA DE CORALES	0	0	0	0	0	0	0	5
AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO	0	0	0	0	0	0	0	2
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE	0	0	0	0	3	0	2	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA	0	0	1	2	2	0	3	0
INCREMENTO EN EL COSTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	1	0	1	1	1	0	1	1
MAYORES COSTOS EN ATENCIÓN DE SALUD	0	1	1	1	1	0	1	2
CAMBIO EN LA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA DEL PAISAJE	1	0	0	0	1	0	1	3
CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	0	0	0	0	1	0	1	4
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SUELO	0	0	0	0	3	0	0	4
TOTAL POR ETAPA DE GESTIÓN	15	16	27	28	60	0	55	158

Fuente: Presente estudio

La relación entre los impactos y aspectos ambientales identificados se muestra en la *Tabla 37*.

Tabla 37. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para envases y empaques de bebidas

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITAI ES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTAFRIF	CONSUMO DE ENERGÍA FÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
DISMINUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
INCREMENTO DE INFILTRACIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS) EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DQO	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA OCURRENCIA DE INUNDACIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA TURBIDEZ	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA PRESIÓN SONORA	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE HIDRÓGENO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	
(HCL) EN EL AIRE.															
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIOXINAS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FURANOS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NITROSO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE OLORES OFENSIVOS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DEL MATERIAL PARTICULADO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FOMENTO DE LA DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE EXPECTATIVAS EN LA POBLACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE PATÓGENOS Y/O ORGANISMOS VECTORES DE ENFERMEDADES	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO DE ENFERMEDADES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	
TRANSMISIBLES POR VECTORES															
INCREMENTO DE RIESGO DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
INCREMENTO DEL RIESGO DE ENFERMEDADES CIRCULATORIAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
INCREMENTO DEL RIESGO DE PATOLOGÍAS DE LOS ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
INCREMENTO DE LA MORBILIDAD	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
PÉRDIDA DEL TERRITORIO OCUPADO POR EL RELLENO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
RECHAZO SOCIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
SURGIMIENTO DEL EFECTO NIMBY (NOT IN MY BACK YARD)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
CAMBIO EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LA OFERTA DE EMPLEO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
DISMINUCIÓN DEL COSTO DE LA PROPIEDAD	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
DISMINUCIÓN DEL TURISMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
DISMINUCIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
PÉRDIDA DE MATERIALES RECUPERABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
ALTERACIÓN DEL INTERCAMBIO GASEOSO EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
BIOACUMULACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	

IMPACTO AMBIENTAL		EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTOPUNZANTES	DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE TRASTORNOS ALIMENTICIOS EN ANIMALES ACUÁTICOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE TRASTORNOS EN PROCESOS BIOLÓGICOS		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE ESPECIES PLAGA		0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
MUERTE DE INDIVIDUOS DE ESPECIES ANIMALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
PÉRDIDA DE NICHOS ECOLÓGICOS		0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
FRACTURA DE CORALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA		0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
INCREMENTO EN EL COSTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS		0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
MAYORES COSTOS EN ATENCIÓN DE SALUD		1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
CAMBIO EN LA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA DEL PAISAJE		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CAMBIO EN EL USO DEL SUELO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SUELO		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
TOTAL POR ASPECTO AMBIENTAL		16	7	9	5	17	17	10	5	2	61	3	1	2	1

Fuente: Presente estudio

Las matrices de evaluación de los 14 aspectos ambientales asociados a los envases y empaques de bebidas se presentan a continuación (Tabla 38 a Fuente: Presente estudio

Tabla 51).

Tabla 38. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Emisiones de combustión									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Medio	3,00	Semanal	4,00	Extensa	5,00	Medio	2,09	3,52	Severo
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Bajo	1,29	3,32	Severo
Disposición final	Medio	3,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Medio	2,69	3,92	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 39. Matriz de evaluación de la emisión de ruido para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Emisión de ruido									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Medio	3,00	Semanal	4,00	Local	3,00	Bajo	1,20	2,80	Moderado
Almacenamiento	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,67	3,42	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,71	3,68	Severo
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 40. Matriz de evaluación de la emisión de olores ofensivos para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Emisión de olores ofensivos									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,57	2,39	Moderado
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Bajo	2,00	Semanal	4,00	Puntual	1,00	Bajo	1,20	2,05	Moderado
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	2,13	2,78	Moderado
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,29	2,32	Moderado
Disposición final	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,78	3,44	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 41. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Saturación de objetos visuales									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,25	Moderado
Almacenamiento temporal	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,33	2,33	Moderado
Recolección	Medio	3,00	Semanal	4,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,38	Moderado
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,40	3,10	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,60	3,65	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 42. Matriz de evaluación de vertimiento de aguas de interés ambiental para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Vertimiento de aguas de interés ambiental									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Bajo	1,92	4,23	Crítico
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Bajo	1,94	3,73	Severo
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 43. Matriz de evaluación de generación de lixiviados para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Generación de lixiviados									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	2,25	Moderado
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Bajo	2,00	Semanal	4,00	Local	3,00	Muy bajo	1,00	2,50	Moderado
Almacenamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	2,18	2,55	Moderado
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Alto	3,18	3,54	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 44. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos sólidos ordinarios									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	2,50	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 45. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos sólidos reciclables									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	2,25	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 46. Matriz de evaluación de la generación de residuos corto punzantes para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos corto punzantes									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00				
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,63	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 47. Matriz de evaluación del descarte de envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Descarte de envases y empaques									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,25	3,06	Severo
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 48. Matriz de evaluación del consumo de agua potable para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Consumo de agua potable									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,33	3,83	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,67	3,17	Severo
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 49. Matriz de evaluación de consumo de agua no potable para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Consumo de agua no potable									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	3,00	3,25	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	2,00	3,00	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 50. Matriz de evaluación del consumo de energía eléctrica para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Consumo de energía eléctrica									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,63	Moderado
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	3,25	Severo
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 51. Matriz de evaluación del consumo de combustibles fósiles para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo	Envases y empaques									
Aspecto Ambiental	Consumo de combustibles fósiles									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Medio	3,00	Semanal	4,00	Local	3,00	Muy bajo	1,00	2,75	Moderado
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Local	3,00	Muy bajo	1,00	2,75	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

De acuerdo con estos resultados los aspectos ambientales más significativos en la gestión de los envases y empaques de bebidas son los vertimientos de aguas de interés ambiental, en la etapa de almacenamiento, debido al lavado de los envases que se hace antes de su compactación, para el transporte y aprovechamiento. Las emisiones de combustión asociadas a la quema, y el consumo de agua, también asociado al lavado, y la emisión de ruido. La síntesis de los resultados se presenta en la Tabla 52.

Tabla 52. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de los envases y empaques de bebidas

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL	MÁXIMO
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL						4,23	3,73	4,23

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL	MÁXIMO
EMISIONES DE COMBUSTIÓN				3,52		3,32	3,92	3,92
CONSUMO DE AGUA POTABLE					3,83	3,17		3,83
EMISIÓN DE RUIDO				2,80	3,42	3,68		3,68
SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	2,25	2,33	2,38		3,10		3,65	3,65
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS		2,25		2,50	2,55		3,54	3,54
EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS		2,39		2,05	2,78	2,32	3,44	3,44
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE					3,25	3,00		3,25
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					2,63	3,25		3,25
DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	3,06							3,06
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES				2,75		2,75		2,75
GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTO PUNZANTES						2,63		2,63
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS						2,50		2,50
MÁXIMO						2,25		2,25

Fuente: Presente estudio

3.3. Evaluación de los aspectos ambientales asociados a la gestión de envases de plaguicidas

Una vez aplicada la matriz de identificación (Tabla 53), se determinaron 15 aspectos ambientales relacionados con la gestión de los envases de plaguicidas, los cuales se describen a continuación:

1. **Emisiones de combustión:** derivadas de la quema del residuo, usualmente como método de disposición final o durante su aprovechamiento energético; también por el uso de combustibles fósiles en el transporte y en situaciones anormales de la gestión, como por ejemplo un incendio en un lugar de almacenamiento temporal¹⁵, recolección (puntos de acopio a nivel veredal o municipal) o de un lugar de almacenamiento mayorista (empresas de recolección y aprovechamiento, programas posconsumo).
2. **Emisión de ruido:** asociado a las actividades de transporte y aprovechamiento, especialmente en los procesos de compactación y trituración de envases plásticos.
3. **Emisión de olores ofensivos:** relacionado con la característica toxica de la sustancia que contenía el envase y los procesos de quema del residuo, que generan olores desagradables. Estos se acrecientan en la medida en que se acumula el residuo.
4. **Saturación de objetos visuales:** este aspecto se presenta por el abandono de envases de plaguicidas en el suelo y los cuerpos de agua, que dan lugar a contaminación visual.

¹⁵ Este almacenamiento corresponde al dado por el generador.

5. **Vertimiento de aguas de interés sanitario:** asociados al lavado de envases.
6. **Generación de lixiviados:** estos se presentan por la interacción del residuo contenido en el envase con aguas lluvias o superficiales, que producen un residuo líquido de carácter peligroso. Esto se puede presentar en las etapas de almacenamiento temporal, recolección, almacenamiento y disposición final.
7. **Generación de residuos sólidos ordinarios:** relacionados con el descarte de materiales no comercializables como tierra, restos vegetales, etc. Que se encuentran mezclados con los envases de plaguicidas.
8. **Generación de residuos sólidos reciclables:** corresponden a residuos del proceso de aprovechamiento, usualmente por etiquetas, plásticos, metales, etc. que no se transforman en el mismo sitio.
9. **Generación de residuos biosanitarios:** asociados a los elementos de protección personal de los operarios en los lugares de acopio y aprovechamiento.
10. **Generación de residuos químicos:** relacionados con restos de producto, productos vencidos, material contaminado con plaguicida, etc.
11. **Descarte de envases de plaguicidas:** este aspecto es el que da inicio a la gestión del residuo, por lo que se asocia con la etapa de generación.
12. **Consumo de agua potable:** asociada al lavado del residuo, previo a su aprovechamiento.
13. **Consumo de agua no potable:** asociada al lavado del residuo, como práctica realizada por el generador o en los lugares de almacenamiento veredal (etapa de recolección).
14. **Consumo de energía eléctrica:** asociada al aprovechamiento del residuo, por la maquinaria empleada en los procesos de transformación, como bandas transportadoras, molinos, máquinas inyectoras, sopladoras y extrusoras de plásticos, etc.
15. **Consumo de combustibles fósiles:** relacionado con la etapa de transporte.

Tabla 53. Matriz de identificación de aspectos ambientales por etapa de gestión para envases de plaguicidas

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO O TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO O APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
EMISIONES DE COMBUSTIÓN	0	0	0	1	0	1	1
EMISIONES NO DERIVADAS DE COMBUSTIÓN	0	0	0	0	0	0	0
EMISIÓN DE RUIDO	0	0	0	1	1	1	0
EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	1	1	1	1	1	1	1
SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	1	1	1	0	1	0	1
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS AMBIENTAL	0	0	0	0	0	0	0
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	0	0	0	0	1	1	0
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	0	1	1	0	1	0	1

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO O TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO O APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
GENERACIÓN DE RESIDUOS BIODEGRADABLES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	0	0	0	0	1	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS INERTES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	0	0	0	0	0	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	0	0	0	0	1	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS CORTO PUNZANTES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS ANATOMOPATOLÓGICOS HUMANOS	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS ANATOMOPATOLÓGICOS ANIMALES	0	0	0	0	0	0	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	0	0	0	0	1	1	0
GENERACIÓN DE RESIDUOS DE GRASAS Y ACEITES	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE LLANTAS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE BATERÍAS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE PILAS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE LUMINARIAS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE RAES	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE TONNERS Y CARTUCHOS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE MEDICAMENTOS VENCIDOS	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE ENVASES Y EMPAQUES	0	0	0	0	0	0	0
DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	1	0	0	0	0	0	0
CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	0	0	0	0	1	0
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	0	0	0	0	1	1	0
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	0	0	0	0	1	1	0
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	0	0	0	1	0	0	0
CONSUMO DE PAPEL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL POR ETAPA DE GESTIÓN	3	3	3	4	10	11	3

Fuente: Presente estudio

De los impactos identificados a este residuo, 15 están asociados al agua (1 al 15), 10 a la atmósfera (16 al 25), 8 con la comunidad (26 a 33), 5 a la economía (34 al 38), 4 a la fauna (39 a 42), 3 a la infraestructura (43 a 45), 1 a la institucionalidad (46), 1 al paisaje (47) y 1 al suelo (48). El detalle de la posibilidad de ocurrencia de los impactos ambientales por etapa de gestión se relaciona en la *Tabla 54*.

Tabla 54. Matriz de identificación de impactos ambientales por etapa de gestión para envases de plaguicidas

N. °	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
1	Disminución de la oferta hídrica	0	0	0	0	0	1	0	0
2	Incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas	0	1	1	0	1	0	0	1

N.º	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
3	Incremento de la concentración de compuestos clorofenacéticos	0	0	0	0	1	1	0	1
4	Incremento de la concentración de compuestos nitrogenados	0	0	0	0	1	1	0	1
5	Incremento de la concentración de compuestos organofosforados	0	0	0	0	1	1	0	1
6	Incremento de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs) en el agua	0	0	0	0	1	1	0	1
7	Incremento de la concentración de metales pesados en el agua	0	0	0	0	1	1	0	1
8	Incremento de la concentración de nutrientes en el agua	0	0	0	0	1	1	0	1
9	Incremento de la demanda bioquímica de oxígeno DBO	0	0	0	0	1	1	0	1
10	Incremento de la demanda química de oxígeno DQO	0	0	0	0	1	1	0	1
11	Incremento de la ocurrencia de inundaciones	1	0	0	0	0	0	0	1
12	Incremento de la turbidez	0	0	0	0	1	1	0	1
13	Incremento de los sólidos disueltos	0	0	0	0	1	1	0	1
14	Incremento de los sólidos suspendidos	0	0	0	0	1	1	0	1
15	Disminución del oxígeno disuelto	0	0	0	0	1	1	0	1
16	Incremento de la presión sonora	0	0	0	1	1	1	1	0
17	Incremento de la concentración de dióxido de carbono en el aire	0	0	0	1	0	1	1	1
18	Incremento de la concentración de dioxinas en el aire	0	0	0	0	0	1	1	1
19	Incremento de la concentración de furanos en el aire	0	0	0	0	0	1	1	1
20	Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero	0	0	0	1	0	1	1	1
21	Incremento de la concentración de Óxido Nitroso en el aire	0	0	0	1	0	0	0	0
22	Incremento de la concentración de óxidos de azufre en el aire	0	0	0	1	0	0	0	0
23	Incremento de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire	0	0	0	1	0	0	0	0
24	Incremento de olores ofensivos	1	1	1	1	1	1	1	1
25	Incremento del material particulado	0	0	0	1	0	1	1	1
26	Disminución de la calidad de vida	1	1	1	0	1	1	1	1
27	Fomento de la disposición inadecuada de residuos	1	1	1	0	0	0	0	1
28	Generación de expectativas en la población	0	0	0	0	0	1	1	0
29	Incremento de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades	0	1	1	0	1	0	0	1
30	Incremento de riesgo potencial de afectaciones a la salud humana por contaminación del agua	0	1	1	0	0	0	0	1
31	Incremento de la morbilidad	0	1	1	1	1	1	1	1
32	Pérdida del territorio ocupado por el relleno	0	0	0	0	0	0	0	1
33	Surgimiento del efecto NIMBY (Not In My Back Yard)	0	0	1	0	1	1	1	1
34	Cambio en las actividades económicas	0	1	1	0	1	0	0	1
35	Incremento o disminución de las oportunidades de negocio	1	0	1	0	1	1	1	1

N. o	IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
36	Disminución del costo de la propiedad	0	0	0	0	1	1	1	1
37	Disminución del turismo	1	0	1	0	1	1	1	1
38	Disminución del valor de la tierra	0	0	0	0	1	1	1	1
39	Bioacumulación de sustancias tóxicas en organismos acuáticos	0	0	0	0	0	1	1	1
40	Disminución o eliminación del hábitat	0	1	1	0	1	1	1	1
41	Disminución de la tasa de reproducción	0	0	0	0	0	0	0	1
42	Pérdida de nichos ecológicos	0	1	1	0	1	1	1	1
43	Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario	0	0	0	0	0	0	0	1
44	Incremento de la demanda de energía	0	0	0	1	1	1	1	1
45	Incremento en el costo de la gestión de residuos	1	0	1	1	1	1	1	1
46	Mayores costos en atención de salud	1	1	1	1	1	1	1	1
47	Cambio en la estética característica del paisaje	1	1	1	0	0	0	0	1
48	Cambio en el uso del suelo	0	0	0	0	1	1	1	1
N. o	Total por etapa de gestión	9	12	16	12	30	35	22	42

Fuente: Presente estudio

Del lavado de los envases de plaguicidas se pueden generar vertimientos que pueden incrementar la concentración de compuestos orgánicos sintéticos, clorofenacéticos, nitrogenados, y organofosforados, en el agua, entre otros asociados a los principios activos de los plaguicidas (Ministerio de Ambiente, 2004; Téllez Maldonado, 2012). También pueden ocasionar afectaciones a la calidad del agua, alterando los parámetros de DBO, DQO, sólidos suspendidos y sedimentables, turbidez y oxígeno disuelto. Los cuales se pueden potencializar al no contar con el tratamiento adecuado para los efluentes de las aguas de lavado, lo que puede ser más común en un esquema informal de gestión, para este tipo de residuos.

Estos y otros contaminantes, como por ejemplo sustancias provenientes de los aditivos para plásticos, también pueden ser transferidos por lixiviación, afectando al suelo y a la biota (Cole et al., 2011). Al afectar el hábitat y causar la pérdida de nichos ecológicos. También por una incorrecta disposición de los envases de plaguicidas, las sustancias tóxicas pueden ser incorporadas en cuerpos de agua ocasionando bioacumulación en organismos acuáticos (Gaviria & Monsalve, 2012). Estas mismas sustancias pueden ser transferidas al suelo por lixiviación, principalmente en las etapas que implican almacenamiento, donde los envases pueden estar expuestos a aguas lluvia que generen arrastre de los residuos de los plaguicidas.

La inadecuada disposición de los envases de plaguicidas, por ejemplo, al ser arrojados a fuentes hídricas o ser abandonados en el campo, pueden obstruir los drenajes naturales y artificiales, incrementando el riesgo de la ocurrencia de inundaciones.

También se han identificado impactos sobre la calidad del aire, relacionados principalmente con la etapa del transporte, debido a los largos recorridos que se pueden presentar para la recolección de los envases y su traslado hacia los sitios de almacenamiento y aprovechamiento. Ocasionando el incremento de las concentraciones de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y de azufre, material particulado y gases de efecto invernadero en general (Eco-ing, 2012).

Los impactos sobre el aire también pueden provenir de una inadecuada gestión, como la quema a cielo abierto de los envases, los cuales pueden contener sustancias halogenadas que en su combustión pueden emitir compuestos de alta peligrosidad y persistencia en el ambiente, como las dioxinas y los furanos, (Eco-ing, 2012). Estas sustancias, además, impactan la flora y la fauna ya que se fijan en las superficies de plantas y animales, pasando a ser contaminantes que se pueden acumular a través de las cadenas tróficas (CYDEP Ltda, 2016).

Por otra parte, prácticas como el enterramiento para la disposición final de los envases de plaguicidas, constituye una contaminación para el suelo, afectando su uso para otras actividades como la agricultura (CYDEP Ltda, 2016).

Al evaluar la gravedad potencial de los impactos ambientales, *el incremento de la morbilidad, los olores ofensivos, las infiltraciones de sustancias peligrosas y el riesgo de afectaciones a la salud humana por contaminación del agua*, son los más importantes. Cabe resaltar que, debido a la importancia de la evaluación desde el enfoque de salud, ésta se presentará de forma detallada en la sesión 4 de este documento.

Tabla 55. Matriz de calificación de la gravedad potencial por impacto y etapa de gestión para envases de plaguicidas

IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
DISMINUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	0	0	0	0	0	2	0	0
INCREMENTO DE INFILTRACIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	0	4	3	0	3	0	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLOROFENACÉTICOS	0	0	0	0	3	4	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS NITROGENADOS	0	0	0	0	3	4	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS	0	0	0	0	3	4	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS) EN EL AGUA	0	0	0	0	3	4	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL AGUA	0	0	0	0	3	4	0	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	3
INCREMENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO	0	0	0	0	1	1	0	2
INCREMENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DQO	0	0	0	0	3	3	0	3
INCREMENTO DE LA OCURRENCIA DE INUNDACIONES	1	0	0	0	0	0	0	2
INCREMENTO DE LA TURBIDEZ	0	0	0	0	1	1	0	3
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS DISUELTOS	0	0	0	0	1	1	0	3
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS	0	0	0	0	1	1	0	3
DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO	0	0	0	0	1	1	0	3
INCREMENTO DE LA PRESIÓN SONORA	0	0	0	1	1	3	1	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	0	0	0	3	0	2	1	3
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIOXINAS	0	0	0	0	0	3	1	5

IMPACTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
EN EL AIRE								
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FURANOS EN EL AIRE	0	0	0	0	0	3	1	5
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	0	0	0	3	0	3	1	4
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NITROSO EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL AIRE	0	0	0	3	0	0	0	0
INCREMENTO DE OLORES OFENSIVOS	1	3	3	2	2	2	3	3
INCREMENTO DEL MATERIAL PARTICULADO	0	0	0	3	0	3	2	3
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	1	2	2	0	2	2	2	3
FOMENTO DE LA DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS	1	2	2	0	0	0	0	3
GENERACIÓN DE EXPECTATIVAS EN LA POBLACIÓN	0	0	0	0	0	1	1	0
INCREMENTO DE PATÓGENOS Y/O ORGANISMOS VECTORES DE ENFERMEDADES	0	2	2	0	1	0	0	3
INCREMENTO DE RIESGO POTENCIAL DE AFECTACIONES A LA SALUD HUMANA POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA	0	5	5	0	0	0	0	5
INCREMENTO DE LA MORBILIDAD	0	4	4	1	1	3	2	5
PÉRDIDA DEL TERRITORIO OCUPADO POR EL RELLENO	0	0	0	0	0	0	0	2
SURGIMIENTO DEL EFECTO NIMBY (NOT IN MY BACK YARD)	0	0	2	0	2	2	3	4
CAMBIO EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	0	1	1	0	1	0	0	1
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	1	0	1	0	1	1	2	2
DISMINUCIÓN DEL COSTO DE LA PROPIEDAD	0	0	0	0	1	1	2	2
DISMINUCIÓN DEL TURISMO	1	0	1	0	1	1	2	2
DISMINUCIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA	0	0	0	0	1	1	2	2
BIOACUMULACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS	0	0	0	0	0	3	1	5
DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT	0	2	2	0	1	3	2	5
DISMINUCIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	5
PÉRDIDA DE NICHOS ECOLÓGICOS	0	2	2	0	1	3	2	5
AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO	0	0	0	0	0	0	0	2
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA	0	0	0	3	2	2	3	2
INCREMENTO EN EL COSTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	1	0	1	1	1	1	1	1
MAYORES COSTOS EN ATENCIÓN DE SALUD	1	1	1	1	1	1	1	1
CAMBIO EN LA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA DEL PAISAJE	1	2	2	0	0	0	0	3
CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	0	0	0	0	1	1	4	4
TOTAL POR ETAPA DE GESTIÓN	9	30	34	27	48	76	40	142

Fuente: Presente estudio

La relación entre los aspectos e impactos ambientales, que fueron identificados para los envases de plaguicidas se presentan en la *Tabla 56*. Al aspecto *descarte de plaguicidas* se asociaron todos los impactos debido a que es esta acción (la generación del residuo) la que posibilita que se presenten todos ellos.

Tabla 56. Matriz de relaciones de impactos y aspectos ambientales para envases de plaguicidas

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES	SATURACIÓN DE OBJETOS OFENSIVOS	VISITANTES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
DISMINUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
INCREMENTO DE INFILTRACIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS CLOROFENACÉTICOS	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS NITROGENADOS	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS (PCBS) EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL AGUA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DQO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	SATURACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	
OCURRENCIA DE INUNDACIONES																
INCREMENTO DE LA TURBIDEZ	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS DISUELTOS	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA PRESIÓN SONORA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE DIOXINAS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE FURANOS EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDO NITROSO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN EL AIRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE OLORES OFENSIVOS	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DEL MATERIAL PARTICULADO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DE VIDA	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FOMENTO DE LA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL		EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES	CONTAMINACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	
DISPOSICIÓN INADECUADA DE RESIDUOS	DE																
GENERACIÓN DE EXPECTATIVAS EN POBLACIÓN	DE LA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE PATÓGENOS ORGANISMOS VECTORES DE ENFERMEDADES	DE Y/O	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE RIESGO POTENCIAL DE AFECTACIONES A LA SALUD HUMANA POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA	DE LA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA MORBILIDAD	DE LA	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
PÉRDIDA DEL TERRITORIO OCUPADO POR EL RELLENO	DEL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SURGIMIENTO DEL EFECTO NIMBY (NOT IN MY BACK YARD)	DEL	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
CAMBIO EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS	EN LAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
INCREMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO	DE LAS DE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL COSTO DE LA PROPIEDAD	DE LA	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL TURISMO	DEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN DEL VALOR DE LA TIERRA	DEL	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
BIOACUMULACIÓN DE SUSTANCIAS TÓXICAS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS	DE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
DISMINUCIÓN O ELIMINACIÓN DEL HÁBITAT	DEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

IMPACTO AMBIENTAL	EMISIONES DE COMBUSTIÓN	EMISIÓN DE RUIDO	EMISIÓN DE OLORES	CONTAMINACIÓN DE OBJETOS VISITALES	VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO	GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES	GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS	GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS	DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	CONSUMO DE AGUA POTABLE	CONSUMO DE AGUA NO POTABLE	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES
DISMINUCIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
PÉRDIDA DE NICHOS ECOLÓGICOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AGOTAMIENTO DE LA CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
INCREMENTO EN EL COSTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
MAYORES COSTOS EN ATENCIÓN DE SALUD	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
CAMBIO EN LA ESTÉTICA CARACTERÍSTICA DEL PAISAJE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TOTAL POR ASPECTO AMBIENTAL	15	7	8	5	19	9	10	4	2	12	48	2	1	2	2

Fuente: Presente estudio

A continuación se presentan las matrices de evaluación de los 15 aspectos ambientales, identificados para la gestión de los envases de plaguicidas (Tabla 57 a Tabla 71).

Tabla 57. Matriz de evaluación de las emisiones de combustión para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Emisiones de combustión									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Alto	4,00	Mayor a un mes	2,00	Extensa	5,00	Medio	2,44	3,36	Severo
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Bajo	2,00	Mensual	3,00	Extensa	5,00	Medio	2,17	3,04	Severo
Tratamiento	Medio	3,00	Mensual	3,00	Extensa	5,00	Bajo	1,75	3,19	Severo
Disposición final	Muy alto	5,00	Mensual	3,00	Extensa	5,00	Alto	3,33	4,08	Crítico

Fuente: Presente estudio

Tabla 58. Matriz de evaluación de la emisión de ruido para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Emisión de ruido									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Medio	3,00	Mayor a un mes	2,00	Local	3,00	Muy bajo	1,00	2,25	Moderado
Almacenamiento	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,29	3,32	Severo
Aprovechamiento	Muy alto	5,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,86	3,71	Severo
Tratamiento	Medio	3,00	Mensual	3,00	Local	3,00	Bajo	1,86	2,71	Moderado
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 59. Matriz de evaluación de la emisión de olores ofensivos para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Emisión de olores ofensivos									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Medio	3,00	Semanal	4,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,25	Moderado
Almacenamiento temporal	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	2,40	2,85	Moderado
Recolección	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,33	3,58	Severo
Transporte	Alto	4,00	Mayor a un mes	2,00	Local	3,00	Bajo	1,33	2,58	Moderado
Almacenamiento	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,38	3,34	Severo
Aprovechamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,71	3,18	Severo
Tratamiento	Medio	3,00	Mensual	3,00	Local	3,00	Medio	2,14	2,79	Moderado
Disposición final	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,88	3,72	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 60. Matriz de evaluación de la saturación de objetos visuales para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Saturación de objetos visuales									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Medio	3,00	Semanal	4,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,25	Moderado
Almacenamiento temporal	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	2,00	2,75	Moderado
Recolección	Alto	4,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	2,00	3,50	Severo
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,50	2,88	Moderado
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,80	3,45	Severo

Fuente: Presente estudio

Tabla 61. Matriz de evaluación de los vertimientos de aguas de interés sanitario para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Vertimiento de aguas de interés sanitario									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Bajo	1,81	3,70	Severo
Aprovechamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Medio	2,29	3,82	Severo
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 62. Matriz de evaluación de la generación de lixiviados para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Generación de lixiviados									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Muy alto	4,50	3,13	Severo
Recolección	Alto	4,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	3,00	3,25	Severo
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00	Medio	2,50	3,38	Severo
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	Medio	3,00	Diario	5,00	Extensa	5,00	Muy alto	4,33	4,33	Crítico

Fuente: Presente estudio

Tabla 63. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos sólidos ordinarios									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,38	2,09	Moderado
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,38	2,09	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 64. Matriz de evaluación de la generación de residuos sólidos reciclables para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos sólidos reciclables									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,13	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 65. Matriz de evaluación de la generación de residuos biosanitarios para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos biosanitarios									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,38	Moderado
Aprovechamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,38	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 66. Matriz de evaluación de la generación de residuos químicos para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Generación de residuos químicos									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Medio	2,50	2,63	Moderado
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Alto	3,20	2,55	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 67. Matriz de evaluación del descarte de envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Descarte de envases de plaguicidas									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	Muy alto	5,00	Semanal	4,00	Puntual	1,00	Muy bajo	1,00	2,75	Moderado
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 68. Matriz de evaluación del consumo de agua potable para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Consumo de agua potable									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	Bajo	2,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	1,50	2,88	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 69. Matriz de evaluación del consumo de agua no potable para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Consumo de agua no potable									
Etapa de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Local	3,00				
Aprovechamiento	Muy bajo	1,00	Diario	5,00	Local	3,00	Bajo	2,00	2,75	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 70. Matriz de evaluación del consumo de energía eléctrica para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Consumo de energía eléctrica									
Etapas de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento	Medio	3,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,63	Moderado
Aprovechamiento	Alto	4,00	Diario	5,00	Puntual	1,00	Bajo	1,50	2,88	Moderado
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

Tabla 71. Matriz de evaluación del consumo de combustibles fósiles para envases de plaguicidas

Tipo de residuo	Envases de plaguicidas									
Aspecto Ambiental	Consumo de combustibles fósiles									
Etapas de gestión	Magnitud		Frecuencia		Cobertura		Impacto potencial		Significancia	
Generación	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Almacenamiento temporal	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Recolección	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Transporte	Muy alto	5,00	Mayor a un mes	2,00	Local	3,00	Bajo	2,00	3,00	Moderado
Almacenamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Aprovechamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Tratamiento	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		
Disposición final	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-	No aplica	-		

Fuente: Presente estudio

De acuerdo con estos resultados, el aspecto ambiental más significativo en la gestión de los envases de plaguicidas es la *generación de lixiviados*, debido a la característica tóxica de los productos que contenían, lo cual les confiere un alto impacto potencial. El siguiente aspecto, en orden de significancia, son las *emisiones de combustión* asociadas a la quema de los envases, cuando esta práctica se realiza como método de disposición final.

El tercero corresponde al *vertimiento de aguas de interés sanitario*, por el lavado de los envases en las etapas de almacenamiento y aprovechamiento; El cuarto es la *emisión de olores ofensivos*, que se presenta en todas las etapas de gestión, siendo especialmente alta en las etapas de disposición final y recolección. La síntesis de los resultados se presenta en la *Tabla 72*.

Tabla 72. Síntesis de la evaluación de los aspectos ambientales en la gestión de los envases de plaguicidas

ASPECTO AMBIENTAL	GENERACIÓN	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	APROVECHAMIENTO O TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL	MÁXIMO
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS		3,13	3,25		3,38		4,33	4,33
EMISIONES DE COMBUSTIÓN				3,36		3,04	3,19	4,08
VERTIMIENTO DE AGUAS DE INTERÉS SANITARIO					3,70	3,82		3,82
EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS	2,25	2,85	3,58	2,58	3,34	3,18	2,79	3,72
EMISIÓN DE RUIDO				2,25	3,32	3,71	2,71	3,71
SATURACIÓN DE OBJETOS VISUALES	2,25	2,75	3,50		2,88		3,45	3,50
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES				3,00				3,00
CONSUMO DE AGUA POTABLE						2,88		2,88
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					2,63	2,88		2,88
DESCARTE DE ENVASES DE PLAGUICIDAS	2,75							2,75
CONSUMO DE AGUA NO POTABLE						2,75		2,75
GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS					2,63	2,55		2,63
GENERACIÓN DE RESIDUOS BIOSANITARIOS					2,38	2,38		2,38
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES						2,13		2,13
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS					2,09	2,09		2,09
MÁXIMO	2,75	3,13	3,58	3,36	3,70	3,82	3,19	4,33

4. EVALUACIÓN DE ASPECTOS SANITARIOS DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS

La Evaluación de Riesgos a la Salud (ERS), según OMS (2002) es una estrategia clave para la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad y de allí se deriva la necesidad de hacer una transición desde el modelo biomédico imperante, basado en el tratamiento de la enfermedad, hacia el énfasis en la minimización de los riesgos que atentan contra la salud y bienestar de la población.

La metodología para la ERS, aceptada y aplicada en el sector sanitario, tiene sus raíces en la Evaluación del Riesgo Ambiental (ERA) y contempla cuatro conjuntos de actividades: identificación del peligro, caracterización de la exposición, evaluación de los efectos adversos probables y estimación de los riesgos (FAO, 2007), que se aplican en esta sección del estudio con referencia a la gestión de los residuos de las corrientes priorizadas, en el ejercicio previo. Así mismo, anota la FAO, es supremamente importante que se propicie “*un intercambio abierto de ideas entre los evaluadores de riesgos, los gestores de riesgos y otras partes interesadas*” para revelar que la ERS es un proceso de construcción colectiva orientado a la armonización entre las percepciones, las posiciones epistemológicas y las técnicas del análisis que tiene como fin lograr resultados que sean adecuados para la toma de decisiones. Sobre estas bases se desarrolla la ERS para la gestión de las llantas usadas, los envases de plaguicidas y los empaques y envases de bebidas, en lo que sigue de este documento.

4.1. Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de llantas

En la fabricación de las llantas se usan materias primas como el caucho, acero, fibras textiles, metales, óxido de zinc, azufre, antioxidantes, negro de humo y aditivos químicos. Estas sustancias y los productos de las reacciones, por ejemplo la combustión, y las generadas por el desgaste durante su vida útil y, posteriormente, durante los procesos de gestión de los residuos (aprovechamiento, tratamiento y disposición final) son de interés en el marco de la evaluación de los riesgos a la salud que se desarrolla en esta sección del informe, mediante la aplicación la metodología propuesta para tal fin en la sección 2.2.

4.1.1. Identificación y caracterización del peligro asociados a las llantas

4.1.1.1. Identificación de agentes estresores en las etapas de la gestión de llantas usadas

El final de la vida útil de la llanta se asimila a la etapa de generación del residuo y, a partir de allí, se inicia el análisis de identificación de los agentes estresores (sustancias, elementos o agentes biológicos) que pueden representar, potencialmente, un peligro o amenaza para la salud humana ya sea por su liberación a los sistemas naturales o que se produzcan en las condiciones ocupacionales en las que se realizan las actividades.

a. Sustancias y elementos químicos como agentes estresores

El análisis de la presencia de sustancias y elementos químicos, como agentes estresores, se efectúa para las siguientes etapas de gestión de las llantas usadas:

- **Recolección, Transporte y Almacenamiento (RTA)**
 - **Aprovechamiento (recuperación o regeneración)**
 - Trituración, molienda y granulación
 - Reencauche: incorporación a la actividad original con acondicionamiento
 - Re-uso (sin acondicionamiento) por otro agente: artículos de consumo, fines técnicos (ingeniería)
 - **Valorización**
 - Incorporación, mediante tratamiento, en otro material: pavimento
 - Coprocesamiento: combina valorización energética e incorporación al producto, el caso del clinker
 - Energético: recupera su valor calórico ej., horno panelero
 - **Disposición final**
- **Recolección Transporte y Almacenamiento (RTA)**

Las operaciones de RTA son muy importantes en la gestión de las llantas usadas y requieren una adecuada preparación logística para su recolección, o recibo en donde ya existen programas de pago contra la entrega. Se requiere el uso de vehículos seguros para su transporte y la disposición de espacios que provean las facilidades para su apilamiento así como las condiciones de acceso y ventilación, personal entrenado y con la adecuada dotación para la prevención y el control de emergencias (UNEP&BC, 2008). En esta instancia es posible efectuar, igualmente, la clasificación de las llantas para separar las que no reúnen los requisitos mínimos del aprovechamiento y las que podrían continuar los procesos.

El almacenamiento se considera temporal, como una etapa previa a su aprovechamiento ya sea en forma directa o por medio del tratamiento, o acondicionamiento, para cumplir con los objetivos de los nuevos usos. Según ETRMA (2009) durante el almacenamiento de las llantas usadas es posible que se generen emisiones atmosféricas de sustancias volátiles o de los eventos accidentales como incendios y, adicionalmente, lixiviados derivados del contacto con el agua. Las emisiones de sustancias volátiles se pueden considerar despreciables (NIPH, 2006; Moretto, 2007) pero merecen especial atención las siguientes:

- Agentes de vulcanización: Zinc, el benzotiazol que se usa como acelerador en las reacciones de vulcanización, la ciclohexilamina y la dicitclohexilamina
 - Agentes anti-envejecimiento de las llantas y antidegradantes: anilina, fenilendiamina (antioxidante de la goma natural)
 - Plastificantes: trazas de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)
 - Como fuente de criadero de mosquitos y vectores transmisores de enfermedades
- **Aprovechamiento**

Trituración, molienda y granulación

La trituración de las llantas usadas es una operación que tiene como objetivo obtener trozos gruesos de caucho de, aproximadamente, 50 mm con lo cual se logra una reducción de tamaño

hasta en un factor de 4 (Reschner,2008; Basel Convention,2002) y, usualmente, es una etapa previa a procesos posteriores de reducción de tamaño y transformaciones para sus múltiples usos. Según Wallingford (2005) los tamaños de los materiales derivados de los neumáticos varían entre los recortes de 300 mm, los trozos entre 40 y 75mm, los chips de 10 mmm y tamaños cercanos al milímetro que son granulados, conocido como el Grano de Caucho Reciclado (CGR) y polvos o astillas.

En estas operaciones es posible que ocurra la liberación de sustancias que componen la matriz del caucho en forma de polvos respirables e inhalables que pueden contener:

- Agentes de vulcanización: benzotiazol, la ciclohexilamina y la dicitlohexilamina
- Agentes anti-oxidantes de las llantas y antidegradantes: anilina, fenilendiamina (antioxidante de la goma natural)
- Plastificantes: trazas de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)
- Zinc, que se usa como acelerador de las reacciones (ZnO) y Cobalto, proveniente de las sales que se agentes de enlace
- Otras sustancias típicamente no reactivas y algunas reactivas como el Resorcinol (Benceno 1,3diol)

Reencauche

El reencauche de las llantas usadas es una estrategia de aprovechamiento que prolonga su vida útil y se traduce en economías no solo para el usuario, ya que el costo de la llanta reencauchada es menor entre un 30 y un 50% que la llanta nueva, sino en términos de la reducción de la presión sobre la extracción y procesamiento de materias primas para la fabricación de llantas nuevas. No obstante estas ventajas, en las operaciones de reencauche de las llantas usadas se configura un conjunto de escenarios de riesgo para la salud, principalmente de la población que labora en las instalaciones industriales, relacionados con la operación de las máquinas y elementos de trabajo como con la liberación de sustancias peligrosas, que de acuerdo con TRISAG (2014) se podrían sintetizar como se indica en la *Tabla 73*.

Tabla 73. Escenarios de riesgo a la salud de la población que labora en las instalaciones industriales del reciclaje de llantas

Exposición a:	Operaciones del reencauche						
	Almacena	Raspado	Biselado	Inflado	Granallado	Rebosado	Vulcanizado
Ruido		■	■	■	■	■	
Vibración			■	■	■	■	
Polvo respirable	■	■	■				
Humo de caucho							■
Solventes							■
Negro de humo	■						

Fuente: Presente estudio con base en: TRISAG (2014)

- **Valorización**

Construcción de asfalto

El uso de Grano de Caucho Reciclado (GCR), que se obtiene en la molienda de las llantas al final de su vida útil, para la preparación de mezclas bituminosas en los procesos de construcción y mantenimiento de pavimentos es una técnica que se ha empleado exitosamente (Zanetti, M et

al 2015) mediante los procesos convencionales que se clasifican en húmedos y secos. En los primeros, el CGR se mezcla con el bitumen para obtener un caucho asfáltico que es dúctil y elástico y, luego, se combina con los agregados en una planta de mezcla caliente. En los procesos secos, el CGR se introduce en el flujo de producción de bitumen como un agregado que sustituye otros componentes y provee una respuesta elástica ante las cargas.

La ventajas de esta aplicación en la gestión de las llantas usadas es ampliamente reconocida en la literatura especializada porque además de evitar las consecuencias ambientales y sanitarias adversas, asociadas a deficiencias en la gestión de estos residuos, proporcionan cualidades al pavimento que reducen los niveles de ruido por el desplazamiento del tráfico vehicular sobre las vías, en comparación con el asfalto convencional (Kandhal, P 2004), lo que resulta en ahorros importantes en los costos de la pavimentación. Sin embargo, las desventajas se identifican en los sitios de aplicación, o instalación, del pavimento por la liberación de *humos asfálticos* que contienen elementos constitutivos de las llantas y que potencialmente representan un riesgo para la salud de los trabajadores de la construcción de vías; así lo documenta un estudio realizado por NIOSH (1997) en el que se evaluó la exposición de los trabajadores a las partículas solubles de benceno, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), compuestos orgánicos y benzotiazol.

Coprocesamiento

El coprocesamiento se entiende como el uso de residuos en procesos industriales con el fin de sustituir el consumo de combustibles fósiles o de materias primas. Una de las aplicaciones más difundidas a nivel mundial, del coprocesamiento, ocurre en la industria cementera en donde las llantas se incorporan al proceso de producción de clinker, que es un producto intermedio en la fabricación del cemento, y las cenizas, producto de la combustión se incorporan en su composición (ETRMA, 2009). En el país se hace uso del coprocesamiento en la industria del cemento, en instalaciones ubicadas en Nobsa, Boyacá y en Barranquilla. Las emisiones atmosféricas de hornos incineradores de Clinker en las que se queman llantas usadas pueden contener sustancias de interés, desde el punto de vista de la salud, como:

- Metales traza: As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, V, Zn
- Dioxinas y furanos
- Partículas: PM₁₀, PM_{2.5} y ultrafinas, menos de 0.1 micrómetro de diámetro)
- Óxidos de azufre
- Óxidos de nitrógeno

Productos industriales y de consumo

La gama de productos en los que se incorpora el caucho, tanto pulverizado como el granulado y el polvo, es muy amplia y se extiende desde las instalaciones de campos deportivos con el césped artificial y variadas superficies hasta artículos como pisos, calzado, tapetes para automóviles y tejas. En el campo de la ingeniería civil se utiliza para aplicaciones geotécnicas para el control de erosión, el aislamiento térmico, las barreras acústicas y los durmientes de las vías férreas.

Con referencia los potenciales efectos en la salud por la exposición a sustancias o elementos peligrosos que se liberan durante la vida útil de los productos en cuya fabricación se utilizaron llantas usadas se distinguen los siguientes:

- Lixiviación de metales, principalmente el zinc

- Hidrocarburos
- Incremento del riesgo de incendios
- Emisiones en sitios de trabajo

Un estudio reciente realizado por Cardno ChemRisk (2013) para la Asociación de fabricantes de productos de caucho con el fin de revisar los efectos ecológicos y en la salud humana relacionados con la exposición al caucho de llantas recicladas empleado en patios de recreo y como césped sintético concluyó, a partir de la revisión de la literatura, que las investigaciones se orientan, generalmente, a evaluar los efectos en grupos poblaciones de mayor susceptibilidad, como los niños y no se encontró ningún argumento que sugiera evitar el uso del caucho para estos fines. No obstante se reconoce que a la fecha se ignora la información toxicológica de varias sustancias asociadas al caucho pero que dada la gran variedad de sustancias, naturales y sintéticas, que se usan en estos productos, la obtención de un perfil toxicológico adecuado tomará aún décadas de investigaciones.

Valorización energética

En general, la revisión de un gran número de experiencias en el uso de las llantas, como sustituto del carbón, en la producción del Clinker permite concluir que los autores (Cook&Kemm,J s/f)

- Se reducen las emisiones de NOx.
- No hay mucha claridad con respecto al comportamiento de las emisiones de SO₂ y CO, pero probablemente las diferencias no sean importantes.
- Existe alta incertidumbre con respecto al material particulado, es posible que la concentración se incremente.
- Las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y dioxinas probablemente se reducen.
- Las concentraciones de Zinc se incrementan.

• Disposición Final

Las llantas usadas que por distintas razones no fueron incorporadas en las etapas de gestión (pos-consumo) del residuo, pueden tener destinos como los siguientes:

- i. Disposición en Rellenos Sanitarios (RS). Esta es una práctica cada vez menos aceptada debido a que el volumen que ocupan las llantas reduce significativamente la vida útil de los RS. por ejemplo, en 28 países de la Unión Europea se produjeron 3.251.000 llantas usadas, en 2010, de las cuales solamente 56.000 (1.6%) se llevaron a RS (ETRM, 2009). Pero, además, las llantas actúan como criaderos de mosquitos y promueven la proliferación de vectores transmisores de enfermedades y, eventualmente, constituyen foco de incendios o de combustión no controlada.
- ii. Abandono a cielo abierto: suele ocurrir que las llantas se dejan en los botaderos de residuos o, simplemente, en el espacio público con los efectos sanitarios y ambientales indeseables, comentados en el punto anterior
- iii. Quemas no controlada: se refiere a la quema intencional de las llantas usadas con varios fines. Uno de ellos es con el propósito de recuperar el acero y las fibras textiles, el otro, es el que se ve con mucha frecuencia en ciertas celebraciones decembrinas, en muchas ciudades de Colombia. La quema de la llanta en estas condiciones produce residuos

aceitosos, derivados de su composición, cenizas y gases que contienen metales, PCBs, partículas, HAP y Dioxinas&Furanos (Nadal, 2016 Ib ídem) de alta peligrosidad.

En Colombia, la práctica de disposición de las llantas usadas en rellenos sanitarios, su enterramiento, el abandono en el espacio público o la quema, sin cumplir las normas establecidas, están prohibidas desde el 2010, año en el que se expidió la resolución 1457 por parte del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante la cual se establecieron los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas.

b. Vectores como agentes estresores en la gestión de llantas

La OMS (2016) define a los vectores como “*organismos vivos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas, o de animales a personas*”. Así mismo, afirma que la carga global de morbilidad asociada a vectores representa más del 17% de todas las enfermedades infecciosas y es la causa de más de 1 millón de defunciones por año.

En general, en los botaderos de residuos se propician las condiciones favorables para la proliferación de vectores como roedores y muchas clases de artrópodos, insectos hematófagos, como los del género *Aedes*, que ingieren los microorganismos patógenos al succionar la sangre de un portador infectado y luego los inoculan a un nuevo portador al ingerir su sangre, contaminándolo, obviamente.

El hábitat preferido por el *aedes* son las aguas limpias estancadas y por esto las llantas abandonadas a la intemperie configuran los reservorios de aguas lluvias, normalmente, en donde se desarrollan las larvas del mosquito. Hasta hace poco se creía que el *aedes* solamente se reproducía en aguas limpias estancadas pero una investigación del Centro de Enfermedades Tropicales (Cenetro) de Bolivia reveló que el mosquito transmisor del dengue (*Aedes aegypti*) amplió su hábitat a los estanques de aguas sucias¹⁶. Otra subespecie del *aedes* conocida como *A. albopictus* también es transmisor de este virus pero en menor grado y, particularmente, aunque ya apareció en Colombia, no alcanza aún el nivel de impacto en salud que causa el *aegypti*.

La hembra del mosquito *Aedes aegypti* es transmisora, a los humanos, de los virus que producen la fiebre del zika, el dengue, la chikunguña y la fiebre amarilla; dado el potencial de infectividad y la gama de enfermedades que porta el mosquito *aedes*, se considera como un agente estresor en relación con la gestión de las llantas usadas.

4.1.1.2. Caracterización del peligro

El peligro, o la amenaza, en el contexto de este trabajo, se entiende como la presencia de una situación que puede afectar la salud humana si se cumple la condición *sin equa non* de la exposición de las personas a los elementos, sustancias o circunstancias que al entrar en contacto y superar las barreras físicas del cuerpo, ingresan al organismo, en donde también es posible la ocurrencia de procesos de acumulación o transformaciones de tipo bioquímico y, en consecuencia, de la afectación de sistemas u órganos, que finalmente provocan lesiones y daños en su normal funcionamiento. Dependiendo de las características mismas de la exposición, en

¹⁶ <http://www.infobae.com/2009/12/14/489733-el-mosquito-del-dengue-se-podria-criar-tambien-agua-sucia/>

función de las concentraciones y tiempos (dosis), el organismo da respuestas que se identifican como efectos agudos o crónicos.

Una vez la sustancia ingresa al organismo tiene lugar un conjunto de procesos de transporte, por medio de los fluidos corporales, la distribución, acumulación y bio-transformación en metabolitos, hasta la eliminación por los mecanismos de excreción; esta es la fase *toxicocinética* de los agentes estresores. En la fase *toxicodinámica*, los tóxicos desencadenan alteraciones a nivel celular dando como resultado un efecto tóxico (INHS, s/f).

El *punto final*, es un concepto que se usa en toxicología para expresar el efecto biológico resultante de la exposición a las sustancias y se mide, por ejemplo, como la Dosis Letal que produce la muerte del 50% de los organismos sometidos a ensayos en laboratorio (DL₅₀) y también se emplea como un criterio en la regulación de sustancias químicas en términos de las respuestas de tipo carcinogénico, mutagénico, teratogénico o de órganos específicos y del sistema reproductivo (OECD, 2012).

Con el propósito de identificar y evaluar el peligro potencial asociado a la exposición de los elementos y sustancias químicas, y agentes biológicos, en las diferentes etapas de la gestión de las llantas usadas, se definieron los siguientes escenarios de evaluación toxicológica:

- Recolección, Transporte y Almacenamiento (RTA) de llantas
- Reencauche de llantas
- Operaciones de aplicación de asfalto modificado con caucho
- Incineración en horno de Clinker
- Incendio y quema no controlada de llantas

Luego, para cada una de las sustancias y elementos de interés en salud humana, identificados como los agentes estresores en los escenarios enunciados, se efectuó la revisión de las bases de datos toxicológicas¹⁷ con el fin de determinar su clasificación, según los criterios toxicodinámicos y toxicocinéticos relacionados en las *Tabla 74* y *Tabla 75*, sugeridos por Valcke et al (2005).

Tabla 74. Criterios para la calificar el potencial toxicodinámico (PTD)

POTENCIAL	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
Carcinogenicidad	Sustancia es clasificada como un cancerígeno humano (IARC: I)	8
	Sustancia es clasificada como un probable humano (IARC: 2A)	7
	Sustancia es clasificada como un posible humano (IARC: 2B)	6
	Sustancia no ha sido clasificada de acuerdo a su carcinogenicidad, no son concluyentes o no están disponibles (IARC: 3)	3

¹⁷ Agencia Internacional para la Vigilancia del Cáncer, por sus siglas en inglés IARC, http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2912#section=Top>
<http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>
<http://www.wolframalpha.com/input/?i=cartap>
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/665.htm>

POTENCIAL	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
Mutagenicidad	No Cancerígeno	0
	Obvia	6
	Moderada	5
	Baja	4
	No determinada	2
	No mutagenica	0
Teratogenicidad	Obvia	4
	Moderada	3
	Baja	2
	No determinada	1
	No mutagenica	0

Fuente: Valcke et al 2005

Tabla 75. Criterios para calificar las propiedades toxicocinéticas ambientales (PTK)

PROPIEDADES	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
Propiedades toxico/cinética ambiental/ Persistencia en humanos/ambiente	Alto (vida media en suelos >60 días o BFC \geq 1000)	8
	Medio (Vida media en suelos 30-60 días o $100 \leq BCF^{18} < 1000$)	7
	Bajo (Vida media en suelos \geq 15 días < 30 o BCF < 100)	6
	Sin datos para los dos criterios	3
	No persistente (Vida media en suelos < 15 días y no bioacumulación)	0

Fuente: Valcke et al 2005

El Índice de Toxicidad Potencial (ITP) para cada sustancia se calculó como el producto del Potencial Toxico-dinámico (PTD) y el Potencial Toxico-cinético-ambiental (PTK), sencillamente:

$$ITP = PTD \times PTK$$

Los resultados de este ejercicio son útiles para identificar el peligro potencial inherente a las sustancias o elementos que, de acuerdo con la revisión de la literatura, se pueden liberar en los escenarios considerados en cada una de las etapas de gestión de las llantas usadas y, desde una mirada más integral, realizar una evaluación comparativa de la peligrosidad en cada escenario.

a. Peligro asociado a sustancias y elementos químicos

En la literatura especializada se reconoce que en la industria del caucho puede ocurrir una gran variedad de afectaciones a la salud, de tipo crónico y agudo, principalmente en el ambiente laboral como consecuencia de la exposición a sustancias químicas de alta peligrosidad pero también por la manipulación de instrumentos y la operación de maquinaria para realizar actividades de extrusión, raspado, pulido, guillotinado, cortes, inflado y compresión (TRISAG, 2014), que se desarrollan en las distintas etapas de la gestión de las llantas usadas y que exigen el cumplimiento de estrictas normas ergonómicas y de seguridad con el fin de evitar accidentes y lesiones.

¹⁸ BCF Factor de bioacumulación.

- **Exposición a contaminantes en operaciones de RTA de llantas**

En las *Tabla 76* se presentan los resultados del cálculo del ITP correspondiente a las operaciones que se llevan a cabo en las etapas de RTA. Se observa que en esta etapa, 4 de las 19 sustancias evaluadas se clasifican como cancerígeno humano (IARC: I); ninguna está identificada como teratogénica y 2 son mutagénicas.

Tabla 76. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en las operaciones de RTA

No.	Sustancias	Carcinógeno	Carcinógeno	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
1	PM 2,5	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
2	Benzotiazol	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
3	Ciclohexilamina	NC	3	1	6	1	11	2	22
4	Diciclohexilamina	NC	3	1	2	1	7	4	28
5	Anilina	2B	6	1	2	1	10	2	20
6	Fenilendiamina	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
HAP									
7	acenafteno	3	3	1	2	1	7	4	28
8	acenaftileno	NC	3	1	2	1	7	4	28
9	benzo (a) pireno	1	8	1	2	1	12	1,5	18
10	benzo (b) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
11	benzo (k) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
12	criseno	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
13	dibenzo (a,h) antraceno	2A	7	1	6	1	15	4	60
14	Pentachlorodibenzofuran	1	8	1	2	1	12	4	48
15	Dibenzo-p-dioxina (PCDD)	3	3	1	2	1	7	8	56
16	fenantreno	3	3	1	2	1	7	4	28
17	fluoreno	NC	3	1	2			3	0
18	indeno	2B	6	1	2	1	10	2	20
19	Naftaleno	3	3	1	2	1	7	3	21

Fuente: Presente estudio.

- **Exposición a contaminantes en operaciones de reencauche de llantas**

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, sigla del Inglés) en los monogramas-100F¹⁹ presenta la información más reciente para actualizar los monogramas publicados entre 1982 y 1987, en el campo de la industria del caucho que incluye la producción de llantas y productos de caucho en el proceso de recauchutado, pero no considera las plantas de síntesis de polímeros. Las operaciones del proceso de reencauche evaluadas, fueron: manipulación de materias primas, pesaje y mezcla; molienda, extrusión y calandrado (formación de láminas para la capa interna de textil del neumático), ensamblaje, curado, vulcanización y pulimiento. Los resultados de las revisiones de las investigaciones indican que:

- Existe *suficiente evidencia* en humanos para la carcinogenicidad de la exposición ocupacional en la industria del caucho que causa leucemia, linfoma y cánceres de vejiga urinaria, pulmón y estómago.
- También se observa una asociación positiva de la exposición ocupacional en la industria del caucho y los cánceres de próstata, esófago y laringe.
- Los múltiples efectos genéticos y citogenéticos observados en los trabajadores de la industria del caucho proveen fuerte evidencia que soporta la genotoxicidad como un

¹⁹ IARC monogramas-100F

mecanismo de incremento del riesgo de cáncer; sin descartar que otros mecanismos también puedan jugar un rol importante.

- La exposición ocupacional en la industria del caucho es *carcinogénica para humanos Grupo 1*

Los resultados del cálculo del ITP correspondiente a las operaciones de Reencauche de llantas usadas (Tabla 77) indican que: 4 de 20 sustancias evaluadas se clasifican como cancerígeno humano (IARC: I); ninguna está en la clase teratogénica y 2 son mutagénicas. Una sustancia (dibenzo-p-dioxina (PCDD)) es de alta persistencia ambiental.

Tabla 77. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en las operaciones de reencauche de llantas

No.	Sustancia	Carcinógeno	Carcinogénico	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
1	Polvos respirables	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
2	Benzotiazol	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
3	Ciclohexilamina	NC	3	1	6	1	11	2	22
4	Diciclohexilamina	NC	3	1	2	1	7	4	28
5	Anilina	2B	6	1	2	1	10	2	20
6	Fenilendiamina	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
10	acenafteno	3	3	1	2	1	7	4	28
9	acenaftileno	NC	3	1	2	1	7	4	28
15	benzo (a) pireno	1	8	1	2	1	12	1,5	18
13	benzo (b) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
14	benzo (k) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
16	criseno	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
17	dibenzo (a,h) antraceno	2A	7	1	6	1	15	4	60
12	Pentachlorodibenzofurar	1	8	1	2	1	12	4	48
11	Dibenzo-p-dioxinas poli	3	3	1	2	1	7	8	56
7	fenantreno	3	3	1	2	1	7	4	28
18	fluoreno	NC	3	1	2	1	7	3	21
8	indeno	2B	6	1	2	1	10	2	20
19	Naftaleno	3	3	1	2	1	7	3	21
20	Cobalto	2B	6	1	4	1	12	4	48

Fuente: Presente estudio.

- **Operaciones de aplicación de asfalto modificado con caucho**

Un estudio adelantado por National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) para evaluar los efectos potenciales en trabajadores de la pavimentación con asfalto en siete vías en los Estados Unidos, entre 1994 y 1997, mediante comparación con un grupo de trabajadores que aplican Asfalto Modificado con Caucho (AMC) y otro que aplican Asfalto Convencional (ACN). Se encontró que:

- Los trabajadores que laboran en la zona de aplicación del AMC presentan los mayores niveles de exposición a los contaminantes con respecto a quienes trabajan con ACN
- La irritación de ojos, nariz y garganta fueron los síntomas más frecuentes, reportados por los trabajadores de los dos grupos pero los síntomas en la garganta fueron reportados con mayor frecuencia por el grupo expuesto al AMC y 4 trabajadores presentaron problemas respiratorios.
- La concentración de monóxido de carbono medida en este ambiente fue de 200 ppm.
- La presencia de benzotiazol se detectó en todos los sitios de trabajo, este es un compuesto orgánico que contiene azufre y hace parte de la composición de las llantas.

- Cerca de 50 Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) fueron detectados en las emisiones de humos del asfalto y las concentraciones más altas (tolueno, xileno y metil-isobutilcetona) se registraron en la aplicación de AMC.
- La concentración de benceno en el área del barrenador del AMC fue de 0.77 ppm, mientras que en el ACN apenas fue detectable. NIOSH clasifica al benceno como un cancerígeno ocupacional y recomienda un Límite de Exposición de 0.1 ppm en 8 horas.

Con respecto a la evaluación toxicológica de los agentes estresores en el aprovechamiento del caucho para la construcción de asfalto, se encontró que: 1 de las 12 sustancias evaluadas se clasifica como cancerígeno humano (IARC: I); 2 sustancias muestran teratogenicidad, una baja y otra moderada; e igualmente 2 sustancias son mutagénicas en las categorías de obvia y moderada. Ninguna sustancia es persistente para humanos o en el ambiente (*Tabla 78*).

Tabla 78. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados construcción asfalto con caucho

No.	Sustancia	Carcinógeno	Carcinogénico	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
1	Polvos respirables	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
2	Benzotiazol	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
3	Benceno	1	8	1	6	1	16	2	32
4	Anhídrido Ftalico	NC	3	3	2	1	9	2	18
5	Acido decanoico	NC	3	1	2	1	7	2	14
6	Glicina	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
7	Quinolina 2,3 dimetil	NC	3	2	5	1	11	1,5	16,5
8	1,1 Bifenil 2-ol	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
9	2-Mercaptobenzothiazol	2A	7	0	2	1	10	2	20
10	Acido hexadecanoico	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
11	Aluminio	NC	3	1	2	1	7	4	28
12	Mercurio	3	3	1	2	1	7	4	28

Fuente: Presente estudio con base en Azizian et al (2003)

- **Incineración en horno de Clinker**

El Estudio de Impacto en Salud (EIS) que se elaboró para solicitar la licencia ambiental en la planta Rugby Cement, ubicada en Inglaterra, con el fin de sustituir el 40% del carbón con llantas troceadas, como combustible, en el horno de Clinker (Cook&Kemm) constituyen una experiencia muy interesante en el contexto del presente trabajo porque adicionalmente contiene información sobre otras experiencias similares y datos obtenidos en campo.

En primer lugar es necesario advertir que las emisiones atmosféricas originadas durante la combustión dependen, en gran medida, de las condiciones de operación, de la composición de las llantas y de los sistemas de control o remoción de contaminantes. Por ejemplo, si las llantas se queman a bajas temperatura la combustión será incompleta y la concentración de partículas emitidas será mayor así como la de compuestos orgánicos, por ejemplo las dioxinas. Esta podría ser la situación en el uso de las llantas como combustibles en hornos paneleros desprovistos de la tecnología y de las especificaciones requeridas en la combustión para reducir el tipo y la tasa de emisiones de sustancias potencialmente peligrosas.

A principios de los años 90 del siglo pasado cuando se comenzó a utilizar las llantas como sustituto del carbón en los hornos de clinker los resultados fueron muy desfavorables ambientalmente. En una planta cementera ubicada en Davenport, California, en donde las llantas suministraron el 16% de la energía las concentraciones de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) se incrementaron 20 veces, las dioxinas 15 veces, el plomo 4, el cromo 8 y

el manganeso 46 veces. En experiencias más recientes, como en Dunbar Cement Works (Escocia), no se presentaron cambios significativos en las emisiones de monóxido de carbono, dioxinas y furanos, al compararlas con las emisiones de la combustión carbón. En general, la revisión de un gran número de experiencias en el uso de las llantas, como sustituto del carbón, en la producción del Clinker les permite a los autores (Cook&Kemm,J s/f) concluir que:

- Se reducen las emisiones de NOx
- No hay mucha claridad con respecto al comportamiento de las emisiones de SO₂ y CO, pero probablemente las diferencias no sean importantes
- Existe alta incertidumbre con respecto al material particulado, es posible que la concentración se incremente
- Las concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y dioxinas probablemente se reducen
- Las concentraciones de Zinc se incrementan

En la evaluación toxicológica de los agentes estresores durante la incineración de llantas usadas se encontró que: 2 de las 19 sustancias evaluadas se clasifican como cancerígeno humano (IARC: I); ninguna sustancia muestra teratogenicidad; y 2 sustancias son mutagénicas en las categorías de moderada. Una sustancia es persistente para humanos o en el ambiente (*Tabla 79*).

Tabla 79. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados en la incineración de llantas usadas

No.	Sustancias	Carcinógeno	Carcinog equiv	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
1	Antimonio	2B	6	1	2	1	10	4	40
2	Arsénico	1	8	1	2	1	12	4	48
3	Cadmio	1	8	1	4	1	14	4	56
4	Carbono orgánico total	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
5	Cobre	NC	3	1	2	1	7	4	28
6	Cromo	3	3	1	5	1	10	4	40
7	Dibenzo-p-dioxinas policl	3	3	1	2	1	7	8	56
8	Dioxido de azufre	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
9	HCl	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
10	HF	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
11	Manganeso	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
12	Mercurio	3	3	1	2	1	7	4	28
13	Níquel	2B	6	1	2	1	10	4	40
14	Nox	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
15	Partículas	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
16	Pentachlorodibenzofuran	1	8	1	2	1	12	4	48
17	Plomo	2B	6	1	5	1	13	4	52
18	Talio	NC	3	1	2	1	7	4	28
19	Vanadio	NC	3	1	2	1	7	4	28

Fuente: Presente estudio con base en: ETRM (2009) p.44 European Waste Incineration Directive (2000/76/EC)

• **Incendio y quema no controlada de llantas**

El comportamiento y la composición de las emisiones atmosféricas que se producen en un evento como el incendio de llantas almacenadas se puede ilustrar mediante la revisión del suceso ocurrido en un relleno sanitario, ubicado en Toledo España, en donde se habían almacenado de manera ilegal entre 70.000 y 90.000 toneladas de llantas acumuladas por más de 15 años (Nadal, 2016). Durante los 20 días que se prolongó el episodio se realizó una

evaluación del riesgo a la salud de la población en un área de influencia de 4 km en los alrededores del relleno. Para tal efecto, se tomaron muestras de aire y muestras en cultivos y se analizaron las sustancias relacionadas en la *Tabla 80*.

Tabla 80. Elementos y sustancias nocivas producidos en la quema de llantas

	Elementos/sustancias analizados
Metales traza	As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, V
Dioxinas&Furanos	Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD) y dibenzo furanos
PCBs	PCBdl y PCBndl (PCB 28,52,101,138,153 y 180)
Partículas	PM ₁₀ y PM _{2.5}
HAP	Naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, benzo (b) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, benzo (a) pireno, criseno, dibenzo (a,h) antraceno, indeno

Fuente: Con base en Nadal(2016)

Se encontró que la concentración de todos los contaminantes evaluados fue muy similar independientemente de la distancias con respecto al relleno, tanto en el aire como en los cultivos; a excepción de los niveles de HAP que arrojaron concentraciones atmosféricas hasta 6 veces superiores en proximidades al relleno comparados con las medidos a 4 km. de distancia y, similarmente, los cultivos de lechuga mostraron concentraciones más altas comparadas con las de los programas de seguridad alimentaria. Se concluyó que el riesgo de cáncer para los habitantes, en inmediaciones del relleno, es entre 3 y 5 más alto que para la población fuera de esta área.

La evaluación toxicológica de los agentes estresores durante el incendio no controlado de llantas usadas (*Tabla 81*) se encontró que: 8 de las 31 sustancias evaluadas se clasifican como cancerígeno humano (IARC: I); ninguna sustancia muestra teratogenicidad; y 6 sustancias revelan algún grado de mutagenicidad. Una sustancia es persistente para humanos o en el ambiente.

b. Peligro asociado a vectores

Las llantas usadas, como ya se mencionó en el análisis de las diferentes etapas de su gestión, pueden servir como criaderos de mosquitos y hábitat de roedores y, en general, de vectores de enfermedades transmisibles.

En el campo de la salud pública reviste gran interés un vector como el mosquito del género *Stegomyia*, subgénero *Aedes aegypti* dada su gran versatilidad para transportar y transmitir a los humanos, mediante la picadura de las hembras infectadas que a su vez se infectan al succionar la sangre de una persona portadora, el virus de enfermedades como la fiebre amarilla, el dengue, la chikunguña y el zika y, también, por su amplia distribución en la franja de los climas tropicales y subtropicales del planeta, en donde se ubica el país.

La OMS&TDR (2009) estima que anualmente ocurren 50 millones de infecciones y 24.000 muertes, así mismo 2.5 mil millones de personas habitan en la porción de la tierra en donde cumple su ciclo de vida el *A. aegypti*. Por otra parte, es preocupante el ritmo de cubrimiento espacial del mosquito, si se tiene en cuenta que en 1950 solo 9 países reportaron el dengue y hoy día lo hacen más de 100; con la predicción de que en las próximas tres décadas el incremento será del 100% (Gómez&Ramsey, 2009). La OMS declaró al dengue como “la enfermedad viral transmitida por mosquitos más importante del mundo”.

Tabla 81. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) de agentes estresores liberados durante el incendio y quema no controlada de llantas

No	SUSTANCIA	Carcinógeno	Carcinog equiv	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
1	Dioxido de azufre	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
2	Ácido cianhídrico	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
3	Ácido clorhídrico	3	3	1	2	1	7	1,5	10,5
4	Óxidos de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
5	Óxidos de nitrógeno	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
6	Partículas	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
7	Aluminio	NC	3	1	2	1	7	4	28
8	Cadmio	1	8	1	4	1	14	4	56
9	Cromo	3	3	1	5	1	10	4	40
10	Mercurio	3	3	1	2	1	7	4	28
11	Níquel	2B	6	1	2	1	10	4	40
12	Vanadio	NC	3	1	2	1	7	4	28
13	Zinc	NC	3	1	2	1	7	4	28
14	PCB 126	1	8	1	2	1	12	4	48
15	PCB 28,52,101,138,153 y 180	1	8	1	2	1	12	4	48
16	BENCENO	1	8	1	6	1	16	2	32
17	TOLUENO	3				1	1	2	2
18	XILENO	3	3	1	2	1	7	2	14
19	acenafteno	3	3	1	2	1	7	4	28
20	acenaftileno	NC	3	1	2	1	7	4	28
21	benzo (a) pireno	1	8	1	2	1	12	1,5	18
22	benzo (b) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
23	benzo (k) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
24	criseno	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
25	dibenzo (a,h) antraceno	2A	7	1	6	1	15	4	60
26	Pentachlorodibenzofuran	1	8	1	2	1	12	4	48
27	Dibenzo-p-dioxina (PCDD)	3	3	1	2	1	7	8	56
28	fenantreno	3	3	1	2	1	7	4	28
29	fluoreno	NC	3	1	2		6	3	18
30	indeno	2B	6	1	2	1	10	2	20
31	Naftaleno	3	3	1	2	1	7	3	21

Fuente: Elaboración propia con base en *

En Colombia, el dengue, se reconoce como un problema prioritario de salud pública debido a su dinámica como enfermedad re-emergente y con mayor intensidad de transmisión; en el último brote, ocurrido en el 2010, se registraron 150.000 casos, de los cuales 9.482 fueron de dengue grave y produjeron 217 muertes.

En el país circulan cuatro serotipos del virus que afectan principalmente a la población urbana y de los centros poblados localizados a una altura menor a 1.800 ms.n.m²⁰, allí se registra cerca del 90% de las notificaciones del dengue “clásico” y del dengue grave (Mercado&INS 2014), más de la mitad de estas notificaciones corresponden, por grupos de edad, a menores de 15 años. La misma autora anota que, en relación con la pertenencia étnica, el grupo con mayor incidencia, en 2014, fue el negro, mulato o afro colombiano (2,9%) seguido del indígena (1.4%) y menores a 0.5%, el ROM, Raizal y Palenquero.

Una exploración de la literatura científica sobre el dengue, concretamente en relación con la contribución potencial de las llantas usadas, a su proliferación, arrojó los siguientes resultados:

- Chiavaralotti, F (1997) estudió el foco larvario en varias localidades de la región de Sao José Do Rio Preto (Sao Paulo) e identificó una gran diversidad de recipientes y la mayor presencia de larvas en las llantas y en los vasos de plantas (materas), con cerca

²⁰ A pesar de que también hay notificaciones hasta los 2200 m.s.n.m

del 25.5% del total. Otras fuentes identificadas fueron los cementerios (16.4%) y los depósitos de residuos de construcción.

- En el municipio de Lisa, al noreste de la provincia Ciudad de la Habana, Bisset, J et al (2008) revisaron 2506 sitios de los cuales 56 resultaron positivos para la presencia del mosquito. Se midió la longitud de las alas de las hembras puesto que entre mayor sea la talla son más proclives a infectarse y proseguir con éxito la toma de sangre. En 332 hembras, las mayores longitudes se registraron en abrevaderos (3.0 ± 0.104)mm y en gomas (3.31 ± 0.95)mm
- López, J (1997) estudió la ecología de los mosquitos en criaderos naturales y artificiales y el hallazgo fue que los recipientes más intensamente colonizados corresponden a tanques de agua y llantas
- La presencia de metales en el hábitat de mosquitos del tipo *anopheles*, *aedes* y *culex*, mostró que en el hábitat acuático larval estos se asocian con la presencia de hierro y manganeso (Mireji, P et al 2007); el *A. aegypti* se relaciona con el cobre y el plomo y, este último metal se relaciona también con *A. gambiae*. Las concentraciones de metales siempre fueron más altas en habitats artificiales que en los naturales.
- Cáceres, F et al (2009) investigaron los conocimientos, actitudes y prácticas sobre el dengue en dos barrios de Bucaramanga, Colombia y concluyeron que las comunidades tienen un conocimiento escaso sobre la enfermedad, muestran actitud favorable para su control pero falta promover un mayor empoderamiento social y participación en la adopción de las medidas de prevención y control.
- En este mismo campo Criollo et al (2012), estudiaron los conocimientos, actitudes y prácticas sobre el dengue en Yopal, Casanare (Colombia), pero después de la aplicación de estrategias de movilización social. Y encontraron que, efectivamente, el 97,5% de los entrevistados conocían el vector y en gran proporción las medidas de control referidas a la eliminación de los criaderos, igualmente el 67,5% reconocieron su responsabilidad en el control del mosquito.
- En una investigación sobre las llanterías y el nivel de conocimiento de las comunidades sobre la enfermedad, en municipios del Atlántico, Colombia, se evaluaron 111 llanterías que arrojaron un índice de infestación del 26.1%. Sin embargo, a pesar de que el 100% de los entrevistados reconoce que las llantas son un criadero de larvas del mosquito, en la gran mayoría de los casos, las abandonan en el espacio público (Maestre et al, 2015)

Con base en la revisión de las estadísticas recientes sobre el comportamiento de la enfermedad y la exploración de la literatura, se puede concluir, entonces, que la gestión inadecuada de las llantas usadas configuran un *peligro potencial* para salud de la población que habita en las regiones bioclimáticas del país en donde se distribuye el mosquito puesto que reúnen las características para conformar el medio acuoso que favorece su desarrollo larval. Obviamente, este es uno de los fenómenos complejos del proceso salud-enfermedad, determinado socialmente, en el que intervienen las dimensiones políticas (y de política pública), económicas, culturales y que, por supuesto, no depende únicamente de la presencia de las llantas, pero al mejorar su gestión, es posible contribuir a reducir ese peligro potencial identificado, como lo revelan las investigaciones realizadas en varias ciudades del país afectadas por el virus.

Una expresión de la dimensión del peligro asociado a la presencia del *A. aegypti* se puede inferir con referencia a la investigación realizada por Padilla et al (2012) al identificar que en 18 municipios endémicos del país ocurrió el 50% de los casos de dengue, correspondiente al promedio acumulado de 12 años, entre 1999 y 2010. Los municipios que constituyen estos

focos principales del dengue están ubicados en los departamentos de Antioquia, Arauca, Atlántico, Cundinamarca, Casanare, Cesar, Huila, Meta, N. Santander, Quindío, Risaralda, Sntander, Tolima y Valle. La población expuesta a esta amenaza en 2010 era cercana a los 8.9 millones de personas, es decir, el 19,5% de la población nacional; aún más, el 63% de esta población se ubicó en solamente 3 ciudades (Cali, Medellín y Barranquilla) y 12 de los 18 municipios corresponden a las capitales de los departamentos.

Estas circunstancias son de interés, en el presente trabajo, si se considera que en las 3 ciudades, circulan 1.24 millones de vehículos, con un potencial cercano a los 5 millones de llantas que en un periodo relativamente corto cumplirá su vida útil y una fracción de ellas se podrá convertir potencialmente en criaderos de larvas del mosquito en estos territorios.

4.1.2. Identificación y caracterización de la vulnerabilidad

Los elementos comunes que se contemplan para definir la vulnerabilidad desde diferentes disciplinas aluden por lo menos a: (i) Su relación con alguna amenaza de tipo natural (terremotos) o antropogénico (contaminación), (ii) La unidad de análisis, ya sea un individuo o un grupo social, que se define como vulnerable *ante* una amenaza concreta o *a* estar en una situación en la que pueda perder, por ejemplo, la salud y (iii) Los momentos en los que se realiza el análisis *ante* o *post* con respecto a la ocurrencia de los eventos (Ruiz, N 2012). El citado autor añade que los enfoques teórico-metodológicos que se ocupan de la medición de la vulnerabilidad dan mayor relevancia a dos elementos: (1) La intensidad del peligro al que están expuestas las unidades de análisis y (2) La relación de la exposición con las condiciones materiales objetivas.

El concepto de la categoría *vulnerabilidad*, en el campo de la salud, adquiere importancia por cuanto conduce a comprender el rol de los determinantes individuales y contextuales en el proceso salud-enfermedad, según Berbesi&Segura (2014) y, así mismo contempla aspectos culturales, socio-económicos, políticos, de género, origen étnico, que podrían incrementar la susceptibilidad a la enfermedad.

Para la gestión del riesgo en el marco de la Política de Atención Integral en Salud (MSPS, 2016) y en el Plan Decenal de Salud Pública (MSPS, 2014) se adopta como una de sus estrategias el *enfoque diferencial* que considera las particularidades sociales, culturales, religiosas, territoriales y poblacionales de los grupos sociales y las personas involucradas en estas situaciones. La aplicación del *enfoque diferencial* en el presente trabajo, permite distinguir 3 grupos potencialmente afectables (Tabla 82) en relación con la gestión de la corriente de residuos (llantas usadas):

Tabla 82. Grupos poblacionales afectables por la gestión de llantas usadas

TIPO DE EXPOSICIÓN	POBLACIÓN	ETAPAS DE LA GESTIÓN
Ocupacional	Labora en la industria del caucho	<ul style="list-style-type: none"> - RTA: Recolección, transporte y almacenamiento y acopio - TMG: Trituración, molienda y granulado - Reencauche - Fabricación de pavimentos usando como insumo el GCR (grano de caucho)

TIPO DE EXPOSICIÓN	POBLACIÓN	ETAPAS DE LA GESTIÓN
		reciclado)
Ambiental	Ubicada en inmediaciones de instalaciones o sitios de combustión de llantas	- Incineración de llantas usadas - Quema no controladas - Disposición final - Acopio
Vectores	Núcleos urbanos, con mayor énfasis, ubicados a menos de 1800 m.s.n.m, con presencia del mosquito <i>Aedes aegypti</i> transmisor del virus del dengue chikunguña y zika	- Disposición final - Usos domésticos y artesanales

Fuente: presente estudio

4.1.2.1. Vulnerabilidad de la población expuesta ocupacionalmente

Los agentes estresores (físicos, químicos y biológicos) a los que se expone la población vinculada laboralmente a la gestión de las llantas usadas son muy similares a los reconocidos, en general, en la industria del caucho puesto que se entra en contacto con los mismos materiales y sustancias químicas que están incorporados desde el momento de su fabricación. Para efectos de caracterizar la vulnerabilidad de la población ocupacionalmente expuesta, es necesario distinguir dos subgrupos:

- i. La población que labora *formalmente* en la industria del reciclaje de llantas y en los servicios relacionados con las llanterías en las que, muy probablemente, cuentan con afiliación a los servicios de salud y las aseguradoras de riesgos profesionales; además de que las empresas deben cumplir con la formulación y aplicación del programa de salud ocupacional, el cual contempla las normas de higiene y seguridad industrial para la protección de los trabajadores y la capacitación continua para el conocimiento y reducción de los peligros propios de estas actividades
- ii. La población *informal* vinculada a estos procesos que por su misma condición no cuentan con las garantías mínimas de protección contra los agentes estresores ni acceso, en muchos casos, a los servicios de salud. Situación que se agrava por la falta de conocimiento de los peligros a los que se exponen en el ambiente de trabajo.

La calificación de la vulnerabilidad de los subgrupos poblacionales expuestos en la gestión de llantas usadas se realizó con base en los indicadores que se señalan en la *Tabla 83*.

Tabla 83. Tabla 11. Calificación de indicadores de vulnerabilidad por exposición ocupacional en la gestión de llantas usadas

	INDICADOR	TABAJADOR FORMAL	TRABAJADOR INFORMAL
Seguridad social	Acceso a servicios de salud	Moderada	Alta
	Afiliación Asegurador de Riesgo Laboral	Moderada	Alta
Ambiente y Seguridad industrial	Licencia ambiental	Moderada	Alta

	INDICADOR	TRABAJADOR FORMAL	TRABAJADOR INFORMAL
	Programa de salud ocupacional registrado ante Mintrabajo	Baja	Alta
	Elementos de protección en sitio de trabajo	Baja	Alta
	Conocimiento del panorama de riesgos	Baja	Alta
Socio-económico	Nivel de ingreso	Baja	Alta
	Nivel de educación	Baja	Alta

Fuente: Presente estudio.

Se concluye, entonces, que la población vinculada laboralmente en condiciones de informalidad en la industria del caucho, y en este caso particular, en los procesos de reciclaje, reencauche y vulcanización de llantas usadas presentan un alto nivel de vulnerabilidad, es decir, susceptibilidad de afectar su salud por la exposición a los peligros inherentes a la exposición a sustancias y agentes biológicos.

La informalidad laboral es un determinante estructural en el proceso de salud-enfermedad, que aqueja a la sociedad colombiana y su impacto se acentúa en sectores económicos de alto riesgo, como queda claro que ocurre en las diferentes etapas de la gestión de llantas usadas. Según las cifras reportadas por el Ministerio de Trabajo, en la rendición de cuentas sobre el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (PNSST) cerca de 15.6 millones de personas trabajan en condiciones de informalidad, cifra que representa el 68% de la población económicamente activa en el país.

4.1.2.2. Vulnerabilidad de la población expuesta a contaminación ambiental

Las circunstancias en las que ocurren usualmente los episodios de contaminación ambiental, relacionados con la gestión de las llantas usadas que afectan la salud de la población, pueden ser de carácter accidental como en los incendios, o provocadas por las personas: el caso de la quema no controlada de las llantas.

En cualquiera de estas situaciones, como ya se dijo, se liberan emisiones de sustancias y elementos químicos de alta peligrosidad que pueden alcanzar concentraciones atmosféricas muy superiores a los límites permitidos, en períodos de corta duración. Entre los grupos vulnerables a estos agentes estresores, se identifican:

- i. Las personas que laboran en las instalaciones en donde ocurre el evento, por ejemplo, en plantas reencauchadoras o centros de almacenamiento y acopio de llantas
- ii. El personal de bomberos y de seguridad contra-incendios que atiende las emergencias
- iii. La población ubicada en las inmediaciones del lugar en donde se presenta el evento

De estos tres grupos de población, la mayor vulnerabilidad corresponde a la población que reside o permanece en cercanías del sitio en donde ocurre el incendio o la quema de las llantas. Los otros dos grupos, el de bomberos y personal vinculado a las instalaciones industriales o comerciales, tendrían una menor vulnerabilidad ante la exposición debido a que están

capacitados para enfrentar las emergencias, tienen buen nivel de conocimiento de los peligros y usan los elementos de protección adecuados.

El tamaño de la población y el área afectable dependen, en primera instancia, de la cantidad de llantas que entran en combustión y, luego, los factores meteorológicos juegan un rol muy importante en el transporte y dispersión de los contaminantes en la atmósfera. Otro factor de interés es la prontitud y eficiencia en la atención de la emergencia.

A manera de ilustración se cita el incendio de cerca de 600.000 llantas usadas que ocurrió en la Localidad de Fontibón (Bogotá) que puso en alerta a 6 localidades de la ciudad, tuvo una duración de 3 días y provocó la declaración de la alerta naranja por los niveles de contaminación y la advertencia en el uso de tapabocas, por parte de la autoridad ambiental, dado que las personas más sensibles podrían verse “afectadas por la concentración de material particulado que hay en las localidades”²¹. En el caso del incendio ocurrido en Toledo (España), ya comentado, entró en combustión una cantidad mucho mayor de llantas, entre 70.000 y 90.000 toneladas; el evento se prolongó por 20 días y los efectos se detectaron en un área de influencia de 4 km en los alrededores del relleno.

4.1.2.1. Vulnerabilidad de la población expuesta a vectores

De conformidad con el enfoque conceptual y metodológico propuesto, en esta sección del documento se pretende estimar un Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) de la población expuesta a la amenaza del virus del dengue relacionado con la potencialidad del incremento de los criaderos larvales del *A. aegypti* y su relación con una gestión deficiente de las llantas usadas. Con este propósito se utilizan los lineamientos metodológicos desarrollados por GEEPI (Gerencia de Epidemiología e Información) de la Secretaría Municipal de Salud de Belo Horizonte (Brasil), el cual se basa en la definición de los indicadores orientados a identificar prioridades de intervención y asignación de recursos en salud en función de la exposición diferencial al peligro y de las condiciones socioeconómicas de los grupos sociales (Oviedo, et al 2014). Los indicadores que se usan en este ejercicio de caracterización de la vulnerabilidad, la simbología y la forma de cuantificación se describen en la *Tabla 84*.

Tabla 84. Indicadores para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) en población expuesta a vectores por la gestión de llantas usadas

DIMENSIÓN (Factor de ponderación)	INDICADOR Factor de ponderación	SIMBOLOGÍA	CUANTIFICACIÓN
Saneamiento (60%)	Cobertura de acueducto (50%)	AC	Razón entre No. de viviendas con servicio de acueducto y el total de viviendas, %
	Cobertura de alcantarillado. (50%)	ALC	Razón entre No. de viviendas con servicio de alcantarillado y el total de viviendas, %
Socioeconómica (20%)	Analfabetismo funcional (40%)	AF	Proporción de la población entre 15 y 24 años sin capacidad de escribir, leer ni interpretar textos básicos, %
	Cobertura régimen	CS	Proporción de población afiliada a seguridad

²¹ EL Tiempo. Nov.7 de 2014. Comenzaron a remover escombros por incendio de depósito de llantas <http://www.eltiempo.com/bogota/alerta-por-llantas-quemadas-en-bogota/14797575>

DIMENSIÓN (Factor de ponderación)	INDICADOR Factor de ponderación	SIMBOLOGÍA	CUANTIFICACIÓN
	subsidiado de salud (25%)		social,%
	Tasa de ocupación (15%)	TO	Proporción de la población ocupada con relación a la económicamente activa , %
	Intensidad de pobreza (20%)	IP	Mide la distancia a la que se encuentra una población de la línea de pobreza monetaria definida para el país, %
Incidencia (20%)	Concentración urbana, (40%)	PU	Razón entre la población en área urbana y la población total, %
	Incidencia promedio dengue (30%)	ID	Logaritmo natural de la incidencia promedio del dengue 1998-2010
	Población menor 15 años (15%)	P15	Proporción de población menor de 15 años,%
	Km de vías (15%)	KV	Km Vías pavimentadas por 100.000 habitantes

Fuente: Presente estudio.

En la *Tabla 85*. Se muestran los resultados del cálculo del IVS para los departamentos en los que se ubican los 18 municipios que constituyen los focos principales de la ocurrencia del dengue en Colombia.

Tabla 85. Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) en los focos endémicos principales del dengue en Colombia

	Indicadores para el cálculo del Índice de Vulnerabilidad Social (IVS)										
	AC	ALC	AF	CS	TO	IP	PU	ID	P15	KV	IVS
Antioquia	96,3	87,9	15,2	37,0	57,5	10,5	78	4,5	25,6	1,8	67,8
Arauca	83,3	69,3	17,4	71,7	49,3	20,4	63	6,9	35,8	0	59,6
Atlántico	92,2	86,1	15,8	51,1	56,3	10,8	96	5,0	27,3	1,3	68,2
C/marca	74,3	61,3	12,0	57,3	49,3	7,8	74	6,4	27,6	5,9	53,6
Casanare	89,3	75,8	15,9	79,1	50,2	20,4	74	6,4	27,7	5,7	64,4
Cesar	95,7	95,5	16,3	20,9	66,0	19,5	92	5,3	32,7	3,9	71,2
Huila	85,0	84,7	14,6	64,8	56,2	18,3	60	6,2	29,8	2,8	63,9
Meta	81,9	81,8	14,0	42,9	55,1	11,9	76	5,7	29,3	4,5	61,9
N.Santander	86,8	84,9	15,8	62,9	52,3	14,8	78	6,1	29,0	2,2	65,6
Quindío	97,6	95,3	14,1	44,0	55,0	16,2	88	6,6	25,2	1,9	71,7
Risaralda	94,7	91,7	14,8	38,9	54,6	9,8	78	6,0	25,1	2,4	68,5
Santander	88,0	88,5	15,4	40,8	64,4	6,7	75	6,3	25,2	3,4	65,7
Tolima	87,6	81,8	16,6	51,8	60,3	16,9	68	5,7	28,0	3,2	64,0
Valle	94,8	93,0	14,8	39,4	58,0	10,4	87	5,1	24,7	1,2	69,7

Fuente: Presente estudio.

Para evaluar los valores de IVS obtenidos, siguiendo los lineamientos de GEEPI se estableció la escala de los niveles de vulnerabilidad con los resultados que se indican en la *Tabla 86*:

Tabla 86. Niveles de Vulnerabilidad Social (IVS) en los focos endémicos principales del dengue en Colombia

Nivel de vulnerabilidad	IVS	Focos endémicos del dengue
Alto	$X \geq (\text{promedio} + \frac{1}{2}DS)$	Antioquia

Nivel de vulnerabilidad	IVS	Focos endémicos del dengue
		Atlántico Risaralda Quindío Valle Cesar
Medio	$(promedio) \leq X \leq (promedio + \frac{1}{2}DS)$	N.Santander Santander
Bajo	$X < promedio$	Arauca Cundinamarca Casanare Huila Meta Tolima

Fuente: Presente estudio.

4.1.3. Riesgo potencial a la Salud (RS) asociado a la gestión de las llantas usadas

4.1.3.1. Riesgo a la salud de la población ocupacionalmente expuesta

Como ya se mencionó, el grupo de trabajo de IARC efectuó la revisión sistemática de las evidencias de asociación causal entre la ocurrencia del cáncer y la exposición a sustancias y elementos químicos en la industria del caucho, y de los meta-análisis realizados por Koveginas et al (1998) y concluyó que existe *suficiente evidencia* en humanos para la carcinogenicidad de la exposición ocupacional en la industria del caucho que causa leucemia, linfoma y cánceres de vejiga urinaria, pulmón y estómago. Igualmente, declaró que se observa una asociación positiva de la exposición ocupacional en la industria del caucho y los cánceres de próstata, esófago y laringe; para establecer, por último que la exposición ocupacional en la industria del caucho es *carcinogénica para humanos Grupo 1*

Como una ilustración del riesgo en la ocurrencia de casos en exceso, a los normales, por exposición ocupacional en la gestión de llantas que, desde luego, amerita estudiar en detalle, se presentan los datos reportados por el INC (2015) sobre la incidencia de los cánceres de vejiga urinaria y leucemia en hombres entre 2007 y 2011. El arreglo de la *Tabla 87* muestra los grupos de los focos endémicos del dengue según el Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) y las Tasas de Incidencia de cáncer y leucemia, que figuran dentro de las afectaciones asociadas a la industria del caucho por IARC.

Se observa, que el promedio de la incidencia del cáncer de vejiga y de leucemia guarda correspondencia con la tendencia de los niveles de IVS. Las TAE Son más altas en focos endémicos en donde el IVS es más alto. Obviamente, este comentario no es concluyente pero abre una posibilidad de investigación. Las TAE del cáncer de estómago muestran una relación inversa. Por otra parte, las TAE más altas para cada una de las patologías se ubican en las regiones con mayor IVS, así: en Antioquia, el cáncer de vejiga (7,2), en Quindío el cáncer de estómago (32,1) y en Atlántico la leucemia (7,8)

Tabla 87. Tasa Ajustada por Edad (TAE) para cáncer y leucemia (casos x100.000) en Colombia 2007-2010

	Cáncer		Leucemia
	Vejiga	Estómago	
Alto IVS			
Antioquia	7,2	16,9	5,4
Atlántico	4,0	6,3	7,8
Risaralda	6,0	2,4	6,3
Quindío	6,0	32,1	7,3
Valle	6,1	20	6,6
Cesar	2,2	10,7	5,5
promedio	5,3	14,7	6,5
Medio IVS			
N.Santander	5,1	25	6,2
Santander	3,4	18,4	6,6
promedio	4,7	20,2	6,4
Bajo IVS			
Huila	4,4	30,2	7,5
Meta	3,9	22,7	6,4
Tolima	3,6	24,7	5,9
Arauca	2,5	16,5	4,6
C/marca	3,2	20,6	5,7
Casanare	5,7	23	6,8
promedio	3,9	23,0	6,2

Fuente: Presente estudio.

- **Riesgo a la salud de la población expuesta a contaminación ambiental**

El nivel de riesgo para la población expuesta a la contaminación ambiental derivada de la ocurrencia de eventos accidentales o intencionales está asociado, como ya se dijo, a la cantidad de llantas que entran en combustión y a los factores meteorológicos que faciliten, o impidan, su dispersión. En el caso del incendio ocurrido en Bogotá, en 2014, el área afectada cubrió 6 localidades de la ciudad (

Figura 5) y se informa que el nivel de contaminación pudo haber alcanzado el doble del que se presenta en un día normal.

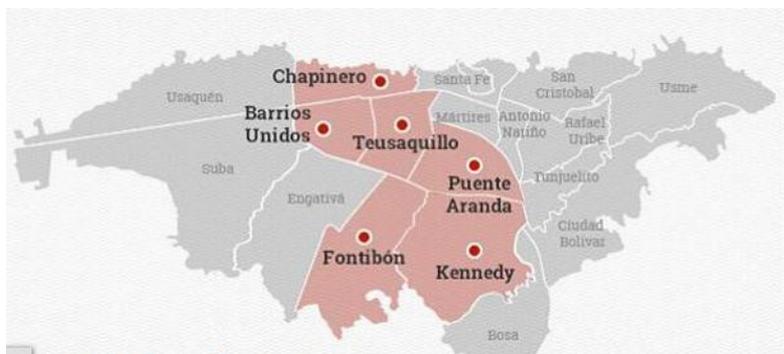


Figura 5. Localidades afectadas por contaminación del aire durante el incendio de 600 mil llantas usadas en Bogotá. Fuente: ElTiempo²²

²² El Tiempo. Nov.7.2014 Comenzaron a remover escombros por incendio de depósito de llantas <http://www.eltiempo.com/bogota/alerta-por-llantas-quemadas-en-bogota/14797575>

- **Riesgo a la salud de la población expuesta a vectores**

La caracterización del riesgo en la población expuesta a vectores se define en función tanto del peligro, o amenaza, por el nivel de Incidencia del Dengue (ID) en cada uno de los focos endémicos principales y, por la Vulnerabilidad Social, evaluada como el IVS. El resultado del producto de estos factores de riesgo ($IVS \cdot ID / 1000$) se muestra en la *Tabla 88* y se concluye en la definición de tres niveles de Riesgo (R), así:

- Riesgo alto: Arauca, Casanare, Quindío y Santander.
- Riesgo medio: Cundinamarca, Huila y N. Santander, Risaralda
- Riesgo bajo: Antioquia, Atlántico, Cesar, Meta, Tolima y Valle

Tabla 88. Nivel de Riesgo población expuesta a vectores

	IVS	ID	R
Antioquia	67,8	82,2	6
Arauca	59,6	954,1	57
Atlántico	68,2	147,3	10
C/marca	53,6	572,6	31
Casanare	64,4	587,1	38
Cesar	71,2	200,6	14
Huila	63,9	498,5	32
Meta	61,9	304,2	19
N.Santander	65,6	451,0	30
Quindío	71,7	712,1	51
Risaralda	68,5	466,1	32
Santander	65,7	528,9	35
Tolima	64,0	308,1	20
Valle	69,7	138,6	10

Fuente: Presente estudio.

4.2. Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de Envases y Empaques de bebidas

Los materiales que se utilizan para fabricar los E&EB cubren una gama muy amplia que incluye desde los convencionales del cartón, el vidrio hasta una familia de plásticos como el PVC, los poliésteres, el polietileno de diferentes densidades y el polipropileno, entre otros. Para los propósitos del presente estudio, la evaluación de los aspectos sanitarios de los residuos de E&EB se refiere al Terabrik y al Tereftalato de polietileno (PET, por su sigla del Inglés).

El Tetrabrik es un envase compuesto por cartón, plástico y aluminio de gran utilidad para conservar alimentos y bebidas, en general, por períodos prolongados, sin necesidad de refrigeración, pero que puede causar impactos ambientales y consecuencias adversas en la salud en las diferentes etapas de su gestión después del consumo de su contenido, es decir, cuando los envases se convierten en residuo. El tetrabrik es comercializado por la empresa Tetra Pak®, una transnacional de origen sueco fundada en 1952, y puede configurarse con seis capas, que le imprimen la característica de no biodegradabilidad, las cuales tienen las siguientes funciones:

- Primera capa. Polietileno: Protege el envase de la humedad exterior

- Segunda capa. Papel: Brinda resistencia y estabilidad
- Tercera capa. Polietileno: Ofrece adherencia fijando las capas de papel y aluminio.
- Cuarta capa. Aluminio: Evita la entrada de oxígeno, luz y pérdida de aromas.
- Quinta capa. Polietileno: Evita que el alimento esté en contacto con el aluminio
- Sexta capa. Polietileno: Garantiza por completo la protección del alimento.

La proporción aproximada de los materiales involucrados en la fabricación del Tetrabrik se ilustra en la 6.

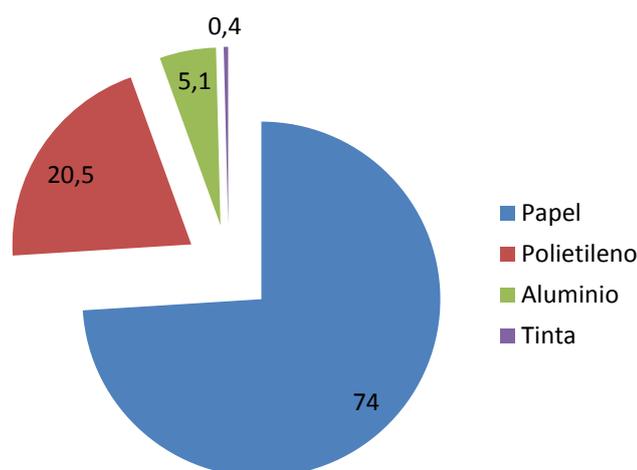


Figura 6. Composición del Tetra Pak®

Fuente: (Inche Mitma, Vergiú Canto, Mavila Hinojoza, Godoy Martínez, & Chung Pinzás, 2004)

Por otra parte, el PET es un polímero que se forma a partir del p-xileno, recuperado del petróleo crudo, y del etileno proveniente del petróleo refinado. Mediante la oxidación del p-xileno, en medio alcohólico, se puede obtener ácido tereftálico (PTA) o el Dimetiltereftalato (DMT). A partir de cualquiera de estos productos intermedios se elabora el monómero bis-(2-hidroxietil) tereftalato y, por medio de la esterificación, con etilenglicol, a través de poli-condensaciones, finalmente el PET²³

A nivel nacional, el 81% de la disposición final de los residuos sólidos, en los municipios, se realiza en rellenos sanitarios (*Figura 7*), sin embargo se identifican otros procesos de gestión de los residuos tales como la quema (0,18%), botadero (10,34%), cuerpos de agua (0,45%) y solo cerca del 3% se procesa en plantas de aprovechamiento. Se estima que en 2010 se recuperaron 1,8 millones de toneladas (alrededor de 40 kg per cápita) de vidrio, papel y cartón, metales y plásticos de los hogares, el comercio, las instituciones y la industria (OECD/ECLAC, 2014).

Cifras recientes indican que tan solo un 26% de los envases de PET se reciclan en Colombia, y que las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali presentan las mayores tasas de reciclaje (Larepública, 2016). Con respecto al Tetrabrik, en el país existen siete plantas de reciclaje con

²³ Tecnología de los plásticos. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/05/pet.html>

capacidad para aprovechar el 90% de los envases que se comercializan, de las cuales tres se encuentran en Bogotá, dos en Cali, una en Cartago y una en Medellín; sin embargo, el porcentaje de reciclaje de estos envases apenas alcanza el 10 % (Portafolio, 2015).

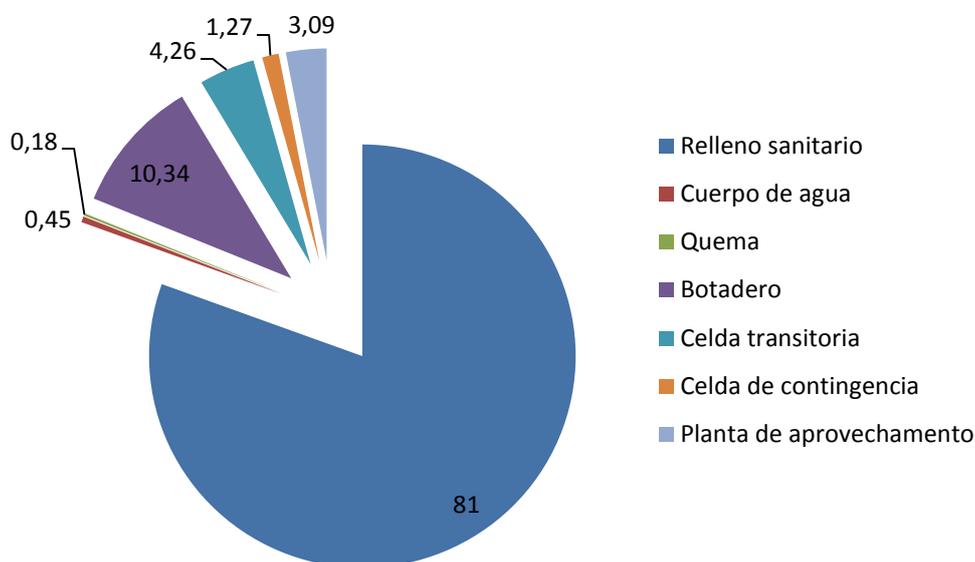


Figura 7. Distribución porcentual de municipios por tipo de sistema de disposición final

Fuente: (Superservicios, 2015)

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede inferir que un porcentaje de los residuos E&EB no son reciclados y su gestión puede ser inadecuada los cuales pueden llevar a una contaminación ambiental y el consiguiente impacto en la salud.

4.2.1. Identificación de los agentes estresores en las etapas de la gestión de E&EB

Los agentes estresores identificados en las diferentes etapas de la gestión de los residuos de E&EB se presentan en la Tabla 89. Haciendo la salvedad de que el peligro potencial de estos residuos en ocasiones depende, y en otras se potencializa, en función de su mezcla con otros tipos de residuos que se disponen, por ejemplo, en los rellenos sanitarios o en los botaderos a cielo abierto.

Tabla 89. Agentes estresores en las etapas de gestión de los residuos de E&EB

ETAPA DE LA GESTIÓN	E&EB TETRAPAK	E&EB PET
Disposición en cuerpos de agua	➤ Incremento en la concentración de materia orgánica producto de la liberación de residuos de las bebidas que contenían los envases.	
Relleno sanitario.	➤ Condiciones favorables para la proliferación de vectores y roedores	
Disposición en botaderos a cielo abierto	➤ Generación de olores indeseables ➤ Re-suspensión de partículas por desgaste de materiales	
Quema	Combustión	Combustión entre 90 y 300 °C

ETAPA DE LA GESTIÓN	E&EB TETRAPAK	E&EB PET
	<p>a partir de 200 °C: Hidrocarburos alifáticos saturados e insaturados ligeros (metano, etileno, buteno) Cetonas: acetona, metiletilcetona Aldehídos (formaldehído, acetaldehído, acroleína) Ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, isobutírico, 2-metilpropanoico, butírico, isovalérico, 3-metilbutanoico, valérico y caproico). Monóxido de carbono Dióxido de carbono Hidrocarburos aromáticos Aluminio Fuente: (ASEPEYO, 2016)</p>	<p>a partir de 270 °C Aldehídos (formaldehído, acetaldehído, acroleína) Hidrocarburos alifáticos (metano, etileno, buteno) Pirólisis Monóxido de carbono Dióxido de carbono Hidrocarburos alifáticos (metano, hidrocarburos insaturados ligeros) y aromáticos. Aldehídos (formaldehído, acetaldehído, acroleína) Plomo, Cadmio, Mercurio y Cromo Hexavalente Regulados por la norma Resolución 4143 de 2010, art.10 MSPS</p>
Reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Exposición a factores de riesgo biológico: artrópodos, organismos patógenos ➤ Factores ergonómicos: cargas físicas excesivas, ➤ Factores físicos: ambiente de trabajo contaminado (polvo, moho); materiales cortopunzantes 	

Fuente: Presente estudio

4.2.1. Caracterización del peligro

Siguiendo la metodología propuesta para la primera fase de la Evaluación del Riesgo en Salud (ERS), en esta sección del documento se efectúa el cálculo del Índice de Toxicidad Potencial (ITP) para cada una de las sustancias y elementos de interés en la salud humana, identificados como los agentes estresores. El ITP se obtiene como el producto del Potencial Toxicodinámico (TDP) y el Potencial Toxicocinético-ambiental (TEKP), así:

$$ITP = PTD \times TEKP$$

Se adoptan los criterios sugeridos por Valcke, et al (2005) que se presentan en las *Tabla 90* y *Tabla 91*, para la calificación de las sustancias y elementos químicos

Tabla 90. Criterios para la calificar el potencial toxicodinámico (PTD)

POTENCIAL	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
Carcinogenicidad	Sustancia es clasificada como un cancerígeno humano (IARC: I)	8
	Sustancia es clasificada como un probable humano (IARC: 2A)	7
	Sustancia es clasificada como un posible humano (IARC: 2B)	6
	Sustancia no ha sido clasificada de acuerdo a su carcinogenicidad, no son concluyentes o no están	3

POTENCIAL	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
	disponibles (IARC: 3)	
	No Cancerígeno	0
Mutagenicidad	Obvia	6
	Moderada	5
	Baja	4
	No determinada	2
	No mutagenica	0
Teratogenicidad	Obvia	4
	Moderada	3
	Baja	2
	No determinada	1
	No mutagenica	0

Fuente: Valcke et al 2005

Tabla 91. Criterios para calificar las propiedades toxicocinéticas ambientales (TEKP)

PROPIEDADES	CLASIFICACIÓN	VALOR ASIGNADO
Propiedades toxico/cinética ambiental/	Alto (vida media en suelos >60 días o BFC \geq 1000)	4
	Medio (Vida media en suelos 30-60 días o $100 \leq$ BCF ²⁴ < 1000)	3
	Bajo (Vida media en suelos \geq 15 días < 30 o BCF < 100)	2
Persistencia en humanos/ambiente	Sin datos para los dos criterios	1,5
	No persistente (Vida media en suelos <15 días y no bioacumulación)	1

Fuente: Valcke et al 2005

4.2.1.1. Peligro asociado a sustancias y elementos químicos en los residuos de E&EB de Tetrabrik

En las etapas de la gestión de E&EB de tetrabrik: disposición en cuerpos de agua, botadero, relleno sanitario y reciclaje, se identificó el peligro potencial por la presencia de aluminio, cuya evaluación del ITP arrojó el resultado que se muestra en la *Tabla 92*.

Tabla 92. ITP del aluminio asociado a residuos de E&EB Tetrabrik

Sustancias	Carcinógeno	Clasificación Carcinógeno	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
Aluminio	NC	3	1	2	1	7	4	28

Fuente: Presente estudio

Con respecto a la evaluación toxicológica de los agentes estresores en la quema de E&EB tetrabrik, se encontró que: 2 de las 17 sustancias evaluadas se clasifican como cancerígenas para humanos (IARC: I); igualmente, una sustancia es teratogénica, y una es mutagénica. Por otra parte, una de las sustancias evaluadas es persistente (*Tabla 93*)

²⁴ BCF Factor de bioacumulación.

Tabla 93. ITP de las sustancias asociadas a la quema de E&EB de Tetrabik

Sustancias	Cancer IARC	Carcinógeno	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
Metano	NC	3	1	2	1	7	2	14
Etileno	3	3	1	2	1	7	2	14
Buteno	NC	3	1	1	1	6	2	12
Formaldehido	1	8	1	5	1	15	2	30
Acetaldehido	2B	6	4	5	1	16	2	32
Acroleína	3	3	1	2	1	7	2	14
Ácido acético.	NC	3	1	1	1	6	2	12
Ácido propiónico.	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido isobutírico (ácido 2-metilpropanoico).	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Ácido butírico.	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Ácido isovalérico (ácido 3-metilbutanoico).	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido valérico.	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido caproico.	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Monóxido de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Dióxido de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Aluminio	NC	3	1	2	1	7	4	28
Benceno	1	8	1	6	1	16	2	32

Fuente: Presente estudio

4.2.1.2. Peligro asociado a sustancias y elementos químicos en los residuos de E&EB de PET

La evaluación toxicológica de los agentes estresores en la quema de los residuos de E&EB de PET, permite concluir que de las 23 sustancias y elementos identificados en esta etapa de la gestión, 3 son cancerígenas para humanos; una sustancia es mutagénica y ninguna teratogénica. Desde el punto de vista de la persistencia ambiental o en humanos se encontró una sustancia con nivel alto (Tabla 94).

Tabla 94. ITP de las sustancias asociadas a la disposición por quema de E&EB de PET

Sustancias	Cancer IARC	Carcinógeno	Teratogénico	Mutagénico	Default	TDP	TEKP	ITP
Acetaldehido	2B	6	4	5	1	16	2	32
Acetona	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido acético.	NC	3	1	1	1	6	2	12
Ácido butírico.	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Ácido caproico.	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Ácido isobutírico (ácido 2-metilpropanoico).	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Ácido isovalérico (ácido 3-metilbutanoico).	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido propiónico.	NC	3	1	2	1	7	2	14
Ácido valérico.	NC	3	1	2	1	7	2	14
Acroleína	3	3	1	2	1	7	2	14
Anhidro ftálico	NC	3	1	2	1	7	2	14
Benceno	1	8	1	6	1	16	2	32
Buteno	NC	3	1	1	1	6	2	12
Cadmio	1	8	1	4	1	14	4	56
Cromo Hexavalente	1	8	1	5	1	15	4	60
Dióxido de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Etileno	3	3	1	2	1	7	2	14
Formaldehido	1	8	1	5	1	15	2	30
Mercurio	3	3	1	2	1	7	4	28
Metano	NC	3	1	2	1	7	2	14
Metilacetona	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Monóxido de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Plomo	2B	6	1	5	1	13	4	52

Fuente: Presente estudio

4.2.2. Efectos en la salud asociados a los agentes estresores en la gestión de residuos de E&EB

En el siguiente texto se explorarán algunos de los efectos a la salud asociados a los materiales de fabricación de Envases y Empaques de bebidas, bien sea porque se encuentren contenidos o sean producto de reacciones químicas y/o físicas de estos compuestos.

4.2.2.1. Efectos en salud relacionados con sustancias y elementos químicos

A continuación se presenta una revisión de los aspectos toxicológicos de las sustancias y elementos químicos a las que pueden estar expuestas las personas en el proceso de gestión de los residuos de empaques y envases de bebidas.

- **Aluminio**

El aluminio (Al) es un metal común en el medio ambiente y uno de los más abundantes en la corteza terrestre. El Al es liberado en el medio ambiente a través de procesos naturales de erosión del suelo, de erupciones volcánicas y por acciones antropogénicas. La fuente más importante de obtención del metal es la bauxita, que contiene 55% de óxido de Al (Costa Ferreira, De Almeida Piai, Magosso Takayanagu, & Segura-Muñoz, 2008).

Las vías de exposición comúnmente son la comida, agua de consumo humano, fármacos como los antiácidos, inhalación por emisiones de industrias, la lluvia ácida, utensilios y envases (Perez Granados & Vaquero, 2002; Peña, Meseguer, & González, 2005). La absorción intestinal del aluminio depende del pH del tracto gastrointestinal y está influenciada por la formación de complejos con ligandos presentes en la comida y en el agua. Sin embargo, este metal es relativamente no tóxico para individuos sanos debido a su rápida excreción tras su absorción (Gräske, et al., 2000; Popplewell, et al., 1998; Peña, Meseguer, & González, 2005)

El aluminio ha sido considerada como un factor de riesgo en diferentes enfermedades neuronales entre la que destaca el Alzheimer (Dartigues, 1999; Yokel, 2000; Peña, Meseguer, & González, 2005), debido a su elevada neurotoxicidad (Roig, Fuentes, Colomina, Vicens, & Domingo, 2006), incluso a bajos niveles de exposición (Perry & Keeling-Tucker, 1998), ya que es el cerebro su órgano diana (Jarava, Armas, & Palma, 2001; Peña, Meseguer, & González, 2005).

Además, afecta al sistema óseo, ya que como el calcio, se deposita en el hueso, impidiendo la formación de la matriz y la mineralización del hueso, tanto directamente como inhibiendo la función paratiroidea. Es capaz de desarrollar osteomalacia²⁵ en los enfermos con insuficiencia renal crónica en hemodiálisis (Jarava, Armas, & Palma, 2001; Peña, Meseguer, & González, 2005).

La exposición a este metal también produce anemia microcítica²⁶, mediante un mecanismo desconocido, en pacientes con serias alteraciones renales (Ganchev, Dyankov, Zacharieva,

²⁵ Síndrome que se caracteriza por un reblandecimiento de los huesos debido a la pérdida de sales calcáreas

²⁶ Término genérico para cualquier tipo de anemia caracterizada por glóbulos rojos pequeños

Pachalieva, Velikova, & Kavaldjieva, 1998) y asimismo, parece afectar al hígado, desencadenando un proceso cirrótico (Demircan, Ergun, Coker, Yilmaz, Avanoğlu, & Ozok, 1998; Miu, Olteanu, & Miclea, 2004; Peña, Meseguer, & González, 2005).

Como se ha comentado anteriormente, el aluminio ejerce su acción tóxica principalmente en el cerebro, encontrándose en concentraciones elevadas en cerebros de enfermos de Alzheimer, hecho que contribuye a la evolución de esta patología, aunque el mecanismo de acción es aún desconocido. Asimismo, existe una relación entre los niveles de este elemento en el agua de consumo humano (se añade aluminio en los sistemas de potabilización de agua potable) y la prevalencia de la enfermedad (Christen, 2000; Jansson, 2001; Peña, Meseguer, & González, 2005).

A pesar de que este metal no tiene actividad redox, se ha visto que promueve la oxidación biológica *in vivo* e *in vitro*. El resultado del estrés oxidativo contribuye a la neuropatología asociada con varias enfermedades (Baydar, et al., 2003; Peña, Meseguer, & González, 2005).

Por ello se ha descrito como un factor potencial que contribuye en la etiología y/o patología de graves desórdenes neurodegenerativos como la enfermedad de Alzheimer, aunque esta última es controvertida (Exley, 2001; Zatta, Lucchini, Van Rensburg, & Taylor, 2003; Peña, Meseguer, & González, 2005).

En el cerebro, el estrés oxidativo y la peroxidación lipídica promovería la formación de un péptido β -amiloide y su deposición. Con el tiempo aparecería una 3 amiloidosis tipo enfermedad de Alzheimer (Pratico, Uryu, Sung, Tang, Trojanowski, & Lee, 2002). El péptido β -amiloide se ha descrito como el agente causante de la patología de AD (Hardy & Higgins, 1992; Peña, Meseguer, & González, 2005).

- **Hidrocarburos y solventes**

La viscosidad es inversamente proporcional a la toxicidad; así, los hidrocarburos pesados y viscosos son menos tóxicos. Pueden alterar la fluidez de las membranas en el tejido nervioso y disminuir el flujo sanguíneo cerebral, por un mecanismo aún no aclarado. Las complicaciones más frecuentemente asociadas son según (MSPS- UNAL, 2008):

- Neumonitis química por aspiración pulmonar, más frecuente con alifáticos.
- Depresión del Sistema Nervioso Central (SNC) con depresión respiratoria, más frecuente con aromáticos y halogenados.
- Irritación dérmica.
- Irritación ocular.
- Alteraciones en la médula ósea (hidrocarburos aromáticos).
- Sensibilización cardíaca al efecto de las aminas simpático-miméticas.
- Hepatotoxicidad por liberación de radicales libres que producen peroxidación lipídica (hidrocarburos halogenados).

- Efectos en el SNC: letargo, obnubilación, ataxia²⁷, vértigo, cefalea, disartria²⁸, alucinaciones, labilidad emocional, psicosis, convulsiones, coma. Respiratorias: tos, cianosis, taquipnea, SDR, roncocal y crépitos diseminados, disminución del murmullo vesicular, edema pulmonar, broncoaspiración, neumotórax (MSPS- UNAL, 2008).
- Efectos en el Tracto Gastro-Intestinal: náuseas, epigastralgia, odinofagia²⁹, falla hepática con ictericia, dolor en hipocondrio derecho, necrosis y cirrosis hepática. Se puede observar además arritmias cardíacas, parestesias³⁰, fiebre, insuficiencia renal aguda, trastornos hidroelectrolíticos, rabiomiolisis³¹, eritema, prurito, dermatitis, anemia aplásica y leucemia mielóide aguda o mieloma múltiple (complicación con el uso crónico) (MSPS- UNAL, 2008).

Se ha descrito un cuadro clínico por la exposición crónica, especialmente de origen ocupacional y que depende de diferentes variables como son: la concentración del hidrocarburo en el ambiente, el tiempo de exposición, el volumen corriente del paciente y el coeficiente de partición aire/sangre de cada hidrocarburo. El benceno es el menos implicado en este tipo de toxicidad, y el más involucrado es el tolueno. Se reportan alteraciones cognitivas y motoras con ataxia, espasticidad³², disartria y demencia (Síndrome del pintor). Se reporta también en la literatura que aproximadamente 9% de los pacientes que laboran con hidrocarburos presentan dermatitis de contacto. También se describe foliculitis crónica en pacientes con exposiciones prolongadas a kerosene y diesel. En caso de sospecharse toxicidad por tolueno se debe solicitar medición de su metabolito, ácido hipúrico en orina (MSPS- UNAL, 2008).

- **Monóxido de carbono**

El monóxido de carbono es incoloro, inodoro, insaboro y un gas no irritante lo cual le facilita el proceso de intoxicación ya que no despierta fenómenos de alergia o irritación, por lo cual las personas no detectan la exposición a esta sustancia. Es producido por la combustión incompleta de algún material que contenga carbono. El monóxido de carbono se une a la hemoglobina con una afinidad 250 veces mayor que el oxígeno, resultante en una saturación reducida de la oxihemoglobina y una disminución de la capacidad de los transportadores de oxígeno a los tejidos en la sangre. En adición la curva de disociación de la oxihemoglobina es desplazada hacia la izquierda. Las personas que sufren de anemia corren un peligro mayor de intoxicarse, pues el monóxido de carbono impide la liberación del oxígeno de la oxihemoglobina no alterada. El monóxido de carbono puede inhibir directamente la citocromo oxidasa (MSPS- UNAL, 2008).

La toxicidad es una consecuencia de hipoxia celular e isquemia, por lo que no importa el peso corporal de la persona que esté expuesta, ni tampoco el número de personas presentes, sino que cada uno de ellos está expuesto al riesgo (MSPS- UNAL, 2008).

²⁷ Signo clínico que se caracteriza por provocar la descoordinación en el movimiento de las partes del cuerpo

²⁸ Alteración en la articulación de las palabras.

²⁹ Dolor de garganta producido al tragar fluidos, frecuentemente como consecuencia de una inflamación de la mucosa esofágica o de los músculos esofágicos.

³⁰ Sensación o conjunto de sensaciones anormales de cosquilleo, calor o frío que experimentan en la piel ciertos enfermos del sistema nervioso o circulatorio.

³¹ Trastorno caracterizado por la desestructuración y posterior necrosis del músculo esquelético

³² Trastorno motor del [sistema nervioso](#) en el que algunos [músculos](#) se mantienen permanentemente contraídos

Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

Los síntomas de intoxicación son predominantemente en los órganos con alto consumo de oxígeno como el cerebro y el corazón. El proceso de intoxicación puede simular cualquiera de las encefalopatías conocidas. La mayoría de los pacientes presentan cefalea con sensación de pulsación de las arterias temporales, mareo, náuseas y vómito; pueden ocurrir fenómenos sensoriales auditivos y visuales; así mismo los pacientes con enfermedad coronaria pueden presentar angina o infarto del miocardio; los sobrevivientes a serias intoxicaciones pueden sufrir numerosas secuelas neurológicas consistentes con daño hipóxico isquémico; por otra parte la exposición durante el embarazo puede resultar en muerte fetal (MSPS- UNAL, 2008).

- **Mercurio**

La exposición a mercurio se puede clasificar de diferentes formas, por ejemplo: ambiental y ocupacional; aire, agua, alimentos, medicamentos, entre otros. En la primera clasificación se ha tenido un mayor estudio de las fuentes ocupacionales y es de la que se tiene mayor información, pero no ocurre lo mismo con la exposición ambiental, la cual se caracteriza por niveles bajos de exposición crónica y donde pueden existir más de una fuente potencial (Domínguez Majin, 2012).

El mercurio existe en varias formas: elemental (o metálico), inorgánico (exposición ocupacional) y orgánico (como el metilmercurio, que penetra en el cuerpo humano por vía alimentaria). Estas formas de mercurio difieren por su grado de toxicidad y sus efectos sobre los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel, los pulmones, los riñones y los ojos (OMS, 2013; INS, 2016), sin embargo en las emisiones por quema de envases de plástico se espera encontrar mercurio elemental.

Las manifestaciones clínicas varían de acuerdo al tipo de compuesto, a la dosis y frecuencia de la exposición. Los principales hallazgos clínicos se presentan en la *Tabla 95*.

Tabla 95. Manifestaciones clínicas de la intoxicación por compuestos de mercurio.

TIPO DE INTOXICACIÓN	MERCURIO METÁLICO	MERCURIO INORGÁNICO	MERCURIO ORGÁNICO
Aguda	Exposición a vapores con elevadas concentraciones de mercurio: fiebre, escalofríos, dificultad respiratoria, tos, cefalea, sabor metálico, sialorrea, náuseas, vómito, diarrea, trastornos visuales, temblores, irritabilidad. Neumonitis química, edema pulmonar.	Ingestión de sales: coloración grisácea de las mucosas, sabor metálico, quemaduras en la oro - faringe, náuseas, vómito, dolor abdominal, necrosis intestinal, gastroenteritis hemorrágica, falla renal.	Infrecuente; síntomas gastrointestinales, temblores, dificultad respiratoria y dermatitis.
Crónica	Caracterizada por daño renal, alteraciones neurológicas y síntomas gastrointestinales. Clásicamente se describe una triada: 1. Gingivostomatitis, sabor metálico, sialorrea, náuseas, caída de los dientes. 2. Eretismo mercurial: alteración neuropsiquiátrica caracterizada por astenia, adinamia, depresión, cefalea, insomnio, anorexia, irritabilidad,		Después de un periodo de latencia de semanas a meses aparece ataxia, parestesias, disartria, déficit auditivo, constricción del campo visual, alteraciones del olfato, alteraciones emocionales, temblores

TIPO DE INTOXICACIÓN	MERCURIO METÁLICO	MERCURIO INORGÁNICO	MERCURIO ORGÁNICO
	hipersensibilidad a estímulos, labilidad emocional, dificultades de concentración, pérdida de memoria y alucinaciones. 3. Temblor de intención que inicia en extremidades, dedos, párpados, labios, lengua y otras áreas altamente inervadas, que se incrementa con el movimiento voluntario y desaparece durante el sueño. Otras alteraciones neurológicas incluyen: neuropatía sensitivo-motora, ataxia, visión en túnel y anosmia.		

Fuente: (Young-Jin, 2007; INS, 2016)

- **Cromo Hexavalente**

El cromo elemental no existe como tal en la naturaleza, pero se encuentra combinado con otros elementos principalmente óxidos y sulfuros, de los que se extrae el metal, se emplea especialmente en metalurgia, para dar un acabado brillante y en aleaciones con hierro o acero, para dar dureza y resistencia a la corrosión. Su nombre se debe a los distintos colores que presentan sus compuestos. La mayoría de ellos se encuentran en el estado de oxidación hexavalente (Cr VI) o trivalente (Cr III), cada uno de ellos tiene efectos tóxicos, pero el más peligroso es el hexavalente que es 500 a mil veces más tóxico que el trivalente. La toxicidad se presenta usualmente en ambientes industriales, la exposición es fundamentalmente de tipo cutáneo, inhalatorio y digestivo (Cohen & Costa, 2007; INS, 2016). Uno de sus principales usos es la aplicación a herramientas de corte, rodillos, cigüeñales, fabricación de cajas fuertes, cerraduras, y para el procesamiento de cueros y maderas. La exposición se da fundamentalmente en ambientes industriales. Se le ha asociado con el desarrollo de cáncer de pulmón y de las vías respiratorias altas (Bird, 2008; INS, 2016).

Respecto a las manifestaciones clínicas, estas pueden ser de tipo agudo:

- Por inhalación: ulceraciones de la mucosa nasal, neumonitis química.
- Por ingestión: gastritis, quemaduras y sangrado del tracto gastrointestinal, coloración amarilla de los dientes y la lengua.
- Por contacto cutáneo: úlceras y quemaduras. En exposición a grandes cantidades, puede desarrollarse neumonitis química, falla renal, hepática y muerte (Cohen & Costa, 2007; INS, 2016).

Las manifestaciones clínicas de tipo crónicas son por inhalación, siendo la ruta de exposición respiratoria la más importante, presentándose de manera ocupacional. Cursa con gingivitis, periodontitis, queratoconjuntivitis, dermatitis de contacto, bronquitis crónica, rinitis, sinusitis, pólipos nasales, perforación del septo nasal daño hepático y renal (Cohen & Costa, 2007; INS, 2016).

- **Plomo**

El plomo (Pb) es un metal blando, gris azulado, estable y resistente a la corrosión, se puede encontrar en estado elemental o en uno de sus dos estados de oxidación, Pb (+2) y Pb (+4) conformando compuestos inorgánicos (se han utilizado extensamente como pigmentos) y orgánicos (tetraetilo de plomo que se ha utilizado como aditivo de la gasolina) (Kosnett, 2005; INS, 2016).

La intoxicación aguda es poco frecuente, se puede manifestar por dolor abdominal, constipación, artralgias, cefalea, anemia hemolítica, insuficiencia renal aguda y encefalopatía. Por otra parte, la intoxicación subaguda y crónica se caracteriza por fatiga, malestar, irritabilidad, cefalea, anorexia, insomnio, pérdida de peso, disminución de la libido, artralgias y anemia. Cursa con manifestaciones del sistema nervioso central como alteraciones de la coordinación, encefalopatía, convulsiones, coma y en los niños alteraciones del desarrollo neurológico. Pueden presentarse mielopatías o degeneración axonal, que afecta principalmente los nervios motores (Henretig, 2008; INS, 2016). Los pacientes se pueden quejar de dolor abdominal (cólico saturnino) generalmente de localización periumbilical que mejora con la palpación profunda y que puede estar acompañado de náuseas, constipación o diarrea. En personas con mala higiene oral, se puede observar un ribete de color azulado en la encía, conocido como ribete de Burton. Se puede dar también compromiso renal, hiperuricemia e hipertensión (Needleman, 2004; INS, 2016).

- **Cadmio**

El cadmio (Cd) es un elemento natural de la corteza terrestre, puro es un metal blando de color plateado. Generalmente se encuentra como mineral combinado con otros elementos tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio) o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio). El cadmio es liberado al suelo, al agua y al aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura. El cadmio puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas. Los principales usos y aplicaciones del cadmio o sus compuestos son como pigmento en pinturas, esmaltes, plásticos, textiles, vidrios, tintas de impresión, caucho, lacas, etc., en aleación con cobre, aluminio y plata, en la producción de pilas de cadmio-níquel, como estabilizador de termoplásticos, como el PVC, en fotografía, litografía y procesos de grabado, como “endurecedor” de ruedas y llantas de automóvil, en fabricación de foto - conductores y células solares fotoeléctricas, en electroplatinado, en fabricación de “controles” de reactores nucleares.

4.2.2.2. Efectos en salud relacionados con estresores físicos, biológicos y ergonómicos

Según LOHP&ILWU (2013) a pesar de los beneficios del reciclaje, en las instalaciones industriales en donde se desarrollan estos procesos, los trabajadores están expuestos a riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos que deben ser evaluados con el fin de identificar y adoptar las medidas para la protección de su salud contra peligros y efectos como los enunciados enseguida:

- La presencia de polvo, bacterias y moho, en las plantas de reciclaje, está relacionada con la irritación en los ojos, la nariz y la garganta, tos, nariz suelta o tapada, alergias y, a largo plazo, asma y enfermedades pulmonares
- Largas jornadas de trabajo realizando actividades monótonas pueden causar lesiones ergonómicas que afectan nervios, tendones y huesos y que se manifiestan como la inflamación o dolor (constante o que punza), el adormecimiento, la rigidez, cosquilleo (como si esa parte del cuerpo se hubiera “dormido”), hinchazón, debilidad y pérdida de la coordinación
- Las agujas y otros materiales contaminados con sangre constituyen un riesgo en la transmisión de enfermedades como VIH/SIDA, Hepatitis B y C a través de cortadas, heridas abiertas, erupciones o agrietamientos en la piel, cortes con aguja usada, navaja o vidrio roto.

En el contexto nacional, Ballesteros, V et al (2008) realizaron un estudio para identificar los factores de riesgo biológicos a los que están expuestos los recicladores informales del Bazar de los Puentes de la ciudad de Medellín, a partir de la información relatada por ellos y en un momento determinado (enero–mayo de 2005); el estudio no incluyó exámenes diagnósticos ni clínicos, ni determinó relaciones causa-efecto. Los resultados obtenidos indican que el 96,6% de los 88 recicladores evaluados entran en contacto con material en descomposición (alimentos y animales muertos) y con material contaminado (chuzones y cortadas); el 62,5% con animales (roedores y perros) y el 79,5% con artrópodos. Igualmente, menos del 52% de la muestra usa medidas de protección (guantes, tapabocas, gafas) y apenas el 13,6% de éstos están vacunados, lo que aumenta la probabilidad de enfermar en esta población.

La revisión de la literatura efectuada por los autores, previamente citados, da cuenta de un conjunto de eventos en salud, relacionados con el contacto con residuos sólidos, como irritación de mucosas, rinitis, alergias, asma, bronquitis, conjuntivitis, micosis cutáneas, diarrea, incremento en las infecciones del tracto respiratorio, y otras enfermedades, derivadas del contacto con materia orgánica en descomposición, por la presencia de microorganismos patógenos: bacterias, parásitos y hongos que provienen de la basura y que ponen en riesgo la salud del reciclador, de su familia y grupo social, ya que las enfermedades que podría adquirir son transmisibles, derivando con ello altos costos en salud e incapacidad laboral, lo que reduce los ingresos económicos y el bienestar individual y social del reciclador.

Gómez, J et al al (2008) exploraron, mediante un estudio de tipo descriptivo, la caracterización socioeconómica en recicladores y familiares, en una muestra de 515 personas encuestadas y 174 valoradas médicamente, en el sector de Guayaquil (Medellín). Se concluye que el 71,6 % de la población, objeto del estudio, habita en barrios de estratos medibajo y bajo, y en su mayoría corresponden a población joven. Las enfermedades reportadas son: infecciones respiratorias (32,5 %) y diarreicas (10,5 %) mientras que en la valoración médica, se detectaron enfermedades crónicas (47,1 %), del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos (20,1 %). El 37 % carece de cobertura en salud.

En el Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental (MADS, 2012) se informa sobre los resultados de estudios realizados en relación con la afectación de la salud de la población de recicladores en ciudades como Bogotá y Medellín; por ejemplo:

- “En 1994, la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá investigó la morbilidad sentida a través de entrevistas con 108 recicladores que manifestaron haber padecido trastornos osteomusculares reflejados en dolor de cintura, de piernas y de cuello; gripe y tos, relacionadas con los cambios de clima y el polvo y vapores que se producen al remover la basura; síntomas gastrointestinales; problemas de órganos de los sentidos, principalmente los ojos; y dolores de cabeza, posiblemente por anemia, cambios de la tensión arterial o hipoglicemia”
- Con respecto a la afectación de las comunidades, en áreas rurales, la misma fuente anota que: “Se han realizado estudios que muestran como la mala disposición de los residuos convencionales en las áreas rurales puede afectar la salud de las comunidades, ya que estos la mala ya que estos hábitos favorecen la aparición de diferentes vectores los cuales se constituyen en los vehículos de transporte de agentes etiológicos de enfermedades como el dengue; Cabezas et al (2011) encontró en la población de Apulo, en Cundinamarca, formas inmaduras del vector *Aedes aegypti*, en residuos como latas, llantas, plásticos y vidrio. El peso porcentual de los residuos sólidos como criaderos correspondió al 16% respecto a los demás tipos de criaderos. En las poblaciones en donde existe presencia del mosquito *Aedes Aegypti* (vector transmisor del dengue), la inapropiada disposición de residuos sólidos, así como su acumulación, por deficiencias en la cobertura de los servicios de recolección de aseo domiciliarios, se constituye en un factor de riesgo para la enfermedad (Cabezas et al., 2011). En el municipio de Arauca, se ha testimoniado la presencia de malos olores y la proliferación de moscas por la mala gestión a los residuos sólidos urbanos generados (Salamanca, 2005)”.

4.2.3. Vulnerabilidad de la población expuesta a los agentes estresores en la gestión de residuos de E&EB

Como ya se comentó en la sección 4.2.1, la categoría *vulnerabilidad* es relevante en el campo de la salud pública para comprender la incidencia de los determinantes individuales y contextuales en el proceso salud-enfermedad. Así mismo, la estrategia para la gestión del riesgo en el marco de la Política de Atención Integral en Salud (MSPS, 2016) y en el Plan Decenal de Salud Pública (MSPS, 2014) del *enfoque diferencial* que considera las particularidades sociales, culturales, religiosas, territoriales y poblacionales de los grupos sociales y de las personas involucradas, en este caso particular en la gestión de los residuos de E&EB, permite identificar, de acuerdo con el tipo de exposición a los agentes estresores, la población vulnerable como se indica en la *Tabla 96*.

Tabla 96. Grupos poblacionales afectables por la gestión de los E&E de bebidas

TIPO DE EXPOSICIÓN	POBLACIÓN	ETAPAS DE LA GESTIÓN
Ocupacional	Personas que laboran, formal e informalmente, en la gestión de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposición en cuerpos de agua ➤ Disposición en botadero a cielo abierto ➤ Quema ➤ Enterramiento ➤ Relleno Sanitario

	Personas que laboran en la industria del reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recuperación de materiales ➤ Reciclaje
Ambiental	Ubicada en inmediaciones de los sitios en donde se transforman y valorizan los plásticos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Re-Usos (Principalmente población menor de cinco años) ➤ Lavado ➤ Acopio ➤ Disposición en cuerpos de agua ➤ Disposición en botadero a cielo abierto ➤ Quema ➤ Enterramiento ➤ Relleno Sanitario

Fuente: Presente estudio.

A continuación se presenta una aproximación al nivel de vulnerabilidad de la población ocupacionalmente expuesta a los agentes estresores en la gestión de E&EB, se puede lograr mediante la calificación de las 3 categorías señaladas en la *Tabla 97*.

Tabla 97. Calificación de indicadores de vulnerabilidad por exposición ocupacional en la gestión de E&EB

CATEGORÍA	INDICADOR	TRABAJADOR FORMAL	TRABAJADOR INFORMAL
Seguridad social	Acceso a servicios de salud	Moderada	Alta
	Afiliación Asegurador de Riesgo Laboral	Moderada	Alta
Ambiente y Seguridad industrial	Licencia ambiental	Moderada	Alta
	Programa de salud ocupacional registrado ante Ministerio de Trabajo	Baja	Alta
	Elementos de protección personal en sitio de trabajo	Baja	Alta
	Conocimiento del panorama de riesgos	Baja	Alta
Socio-económico	Nivel de ingreso	Baja	Alta
	Nivel de educación	Baja	Alta

Fuente: Presente estudio.

Niveles de vulnerabilidad de la población ocupacionalmente expuesta a los agentes estresores en la gestión de E&EB:

- i. La población que labora *formalmente* en la industria del reciclaje de E&EB en cumplimiento de las normas deben estar afiliados a los servicios de salud y a las Aseguradoras de Riesgos Profesionales (ARP); adicionalmente, las empresas deben cumplir con la formulación y aplicación del programa de salud ocupacional, el cual contempla las normas de higiene y seguridad industrial para la protección de los trabajadores y la capacitación continua para el conocimiento y reducción de los riesgos inherentes a estas actividades
- ii. La población *informal* vinculada a estos procesos por su misma condición, de informalidad, no cuentan con las garantías mínimas de protección contra los agentes estresores ni acceso, en muchos casos, a los servicios de salud. Situación que se agrava

por la falta de conocimiento de los peligros a los que se exponen en el ambiente de trabajo. Según las cifras reportadas por el Ministerio de Trabajo, en la rendición de cuentas sobre el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (PNSST) cerca de 15.6 millones de personas trabajan en condiciones de informalidad, es decir, que el 68% de la población económicamente activa en el país

Según Uribe,E (2014) la falta de acceso a la seguridad social, pensión y servicios de salud, constituye una de las problemáticas más serias en relación con las actividades de reciclaje que tiene implicaciones sobre el bienestar de más de 50.000 familias en el país. El autor cita los datos de los porcentajes de afiliación de los recicladores informales a la seguridad social, reportados por CEMPRE, así: Sisbén 28,77%; EPS 17,57; Pensión 6,99; ARP 11,46 y Caja de Compensación Familiar 14,96. Estas cifras son reveladoras de las condiciones precarias en las que la población recicladora realiza sus actividades y compromete su salud.

4.2.4. Riesgo potencial a la Salud (RS) asociado a la gestión de E&EB

Con base en los resultados de la caracterización del peligro y de la vulnerabilidad, durante las diferentes etapas de la gestión de los residuos de E&EB, se puede concluir que:

- La exposición de naturaleza ocupacional a los agentes estresores de carácter físico-químico, biológico y ergonómico adquiere mayor criticidad para la población que labora en condiciones de informalidad, principalmente, en las actividades de recuperación y reciclaje de los empaques y envases de bebidas; mientras que para los trabajadores formales de la industria del reciclaje estos riesgos, aunque no desaparecen, pueden ser menos críticos, siempre y cuando se apliquen las medidas correspondientes de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional.
- Con respecto a la disposición de los residuos de E&EB en cuerpos de agua, la exposición a los agentes estresores es de tipo ambiental. El mayor riesgo sanitario podría estar relacionado con la contaminación de aguas de consumo humano con el aluminio puesto que es un metal de alta persistencia tanto en los sistemas naturales como en el organismo y, como ya se mencionó, debido a su facilidad de absorción oral puede asociarse a la aparición de casos de Alzheimer en las personas que consumen aguas contaminadas con el metal.
- La disposición de los residuos de E&EB en botaderos a cielo abierto y en rellenos sanitarios, puede afectar a grupos poblacionales, ubicados en inmediaciones de estos sitios, pero también a las personas que laboran, formal e informalmente, en los mismos. Nuevamente, el aluminio es el agente estresor que presenta el mayor Índice de Toxicidad Potencial (ITP) y, por consiguiente, se constituye en un factor del riesgo anotado.
- Finalmente, durante la quema de los residuos de E&EB de Tetrabrik y de PET se liberan sustancias con elevados ITP más altos como el formaldehído, acetaldehído, el aluminio, y el cromo hexavalente relacionados con los riesgos de carcinogenicidad, mutagenicidad y persistencia ambiental y en humanos, que pueden afectar a los grupos

poblacionales que laboran, o están ubicados, en inmediaciones de los sitios en donde ocurre la quema accidental o controlada de los residuos.

4.3. Evaluación de los aspectos sanitarios asociados a la gestión de envases de plaguicidas

Uno de los principales objetivos del actual Gobierno de Colombia es impulsar el sector agrícola y transformarlo en un "motor" del crecimiento económico y de la reducción de la pobreza, para lo cual se requiere el aumento de la productividad con el fin mejorar la competitividad e integración sostenidas en los mercados agroalimentarios (OECD, 2015), siendo este un determinante estructural en la producción de plaguicidas a nivel nacional, lo que ha generado una mayor oferta de estos productos con el fin de combatir las plagas que ponen en riesgo las cosechas. En la *Tabla 98* se identifica la producción y venta de plaguicidas por el tipo de acción de los productos químicos agrícolas comercializados en Colombia, identificándose que los fungicidas, insecticidas y plaguicidas son los que presentan mayor volumen de producción y ventas.

Tabla 98. Producción y venta de plaguicidas químicos de uso agrícola, por tipo de control 2013

Tipo de acción	Kg				Lt			
	Producción	%	Ventas	%	Producción	%	Ventas	%
Acaricida	0,00	0,00	2553	0,02	1356	0,00	7340	0,02
Bactericida	0,00	0,00	6896	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Coadyudante	22.158	0,13	2000	0,02	782602,65	1,26	986418,81	2,17
Defoliante	0,00	0,00	0,00	0,00	900000	1,45	338,40	0,0
Fumigante	0,00	0,00	18619	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
Desinfectante								
Fungicida	14725218,27	88,74	6647666,98	63,56	15451578,57	24,97	7933368,49	17,48
Herbicida	56559	0,34	1154448,36	11,04	30899751,03	49,94	28882773,03	63,64
Herbicida	56559	0,34	1154448,36	11,04	30899751,03	49,94	28882773,03	63,64
Insecticida	1765150,72	10,64	2586064,75	24,73	13785156,97	22,28	6805426,52	14,99
Insecticida/fungicida	0,00	0,00	0,00	0,00	1440	0,00	13200	0,03
Regulador de crecimiento	0,00	0,00	13810,60	0,13	53468	0,09	36992	0,08
Rodenticida	24032	0,14	14747	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros			11942	0,11	1400		718871,60	1,58
Total general	16593117,99	100	10458747,68	100	61876753,22	100	45384728,84	100

Fuente: (ICA, 2013)

La producción y venta de plaguicidas está directamente relacionada con la generación de residuos de envases de estos productos, los cuales al estar contaminadas por estas sustancias son considerados residuos peligrosos y requieren de una gestión diferente a la que se realiza para los residuos domésticos. En dicha gestión intervienen diferentes actores, desde los productores del plaguicida hasta el usuario final y, por supuesto, los gestores de residuos peligrosos. A continuación se inicia con la presentación de los agentes estresores en las etapas de gestión y la identificación de los actores claves de la misma; posteriormente se hace una caracterización y priorización de los peligros potenciales por tipo de población expuesta; se realiza un análisis de la vulnerabilidad de la población expuesta; se caracteriza el riesgo de la población expuesta; y se finaliza con una propuesta de intervenciones en salud.

4.3.1. Identificación de los agentes estresores en las etapas de la gestión

Antes de iniciar el análisis de las etapas de gestión de los envases de plaguicidas, es preciso identificar que el ciclo de vida se inicia con la producción de plaguicidas, la cual puede generar la emisión y liberación de sustancias químicas por parte de la industria, así como una exposición laboral a las personas que trabajan en la misma y una exposición ambiental a la comunidad en inmediaciones de la industria.

Posteriormente, el producto formulado puede ser utilizado en los cultivos agrícolas mediante diferentes mecanismos de aplicación como son la bomba de espalda, la fumigación aérea, la bomba estacionaria, entre otras. El uso de plaguicidas en la actividad agrícola, puede generar la exposición y posterior intoxicación ocupacional de los trabajadores, como se identificó en la propuesta de formulaciones de plaguicidas extremadamente peligrosas realizada por Colombia ante el Convenio de Rotterdam, en donde se presentaron las formulaciones de plaguicidas con ingrediente activo carbofuran para ingresar al anexo III del Convenio, como resultado de la propuesta se identificó que un 92% de las personas entrevistadas se encontraban realizando la aplicación del plaguicida en el campo o cultivo y los métodos de aplicación mayormente utilizados fueron: bomba de espalda con un 65% y bomba estacionaria con un 16%, además el uso de Elementos de Protección Personal- EPP era limitado (Convenio de Rotterdam, 2015).

Después de su uso, se inicia el proceso de gestión de los envases de plaguicidas, eje central de la evaluación de riesgo a desarrollarse en este documento, en donde los agricultores tienen un papel importante en el cumplimiento de los planes de posconsumo de los plaguicidas, los cuales son regulados por la Resolución 1675 del 2 de Diciembre de 2013, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas (MADS, 2016).

Estos planes se constituyen en el instrumento de gestión que establece un conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos posconsumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada e incluyen los envases, empaques, embalajes (sin importar el tipo de material: plástico, metal, vidrio, etc.) y productos de plaguicidas desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil, sin perjuicio del uso agrícola, veterinario, doméstico e industrial; siendo responsabilidad de los fabricantes, importadores y los participantes de la cadena comercial de los plaguicidas, incluido el consumidor final, participar en el proceso de devolución de los envases, empaques y embalajes de plaguicidas producto del posconsumo (MADS, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, el agricultor debería dar cumplimiento a las siguientes etapas de gestión (UNEP, 2016):

- Triple lavado: Acción desarrollada por el aplicador del plaguicida, tendiente a minimizar el riesgo por la presencia de plaguicida dentro del envase o empaque una vez se ha desocupado.
- Inutilización: Acción mecánica desarrollada por el aplicador del plaguicida que impide la reutilización del envase. El empaque cuando se destapa ya queda inutilizado.

- Separación: Clasificación realizada por el usuario o aplicador del plaguicida de acuerdo a los materiales en que están elaborados los envases, empaques y embalajes de plaguicidas. Esta acción incluye la separación de las tapas de los envases.
- Embalado: Actividad de empaque realizada por el usuario del plaguicida de acuerdo a su material y tamaño, de los diferentes residuos post-consumo con el triple lavado e inutilizados para su almacenamiento transitorio en las fincas.
- Acopio: Almacenamiento transitorio realizado por el usuario del plaguicida para la entrega al Plan de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo del fabricante y/o importador en la zona.
- Devolución: Entrega del envase, empaque y embalaje de plaguicida pos consumo con el triple lavado, inutilizado, clasificado y embalado al Plan de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo del fabricante y/o importador del plaguicida en la zona.

Sin embargo, se ha identificado a nivel nacional, de una forma no sistematizada, que no siempre estas etapas se cumplen con la rigurosidad necesaria, lo cual puede obedecer a fallas en la capacitación del consumidor final del plaguicida, ausencia de rutas de recolección de envases de plaguicidas en algunas zonas de país, oportunidad económica en la venta de los envases vacíos (los cuales son usados para el contrabando de plaguicidas), entre otras. Lo anterior ocasiona que se generen prácticas inadecuadas como son la quema de los envases de plaguicidas, disposición en cuerpos de agua, re-uso como contenedores de alimentos, disposición en residuos comunes, enterramiento, disposición en campo, quema, entre otros. Si bien a nivel nacional, no existe información disponible que permita cuantificar las practicas que se desarrollan en campo sobre la disposición de plaguicidas, a nivel internacional si se han realizados varios estudios, como son el de *Damalas, Telidis, & Thanos (2008)* en el Norte de Grecia y el de *Al Zadjali, Morse, Chenoweth, & Deadman (2013)* en el Norte de Omán, en los que se evidencia (*Tabla 99* y

Tabla 100) métodos de disposición inadecuados de los envases.

Tabla 99. Método de Disposición de envases de plaguicidas por agricultores del Norte de Grecia

Método de Disposición ³³	No. de personas	Porcentaje
Botar los envases en el campo	49	30,2
Almacenar los envases para otros uso	3	1,9
Almacenar los envases y luego venderlos	4	2,5
Almacenar los envases y luego enterrarlos	5	3,1
Disponer los envases en los residuos comunes	18	11,1
Botar los envases en los canales de riego o arroyos	54	33,3
Almacenar los envases vacíos y luego quemarlos	29	17,9

Fuente: Adaptado de (Damalas, Telidis, & Thanos, 2008)

³³ La pregunta no era de opción múltiple de respuesta.

Tabla 100. Método de Disposición de envases de plaguicidas por agricultores del Norte de Omán

Método de disposición	% Trabajadores		% Propietarios		Todos (%)
	FA ³⁴	No FA ³⁵	FA	No FA	
Re- Uso	0	0	0	0	0
Venta	5.8	41.1	24.1	19.6	22.5
Enterramiento	0	7.8	0	3.6	2.8
Basura	96.2	21.6	98.1	33.9	66.4
Quema en el sitio	0	90.2	14.8	71.4	44.1
No uso de plaguicidas	0	0	0	7.1	1.9
No responde	1.9	0	0	0	0,5

Fuente: Adaptado de (Al Zadjali, Morse, Chenoweth, & Deadman, 2013)

A continuación, se presenta una síntesis de los peligros asociados a una disposición inadecuada de envases y empaques de plaguicidas, basad en la revisión de la literatura (Figura 8):

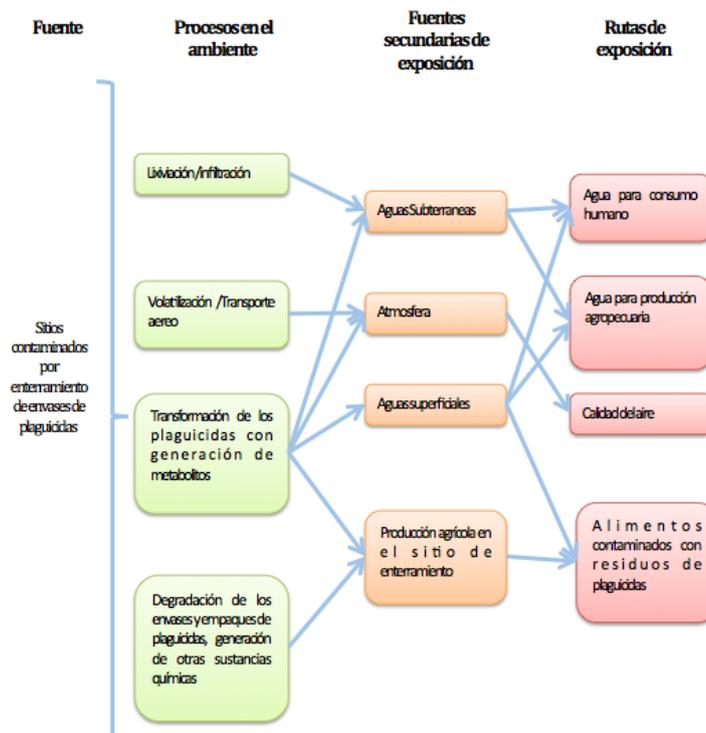
- **Disposición en fuentes hídricas:** La disposición de envases de plaguicidas en fuentes hídricas genera trazas de plaguicidas o sus metabolitos (los cuales pueden tener diferente toxicidad, esto dependerá del tipo de plaguicida y la ruta de degradación), y pueden generar una ruta de exposición si esta fuente es utilizada para consumo humano. Las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) convencionales no tienen la capacidad de retirar este tipo de contaminantes, configurando así una amenaza para la salud de la población.
- **Disposición en el campo o cultivo:** Este tipo de disposición puede generar varias rutas de exposición, como es el uso o la manipulación de estos envases por otras personas, los cuales pueden hacer parte de la población ocupacional, para-ocupacional o de la población aledaña (exposición ambiental) y puede provocar a una intoxicación. Los residuos de plaguicida, dentro del envase, pueden movilizarse a fuentes de aguas superficiales o subterráneas utilizadas por las personas.
- **Re-uso:** Es una práctica común en el campo, en donde los envases o empaques son utilizados para el almacenamiento de alimentos o bebidas, lo que puede generar una intoxicación alimentaria. De acuerdo al *Informe Final Del Evento Enfermedades Transmitidas Por Alimentos, Colombia, 2015*, para este año se identificó una muestra de alimento/agua contaminada con organofosforados circunstancia que ocasionó el respectivo reporte de intoxicación alimentaria (INS, 2015).
- **Venta:** La venta de envases de plaguicidas puede generar su falsificación y constituir un peligro potencial para la salud humana y el medio ambiente, ya que los productos falsificados no son probados, ni sometidos a procesos de evaluación para autorizar su comercialización en un país, en consecuencia, es posible la exposición de las personas plaguicidas sin tener certeza de sus posibles efectos y formas de tratamiento.
- **Quema:** en muchas ocasiones los agricultores hacen quema de envases o empaques de plaguicidas a cielo abierto, principalmente envases de polietileno de alta densidad, lo

³⁴ Miembros de Asociaciones de Agricultores, por sus siglas en inglés FA (Farmer Association members).

³⁵ No miembros de asociaciones de Agricultores.

cual ha generado la preocupación de que se liberen dioxinas y furanos al ambiente (polychlorinated dibenzodioxin and dibenzofurans- PCDD/PCDF), sobre todo cuando estos envases contienen residuos de plaguicidas policlorados, así mismo puede darse la emisión de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y material particulado. En el estudio realizado por *Gullett, Tabor, Touati, Kasai, & Fitz, (2012)* se identificó que a medida que se utilizaban envases de plaguicidas que contenían policlorados se aumentaban los factores de emisiones de dioxinas y furano, así mismo este valor aumentaba cuando no se realizaba el lavado de los envases

- **Enterramiento:** Este tipo de disposición de los envases puede generar sitios contaminados con plaguicidas, al no tener un control sobre la ubicación de estos sitios se dificulta la intervención de los mismos. En la



- *Figura 8*, se identifican los procesos que se pueden dar en el suelo cuando se presenta el enterramiento de los envases de plaguicidas, así como las diferentes fuentes secundarias y rutas de exposición que pueden conllevar a posteriores efectos en salud. Es importante resaltar que dentro del suelo se pueden dar procesos de degradación que producen metabolitos, de diferente nivel de toxicidad, esto dependerá del tipo de plaguicida y la ruta de degradación. El peligro aumenta a medida que la persistencia, los factores de bioacumulación y la toxicidad son mayores, con potencialidad de afectar la salud y ambiente, a largo plazo; el tipo de efectos dependerá del tipo de plaguicida enterrado y sus características toxicológicas. Teniendo en cuenta lo anterior, esta práctica genera una exposición ambiental a la población general.

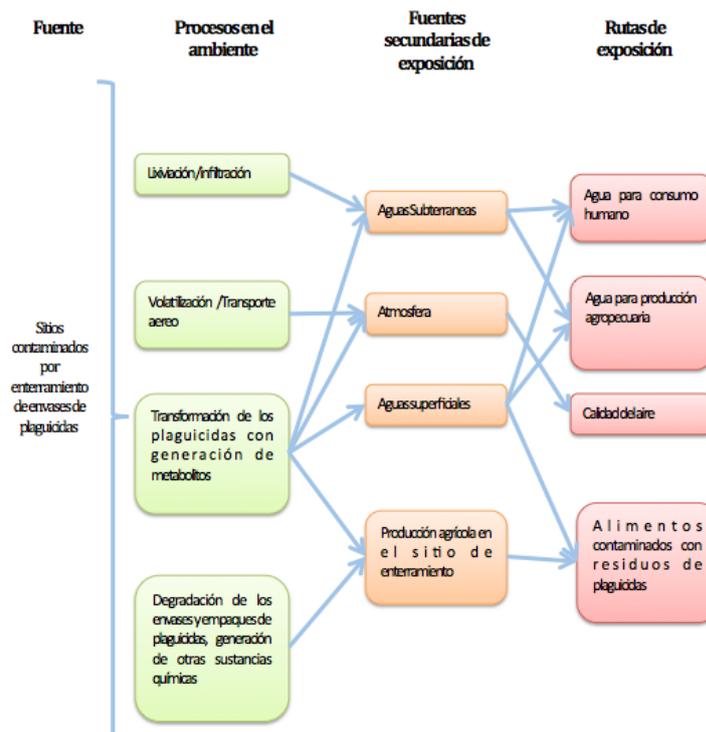


Figura 8. Rutas de exposición de plaguicidas o sus metabolitos por enterramientos de envases de plaguicidas. Fuente: Adaptado de (Pizzol, Critto, Agostini, & Marcomini, 2011)

Es importante resaltar que estas prácticas inadecuadas pueden contribuir a la accidentalidad de la población ocupacionalmente, expuesta. En 2012 el sector de la agricultura presentó la mayor tasa de accidentalidad: 16,61 por cada 100 trabajadores, seguido de minas y canteras con 15,46 la industria manufacturera con 11,43 y la construcción con 10,43. Lo anterior permite sugerir que en este sector agricultura existen peligros potenciales asociados, aunque se desconocen los impactos en la población informal puesto que debido a esta condición carecen del aseguramiento a riesgos laborales, lo cual favorece las condiciones para que se presente mayor número de accidentes y conductas inadecuadas en la producción agrícola, por ausencia de programas ocupacionales que permitan disponer de elementos de protección personal, así como capacitaciones de autocuidado y buenas prácticas agrícolas; adicionalmente la prestación del servicio de salud no se reporta a la base datos de las ARL.

Cuando los envases de plaguicidas se entregan a empresas de operación logística (como por ejemplo: Bioentorno, Corporación Campo Limpio, Aprovet y Colecta, entre otras), continúan las siguientes etapas de gestión:

- **Almacenamiento:** Después de realizar la recolección de los envases y empaques de plaguicidas, se realiza el almacenamiento en donde se verifican sus condiciones. Si no se ha realizado el triple lavado, los envases son rechazados para los procesos de aprovechamiento y se envían a celdas de seguridad. Dentro de este proceso, el principal riesgo a la salud se asocia a la exposición de los plaguicidas presentes en los envases, en donde la exposición es principalmente de tipo ocupacional.
- **Centro de Acopio:** Si los envases de plaguicidas cumplen los requerimientos para ser aprovechados, se llevan a los centros de acopio en donde se hace un lavado superficial con el fin de eliminar las etiquetas.

- **Aprovechamiento/ valorización:** En el proceso de aprovechamiento, los envases se someten a procesos físicos de trituración, extrusión y moldeo con el fin de elaborar los pellets de madera.
- **Coprocesamiento:** Co-procesar es ingresar desechos al horno cementero para su disposición final, de tal forma que no se generen nuevos residuos, cenizas o emisiones. Se denomina así porque se desarrolla de forma simultánea con la producción de clínker (componente del cemento). Es una operación ambientalmente segura, económicamente viable, y de práctica común en el mundo, que aprovecha las altas temperaturas del horno cementero (entre 1.100 y 2.000°C), el prolongando el tiempo de residencia y la elevada turbulencia a la que están sometidos los materiales (Holcim, 2016); actualmente la única empresa avalada para desarrollar este proceso es Holcim en Boyacá.
- **Disposición en celda de seguridad:** Cuando los envases no cumplen con las características necesarias para el aprovechamiento, son remitidos a una celda de seguridad en un relleno sanitario.
- **Incineración:** Igualmente, cuando no es posible el aprovechamiento, los envases se envían a un incinerador el cual debe cumplir con el requisito de licencia ambiental.

De acuerdo con los datos del MADS, del total de los residuos de posconsumo de plaguicidas, el 44.93% son tratados térmicamente, el 2.17% son aprovechados y el 52.90% usa técnicas de disposición final combinadas (MADS, 2016). Si las etapas anteriores se desarrollan cumpliendo la normativa ambiental las amenazas o peligros para salud por exposición a sustancias químicas podrían relativamente bajos; lo anterior indica que los mayores peligros se pueden presentar en las etapas relacionadas con las labores del agricultor.

4.3.2. Caracterización y priorización del peligro potencial en las etapas de la gestión del residuo

4.3.2.1. Peligro asociado a los envases de plaguicidas generados en actividades agrícolas

- **Metodología para el cálculo del Índice de Toxicidad Potencial (ITP)**

El peligro potencial a la salud humana que se puede derivar de los envases de plaguicidas que se convierten en residuos, después de las correspondientes aplicaciones, se evaluará mediante el cálculo del Índice de Toxicidad Potencial (ITP), en las etapas de la gestión del residuo, y con base en estos resultados se efectuará una priorización de los mismos con el objeto de identificar aquellos de mayor peligrosidad para la salud humana. Para tal efecto se adaptó la metodología propuesta por *Valcke, y otros (2005)* para este tipo de estudios, la cual consta de las siguientes etapas:

- **Cálculo de la cantidad de plaguicidas (QI) a evaluar:** Se utilizaron las estadísticas del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA sobre producción, importación, exportación y ventas de 2013 (última actualización) (ICA, 2014), y se seleccionaron los datos de las ventas para realizar el cálculo del Qi (Cantidad de entrada por sus siglas en inglés).
- **Cálculo del Potencial Toxicodinámico:** Se obtiene como la sumatoria de los valores asignados a las propiedades de mutagenicidad, teratogenicidad y carcinogenicidad de un

ingrediente activo y se asigna un valor de default el cual tiene la finalidad de ningún plaguicida tenga un potencial cero, por lo cual el valor máximo que puede obtener un plaguicida es de 19, como se presenta en la *Tabla 101*.

Tabla 101. Criterios para la calificación del potencial toxicodinámico (TDP)

Potencia	Clasificación	Valor asignado
Carcinogenicidad	Sustancia es clasificada como un cancerígeno humano (IARC: I)	8
	Sustancia es clasificada como un probable humano (IARC: 2A)	7
	Sustancia es clasificada como un posible humano (IARC: 2B)	6
	Sustancia no ha sido clasificada de acuerdo a su carcinogenicidad, no son concluyentes o no están disponibles (IARC: 3)	3
	No Cancerígeno	0
Mutagenicidad	Obvia	6
	Moderada	5
	Baja	4
	No determinada	2
	No mutagénica	0
Teratogenicidad	Obvia	4
	Moderada	3
	Baja	2
	No determinada	1
	No mutagénica	0
Valor default		1

Fuente: (Valcke, et al., 2005)

Para obtener la información de carcinogenicidad se consultó la base de datos de la Agencia Internacional para la Vigilancia del Cáncer, por sus siglas en inglés IARC³⁶. Con respecto a la información de mutagenicidad y teratogenicidad se utilizaron diferentes bases de datos, como la del National Center for Biotechnology Information³⁷ Pubchem, ETOXNET que es un esfuerzo cooperativo de varias universidades³⁸, Wolfram| Alpha Chemical³⁹ y Pesticide Properties DataBase de la Universidad de Hertfordshire⁴⁰.

- Potencial Toxicológico-Cinético-ambiental TEKP: Se aplican los criterios de valoración indicados en la *Tabla 102* que corresponden a las propiedades cinéticas, ambientales y toxicas.

Tabla 102. Criterios para la calificación de las propiedades toxico/cinéticas ambientales (TEKP)

Propiedades	Clasificación	Valor asignado
Propiedades toxico/cinética ambiental/	Alto (vida media en suelos >60 días o BFC \geq 1000)	8
Persistencia en los	Medio (Vida media en suelos 30-60 días o $100 \leq BCF^{41} < 1000$)	7
	Bajo (Vida media en suelos \geq 15 días < 30 o BCF < 100)	6

³⁶ http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php

³⁷ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2912#section=Top>

³⁸ <http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>

³⁹ <http://www.wolframalpha.com/input/?i=cartap>

⁴⁰ <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/Reports/665.htm>

⁴¹ Factor de bioacumulación.

humanos/ambiente	Sin datos para los dos criterios	3
	No persistente (Vida media en suelos < 15 días y no bioacumulación)	0

Fuente: (Valcke, et al., 2005)

Para obtener la información de persistencia en suelo y el Factor de Bioacumulación (BCF) se utilizaron diferentes bases de datos, ya citadas: , National Center for Biotechnology Information- Pubchem, ETOXNET y Pesticide Properties DataBase de la Universidad de Hertfordshire.

- Cálculo del Potencial Tóxico Intrínseco y el Potencial Tóxico Ponderado: Teniendo en cuenta los valores de TDP y TEKP para cada ingrediente activo, se obtuvo el Índice de Toxicidad Potencial (ITP), posteriormente se calculó el factor de ponderación del peso de ingrediente activo reportado en las ventas (WTP) mediante la aplicación de las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$TDP * TEKP = ITP$$

$$ITP * \frac{QI}{Q_{total}} = WTP$$

- Identificación de la Dosis Letal LD_{50} : Adicionalmente, se realizó la búsqueda de la dosis letal 50 de los ingredientes activos, con el fin de identificar su categoría toxicológica y que sirviera como un criterio de priorización de los plaguicidas. Con este propósito se realizó la búsqueda de la información en las bases de datos: National Center for Biotechnology Information- Pubchem, ETOXNET y Pesticide Properties DataBase de la Universidad de Hertfordshire.
- Priorización de ingredientes activos por índices: Se identificó el percentil 25 del total de ingredientes activos relacionado específicamente con el WTP, es decir, la cantidad de ingreso (ventas en Kg de ingrediente activo) y la dosis letal 50.
- Análisis de los índices e información epidemiológica: Teniendo como base los ingredientes activos del percentil 25 para cada índice, se realizó una intersección de los índices de QI y el WTP, en donde se identificaron las sustancias que tenían mayor cantidad de ingreso y mayor WTP. Posteriormente, se clasificaron esos plaguicidas identificados por grupo químico, con el fin de comparar estos datos versus lo reportado en los informes epidemiológicos de intoxicaciones por sustancias químicas de los años 2015, 2014 y 2013. Se continuó con un ejercicio de intersección, encontrándose los ingredientes activos que tenían en común estas tres características. Finalmente, al realizar un cruce entre la información resultante del análisis anterior y el análisis de los ingredientes activos con menor dosis letal 50, WTP más altos y QI más altos, se completó el listado de priorización agregando las sustancias que se encontraban en esta última intersección (WTP vs QI vs Dosis letal 50).

Con base en el *enfoque diferencial* se distinguen 2 grupos poblacionales potencialmente afectables en relación con la gestión de esta corriente de residuos:

- Población ocupacionalmente expuesta: Se refiere a la fuerza laboral vinculada a la actividad agrícola, con énfasis en la población informal.
- Población ambientalmente expuesta: Se refiere a las personas que pueden exponerse a través del consumo de agua contaminada por plaguicidas; por el re-uso de envases de plaguicidas; y por exposición a emisiones producto de la combustión de los envases de plaguicidas, principalmente.

4.3.2.2. Índice de Toxicidad Potencial (ITP) y priorización de plaguicidas que pueden contaminar los envases desechados

- **Cálculo de la cantidad de entrada de plaguicidas (QI)**: Teniendo en cuenta que las estadísticas elaboradas por el ICA contenían mezcla de varios ingredientes activos, se eliminaron estos y se trabajó con ingredientes activos individuales (pasando de 311 plaguicidas a 217); adicionalmente, se eliminaron los ingredientes activos que presentaban valores de ventas anuales iguales o menores a 3000 Kg y 3000 Litros (con una base de 161 ingredientes activos).
- **Calculo del Potencial Toxicodinámico**: a partir de la etapa anterior, se obtuvo una base de datos de 161 ingredientes activos de los cuales 60 eran fungicidas, 40 herbicidas, 58 insecticidas, 1 fumigante y desinfectante, 1 rodenticida y 1 acaricida. Frente a la información de carcinogenicidad, se identificaron 154 ingredientes activos que no han sido clasificados como cancerígenos, como se presenta en la *Tabla 103*.

Tabla 103. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su carcinogenicidad

Tipo De Acción	Valor Asignado Según (Valcke, et al., 2005)				Total General
	3	6	7	8	
Acaricida	1				1
Fumigante Y Desinfectante	1				1
Fungicida	59	1			60
Herbicida	36	3	1		40
Insecticida	56		1	1	58
Rodenticida	1				1
Total General	154	4	2	1	161

Fuente: Presente estudio.

Adicionalmente, en las *Tabla 104* y *Tabla 105* se presentan los resultados de la clasificación de acuerdo a estos dos criterios, identificándose que una gran cantidad de ingredientes activos no cuentan con información de mutagenicidad y teratogenicidad, o que los resultados no son concluyentes o existen estudios que se contradicen.

Tabla 104. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su mutagenicidad

Tipo De Acción	Valor Asignado Según (Valcke, et al., 2005)					Total General
	0	2	4	5	6	
Acaricida		1				1

Fumigante Y Desinfectante		1				1
Fungicida	6	47	5	1	1	60
Herbicida	14	17	8	1		40
Insecticida	11	39	7	1		58
Rodenticida	1					1
Total General	32	105	20	3	1	161

Fuente: Presente estudio.

Tabla 105. Clasificación de los ingredientes activos de acuerdo a su teratogenicidad

Tipo De Acción	Valor Asignado Según (Valcke, et al., 2005)					Total General
	0	1	2	3	4	
Acaricida		1				1
Fumigante Y Desinfectante		1				1
Fungicida	4	50	5	1		60
Herbicida	8	22	8		2	40
Insecticida	11	39	7		1	58
Rodenticida		1				1
Total General	23	114	20	1	3	161

Fuente: Presente estudio.

Al realizar la sumatoria de los valores asignados a las tres características más el valor *default*, se obtuvo el valor del Potencial Toxicodinámico como se presenta en la *Tabla 106* donde ningún plaguicida obtuvo la máxima puntuación (19).

Tabla 106. Clasificación del Potencial toxicodinámico

TIPO DE ACCIÓN	TDP										TOTAL GENERAL
	Máximo posible: 19 puntos										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Acaricida				1							1
Fumigante Y Desinfectante				1							1
Fungicida	2	3		45	3	2	4	1			60
Herbicida	6	3	3	15	4	3	2		3	1	40
Insecticida	6	4	2	35	4		4	1	2		58
Rodenticida			1								1
Total General	14	11	5	97	11	5	10	2	5	1	161

Fuente: Presente estudio.

- **Propiedades Toxico/Cinéticas ambientales- TEKP:** En la *Tabla 107* se presentan los resultados de la clasificación de acuerdo a este criterio, identificándose varios ingredientes activos no cuentan con información de persistencia o factor de bioacumulación.

Tabla 107. Clasificación de las propiedades toxico/cinético ambientales

Tipo De Acción	TEKP					Total General
	1	1,5	2	3	4	

Tipo De Acción	TEKP					Total General
	1	1,5	2	3	4	
Acaricida		1				1
Fumigante Y Desinfectante		1				1
Fungicida	9	31	10	3	7	60
Herbicida	7	12	4	6	11	40
Insecticida	9	20	10	10	9	58
Rodenticida		1				1
Total General	25	66	24	19	27	161

Fuente: Presente estudio.

- **Calculo del Potencial Toxicógeno Intrínseco y el Potencial Toxicógeno Ponderado:** Se obtuvo como resultado que la mayor cantidad de ingredientes activos se ubican en rangos de potenciales de ponderación menor o igual a 1 (Suma de las dos primeras columnas del rango WTP: 156 ingredientes activos), como se observa en la *Tabla 108*.

Tabla 108. Clasificación del potencial tóxico ponderado

Tipo De Acción	Rango WTP					Total General
	<0,1	0,1-1	>1-2	>2<6	>6	
Acaricida	1					1
Fumigante Y Desinfectante	1					1
Fungicida	58	1	1			60
Herbicida	29	8	1	1	1	40
Insecticida	51	6	1			58
Rodenticida	1					1
Total General	141	15	3	1	1	161

Fuente: Presente estudio.

- **Identificación de la Dosis Letal LD_{50} :** Se obtuvo como resultado que la mayor cantidad de ingredientes activos se ubican en la Clase III y sin riesgo de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (*Tabla 109*)

Tabla 109. Clasificación del potencial tóxico ponderado

Tipo De Acción	Categoría Toxicológica Según OMS					Sin ⁴² Dato	Total General
	Clase IA ⁴³	Clase IB ⁴⁴	Clase II ⁴⁵	Clase III ⁴⁶	Sin Riesgo ⁴⁷		
Acaricida						1	1
Fumigante Y Desinfectante						1	1
Fungicida			9	21	25	5	60

⁴² Se presentaron 15 casos donde no fue posible obtener las dosis letales 50 de los ingredientes activos.

⁴³ Menor a 5 mg/Kg de Dosis letal 50

⁴⁴ 5-50 mg/Kg de Dosis letal 50

⁴⁵ 50 -500 mg/Kg de Dosis letal 50

⁴⁶ 500- 2000 mg/Kg de Dosis letal 50

⁴⁷ Mayor a 2000 mg/Kg de Dosis letal 50

Tipo De Acción	Categoría Toxicológica Según OMS					Sin ⁴² Dato	Total General
	Clase IA ⁴³	Clase IB ⁴⁴	Clase II ⁴⁵	Clase III ⁴⁶	Sin Riesgo ⁴⁷		
Herbicida		1	7	14	16	2	40
Insecticida	1	13	20	11	7	6	58
Rodenticida	1						1
Total General	2	14	36	46	48	15	161

Fuente: Presente estudio.

Teniendo en cuenta los índices anteriores, específicamente el WTP, la cantidad de ingreso (ventas en Kg de ingrediente activo) y la dosis letal 50, se identificó el percentil 25 del total de ingredientes activos (los 40 primeros ingredientes en cada uno de los índices).

Al realizar el análisis de solo el QI y el WTP, se identificaron 36 plaguicidas que compartían mayor valor en la cantidad de ingreso y el WTP *Tabla 110*).

Tabla 110. Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado

Tipo De Acción	Ingrediente Activo	Qi Ventas Kg	DI 50 Oral (mg/Kg)	WTP
Herbicida	Glifosato	1.64542*10 ⁷	5600	6.974
Herbicida	Paraquat	3.65085*10 ⁶	48	2.321
Fungicida	Clorotalonil	2.35148*10 ⁶	6000	1.163
Herbicida	Picloram	1.62878*10 ⁶	2000	1.151
Insecticida	Clorpirifos	5.83944*10 ⁶	32	1,65
Fungicida	Mancozeb	6.11196*10 ⁶	5000	0,971
Herbicida	2,4-D	4.11066*10 ⁶	320	0,944
Herbicida	Diuron	993768.	3400	0,842
Insecticida	Cipermetrina	831718.	82	0,353
Herbicida	2,4-D Amina	1.10028*10 ⁶	370	0,233
Herbicida	Butaclor	349672.	1740	0,222
Herbicida	Ametrina	528336.	508	0,187
Herbicida	Pendimetalina	727435.	1050	0,154
Herbicida	Terbutrina	395450.	2450	0,126
Insecticida	Carbofuran	205003.	2	0,116
Insecticida	Imidacloprid	136690.	131	0,116
Insecticida	Fipronil	227068.	91	0,112
Herbicida	Atrazina	386112.	1000	0,109
Insecticida	Profenofos	282590.	162	0,105
Insecticida	Dimethoato	294503.	28	0,104
Herbicida	Propanil	1.37653*10 ⁶	1080	0,097
Insecticida	Metamidofos	459155.	10	0,081
Herbicida	Oxadiazon	433136.	5000	0,08
Herbicida	Glufosinato De Amonio	400420.	416	0,074
Insecticida	Malathion	177383.	400	0,063

Tipo De Acción	Ingrediente Activo	Qi Ventas Kg	DI 50 Oral (mg/Kg)	WTP
Fungicida	Carbendazim	312510.	15000	0,061
Herbicida	Oxifluorfen	142995.	2700	0,061
Herbicida	Msma	300738.	102	0,08
Fungicida	Propiconazol	150555.	1490	0,056
Fungicida	Propineb	282052.	5000	0,052
Fungicida	Difenoconazol	268419.	1453	0,05
Insecticida	Metaldehido	317396.	175	0,045
Insecticida	Alfa Cipermetrina	168901.	1370	0,04
Herbicida	Bispiribac Sodium	201147.	3000	0,037
Herbicida	Acido 2,4d	167003.	370	0,035
Insecticida	Metomil	451773.	10	0,032

Fuente: Presente estudio.

En la *Figura 9* se representan los ingredientes activos con mayor valor de WTPA (eje Y) y cantidades de ingreso más altas (tamaño del círculo de cada ingrediente activo), y en el eje X se ubican las dosis letales de esos ingredientes activos. Se identifica que el glifosato (círculo verde más grande) arroja mayor de WTP y QI, seguido por el paraquat y el clorotalonil. Los colores se refieren al tipo de acción del ingrediente activo (azul: fungicida, verde: herbicida, rojo: insecticida).

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se clasificaron los 36 ingredientes activos de la por grupo químico (*Tabla 111*), para hacer una comparación de los datos de los informes epidemiológicos de intoxicaciones por sustancias químicas de los años 2013, 2014 y 2015, en donde se identificó que los principales grupos químicos asociados a las intoxicaciones fueron los organofosforados, carbamatos, piretroides y biperidilos. Por otra parte, el informe de Enfermedades Transmitidas por Alimentos-ETA del año 2015 revela que 31 brotes estuvieron asociados al factor de riesgo de utensilios tóxicos y en una muestra (biológica o de agua o de alimentos) se identificó como agente etiológico un organofosforado; dentro de estas intoxicaciones se pudo haber utilizado envases de plaguicidas para el embalaje de alimentos.

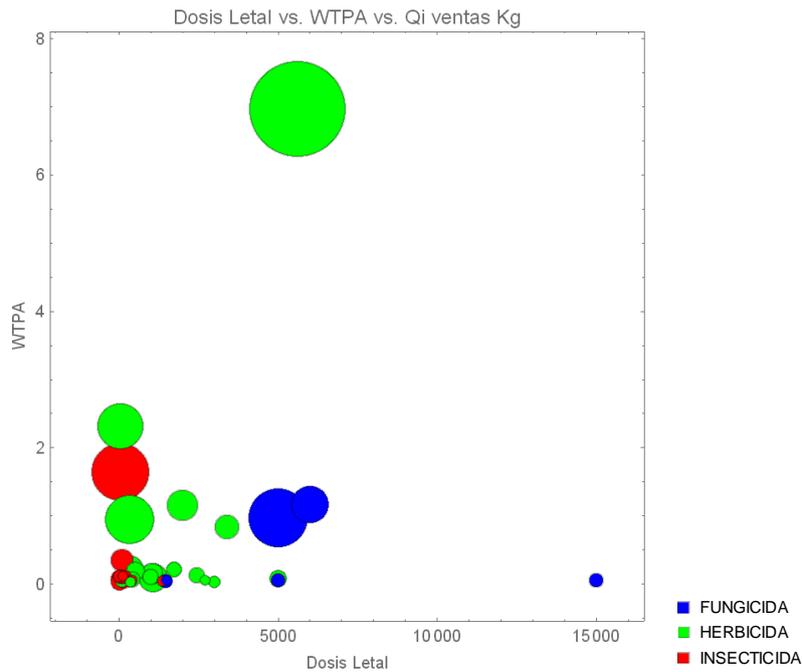


Figura 9. Intersección entre la Cantidad Ingresada-Qly el Potencial Toxico Ponderado-TWP.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111. Clasificación de los plaguicidas priorizados por grupo químico

Tipo De Acción	Grupo Químico	Ingrediente Activo
Fungicida	Aromaticos Policlorados	Clorotalonil
	Benzimidazoles	Carbendazim
	Ditiocarbamato	Mancozeb
		Propineb
	Triazol	Difenoconazol
		Propiconazol
Herbicida	Acetanilidas	Butaclor
	Amida	Propanil
	Bipiridilo	Paraquat
	Difenil Eter	Oxifluorfen
	Dinitroanilinas	Pendimetalina
	Fenilurea	Diuron
	Fenoxiacético	2,4-D
		2,4-D Amina
		Acido 2,4d
	Organoarsenical	Msm
	Organofosfonatos	Glifosato
	Organofosforado	Glufosinato De Amonio
	Oxadiazol	Oxadiazon
	Piridina	Picloram
	Pirimidiniloxibenzoico	Bispiribac Sodium
	Triazina	Ametrina
		Atrazina

Tipo De Acción	Grupo Químico	Ingrediente Activo
		Terbutrina
Insecticida	Carbamato	Carbofuran
		Metomil
	Fenil Pirazoles	Fipronil
	Orgánico	Metaldehido
		Organofosforado
		Dimethoato
		Malathion
		Metamidofos
		Profenofos
	Piretroide	Alfa Cipermetrina
		Cipermetrina
	Piridina	Imidacloprid

Fuente: Presente estudio.

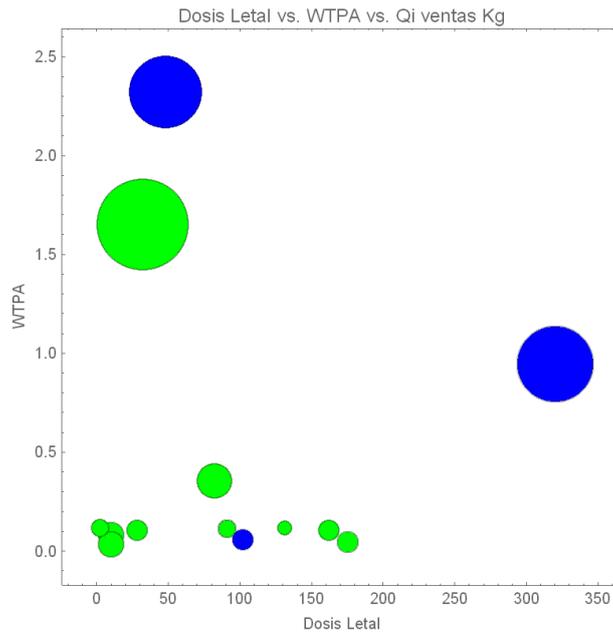
Un análisis adicional que se realizó fue el de buscar la intersección entre las sustancias que presentaron mayores valores de WTP, QI y menor dosis letal, se obtuvo que 13 sustancias que cumplían estas características, ver *Tabla 112*.

Tabla 112. Intersección de la dosis letal 50, Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado

Tipo De Acción	Ingrediente Activo	Qi Ventas Kg	DI 50 Oral (Mg/Kg)	WTP
Insecticida	Carbofuran	205003.	2	0.116
Insecticida	Metamidofos	459155.	10	0.081
Insecticida	Metomil	451773.	10	0.032
Insecticida	Dimethoato	294503.	28	0.104
Insecticida	Clorpirifos	5.83944*10 ⁶	32	1.65
Herbicida	Paraquat	3.65085*10 ⁶	48	2.321
Insecticida	Cipermetrina	831718.	82	0.353
Insecticida	Fipronil	227068.	91	0.112
Herbicida	Msma	300738.	102	0.08
Insecticida	Imidacloprid	136690.	131	0.116
Insecticida	Profenofos	282590.	162	0.105
Insecticida	Metaldehido	317396.	175	0.045
Herbicida	2,4-D	4.11066*10 ⁶	320	0.944

Fuente: Presente estudio.

En la *Figura 10* se observa que los plaguicidas que cumplen las tres características en su gran mayoría son insecticidas, ya que estos presentan menor dosis letal, adicionalmente se identifica al paraquat como el plaguicida que presenta mayor WTP y QI (circulo azul superior).



Círculos Verdes: insecticida/ Círculos Azules: herbicida

Figura 10. Intersección de la dosis letal 50, Cantidad Ingresada y Potencial Toxico ponderado.

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar un cruce entre la información de los plaguicidas con menor dosis letal 50, WTP y QI más altos y versus la información aportada por el Sistema de Vigilancia en Salud Pública, se concluye en la *priorización* de 14 plaguicidas (Tabla 113) como los de mayor interés desde el punto de vista de la gestión de esta corriente de residuos.

Tabla 113 Plaguicidas priorizados

Tipo De Acción	Grupo Químico	Ingrediente Activo
Herbicida	Bipiridilo	Paraquat
	Fenoxiacético	2,4-D
	Organoarsenical	Msma
Insecticida	Carbamato	Carbofuran
		Metomil
	Fenil Pirazoles	Fipronil
	Orgánico	Metaldehido
	Organofosforado	Clorpirifos
		Dimethoato
		Malathion
		Metamidofos
		Profenofos
	Piretroide	Alfa Cipermetrina
Cipermetrina		

Fuente: Presente estudio.

4.3.2.3. Índice de toxicidad potencial (ITP) para las sustancias producidas en la quema abierta e incineración de envases de plaguicidas

Por otra parte, con el fin de completar la evaluación de las sustancias en las etapas de gestión del residuo para la quema abierta de envases de plaguicidas, en donde se pueden generar sustancias químicas adicionales como lo identificado en el estudio de *Gullett, Tabor, Touati, Kasai, & Fitz, (2012)* se priorizaron las sustancias relacionadas a continuación y se calculó ITP⁴⁸ siguiendo la metodología expuesta anteriormente.

Óxidos de carbono, Material Particulado, HAP (acenafteno, acenaftileno, benzo (a) pireno, benzo (b) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, criseno, dibenzo (a,h) antraceno, fenantreno, fluoreno, indeno, Naftaleno) y Dioxinas y furanos (Pentachlorodibenzofuran, Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD))

Dado que en la etapa de incineración de envases de plaguicidas se pueden generar sustancias químicas como las dioxinas y furanos, por lo cual en esta evaluación se priorizaron las sustancias: Óxidos de carbono, Material Particulado, **Dioxinas y furanos** (Pentachlorodibenzofuran y Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD))

Con base en el estudio de *Gullett, Tabor, Touati, Kasai, & Fitz (2012)*, se calculó el ITP siguiendo la metodología de *Valcke, y otros (2005)* para las sustancias que se pueden producir en la quema abierta de residuos de plaguicidas. Identificándose que las sustancias que presentan mayores índices de toxicidad potencial son dibenzo (a,h) antraceno, benzo (k) fluoranteno, benzo (b) fluoranteno, Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD) y Pentachlorodibenzofuran, lo cual se debe a la evidencia de carcinogenicidad y mutagenicidad, así como a su gran persistencia en el ambiente y factores de bioacumulación (*Tabla 114*).

Tabla 114. ITP de las sustancias que se pueden generar en la quema abierta de envases de plaguicidas

Sustancia	Carcinógeno	Carci equiv	Terato	Mutagé	Default	TDP	TEK P	ITP
Óxidos de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Material Particulado	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
HAP								
acenafteno	3	3	1	2	1	7	4	28
acenaftileno	NC	3	1	2	1	7	4	28
benzo (a) pireno	1	8	1	2	1	12	1,5	18
benzo (b) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
benzo (k) fluoranteno	2B	8	1	4	1	14	4	56
criseno	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
dibenzo (a,h) antraceno	2A	7	1	6	1	15	4	60
fenantreno	3	3	1	2	1	7	4	28

⁴⁸ No es posible calcular el WTP ya que se desconoce la cantidad de envases que son generados y quemados en Colombia.

Sustancia	Carcinógeno	Carci equiv	Terato	Mutagé	Default	TDP	TEK P	ITP
fluoreno	NC	3	1	2	1	7	3	21
indeno	2B	6	1	2	1	10	2	20
Naftaleno	3	3	1	2	1	7	3	21
Dioxinas y furanos								
Pentachlorodibenzofuran	1	8	1	2	1	12	4	48
Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD)	3	3	1	2	1	7	8	56

Fuente: Presente estudio.

El resultado de este mismo análisis para los incineradores de residuos de plaguicidas (Tabla 115), la principal preocupación se centra en las dioxinas y furanos que se podrían emitir en caso de que el incinerador no cumpla con las especificaciones de la licencia ambiental.

Tabla 115. ITP de las sustancias que se pueden generar en la incineración de envases de plaguicidas

Sustancia	Carcinógeno	Carci equi	Terato	Mutagé	Default	TDP	TEKP	ITP
Óxidos de carbono	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Material Particulado	NC	3	1	2	1	7	1,5	10,5
Dioxinas y furanos								
Pentachlorodibenzofuran	1	8	1	2	1	12	4	48
Dibenzo-p-dioxinas policlorinadas (PCDD)	3	3	1	2	1	7	8	56

Fuente: Presente estudio.

4.3.3. Efectos en salud en las etapas de gestión de los envases de plaguicidas

A continuación se realizará la descripción de los aspectos toxicológicos de los grupos químicos de los plaguicidas priorizados, así como las sustancias adicionales que se pueden liberar en las etapas de gestión de los envases (Dioxinas, furanos e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos).

Bipiridilo- Paraquat: Los herbicidas del grupo de los biperidilos están formados por paraquat, diquat y morfamquat. De ellos el paraquat es el más efectivo y tóxico. La presentación común es en forma de líquido concentrado, siendo el Gramoxone al 20% el producto más empleado (UNINet, 2016). Dependiendo de las vías de exposición la absorción del paraquat cambia, como se presenta a continuación (Viales López, 2014):

- Vía oral: la absorción intestinal es tan sólo del 5 al 10%, sin embargo, es la vía más importante mediante la cual se han reportado la mayor parte de los casos fatales (Vargas Alvarado, 2007; Ariyama, Shimoda, Aono, Tsuchida, & Hirai, 2000; Perriens, Benimadho, Lie, Wisse, & Chee, 1992). La concentración máxima en sangre se alcanza 1 hora después de la ingestión.

- Vía ocular: produce irritación ocular severa, máximo 12 - 24 horas post exposición corneal, es de cicatrización lenta con recuperación completa. Eventualmente la lesión puede evolucionar hacia la opacificación corneal.
- Vía inhalatoria: no hay evidencia de intoxicación sistémica por esta vía (Vargas Alvarado, 2007; Ariyama, Shimoda, Aono, Tsuchida, & Hirai, 2000; Perriëns, Benimadho, Lie, Wisse, & Chee, 1992).
- Vía dérmica: se ha demostrado que el 0,3% de una dosis administrada en forma tópica puede absorberse, si hay daño extenso puede haber absorción del producto y generar toxicidad sistémica, pero en la práctica es de rara ocurrencia (Ariyama, Shimoda, Aono, Tsuchida, & Hirai, 2000; Perriëns, Benimadho, Lie, Wisse, & Chee, 1992).

Por otra parte, la vida media de distribución es de 5 horas y la de eliminación de 80 horas. Se elimina por riñón por filtración glomerular y secreción tubular activa, el 70 % en 48 horas, eliminándose el 30 % restante a lo largo de las 2-3 semanas siguientes (UNINet, 2016). La sintomatología varía según la cantidad de paraquat ingerida, puede tener efectos locales y generales (Martínez M, 1.993).

Efectos locales, son el resultado del poder cáustico del paraquat, se pueden presentar ulceraciones en boca, lengua, faringe y esófago, con unas pseudomembranas que recubren las úlceras que recuerdan la difteria. En ocasiones las ulceraciones esofágicas pueden perforarse. Estas manifestaciones aparecen a los pocos minutos-horas de la ingestión. Los síntomas iniciales son quemazón bucal o faríngea, disfagia o dolor retroesternal. Puede haber también ulceraciones en piel o en cornea, pero son infrecuentes.

La sintomatología general variará según el grado de intoxicación. Las intoxicaciones leves son aquellas en las que se ingiere menos de 20 mg/kg, presentan vómitos, diarreas y alteración de las pruebas funcionales respiratorias. En la intoxicación moderada-severa, aparece con dosis de 20-40 mg/kg, lo que se alcanza con menos de 15 ml del concentrado al 20%, junto a los síntomas descritos anteriormente aparece falla renal por necrosis tubular, alteración hepática y afectación pulmonar con aparición de edema pulmonar o síndrome de distres respiratorio del adulto y que en el transcurso de 2-3 semanas conduce a la fibrosis pulmonar y a la muerte. La intoxicación aguda fulminante, se produce con dosis mayores de 40 mg/kg. Habrá ulceraciones bucofaríngeas y en ocasiones perforaciones esofágicas y mediastinitis. Aparece fallo cardíaco con miocarditis tóxica que conlleva insuficiencia cardíaca y arritmias cardíacas graves, renal, hepático con aumento de transaminasas y bilirrubina, respiratorio, pancreático, adrenal por necrosis de las glándulas suprarrenales y neurológico con hemorragias cerebrales, todo ello conlleva un fallo multiorgánico que origina la muerte. Puede haber coma y convulsiones por edema cerebral.

Toxicidad subaguda, la ingestión de más de 4 ml/kg de concentrado de paraquat puede originar falla renal (UNINet, 2016).

Efectos crónicos: La exposición a dosis relativamente bajas de paraquat, pero por largos periodos, puede afectar los pulmones, el sistema nervioso, el cerebro y la piel. En estudios realizados en Taiwán, en productores de frutas, se ha identificado dermatitis en las manos, la mayoría en su mano derecha (Guo et al 1996); la mitad de esos productores usaban paraquat, esta condición aumenta el riesgo de absorción dérmica.

Adicionalmente, la exposición a largo plazo de dosis bajas de paraquat, se ha relacionado, a partir de estudios epidemiológicos, con pequeños cambios en el intercambio gaseoso de los

pulmones y fue asociado con un incremento a desarrollar enfermedad de Parkinson. La exposición crónica puede afectar la reproducción y producir defectos de nacimiento. Algunos estudios han identificado que la exposición de hombres trabajadores al paraquat y diquat fue asociada con el riesgo relativo de 2,77 (con 95% de intervalo de confianza 1,19 a 6,44) de que sus hijos tuvieran malformaciones congénitas y defectos de nacimiento (García et al 1998). Se encontró, en pruebas con animales, que el paraquat tiene efectos adversos en el desarrollo embrionario (Hausburg et al 2005) (RapalUruguay, 2006).

Por otra parte, un estudio realizado en Antioquia (Colombia) con la participación de 5.483 usuarios de paraquat, mostró que el 11% (15,2% de la población rural y 4,4% de la urbana) usaron paraquat, principalmente con bombas de espalda. De ellos, el 17% reportó haber experimentado durante las dos semanas anteriores al estudio enfermedades relacionadas con problemas del sistema respiratorio (principalmente tos, congestión nasal, expectoraciones, disnea o ahogos), el 62,5% de los participantes tuvieron problemas por menos de 15 días, 22,7% entre 2 y 12 semanas y el 10,1% al menos 1 año. En una submuestra de 896 personas el 12,8% fue diagnosticada con bronquitis, el 2,7% con asma y el 0,2% con tuberculosis (Arroyave 1990). El riesgo relativo a enfermedades pulmonares obstructivas y bronquitis crónica fue tres veces mayor en quienes usaron paraquat, y mayormente con fumadores (Arroyave 1990). En un estudio siguiente y en la misma área en 1,157 hijos (menores) de usuarios de paraquat se vio que aquellos niños que tuvieron altos niveles de exposición a paraquat triplicaron el riesgo a contraer resfríos o el doble para los que estuvieron expuestos a niveles bajos o moderados (IDRC 2003) (RapalUruguay, 2006).

El paraquat no se encuentra clasificado en la IARC, de tres estudios realizados con ratas a largo plazo, uno mostró ocurrencia de tumores, pero sin evidencias de carcinogenicidad por parte del paraquat. Por otra parte, se ha identificado que este plaguicida tampoco tiene un riesgo genotóxico para el ser humano (FAO 2004). Pruebas positivas para mutagenicidad fueron encontradas en linfocitos humanos y células pulmonares de hamsters (FAO 2003). La evidencia disponible indica que el paraquat produce especies de oxígeno reactivo, los cuales son los responsables de su genotoxicidad. Se asume que los efectos genotóxicos no son evidentes por debajo de cierto umbral de concentración, dado que los mecanismos de defensa antioxidantes del organismo que no hayan sido mermados (FAO 2004). Sin embargo, en estudios con animales, los efectos genotóxicos del paraquat han sido observados aún después de la absorción cutánea (D'Souza et al 2005). En linfocitos humanos (células blancas), el paraquat induce un leve pero significativo incremento en la frecuencia de los intercambios de cromátidas hermanas (Ribas et al 1997-98); esto indica un daño a los cromosomas que conduce a un incremento en la susceptibilidad a tumores malignos (Segen 1992) (RapalUruguay, 2006).

Fenoxiacéticos: De los fenoxiacéticos los más usados en Colombia son el 2,4, D ácido y el 2, 4, diclorofenoxiacético con sus ésteres y sales. Al igual que en otros países el 2, 4,5 T fue prohibido por su alta peligrosidad por la formación de la sustancia llamada dioxina, la cual atraviesa la barrera placentaria, ocasiona la mortalidad fetal y malformaciones congénitas (MSPS- UNAL, 2008).

En cuanto a la farmacocinética los herbicidas fenoxiacéticos presentan alto volumen de distribución en humanos. La biodisponibilidad no solo depende de la saturación en la unión a proteínas sino de la ionización del herbicida. Son sustancias ácidas con un Pka de 2.73 para el 2,4 D. Tienen excreción urinaria con secreción tubular renal, vida media de aproximadamente 20-30 horas (MSPS- UNAL, 2008).

La intoxicación por fenoxiacéticos produce diversos signos y síntomas clínicos dependiendo de la cantidad a la que se estuvo expuesto. Algunos de los ácidos, sales y ésteres clorofenoxi causan una moderada irritación en la piel, ojos aparato respiratorio y tracto gastrointestinal (MSPS- UNAL, 2008).

Según la vía de exposición se presentan varios signos y síntomas de modo que la inhalación de aerosoles puede causar ardor y quemaduras en el tracto nasofaríngeo, así como tos seca y en casos de inhalación prolongada se ha presentado vértigo (MSPS- UNAL, 2008). En la *Tabla 116* se presentan las manifestaciones clínicas usuales de acuerdo al sistema afectado (MSPS- UNAL, 2008).

Tabla 116. Manifestaciones clínicas asociadas a la exposición a fenoxiacéticos

Sistema	Manifestación clínica
Gastrointestinal	Comunes: emesis, dolor torácico (esofagitis), dolor abdominal y diarrea, hepatitis. Poco frecuentes: hemorragia de vías digestivas
Osteomuscular	Debilidad y espasmo muscular. Rabdomiólisis masiva: Con gran cantidad de tóxico
Cardiovascular	Marcada hipertensión. Fibrilación Ventricular, arritmias.
Sistémico	Acidosis Metabólica
Sistema Nervioso	Hipertonía, hiperreflexia, clonus, miosis, nistagmus, ataxia, alucinaciones, coma (por inadecuada ventilación)

Fuente: (MSPS- UNAL, 2008)

Por otra parte, en la exposición dérmica se ha observado el desarrollo de cloracné, la cual es una condición crónica y desfigurante de la piel, asociada a despigmentación local como resultado del contacto dérmico prolongado con materiales fenoxiacéticos (MSPS- UNAL, 2008).

Específicamente a los efectos crónicos del 2.4 D, este se encuentra clasificado como 2B en la IARC, es decir posible cancerígeno. Respecto a efectos reproductivos, pese a que se ha sometido a pruebas de este tipo no se ha llegado a ninguna clasificación sobre este aspecto (NJDHSS, 2006). Los envases de estos plaguicidas son de especial interés, debido a que si son quemados se aumenta el factor de emisión de dioxinas y furanos.

Organoarsenical (MSPS- UNAL, 2008): Dentro de esta clasificación se encuentra específicamente el MSMA, una intoxicación por este plaguicida tiene características similares a la intoxicación por arsénico. Las manifestaciones clínicas de una intoxicación aguda por arsénico son:

- Alteraciones gastrointestinales: náuseas, vómito en “proyectil”, dolor abdominal, diarrea severa con olor aliáceo y apariencia en “agua de arroz” e incluso gastroenteritis hemorrágica por daño difuso capilar en el tracto digestivo que lleva a colapso hipovolémico.
- A nivel cardiovascular se presenta hipotensión, taquicardia, shock y muerte. Se puede producir acidosis metabólica y aun rabdomiólisis. Al final de la primera semana se puede establecer una segunda fase de miocardiopatía congestiva, edema pulmonar y arritmias cardíacas.
- A nivel renal se puede producir daño en las arteriolas que permite presencia de proteinuria y hematuria, y en casos graves puede aparecer anuria.
- Alteraciones neurológicas como letargia, agitación o delirio. Manifestaciones de neuritis periférica desde una semana posterior a la ingesta con dolor distal de

predominio en pies, disestesias, parestesias que pueden hacerse ascendentes, llegar a cuadriplejia y falla respiratoria neuromuscular. Las convulsiones generalizadas y el coma son los signos terminales.

- Desde el punto de vista hematológico se puede presentar pancitopenia y anemia lo cual se va desarrollando progresivamente a partir de la segunda semana de ingestión.
- Como efectos dermatológicos se pueden apreciar, a partir de la segunda a sexta semana, postingesta rash maculopapular difuso, descamación de piel, edema periorbital y aun presentarse herpes zoster o herpes simple. Estrías transversales blancas pueden aparecer en uñas, meses después de la intoxicación aguda (líneas de Aldrich-Mees).

Respecto a los efectos crónicos, el MSMA no se encuentra clasificado en la IARC, adicionalmente, la información que se encuentra disponible sobre mutagenicidad no es concluyente; por otra parte existe evidencia que lo identifica como un agente teratogenico

Carbamatos Y Organofosforados: Los carbamatos y organofosforados son inhibidores de la clínerasa, este tipo de plaguicidas tienen una buena absorción por todas las vías de exposición oral, inhalatoria, dérmica, así como vías poco comunes como la conjuntival, vaginal y rectal. Estas sustancias se metabolizan a nivel hepático mediante distintos procesos químicos, que en oportunidades aumentan la actividad tóxica del compuesto, como es el caso del Paratión el cual sufre un proceso de oxidación, formando el compuesto más tóxico Paraoxón (MSPS- UNAL, 2008).

Los fosforados orgánicos y los carbamatos inhiben las colinesterasas y producen una acumulación de acetilcolina, produciendo alteraciones en la transmisión colinérgica de la sinapsis. Los signos y síntomas de este tipo de intoxicación pueden presentarse dentro de pocos minutos hasta 1 a 2 horas posteriores a la exposición. Se presenta un deterioro progresivo estableciéndose el cuadro de un síndrome colinérgico agudo cuyas manifestaciones agudas pueden ser de tres tipos: muscarínicas, nicotínicas o de sistema nervioso central según los receptores colinérgicos correspondientes. En la *Tabla 117* se identifican los signos y síntomas asociados a la intoxicación por organofosforados y carbamatos, se resalta que los síntomas nicotínicos tienden a ser los primeros en aparecer (MSPS- UNAL, 2008).

Tabla 117. Signos y síntomas asociados a la intoxicación por organofosforados y carbamatos

Efectos Muscarínicos	Efectos nicotínicos	Efectos SNC
Miosis	Taquicardia (inicial)	Cefalea
Sudoración	Hipertensión (inicial)	Agitación
Visión borrosa	Vasoconstricción periférica	Psicosis
Lagrimeo	Hiperexcitabilidad miocárdica	Confusión mental
Secreciones bronquiales	Midriasis	Convulsiones
Broncoconstricción	Astenia	Coma
Vómito	Fasciculaciones	Depresión respiratoria
Cólico abdominal	Debilidad muscular (incluyendo diafragma)	
Diarrea	Aumento catecolaminas	
Sialorrea	Hiperglicemia	
Bradycardia	hiperkalemia	
Alteración conducción A-V		

Fuente: (MSPS- UNAL, 2008)

De los plaguicidas priorizados en esta evaluación solo el malathion se encuentra clasificado en la IARC como probable cancerígeno.

Fenilpirazoles : La intoxicación por finipirazoles, específicamente por fipronil, puede causar síntomas agudos tales como: temblores, convulsiones, irritación ocular, somnolencia, erupción cutánea, mareo, náuseas, vomitar, agitación, sudoración, síntomas abdominales, agitación, síntomas de equilibrio, síntomas conductuales y problemas de coordinación (nodiagnosticado, 2016). Por otra parte, el fipronil no se encuentra clasificado como cancerígeno y la evidencia de mutagenicidad y teratogenicidad es limitada.

Orgánico-Metaldehído (Syngenta, 2016): La intoxicación por este tipo de plaguicidas es poco común y se presenta principalmente en animales pequeños como perros. Este plaguicida se metaboliza a acetaldehído el cual provoca acidosis metabólica y además es neurotóxico. Sus síntomas tienen una latencia de 0.5 a 3 horas. Otras manifestaciones clínicas por este plaguicida, pueden ser:

- En caso de contacto: irritación cutánea enrojecimiento de la piel. También se produce irritación a nivel de mucosas oculares.
- Síntomas gastrointestinales: salivación, náuseas, dolor abdominal y diarrea. Síntomas neurológicos: sedación inicial, irritabilidad, incremento del tono muscular, fasciculaciones y convulsiones, en animales se han reportado opistótonos taquicardia, hipertermia, hipotensión. Después de la recuperación se puede presentar pérdida temporal de la memoria y alteraciones psicomotoras, ambas recuperables.
- Síntomas respiratorios: aumento de secreciones traqueobronqueales, 24 a 40 horas posteriores a la ingestión puede presentarse falla respiratoria.
- Síntomas metabólicos: acidosis metabólica suele presentarse en intoxicaciones moderadas a severas.
- Falla hepática e insuficiencia renal transitoria también pueden aparecer.

Específicamente el metaldehído, no se encuentra clasificado en la IARC, así mismo la evidencia disponible no ha permitido clasificarlo como mutagénico o teratogénico.

Piretroides: Dadas sus características, se absorben y penetran al organismo rápidamente por vía oral y por vía inhalatoria. Por vía dérmica su absorción es lenta y, al parecer, se induce a reacción inmunológica de carácter anafiláctico. Los mamíferos son capaces de metabolizarlos rápidamente a nivel hepático. Como la mayoría de los pesticidas, algunos de estos productos comerciales contienen solventes derivados de hidrocarburos como el kerosene los cuales pueden por sí mismos generar intoxicación (MSPS- UNAL, 2008).

Los piretroides Tipo I producen el “Síndrome T” y se caracteriza por temblor e hiperexcitabilidad a los estímulos, excitabilidad del Sistema Nervioso Central, episodios convulsivos, pupilas con tendencia a la midriasis reactiva e inyección conjuntival externa (MSPS- UNAL, 2008).

Los piretroides Tipo II producen profusa sialorrea (salivación), incoordinación motora y coreoatetosis, cuadro conocido como “Síndrome CS” el cual tiene bastante parecido con el de los inhibidores de la colinesterasa. Por esto se debe tener cuidado en el diagnóstico diferencial. Además producen sintomatología del tracto digestivo como náuseas, vómito y deposiciones diarreicas. A nivel de piel y mucosas, por contacto, producen dermatitis eritematosa vesicular papilar y reacciones de hipersensibilidad tipo anafiláctico, locales como “rash”, dermatitis, conjuntivitis, estornudos y rinitis. Y sistémicas como hiperreactividad bronquial (crisis asmática), neumonitis química o shock anafiláctico (MSPS- UNAL, 2008).

Específicamente para la cipermetrina y alfa cipermetrina, la IARC no las ha clasificado como cancerígenas y no existe evidencia de teratogenicidad asociada a la exposición a estas sustancias. Sin embargo, si se ha identificado que la exposición a la cipermetrina puede causar mutagenicidad en ratones en el bazo y en la medula espinal de estos animales. Así mismo, estudios en ratas han identificado efectos reproductivos en ratas embarazadas y recién nacidas, como retraso funcional en la maduración del cerebro de los críos (Rachel, 2016).

Dioxinas y Furanos: Las dioxinas producen gran cantidad de efectos adversos, algunos demostrados en animales de experimentación únicamente y otros observados en animales y seres humanos, a continuación se presentan los efectos en salud por la exposición a estas sustancias (Cruz Carrillo, Moreno Figueredo, & Lara Osorio, 2010):

- **Hepatotoxicidad.** Las dioxinas disminuyen el peso del hígado e inducen fibrosis periportal, degeneración grasa y acumulación de porfirinas. En fetos expuestos se observa apertura de puentes arteriovenosos en el hígado que alteran la perfusión de algunas porciones, se observan alteraciones en el almacenamiento de la vitamina A. También inducen disminución del número de células del bazo, fibrosis cardíaca e hipertrofia uterina (Andersson, 2003). Estudios realizados en tiroides de cerdos demuestran que las dioxinas disminuyen notoriamente los niveles de hormonas tiroideas, principalmente tiroxina, con aumento de los folículos tiroideos e hiperplasia de los tirocitos. Estudios recientes indican que las dioxinas alteran la transcripción de algunas enzimas relacionadas con la síntesis de estas hormonas, mediante la estimulación directa de la Citocromo P 1A1, que conduce a las alteraciones ya mencionadas y el desacoplamiento del eje hipotalámico-hipofisariotiroideos. Estos compuestos subregulan la expresión del sistema captador de yoduros y la y la catepsina B (Pocar, et al., 2006; Andersson, 2003).
- **Efectos en el Tracto Gastrointestinal.** Se encuentran lesiones polipoides en el estómago y lesiones hiperplásicas en el estómago de animales de laboratorio, en monos rhesus y bovinos, sin embargo se acepta que el estómago no es el órgano blanco más importante de la acción de las dioxinas sobre el AhR (Andersson, 2003).
- **Neurotoxicidad.** La exposición a dioxinas en edad temprana o en la fase placentaria puede alterar el aprendizaje y la conducta. Estos cambios pueden llevar al deterioro del rendimiento mental, conjuntamente con alteraciones en el sistema endocrino reproductivo. La exposición a un mismo agente puede resultar en efectos diferentes en el aprendizaje y la conducta, dependiendo del periodo del desarrollo y del lugar del cerebro donde se estén llevando adelante los procesos de neurodesarrollo en el momento de la exposición (Argemi, Cianni, & Porta, 2005). La presencia de los receptores AhR en SNC puede explicar la fisiopatología de la neurotoxida producida por dioxinas (Akahoshi, Yoshimura, & Ishihara, 2006).
- **Carcinogenicidad.** Algunos tipos de dioxinas se encuentran clasificados como cancerígenas, tales como la Tetrachlorodibenzodioxin TCDD, pero a pesar de ser reconocida como inductor de cáncer, no existe predisposición para ningún tipo de cáncer, al contrario se ha identificado como un inductor múltiple de cáncer. Sin embargo, existen otro tipo de dioxinas que aún no han sido clasificadas como la Polychlorinated dibenzo-para-dioxins.
- **Mutagenicidad y teratogenicidad:** si bien existe información respecto a estos aspectos, no se ha realizado una clasificación sobre ellas. Sin embargo, se ha encontrado la presentación de efectos relacionados con la formación y desarrollo de los órganos,

depende de la etapa de la gestación a la cual ocurrió la exposición, siendo crítica en todas las especies de mamíferos, el primer tercio de la gestación (Rier, 2003). La exposición de madres en fase embrionaria de la gestación conduce a la presentación de paladar hendido en los fetos de todas las especies, malformaciones en el tracto reproductivo de machos y hembras en todas las especies incluyendo el hombre; se observa con gran frecuencia hidronefrosis (Andersson, 2003). Estudios experimentales demuestran que el TCDD inhibe la expresión de genes relacionados con la osteogénesis (Guo, Zhao, Sun, Liu, & Shang, 2007; Patel, Kimm, Peters, & Perdew, 2006) (Guo et ál., 2007; Patel et ál., 2006). Estudios en animales de experimentación demuestran que la exposición a dioxinas durante la gestación, induce en el feto alteraciones en la formación de dentina así como disminución en el crecimiento de los huesos largos y alteraciones en el proceso de remodelación ósea y de la resistencia. En estudios in vitro se ha observado que las dioxinas disminuyen el proceso de diferenciación celular, que se ha explicado por inhibición en la expresión de marcadores de células óseas maduras como fosfatasa alcalina, osteocalcina y osteopuntina (Andersson, 2003).

- **Inmunotoxicidad:** El sistema inmune es muy sensible a las dioxinas. En la mayoría de animales de laboratorio se encuentra atrofia del timo. Provoca supresión de la células B y por ello disminución de la producción de anticuerpos (Andersson, 2003).
- **Efecto Disruptores Endocrino:** Los disruptores endocrinos son sustancias químicas, normalmente contaminantes ambientales, que tienen acción hormonal en animales y humanos y por ello alteran el sistema endocrino, predominantemente a nivel reproductivo. Desde hace mucho tiempo, las dioxinas han demostrado estos efectos por lo cual son consideradas actualmente como disruptores endocrinos, aunque muchos de estos se ha demostrado únicamente en animales de laboratorio. Es importante resaltar que siendo la función reproductiva similar en todas las especies de mamíferos y del ser humano, los efectos disruptores demostrados en animales de laboratorio son extrapolables a otras especies.
- Los furanos tienen un comportamiento muy similar y específicamente el Pentachlorodibenzofuran se encuentra clasificado en la IARC como cancerígeno en humanos.

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Mastandrea, Chichizola, Ludueña, Sánchez, Álvarez, & Gutiérrez, 2005): En 1775, un médico inglés, Sir Percival Pott, describió por primera vez un cáncer de origen profesional. Asoció el cáncer de escroto de los deshollinadores con su prolongada exposición a alquitrán y hollín, en condiciones deficientes de higiene personal. En el decenio de 1930 se describió el cáncer de pulmón en los trabajadores de la industria del acero y del coque y en 1933 se demostró que el BaP, presente en el alquitrán de hulla era cancerígeno. Los estudios epidemiológicos indican una mayor frecuencia de cáncer de pulmón en los trabajadores de las industrias de coque, aluminio y acero (Stellman & McCan, 1998; Lawerys, 1994; OMS, 1998). No todos los PAHs han mostrado poseer efectos carcinogénicos, genotóxicos o mutágenos y muchas veces el efecto se atribuye a la presencia conjunta de más de un compuesto de la familia y de algunos de sus derivados, principalmente los nitroderivados).

Los efectos tóxicos de algunos PAHs sobre la piel están asociados con dermatitis aguda y crónica con síntomas de quemazón, picor y edema, que son más pronunciados en las regiones de la piel expuesta. La exposición prolongada causa pigmentación en las zonas de la piel expuesta, con cornificación de las capas superficiales y telangioectasis. También se puede observar

irritación de las vías aéreas superiores con bronquitis y tos crónica. En los ojos producen lagrimeo, fotofobia, edema de párpados e hiperemia conjuntival (Stellman & McCan, 1998).

Actualmente se admite que los PAHs son previamente activados en el organismo antes de ejercer su efecto como disruptor endocrino o cancerígeno/mutágeno. Tras la exposición prolongada pueden producir cáncer cutáneo (escroto y cara), cáncer broncogénico en vías respiratorias, cáncer de vejiga; en el sistema hematopoyético pueden originar leucemia y linfoma (Lawerys, 1994; OMS, 1998).

En la especie humana la vía respiratoria es considerada la más importante, particularmente para individuos ocupacionalmente expuestos, de igual manera la vía dérmica puede ser tanto o más importante. Muchas de estas sustancias también tienen efecto negativo sobre el sistema inmunológico, característica que parece estar asociada a la capacidad carcinogénica (OMS, 1998).

Un esquema propuesto para la carcinogenicidad por exposición ambiental considera las siguientes etapas: exposición, activación metabólica, formación de aductos entre PAHs y ADN, mutaciones en genes críticos como, por ejemplo, el p53 (gen represor de tumores) y sucesión de mutaciones en otros genes (Krewski, Thorslund, & Withey, 1989; Denissenko, Pao, & Tang, 1996).

Es importante recalcar que la aparición del cáncer es un proceso que involucra varias etapas, siendo también influenciado por susceptibilidad individual y otros factores, tales como la edad, sexo, etnia, estado de salud, nutrición y polimorfismo genético. En general, una mayor concentración de aductos PAHs-ADN se encuentra en personas ocupacionalmente expuestas.

En relación al efecto de los PAHs como posibles disruptores endocrinos, muchos estudios indican que diferentes compuestos químicos presentes en el ambiente, además de los PAHs, como los pesticidas, dioxinas, furanos y bifenilos policlorados, presentan actividad estrogénica in vitro. De cualquier manera la potencia de estos compuestos es muy baja comparada con estrógenos endógenos y además no está claro si los humanos ante una mezcla química ambiental reciben un efecto estrogénico neto (Liehr, 2000).

Material Particulado: Se considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos) (OMS, 2005). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo. Dentro de los contaminantes atmosféricos se tiene el material particulado, al cual se le han relacionado efectos en salud. En la *Tabla 118* presenta los fundamentos de los niveles elegidos en diferentes guías de la Organización Mundial de la salud.

Tabla 118. Guías de calidad del aire de la OMS y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones medias anuales

Fuente del nivel	MP ₁₀ (µg/ m ³)	MP _{2,5} (µg/m ³)	Fundamento del nivel elegido
Objetivo intermedio-1 (OI-1)	70	35	Estos niveles están asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las

Fuente del nivel	MP ₁₀ (µg/ m ³)	MP _{2,5} (µg/m ³)	Fundamento del nivel elegido
			GCA.
Objetivo intermedio- 2 (OI-2)	50	25	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2- 11%] en comparación con el nivel del OI-1.
Objetivo intermedio- 3 (OI-3)	30	15	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad en un 6% [2-11%] aproximadamente en comparación con el nivel del OI-2.
Guía de calidad del aire (GCA)	20	10	Estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP _{2,5} .

Fuente: (OMS, 2005)

4.3.4. Vulnerabilidad de la población expuesta

A partir de los ingredientes activos de plaguicidas priorizados (14 en total), se realizó una revisión de los cultivos aprobados por el Instituto Colombiano Agropecuario- ICA en los registros de venta y registros nacionales de las formulaciones de plaguicidas con dichos ingredientes, encontrándose en una primera revisión que dos de ellos tenían los registros cancelados (carbofuran y metamidofos), los cuales fueron eliminados de la base de datos. Posteriormente se cruzó esta información con los cultivos y rutas de recolección de envases de plaguicidas de la empresa *Campo Limpio* (Tabla 119), en donde se priorizaron los cultivos referidos por esta empresa.

Tabla 119. Zonas logísticas por departamentos, para el programa de disposición de envases de *Campo Limpio*

Zona	Departamentos	Principales Cultivos
Zona 1	Nariño, Putumayo, Valle y Cauca	Papa y caña de azúcar
Zona 2	Caldas, Risaralda, Quindío y Antioquia	Café, hortalizas y flores
Zona 3	Urabá	Banano
Zona 4	Tolima, Huila y Caquetá	Arroz, algodón y pastos
Zona 5	Meta	Arroz, pastos
Zona 6	Cundinamarca, Boyacá y Casanare	Papa, flores, hortalizas, palma, arroz y pastos
Zona 7	Sucre, Córdoba y Bolívar	Arroz, palma y pastos
Zona 8	Cesar, Guajira, Magdalena y Atlántico	Algodón, palma y arroz
Zona 9	Santander y Norte de Santander	Palma, pastos y arroz

Fuente: CVC

A partir de esta información se identificó la distribución espacial, por departamento, de estos cultivos, así como de los plaguicidas priorizados con probabilidad de ser utilizados en estos cultivos, obteniéndose la información que se presenta en la *Tabla 120*.

Tabla 120. Cultivos priorizados, ubicación departamental e ingredientes activos utilizados

Cultivo	Departamentos	Ingrediente Activo
Algodón	Atlántico	Cipermetrina
	Caquetá	Clorpirifos
	Cesar	Fipronil
	Guajira	
	Huila	Metomil

Cultivo	Departamentos		Ingrediente Activo
Arroz	Magdalena		Msm
	Tolima		Paraquat
	Atlántico	Magdalena	2,4-D
	Bolívar	Meta	Alfa Cipermetrina
	Boyacá	Norte De	Cipermetrina
	Caquetá	Santander	Clorpirifos
	Casanare	Santander	Clorpirifos
	Cesar	Sucre Tolima	Dimethoato
	Córdoba		Fipronil
	Cundinamarca		Metomil
Banano	Guajira		Paraquat
	Huila		Clorpirifos
	Antioquia		Msm
Café	Chocó		Paraquat
	Córdoba		2,4-D
	Antioquia		Alfa Cipermetrina
	Caldas		Clorpirifos
	Quindío		Msm
Caña De Azúcar	Risaralda		Paraquat
	Cauca		2,4-D
	Nariño		Msm
	Putumayo		Paraquat
Cebolla	Valle		Paraquat
	Antioquia	Cundinamarca	Clorpirifos
	Boyacá Caldas	Quindío	Fipronil
Clavel	Casanare	Risaralda	Fipronil
	Antioquia		Alfa Cipermetrina
	Boyacá		Fipronil
	Caldas		Metaldehido
	Casanare		Metomil
	Cundinamarca		Profenofos
Crisantemo	Quindío		Profenofos
	Risaralda		Alfa Cipermetrina
	Antioquia	Cundinamarca	Fipronil
	Boyacá	Nariño	Fipronil
	Caldas	Putumayo	Metomil
Frijol	Casanare	Quindío	Metomil
	Cauca	Risaralda	Alfa Cipermetrina
	Antioquia	Cundinamarca	Fipronil
	Boyacá	Quindío	Fipronil
Habichuela	Caldas	Risaralda	Clorpirifos
	Casanare		Clorpirifos
	Antioquia	Cundinamarca	Clorpirifos
	Boyacá	Quindío	Clorpirifos
Lechuga	Caldas	Risaralda	Metaldehido
	Casanare		Metaldehido
	Antioquia	Cundinamarca	Metaldehido

Cultivo	Departamentos		Ingrediente Activo
Maíz		Antioquia	Cipermetrina
		Boyacá	Clorpirifos
		Caldas	Dimethoato
		Casanare	Metomil
		Cundinamarca	
		Quindío Risaralda	Paraquat
Palma Africana	Atlántico	Cundinamarca	Msm
	Bolívar	Guajira	
	Boyacá	Magdalena	
	Casanare	Norte De	Paraquat
	Cesar	Santander	
	Córdoba	Santander Sucre	
Palma De Aceite	Atlántico	Cundinamarca	
	Bolívar	Guajira	
	Boyacá	Magdalena	
	Casanare	Norte De	2,4-D
	Cesar	Santander	
	Córdoba	Santander Sucre	
Papa			Alfa
			Cipermetrina
		Boyacá	Cipermetrina
		Casanare	Clorpirifos
		Cauca	Dimethoato
		Cundinamarca	
		Nariño	Fipronil
		Putumayo	Metomil
		Valle	Paraquat
			Profenofos
Pasto		Bolívar	2,4-D
		Boyacá	Sucre
		Caquetá	Tolima
		Casanare	
		Córdoba	
		Cundinamarca	
		Huila	
		Meta	
	Norte De Santander		
Rosa	Antioquia	Cundinamarca	Fipronil
	Boyacá	Quindío	
	Caldas	Risaralda	Metomil
	Casanare		
Sorgo	Antioquia	Cundinamarca	Clorpirifos
	Boyacá	Quindío	Metomil
	Caldas	Risaralda	
	Casanare		Paraquat
Soya	Antioquia	Cundinamarca	
	Boyacá	Quindío	
	Caldas	Risaralda	Metomil
	Casanare		
Tomate		Antioquia	Alfa Cipermetrina
		Boyacá	Cipermetrina
		Caldas	Clorpirifos
		Casanare	Dimethoato

Cultivo	Departamentos	Ingrediente Activo
	Cundinamarca	Metomil
	Quindío	
	Risaralda	Paraquat

Fuente: Presente estudio.

Posteriormente, a partir de los cultivos priorizados y teniendo en cuenta los departamentos en donde se siembran, se realizó un análisis de la vulnerabilidad de los grupos poblacionales, por departamento, con base en indicadores que pueden relacionarse con los efectos en salud por gestión de los envases de plaguicidas, así:

- **Mortalidad por IRA** en menores de cinco años, teniendo en cuenta que varios plaguicidas pueden causar efectos crónicos en el sistema respiratorio, por lo cual se puede generar unas condiciones que favorezcan la aparición de las IRA, adicionalmente una de las practicas inadecuadas en los agricultores es la quema de los envases lo cual puede generar material particulado.
- **Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)**, teniendo en cuenta que una de las prácticas inadecuadas es la disposición en fuentes de agua de envases de plaguicidas, los cuales pueden contener sustancias que afecten el sistema gastrointestinal y de esta forma potencien los síntomas asociados a la Enfermedad Diarreica Aguda.
- **La incidencia de las intoxicaciones por plaguicidas**, el cual recoge todos los tipos de exposición (ocupacional, accidental, intencional suicida, entre otros). La fuente de información de estos indicadores fueron los informes epidemiológicos del año 2015 de los tres eventos (Infección Respiratoria Aguda, Enfermedad Diarreica Aguda e Intoxicaciones por sustancias químicas).
- Frente a los **Determinantes Sociales de la Salud**, se utilizó el porcentaje de pobreza, el porcentaje de desempleo y el porcentaje de necesidades básicas insatisfechas (Boletines DANE). Estos determinantes son importantes ya que la principal población que puede estar expuesta son agricultores informales, sus familias y sus vecinos, los cuales en muchas ocasiones residen en zonas rurales dispersas que no tienen acceso a la satisfacción de las necesidades básicas. Se utilizó una escala de colores para representar el nivel alcanzado en la ponderación realizada para cada indicador o determinante, significando:
 - Verde: Los valores son menores o iguales al promedio nacional para el indicador o determinante evaluado (equivalencia 1 punto).
 - Amarillo: Los valores son mayores al promedio nacional para el indicador o determinante evaluado pero menores al 25% adicional del dato nacional (equivalencia 2 puntos)
 - Naranja: Los valores superan en más del 25% el promedio nacional (equivalencia 3 puntos).
 - Blanco: No se registraba el dato del departamento en el boletín del DANE y se asignó el promedio nacional (equivalencia 1,5 punto).

En la Tabla 121, se identifica que los departamentos que presentan unas condiciones de vulnerabilidad más críticas son Chocó, Cauca, Nariño y Putumayo, para las cuales se deben priorizar acciones de tipo sectorial e intersectorial que permitan disminuir las brechas de desigualdad con los otros departamentos.

Tabla 121. Análisis de vulnerabilidad para las etapas de gestión de los envases de plaguicidas, con énfasis en la población ocupacional informal

	PRIOMEDIO NACIONAL	NARIÑO	PUTUMAYO	VALE	CAUCA	CALDAS	RISARALDA	QUINDIO	ANTIOQUIA	TOLIMA	HUILA	CAQUETA	META	CUNDINAMARCA	BOYACA	CASANARE	SUCRE	CORDOBA	BOLIVAR	CESAR	GUAJIRA	MAGDALENA	ATLANTICO	SANTANDER	SANTANDER	CHOCÓ
INDICADORES SALUD																										
Mortalidad IRA*100000 menor 5 años	13	18,9	5,1	4,7	2,3	12,6	21	19,6	13,6	10,2	4,4	5,5	11,7	4,1	5,5	5,5	35,6	7,7	1,6	22,6	28,2	8,7	3,4	9,5	5,4	39,6
Mortalidad EDA *1000000 menor 5 años	29,6	18,2	50,6	5,5	37,5	12,6	78,9	0	22,6	7,9	52,6	18,4	42,6	0	0	0	47,4	5,5	16,2	81,5	102,2	54,2	0	7,9	0	334,7
incidencia Intox Plaguicidas * 100000 habitantes	17,91	26,39	64,37	18,1	31,4	32,02	24,24	39,23	15,1	30,24	51,16	33,69	35,11	15,8	21,6	38,88	17,44	12,5	9,92	17,19	6,6	12,68	9,09	32,83	13,9	5,54
2015																										
Determinantes Sociales																										
Pobreza % (2015)	27,8	40	27,8	21,5	51,6	27,9	22,3	31,7	23,7	32,9	44,3	41,3	21,8	17	35,4	27,8	44,7	46,6	39,3	42,3	53,3	44,8	25,7	40	17,9	62,8
Desempleo % (2015)	8,9	9,2	8,9	11	10,1	8,4	10,5	12,9	9,2	10,4	7,6	7,8	8,9	7,9	6,2	8,9	8,3	6	7	8,9	7,2	7,4	8	12,5	6,7	11
NBI % (2005)	27,78	43,79	36,01	15,68	46,62	17,76	17,47	16,2	22,96	29,85	32,62	41,72	25,03	21,3	30,77	27,78	54,86	59,09	46,6	44,73	65,23	47,68	24,7	30,43	21,9	79,19
SUMATORIA		15	15	8	15	9	13	10	7	11	14	12	12,5	6	11	12,5	14	10	10	14	14	12	6	13	6	15

Fuente: Presente estudio.

4.3.5. Caracterización del riesgo potencial a la salud de la población ocupacional y ambientalmente expuesta

Teniendo en cuenta las evaluaciones del peligro inherente a los plaguicidas contenidos en los envases, como residuos, y la evaluación de la vulnerabilidad social, es posible identificar que las etapas de gestión que implican mayores riesgos potenciales para la salud, en el contexto de esta investigación, son las que dependen del agricultor, Una síntesis de los riesgos potenciales en las etapas de gestión contemplando también las prácticas que se consideran inadecuadas es la siguiente:

- Triple lavado: Dentro de este proceso el agricultor puede estar expuesto al plaguicida, sino se realiza con los Elementos de Protección Personal-EPP adecuados (caso común en la población ocupacional informal) se pueden presentar intoxicaciones agudas.
- Inutilización: Riesgo de intoxicación aguda por plaguicidas si no se utilizan los EPP, así mismo existe un riesgo físico de cortaduras.
- Separación, embalado y acopio: En estas etapas se pueden presentar exposición aguda, subaguda y crónica a plaguicidas si no se realiza de una forma adecuada y si el centro de acopio se encuentra en un sitio en donde los agricultores o sus familias permanezcan de forma constante. Caso de los agricultores informales que guardan los plaguicidas o los envases de estos dentro de la vivienda (incluso debajo de la cama). Los síntomas asociados a estas intoxicaciones dependerán del tipo de plaguicida al que se encuentre expuesto.
- Devolución: En esta etapa se considera que el riesgo potencial de que se presente una intoxicación es bajo, a menos que se presente derrames de los residuos de plaguicidas presentes en los envases.

Gestión inadecuada de envases de plaguicidas:

- Disposición en fuentes hídricas: En los casos en que se disponen los envases en fuentes hídricas se aumenta el riesgo de una intoxicación por la ingesta del agua contaminada con plaguicidas (considerada una Enfermedad Transmitida por Alimento o Agua- ETA en el sistema de Vigilancia en Salud Pública- Sivegila), sobre todo teniendo en cuenta que en muchas poblaciones rurales se cuenta con acueductos veredales o comunitarios que no se encuentran diseñados para este tipo de carga en el sistema, y en algunos casos ni siquiera cumplen con los porcentajes de remoción de parámetros básicos o de desinfección del agua.
- Disposición en el campo o cultivo: Este manejo inadecuado favorece la intoxicación accidental por plaguicidas, ya que las personas que no cuentan con el conocimiento sobre la peligrosidad de estos empaques (por ejemplo niños) pueden utilizarlos para jugar o como embalaje de alimentos u de otros objetos. Por lo tanto se pueden presentar intoxicaciones por vías de exposición inhalatoria, dérmica u oral principalmente.
- Re-uso: A partir de la revisión de la literatura y la experiencia nacional, se ha identificado que una parte de los agricultores utiliza estos envases para el transporte de alimentos, lo cual se relaciona con los niveles de pobreza en las que se encuentra la persona, ya que no le permite la compra de implementos de cocina específicos para ese fin. Lo que aumenta el riesgo de intoxicaciones de tipo alimentarias por agente etiológico plaguicidas. Los signos y síntomas dependen del tipo de plaguicida que

contenía el envase, ya que dependiendo de su grado de toxicidad y los porcentajes de absorción oral los efectos pueden ser más severa, lo cual puede generar una condición final de fatalidad sobre todo en niños.

- Venta: Adicional a un riesgo por intoxicación aguda de plaguicidas por la manipulación del envase sin que este se encuentre limpio o por el proceso de reenvasado de otro plaguicida al envase vendido; se presenta una situación adicional y es que las personas que compren el plaguicida falsificado no tendrán los conocimientos necesarios sobre el producto que están manipulando y en caso de un intoxicación esta ausencia de información limitara la actuación del equipo asistencial de salud.
- Quema a cielo abierto: Como se presentó anteriormente, la quema de envases de plaguicidas puede producir sustancias toxicas como las dioxinas, furanos e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos lo cual si se hace de una forma rutinaria puede favorecer las condiciones para que se desarrolle cáncer, efectos en el sistema endocrino y reproductivo; ya que esta actividad no cuenta con ningún sistema de control ambiental que permita controlar las emisiones. Dentro de esta etapa no solo se ve afectada la persona que desarrolla la quema, sino también las personas que se encuentran en las inmediaciones del sitio.

Enterramiento: Con respecto a esta etapa se pueden generar efectos en salud asociados a las rutas de exposición que se presentaron en la *Figura 8*, sin embargo estos efectos pueden variar de acuerdo al tipo de plaguicidas, vías y tiempos de exposición a los cuales se encuentre expuesta la persona.

5. EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DE LOS GRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS

A lo largo de los análisis realizados en el estudio se han evidenciado las problemáticas ambientales y sanitarias asociadas a los problemas en el sistema de gestión de los residuos ordinarios y de los residuos de posconsumo, sistemas en los que se enmarcan las corrientes priorizadas. La información secundaria y las consultas a las entidades encargadas directa, o indirectamente, de la gestión permiten la construcción del mapa del estado de la gestión para estas corrientes.

Sin embargo, el análisis de problemas con fines de proponer instrumentos de gestión de tipo económico, requiere una visión más ampliada de todos los agentes, públicos y privados, que intervienen en la cadena de valor de los productos y de los residuos que se generan a partir de estos. De esta forma, más allá de los problemas en los sistemas de gestión de los residuos se requiere el análisis de ciclo de vida, que involucre a todos los aspectos relacionados con la generación de productos y residuos.

En los siguientes apartes del documento, se ahondará en la descripción de los problemas específicos actuales para cada corriente, que impiden el correcto funcionamiento de las etapas de la gestión de los residuos y el ciclo de vida del producto que los genera, con el énfasis en la necesidad de aumentar los flujos de materiales hacia el aprovechamiento en atención a las políticas públicas de residuos. De igual forma, para completar el mapa de gestión se identifican las fuentes de financiación en el capítulo 6, que permiten mantener la operatividad y funcionamiento, así como la posibilidad de financiar aspectos estratégicos para el mejoramiento de la gestión, que van desde el acompañamiento a la educación ambiental de los agentes, así como las inversiones en infraestructura que requiere el sistema.

Para la priorización de los problemas identificados se utilizó, tal como fue planteado en el plan operativo del estudio, la metodología basada en Matriz de Vester, la cual, en términos generales, consiste en un arreglo de filas y columnas en las que se ubican los problemas detectados en los dos sentidos y en un mismo orden, previamente identificado, con el fin de calificar relaciones de causalidad entre estos.

El proceso de calificación de la matriz Vester es el siguiente:

- Identificación y definición de los problemas centrales: Se realiza la lista de chequeo de todos los posibles problemas, a partir de la cual se diferencian los problemas de aquellos que pueden ser causas o consecuencias pero no problemas centrales y proceder a asignarles una identificación alfabética o numérica sucesiva.
- Construcción de la matriz: Se conforma la matriz correspondiente, filas y columnas con los problemas respectivos. Tanto en filas como en columnas los problemas listados son los mismos, pero no se escribe el problema sino el identificador.
- Calificación de las casillas: Se asigna una valoración de orden categórico al grado de causalidad que merece cada problema con cada uno de los demás, siguiendo las pautas explicadas a continuación:
 - No es causa: (0)

- Es causa indirecta: (1)
- Es causa medianamente directa: (2)
- Es causa muy directa: (3)

Para llenar la matriz de Vester deben hacerse las siguientes preguntas: ¿qué grado de causalidad tiene el problema 1 sobre el problema 2?; ¿qué grado de causalidad tiene el problema 1 sobre el problema 3?; ¿qué grado de causalidad tiene el problema 1 sobre el enésimo?. Este proceso de llenado se realiza en la primera fila, y así sucesivamente en cada una de las mismas, hasta llenar horizontalmente todas las celdas de la matriz con los valores respectivos.

- Suma de calificaciones: De los resultados de la calificación de las casillas se desprende el cálculo de la suma de valoraciones a nivel de las filas, que conduce al total de activos; y éstos a su vez, corresponden a la apreciación del grado de causalidad de cada problema sobre los restantes. Así mismo, la suma de valoraciones a nivel de cada columna conduce al total de pasivos; y éstos a su vez, corresponden al nivel de consecuencia o efecto de todos los problemas sobre el problema particular analizado.
- Jerarquización de los problemas: El paso a seguir es lograr una clasificación de los problemas de acuerdo con las caracterizaciones de causa efecto de cada uno de ellos; la técnica consiste en realizar un gráfico de coordenadas cartesianas y determinar la escala teniendo en cuenta el menor y el mayor valor, a nivel de filas y de columnas. Una vez definida la escala se divide el plano cartesiano en dos, tanto en el eje X como en el eje Y, teniendo como resultado cuatro cuadrantes.
 - *Problemas Pasivos*: son aquellos que presentan un total pasivo alto y un total activo bajo, lo que significa que tienen poca influencia causal. Se utilizan como indicadores de cambio y de eficiencia de la intervención de problemas activos.
 - *Problemas críticos*: su valor en total de activos y total de pasivos es alto, son problemas de gran causalidad, de su manejo e intervención dependen los resultados finales.
 - *Problemas indiferentes*: total de activos y total de pasivos de bajo valor, de baja influencia causal, no son originados por la mayoría de los demás, son de baja prioridad dentro del sistema analizado.
 - *Problemas Activos*: con valor en total de activos alto y en total de pasivos bajos, son de alta influencia causal sobre la mayoría de los restantes, pero no son causados por otros. Son claves por ser causa primaria del problema central y por ende, requieren atención y manejo prioritario.

Los análisis realizados para la identificación y priorización de problemas se sustentan fundamentalmente en información secundaria que estuvo disponible, las entrevistas a actores estratégicos de las corrientes y la información suministrada por estos (no en todos los casos), los talleres de diagnóstico de cada una de las corrientes, las visitas a campo, la experiencia del equipo de trabajo y la consulta en documentos académicos, insumos que permitieron realizar una descripción más detallada de los problemas puntuales por corriente de residuos, pero que develan las deficiencias en estudios diagnósticos más profundos para estas corrientes de residuos y en general para el universo de los residuos sólidos en Colombia.

5.1. Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de llantas usadas

Como parte del análisis realizado de la problemática de la gestión de llantas usadas en el país, se identificaron 9 problemas asociados y de estos, por medio de la aplicación de una matriz de Vester, se priorizaron los problemas de mayor impacto y sobre los cuales se direcciona el diseño del instrumento económico más apropiado para internalizar los costos de salud y ambientales.

A continuación, se analizan los 9 problemas identificados y posteriormente, se presentan los resultados de la priorización de acuerdo a la matriz de Vester aplicada.

5.1.1. Estado de la gestión de los residuos de llantas usadas

En el caso específico del Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, las fases de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, valorización y/o disposición final se encuentran dentro de las actividades que deben ser realizadas por el Plan Posconsumo, reglamentado a partir de la Resolución 1457 de 2010. Esta resolución aplica a los productores de 200 o más unidades al año de llantas de carros, camiones, camionetas, buses, busetas y tracto camiones hasta rin de 22.5 pulgadas, pero se espera que en la modificación de la normatividad, el ámbito de aplicación se amplíe a llantas de vehículos en todas sus modalidades.

De acuerdo a cifras suministradas por la ANRE (2016), en Colombia, al final del año 2015, existían 11,9 millones de unidades de vehículos en el parque automotor de los cuales el 25% son carros particulares, 3,8% taxis y el 3,9% son buses, camiones, tractocamiones y volquetas⁴⁹ (Tabla 122).

Tabla 122. Parque automotor a diciembre de 2015 y estimación de llantas en uso.

CLASE	UNIDADES	LLANTAS AL PISO	KILOS/LLANTA	TOTAL KILOS
MOTOS	6.684.836	13.369.672	4	53.478.688
VEHÍCULOS	3.057.837	12.231.348	15	183.470.220
TAXIS (aprox.)	450.000	1.800.000	15	27.000.000
CAMIONES	252.457	1.514.742	40	60.589.680
BUSES	109.121	654.726	60	39.283.560
TRACTOCAMIONES	57.024	1.026.432	69	70.823.808
VOLQUETAS	43.612	261.672	69	18.055.368
OTROS (aprox.)	1.308.951	1.308.951	10	13.089.510
TOTAL	11.963.838	32.167.543		465.790.834

Fuente: ANRE a partir de RUNT (2016)

Con el análisis de la información suministrada por la ANRE, en la Figura 11 se pueden identificar la participación en el uso actual de llantas por los diferentes tipos de vehículos. En el caso de número de llantas, las motos y carros particulares representan el 79.6% del uso y generación de llantas en el país frente a los vehículos de tipo comercial que representan el 10.7% (camiones, buses, tractocamiones y volquetas) (Figura 11b), mientras que en la

⁴⁹ Cifras tomadas del RUNT: http://www.runt.com.co/portel/librería/php/p_estadisticas.php

proporción de peso de las llantas en uso son los vehículos tipo comercial los más voluminosos con el 40.5%, seguido de los automóviles particulares con 39.4% (Figura 11c)

Esta información permite determinar que cerca de 32,1 millones de llantas, equivalentes a 465.790 toneladas, representan el potencial de residuos que serán generados en los próximos años, las cuales deberán ser gestionadas adecuadamente por el sistema de recolección selectiva.

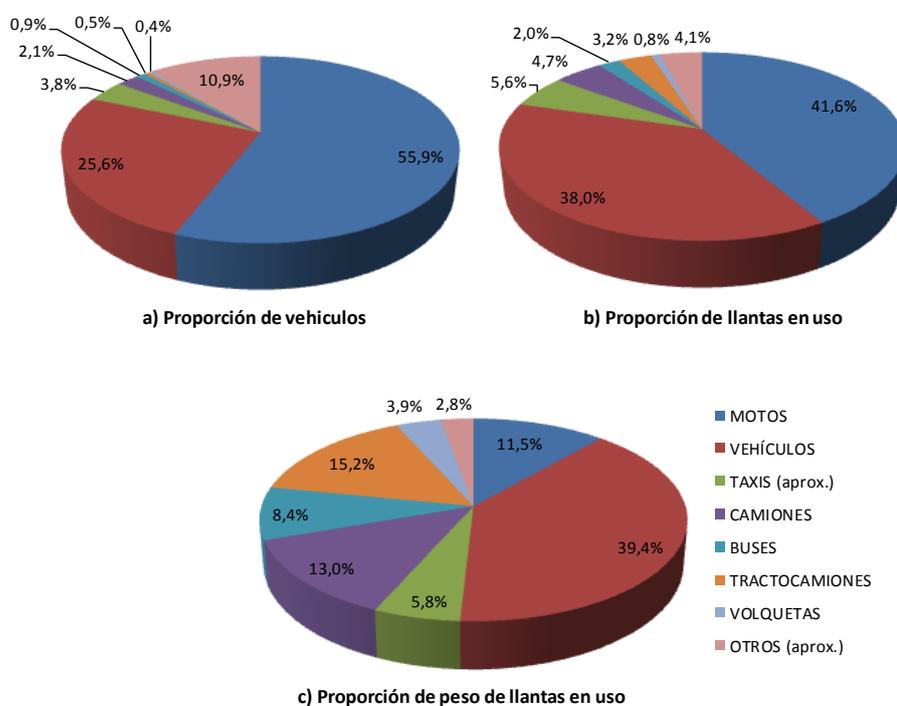


Figura 11. Porcentajes de participación de vehículos por tipo, en el consumo de llantas

Fuente: Presente estudio a partir de datos de ANRE (RUNT, 2016)

Por otra parte, el valor de flujo de las llantas puede ser determinado por el número de llantas ingresando al mercado anualmente, que según cálculos de la ANRE (2016, basados en datos de la DIAN y BASEX) se trata aproximadamente de 5,2 millones de llantas anuales, equivalentes a 121.660 toneladas en peso. Así mismo, teniendo en cuenta los flujos de llantas hacia el reencauche y hacia la recolección selectiva se calcula que son 3,7 millones de llantas (95.329 toneladas) las que presentan algún tipo de inadecuada gestión y son potenciales contaminadoras. En la Tabla 123 se relacionan éstas cifras por tipo de vehículo y sus respectivos flujos.

Tabla 123. Flujos de llantas nuevas, de reencauche y de gestión adecuada e inadecuada (2015)

UNIDADES DE LLANTAS INGRESANDO AL MERCADO								
Tipo de vehículo		Llantas nuevas (productores)		Reencauche	Total llantas (consumidores)	Sistema posconsumo	Inadecuada gestión (contaminación)	
Automóvil camioneta	y	3.560.000	68%	0	3.560.000	1.246.000	2.314.000	62%
Bus (Pasajeros) Camión (Carga)	y	1.650.000	32%	500.000	2.150.000	752.500	1.395.500	38%
TOTAL		5.210.000	100%	500.000	5.710.000	1.998.500	3.711.500	100%
TONELADAS DE LLANTAS INGRESANDO AL MERCADO								
Automóvil camioneta	y	39.160	32%	0	39.160	13.706	25.454	27%

UNIDADES DE LLANTAS INGRESANDO AL MERCADO							
Tipo de vehículo	Llantas nuevas (productores)		Reencauche	Total llantas (consumidores)	Sistema posconsumo	Inadecuada gestión (contaminación)	
Bus (Pasajeros) y Camión (Carga)	82.500	68%	25.000	107.500	37.625	69.875	73%
TOTAL	121.660	100%	25.000	146.660	51.331	95.329	100%

Fuente: ANRE a partir de DIAN y BASEX (2015)

La gestión de los residuos de llantas usadas, por medio de los programas posconsumo, inicia con la compra y generación del residuo por parte de los consumidores, punto a partir del cual los operadores logísticos encargados de la gestión inician sus acciones para encaminar la mayor cantidad de llantas usadas por el canal de la recolección selectiva. En los párrafos siguientes se hará una descripción general del estado de la gestión de llantas usadas, abordando la problemática para cada una de las etapas de la gestión, proceso que se sintetiza en la *Figura 12*.

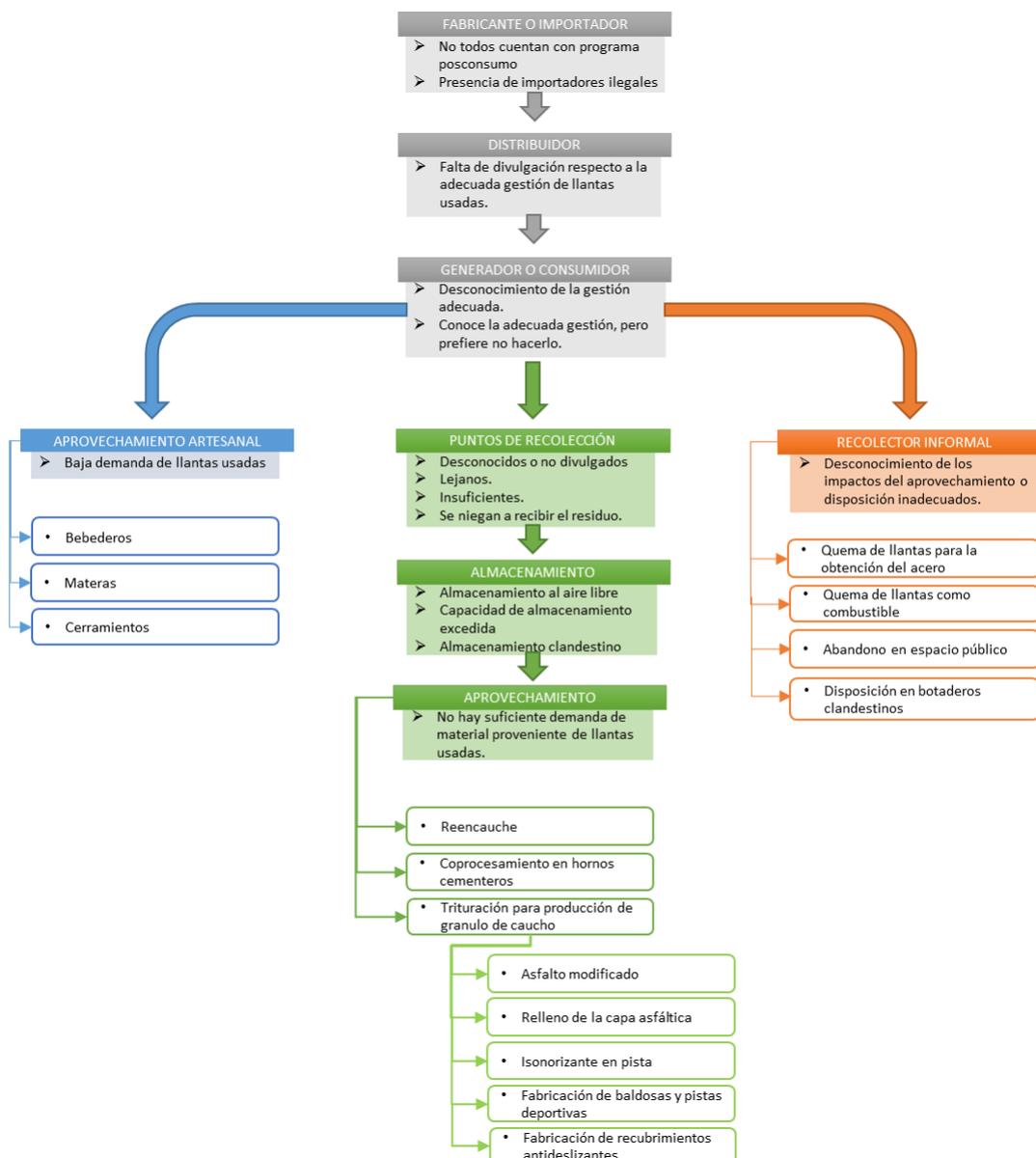


Figura 12. Identificación de procesos usados y productos obtenidos en las diferentes etapas de la gestión de llantas usadas. Fuente: Presente estudio

De acuerdo con cifras de la ANLA, a agosto del 2016 se tenían 27 programas posconsumo de llantas reglamentados y en funcionamiento, de los cuales 6 hacen parte de colectivos de empresas y los restante 21 son sistemas de tipo individual. En la *Tabla 124* se relacionan los programas posconsumo aprobados y el número de empresas importadoras o productoras pertenecientes a estos.

Tabla 124. Programas de posconsumo de llantas aprobados por la Autoridad Ambiental a 2016

N° EXPEDIENTE	TITULAR DEL SISTEMA	TIPO DE SISTEMA	N° DE EMPRESAS
SRS0088-00	Asociación del sector automotor y sus partes - Asopartes	Colectivo	34
SRS0001	Asociación nacional de Empresarios de Colombia	Colectivo	74
SRS0076	Comercializadora WJM y CIA S.A.S	Individual	1
SRS0106-00	Coordinadora de Tanques S.A.S	Individual	1
SRS0001	Corporación posconsumo de llantas Rueda Verde	Colectivo	84
SRS0092-00	Daewoo Trucks S.A.S	Individual	1
SRS0006	Importadora de llantas especiales S.A.	Individual	1
SRS0045	Inversiones Max Tires S.A.S.	Individual	1
SRS0040	Master S.A.	Individual	1
SRS0055	Kenworth de la Montaña S.A.S.	Individual	1
SRS0099-00	Llantas Intercontinental S.A.S.	Individual	1
SRS0043	Global Trading del Caribe	Individual	1
SRS0103-00	HA Bicicletas	Individual	1
SRS0049	IMD & CIA S.A.S	Individual	1
SRS0058	Electrocaribe LTDA	Colectivo	2
SRS0076	Distribuidora de rines y llantas – RINANDES	Individual	1
SRS0102-00	Bus Center S.A.S.	Individual	1
SRS0044	Radial Llantas	Individual	1
SRS0104-00	Regigantes S.A.	Individual	1
SRS0122-00	Sistema Verde S.A.S.	Colectivo	15
SRS0124-00	Comercializadora Distrillantas	Individual	1
SRS0111-00	Técnicos y distribuidores columbia ltda. TEDISCOL	Individual	1
SRS0048	Todo llantas del Valle	Individual	1
SRS0125-00	RJC Ecogestiones S.A.S.	Colectivo	5
SRS0129-00	Llantas e importaciones Sagu S.A.S.	Individual	1
SRS0108-00	Transportadores Gandur Numa S.A.	Individual	1
SRS0133-00	Cooperativa Multiactiva Wallancoop	Individual	1
Total			235

Fuente: Presente estudio a partir de información de ANLA (2016).

La recolección de llantas usadas se realiza a través de la instalación de puntos de recolección, los cuales deben ser accesibles al consumidor y disponerse en la cantidad que sea necesaria teniendo en cuenta, entre otros aspectos el mercado y la densidad de la población (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). En dicha norma también se establece la responsabilidad de los distribuidores de disponer espacio para la instalación de puntos de recolección, garantizar su seguridad e informar a los consumidores sobre la ubicación de dichos puntos.

Sin embargo, se presentan varios problemas relacionados con estos puntos de recolección, entre los que se cuentan, el desconocimiento de su ubicación y funcionamiento por parte de los consumidores, la falta de responsabilidad clara y divulgación por parte de los distribuidores y el desconocimiento de las personas que atienden estos puntos, dificultando o impidiendo que los consumidores pueden entregar sus llantas usadas en estos puntos.

Estas circunstancias, sumadas al desconocimiento de los generadores respecto a la adecuada gestión de las llantas o la falta de compromiso de estos, terminan configurándose en precursores de otros problemas como la participación de actores informales e ilegales dentro de la gestión de las llantas usadas, el arrojado clandestino de residuos en espacio público, en botaderos clandestinos y en cuerpos de agua o en el uso de llantas usadas como combustibles en la producción de panela u otro tipo de industrias que requieren hornos.

Una de las grandes problemáticas de la gestión de residuos sólidos en el país es la debilidad institucional, pues esta problemática incide sobre todas las fases de la gestión con diferente intensidad y múltiples consecuencias. Así, entre los problemas asociados a esta problemática, es posible evidenciar que en la fase de generación se carece de informes nacionales que permitan establecer la cantidad de llantas que se generan de los diferentes tipos de llantas que se usan en el país, no solo de llantas de vehículos, camionetas y camiones, sino también de la cantidad de llantas usadas de motocicletas, bicicletas, avión, maquinaria pesada y otro tipo de llantas de dimensiones especiales o específicas para ciertos usos.

Del mismo modo, actualmente los Sistemas de Recolección Selectiva y de Gestión Ambiental de Llantas usadas tiene como ámbito de aplicación, *“los productores de 200 o más unidades al año de llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas hasta 22,5 pulgadas, así como las llantas no conformes”* (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), lo cual significa que los productores de los demás tipos de llantas o los importadores de menores cantidades se encuentran exentos de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y de Gestión Ambiental de Llantas usadas.

Adicional a esto, el cálculo para establecer las metas de recolección se realiza, a partir del 2012, con base en el promedio de llantas puestas por el productor en el mercado en los dos años anteriores a la fecha de presentación del programa ante el MADS, comenzando con un mínimo anual del 20% y con incrementos anuales mínimos del 5% hasta alcanzar un mínimo del 65%.

La confluencia de estos factores termina condicionando la cantidad posible de llantas a ser recuperadas y la existencia de llantas usadas que no se gestionan de manera adecuada, o incluso, algunos tipos de llantas para los cuales ni siquiera se conoce cuál es la adecuada gestión.

Avanzando en la cadena de gestión, nos encontramos con el transporte de los residuos que, dentro del esquema formal, es realizado por gestores adscritos al programa posconsumo, desde los puntos de recolección hasta los centros de almacenamiento o aprovechamiento de las llantas usadas. Debido a que las llantas usadas no se encuentran catalogadas como residuos peligrosos, sino como residuos especiales, no existe una norma que regule el transporte de estos residuos o que obligue a la solicitud de permisos específicos para la realización de esta actividad.

Esta deficiencia en la reglamentación del transporte de llantas usadas permite la entrada de actores informales en esta etapa de gestión, incluyendo los movimientos transfronterizos de estos residuos, que en algunos casos son los encargados de proveer llantas usadas para aprovechamientos inadecuados, tal es el caso del uso como combustible en hornos paneleros o la venta transfronteriza de llantas usadas.

Actualmente, las autoridades no cuentan con un consolidado de los establecimientos y lugares en los que se está almacenando llantas, asimismo, no se cuenta con la capacidad para realizar seguimiento y control de dichos establecimientos y lugares. Esta situación potencia las probabilidades de presentarse incidentes relacionados con el inadecuado manejo de las llantas,

como el caso del incendio que se presentó en noviembre del año 2014 y que consumió una bodega de unos 20.000 metros cuadrados ubicada en la localidad de Fontibón en la ciudad de Bogotá, que almacenaba cerca de 600.000 llantas.

Los problemas identificados en la etapa de aprovechamiento no solo son de carácter institucional, y operativo, sino que están relacionados directamente con la baja demanda de material proveniente de llantas usadas. En este sentido, es evidente que no existe en el mercado, ni a nivel de política u ordenanzas, una acción lo suficientemente amplia que jalone la demanda de bienes manufacturados o de insumos provenientes del tratamiento del residuo, teniendo en cuenta que las posibilidades de reencauche son limitadas por el tamaño de llanta que cubren y la baja cobertura frente al volumen generado. En esta etapa se contempla tanto el reciclaje de llantas como la valorización energética, entendiendo reciclaje, como el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman las llantas usadas recuperadas y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos y la valorización energética, como el uso del potencial de aprovechamiento de las llantas usadas como fuente alterna de energía, con el cumplimiento de la legislación ambiental vigente (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

En la *Figura 12* se muestran los diferentes procesos a los que son sometidas las llantas usadas para realizar su aprovechamiento, tanto por el canal formal como el no formal:

- **Coprocesamiento de llantas:** es un proceso de aprovechamiento que consiste en utilizar en los hornos cementeros el poder calorífico de la llanta para producir energía y en la incorporación del acero en el clinker obtenido, controlando debidamente las emisiones atmosféricas (Bogotá, 2006).
- **Trituración:** Consiste en reducir el tamaño de las llantas a través de diferentes técnicas con el fin de separar el caucho de elementos como el acero y los textiles. El caucho obtenido puede emplearse para la fabricación de nuevos productos y diversas aplicaciones civiles e industriales, como canchas de tenis sintéticas, tapetes, entre otros (Bogotá, 2006)
- **Quema:** Esta es una práctica inadecuada y que se encuentra prohibida por la resolución 1457 de 2010. Se puede realizar a cielo abierto o cerrado de manera no controlada con el fin de extraer la matriz de acero de la llanta, o dentro de un proceso, al usar la llanta como combustible, como ocurre en los hornos paneleros. Esta actividad genera impactos ambientales y de salud pública relacionados con las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, contaminantes carcinogénicos y mutagénicos, y otros que causan afecciones al sistema respiratorio y circulatorio (Unión Temporal Ocade Ltda, Saniplan, & Ambiental S.A, n.d.).
- **Reencauche:** Es un procedimiento para extender la vida de una llanta y se aplica por lo general a las llantas de tamaño mediano para camión o buses, debido a que no es un procedimiento rentable frente a las llantas nuevas de automóviles y camionetas. Consiste en renovar la banda de rodamiento de las llantas gastadas y con la carcasa en buen estado, con el fin de permitir su uso en aplicaciones normales por dos o tres veces como máximo, lo cual mejora los costos de movilización (Bogotá, 2006).

Aparentemente, en la gestión de llantas usadas no se contempla la etapa de tratamiento, esto en consideración a que no se encontraron reportes de la implementación de procesos tendientes

únicamente a la reducción del material para su disposición final, sino que, por el contrario, los procesos a los que son sometidas las llantas usadas se encuentran enmarcados en el aprovechamiento, pues están encaminados a la valorización energética del producto o a la obtención de materias primas para procesos posteriores.

Respecto a la última fase de la gestión, la disposición final, para el caso específico de llantas usadas, la normatividad ambiental vigente no contempla un método de disposición final adecuada para las llantas que se encuentran dentro del alcance de la Resolución 1457 de 2010. Por tal motivo, los procesos que se realizan actualmente para esta etapa corresponden a las prácticas de disposición inadecuada.

En Colombia gran parte de las llantas usadas, son almacenadas en depósitos clandestinos, techos o patios de casas de vivienda y en espacios públicos (lagos, ríos, calles y parques) con graves consecuencias en términos ambientales, económicos y sanitarios. Las llantas usadas se convierten en el hábitat ideal para vectores como las ratas y mosquitos, que transmiten enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla y la encefalitis equina. Cuando las llantas usadas se disponen en botaderos a cielo abierto, contaminan el suelo, los recursos naturales renovables y afectan el paisaje (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Para el caso concreto de Bogotá, se estima que cerca del 30% de las más tres (3) millones de llantas usadas que se generan anualmente son dispuestas en el espacio público (Alcaldía Mayor, 2015).

5.1.2. Principales problemas de la gestión de llantas usadas

Una vez descrita la corriente de llantas usadas en cuanto a su funcionamiento y problemática, a continuación se enlistarán y detallarán los problemas centrales de la corriente, con el fin de realizar la priorización de problemas a ser abordados por los instrumentos de gestión, objeto final del presente estudio.

Los problemas centrales fueron denominados así, porque representan un cuello de botella para la gestión del residuo en cuanto a la estructura y funcionamiento integral de la gestión, la cual abarca no solamente los procesos de recolección, transporte, almacenamiento y aprovechamiento del residuo, sino todas las acciones complementarias que promuevan o fomenten la concientización por parte de productores y consumidores, así como el fomento de las alternativas de aprovechamiento que permitan cerrar el ciclo del residuo en mayor medida.

Los siguientes problemas fueron obtenidos como producto de las entrevistas realizadas a las entidades que realizan alguna función en la gestión de las llantas usadas, información validada mediante las visitas a campo y los talleres con actores estratégicos de la corriente. En la *Tabla 125* se relacionan los problemas centrales a detallar.

Tabla 125. Problemas centrales identificados para la corriente de llantas usadas

ID	PROBLEMA CENTRAL
P1LL	Los sistemas de recolección selectiva no abarcan la totalidad de llantas importadas o producidas.
P2LL	Los generadores (consumidores) no realizan una adecuada gestión de las llantas fuera de uso (del residuo).

ID	PROBLEMA CENTRAL
P3LL	No se realiza gestión de llantas usadas para todo tipo de vehículos (moto, bicicleta y fuera de vía)
P4LL	No se alcanza el potencial de reencauche de las llantas para vehículos de tipo comercial.
P5LL	El transporte y la recolección de los sistemas de recolección selectiva presentan ineficiencias.
P6LL	La capacidad y condiciones de almacenamiento actuales son insuficientes.
P7LL	La demanda de productos elaborados con material de llantas usadas es baja.
P8LL	Las metas de cumplimiento de los sistemas de recolección selectiva no garantizan la integralidad de la gestión.
P9LL	La informalidad afecta el funcionamiento de los sistemas de recolección selectiva

Fuente: Presente estudio

- **P1LL. Los programas de recolección selectiva no abarca la totalidad de llantas importadas o producidas.**

Este problema se ve reflejado en falencias de la información sobre las cantidades reales de llantas que ingresan al país, la cual es la base para el establecimiento de las metas del programa posconsumo. Lo anterior se debe principalmente al contrabando, y se agudiza por la debilidad institucional en los mecanismos de seguimiento y control para este tipo de importaciones.

Consecuentemente, las cantidades sobre las cuales los programas posconsumo definen sus metas, están sujetas a una subvaloración de las llantas usadas. De esta manera, existe una incertidumbre acerca de la efectividad y del estado real de la gestión de este tipo de residuo, que independientemente que se contabilice o no dentro de las metas de un programa posconsumo, sigue generando impactos ambientales y de salud.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que las llantas que no entran dentro de los programas posconsumo quedan descubiertas de financiación para su gestión adecuada, lo que de manera indirecta puede estar generando sobrecostos y desgaste institucional para el Estado que, a través de las entidades responsables, debe buscar mecanismos de contingencia para darle solución a la problemática de la gestión inadecuada de las llantas usadas.⁵⁰

No obstante lo anterior, se han adelantado esfuerzos de las autoridades ambientales, en conjunto con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, como la resolución 2875 del 27 de agosto de 2015, a través de la cual el gobierno ejerce control a las importaciones de todas las llantas. Sin embargo, los controles deben ser aún más rigurosos para atacar el contrabando y contrabando técnico que permite la entrada de un indeterminado número de llantas al país.

- **P2LL. Los generadores (consumidores) no realizan una adecuada gestión de las llantas fuera de uso (residuo).**

Existe un desconocimiento generalizado entre los consumidores acerca del ciclo de gestión de las llantas usadas y de su responsabilidad como parte del mismo, resultado principalmente de la

⁵⁰ Ejemplo de este tipo de situaciones son las jornadas de recolección de llantas usadas que ha llevado a cabo la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) en Bogotá, debido a la disposición inadecuada de estas sobre el espacio público de la ciudad.

poca y/o inefectiva divulgación y sensibilización acerca de los programas posconsumo, lo cual, según lo establece la Resolución 1457 de 2010, es obligación de los productores con apoyo de los distribuidores⁵¹ (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Dado esto, es común la desinformación acerca de los puntos de recolección de las llantas, y la falta de interés de los generadores en conocer la manera adecuada de descartarlas.

Por otra parte, se encuentra que la incorrecta disposición puede deberse a fallas en el esquema del programa posconsumo en cuanto a la cobertura y correcto funcionamiento de los puntos de recolección de las llantas. Sobre esto, la Resolución 1457 de 2010 también establece la obligación de los productores de “poner a disposición del público, de manera progresiva, puntos de recolección de llantas usadas, que sean accesibles al consumidor y en la cantidad que sea necesaria teniendo en cuenta, entre otros aspectos el mercado y la densidad de la población” (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Todo lo anterior, ocasiona finalmente una disposición incorrecta de las llantas usadas, ya que al ser entregadas a gestores informales, almacenadas en condiciones no adecuadas por largos periodos de tiempo, abandonadas en espacios públicos y/o descartadas como residuos sólidos urbanos para ser recogidas como parte del servicio público de aseo, se propicia su disposición final en rellenos sanitarios, quemas a cielo abierto, enterradas o botadas en cuerpos de agua.

- **P3LL. No se realiza gestión de llantas usadas para todo tipo de vehículos.**

La reglamentación de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas tienen un alcance que no cubre ciertos diámetros de rin, dentro de los que se encuentran los de algunos tipos de vehículos como moto, bicicleta y fuera de vía, de los cuales, como se mencionó en la *Tabla 122*, pueden representar el 45.6% del número total de llantas y el 14.3% del peso total de llantas, cifras que ponen de relieve la necesidad de incluir este tipo de neumáticos en la reglamentación de posconsumo, entendiendo que en la realidad, todo tipo de llanta tiene el potencial de generar impactos ambientales y en salud, por lo que se deberían considerar dentro de un esquema de gestión para minimizarlo.

Debido a lo anterior, al igual que con las llantas de contrabando mencionadas en el problema P1LL, se debe realizar la gestión de llantas que no están aportando financieramente al sistema, además de la alta probabilidad que se presente una disposición inadecuada de los tipos de llantas que no están cubiertas por la reglamentación, ya que ni siquiera se encuentra definido cuál es su esquema de gestión particular, y, por otra parte, que el volumen de generación del total de las llantas sea subvalorado.

Cabe señalar que aunque se tiene contemplado la actualización de la Resolución 1457 de 2010, en la que todas las llantas, independientemente del tipo de vehículo, deben hacer parte de programas posconsumo, a la fecha del desarrollo del presente estudio no se realiza recolección selectiva a neumáticos de motos, bicicletas y vehículos fuera de vía, razón por la que se contempla como uno de los problemas centrales del esquema actual.

⁵¹ “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones.”. Entre otras, esta norma establece la obligatoriedad de los productores de desarrollar y financiar las campañas de información pública que se requieran para lograr la divulgación de los programas posconsumo, mantener informado al público en general sobre los procedimientos de retorno de las llantas usadas y brindar información a los consumidores sobre la obligatoriedad de no disponer las llantas usadas como residuo sólido doméstico (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

- **P4LL. *No se alcanza el potencial de reencauche de las llantas para vehículos de tipo comercial.***

La cantidad de llantas reencauchadas como opción de extensión de su vida útil, tiene un potencial mayor del que actualmente se le da en el país. Lo anterior debido a algunos motivos como: las ventajas de precio de algunas marcas de llantas nuevas que hacen poco atractiva la opción del reencauche; al bajo conocimiento y falta de garantía técnica dada la existencia de informalidad en el sector del reencauche en el país; la insuficientes estrategias comerciales de los industriales que realizan el reencauche técnico; y a la ausencia de promoción y publicidad responsable por parte de los productores e importadores para alargar la vida útil de las llantas y promover el reencauche, teniendo en cuenta que muchos de estos generan los insumos y tienen sus propias empresas y firmas de reencauche.

El reencauche en Colombia es realizado por 81 plantas, siendo el 50% de éstas responsable de la producción del 80% de las llantas recicladas, principalmente ubicadas en la zona centro, Antioquia y Santander (ANRE, 2016). Teniendo en cuenta que las llantas representan el cuarto rubro más importante (11,23% de participación) dentro de la estructura de costos de las empresas de carga, adicionado a que el ahorro en el reencauche para un vehículo (C3S3) puede representar hasta el 58% del valor de las llantas nuevas, se contempla un mercado potencial, pero no desarrollado del reencauche, el cual a 2015 alcanzó tan sólo el 23% del índice de reencauchabilidad, aún distante de los niveles de países como México (70%), Brasil (130%) o Estados Unidos (120%) (ANRE, 2016).

Como consecuencias de este problema, se puede mencionar la pérdida de oportunidad de disminuir el descarte de llantas al comparar el escenario con y sin reencauche para un mismo periodo, y por tanto la generación de un mayor número de llantas que salen de circulación y que pueden entrar a una gestión inadecuada. Desde un punto de vista económico, las empresas transportadoras que usan llantas con potencial de reencauche y que no lo hacen o que se ven afectadas por la mala calidad del proceso, pueden tener implicaciones de incurrir en mayores costos de operación por la compra de llantas nuevas.

- **P5LL. *El transporte y la recolección de los sistemas de recolección selectiva presentan ineficiencias.***

La naturaleza de los sistemas de recolección selectiva, tal como se encuentra planteado en la normatividad, permite que exista una competencia por la gestión de las llantas entre los proponentes de los programas posconsumo, situación que, aunque debería generar mayor presión por la recolección de las llantas tanto en los puntos de recolección oficial, como en los lugares públicos de inadecuada disposición, no garantiza la recolección del total de las llantas generadas.

Al existir 27 programas de recolección selectiva, sin que se articulen o complementen en la planificación de la cobertura geográfica, se hacen evidentes las ineficiencias en la recolección y transporte de este tipo de residuos. Precisamente, en las consultas a expertos, talleres y visitas a campo se identificaron debilidades en la recolección y el transporte de las llantas usadas, que hacen que el programa posconsumo pierda eficiencia, en lo relacionado con lograr las metas de recolección optimizando los recursos invertidos. Esta situación se presenta, en parte, por las grandes distancias entre algunos lugares de generación y puntos de recolección dispuestos, elevados costos de transporte de residuos voluminosos, lo que sumado a la participación poco activa de algunos actores (p.ej los distribuidores), quienes, en algunos casos, no realizan

promoción a los programas y no destinan el espacio para el acopio provisional de llantas usadas, dificulta, en alguna medida, la optimización de los procesos de recolección y transporte.

También se identificaron fallas en la programación logística de los programas posconsumo, como frecuencias y rutas de recolección más eficientes, inexistencia de estaciones de transferencia y/o puntos de almacenamiento, así como de mecanismos de adecuación primaria (reducción en los volúmenes de transporte por cortes parciales) que permitan optimizar el proceso de transporte, especialmente desde los puntos de recolección más distantes a los sitios de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización.

Lo anterior se refleja en los costos del transporte, que con el tiempo pueden acrecentarse dada la necesidad de recolección de llantas en lugares más alejados para cumplir con las metas de los programas, lo que puede colocar en riesgo la sostenibilidad financiera del sistema.

- **P6LL. *La capacidad y condiciones de almacenamiento actuales son insuficientes.***

Bajo el escenario actual, en que las reducidas posibilidades de aprovechamiento y valorización de las llantas usadas ocasionan que exista la tendencia a acumularse considerables cantidades del residuo, se hace evidente que los lugares de almacenamiento o estaciones de transferencia serían una alternativa logística que podría optimizar los costos de recolección y transporte, así como las posibilidades de aumentar las metas de los programas posconsumo.

Como se ha mencionado, las características de las llantas, específicamente las relacionadas con su volumen y forma, hacen de su almacenamiento un punto susceptible para la potencialización de impactos ambientales y a la salud. Esta situación se vuelve más compleja debido a desincentivo existente a la conformación de lugares de almacenamiento o estaciones de transferencia formalizados, principalmente por razones de los altos costos del metro cuadrado y a las exigencias técnicas normativas del almacenamiento, como el techado de éstas áreas, requisito difícil de cumplir por sus altos costos, lo que imposibilita la destinación de nuevas zonas de almacenamiento. Además, se reconoce un desconocimiento generalizado acerca de los riesgos de almacenamiento (por lo general sobredimensionados) y de los manejos adecuados para este tipo de instalaciones, por lo que es posible encontrar la acumulación de las llantas en zonas inadecuadas.

Sumado a lo anterior, no se cuentan con mecanismos efectivos de control y vigilancia a sitios de almacenamiento y por tanto no se conoce la totalidad de los sitios que lo realizan y su estado de operación en cuanto a la reglamentación exigida.

- **P7LL. *La demanda de productos elaborados con material de llantas usadas es baja.***

A pesar de la diversidad de usos que tienen los subproductos de las llantas usadas, como el GCR (granulo de caucho reciclado), se identificó que la demanda de este es baja en comparación con su producción. Esto quiere decir que, a pesar de contar con capacidad suficiente para hacer la conversión de las llantas usadas en GCR, no existe un mercado que soporte esta oferta.

Lo anterior encuentra sus causas en factores como: los bajos incentivos para su aprovechamiento, el bajo valor agregado de los productos obtenidos a partir de la llanta usada, la poca conciencia ambiental por parte de los consumidores para preferir estos sobre los elaborados con materias primas vírgenes, una reglamentación deficiente para generar mayor demanda del GCR y un bajo nivel de investigación y desarrollo en el sector.

Este problema, converge con los otros identificados para propiciar la acumulación e inadecuada disposición de las llantas, y la prevalencia de su aprovechamiento energético (como coprocesamiento) o de su incineración, alternativas que si bien ofrecen una solución rápida a la crisis por la acumulación y disposición inadecuada en sitios públicos, no resulta idónea frente a la posibilidad de cerrar el ciclo del material y la disminución de los impactos ambientales como la emisión de gases efecto invernadero.

De esta manera, se llega a un escenario de subvaloración de las llantas usadas como material a reincorporar en los ciclos de producción, y de desestimulo en el mercado del GCR, tanto para los productores que transforman las llantas en granulo, como para sus consumidores intermedios (los que lo usan como materia prima en la fabricación de sus artículos).

- **P8LL. *Las metas de cumplimiento de los sistemas de recolección selectiva no garantizan la integralidad de la gestión***

Las metas de recolección de los programas son muy bajas, debido principalmente a la falta de capacidad institucional para hacer seguimiento y control al cumplimiento de la normatividad, la cual, a su vez, tiene vacíos de diseño que no permiten el cumplimiento de otras metas de calidad en el programa. Además, otra causa de las bajas metas es que estas se ven limitadas por la falta de financiación del sistema de recolección selectiva.

Así mismo, la poca exigencia en el nivel de las metas por cumplir, ocasionan que los demás factores que afectan la gestión sean igualmente bajos. De esta manera, se le resta importancia a aspectos como: la divulgación y conocimiento público de los programas posconsumo; la educación sobre la optimización del uso de sus llantas; la exigibilidad a los distribuidores de entrar de manera más activa en los programas; la implementación de indicadores y sistemas de información que garanticen la trazabilidad y, finalmente, la exigencia de metas adicionales en la investigación, desarrollo e innovación del aprovechamiento de las llantas usadas.

Si bien los programas posconsumo logran cumplir las metas cuantitativas de recolección selectiva de llantas usadas, la reglamentación podría complementarse al exigir también indicadores de cumplimiento en las metas de divulgación y difusión de programas a los consumidores, así como en la optimización en el uso de este tipo de productos que alarguen su vida útil; generación y/o alimentación de sistemas de información y sistemas de trazabilidad de las llantas desde la importación o producción hasta el aprovechamiento por parte de los gestores, información que permitiría optimizar los procesos de planificación de la estructura y logística requerida para aumentar la cobertura geográfica; financiación e incentivos de los productores e importadores hacia la innovación y desarrollo de alternativas tecnológicas para el uso de granulo de caucho reciclado e incorporación en nuevos procesos productivos; entre otras mejoras más.

- **P9LL. *La informalidad afecta el funcionamiento de los sistemas de recolección selectiva.***

La informalidad en la gestión de las llantas usadas se debe principalmente a la falta de capacidad institucional para establecer mecanismos efectivos de seguimiento y control, y a la ausencia de normatividad específica para algunas etapas del ciclo de gestión, como el transporte y el almacenamiento de llantas. Así mismo, se origina por la falta de incorporación de porcentajes mayores de llantas usadas dentro de los programas posconsumo y a que estas resultan ser de fácil acceso para los actores informales.

La informalidad en la gestión de las llantas usadas se da en varias etapas de la corriente, siendo esta problemática un reflejo de la situación de marginalidad económica del país, sumado a la idiosincrasia nacional de pasar por alto las normas para provecho propio. Por estas razones, los esfuerzos encaminados a solucionar este tipo de actuaciones resultarán inocuos si se tiene en cuenta los altos costos de control y seguimiento que implica para las autoridades el hacer cumplir la normatividad. Por ejemplo, la existencia de los denominados montallantas, a donde acuden innumerables consumidores para realizar compras de neumáticos, reparaciones y reencauches no técnicos, es una de las principales evidencias de la informalidad del sistema.

Consecuentemente, la informalidad desencadena todo tipo de métodos inadecuados de gestión, como movimientos transfronterizos de llantas para su reuso, usos como combustibles en hornos artesanales y el mercadeo ilegal de llantas regrabadas.

En la *Tabla 126* se sintetizan los problemas descritos para la corriente de llantas usadas, relacionando las causas y las consecuencias de estos, estructura que se realizó a partir del análisis de todos los insumos obtenidos por los actores estratégicos en los diferentes escenarios de consulta mencionados y por las fuentes bibliográficas referenciadas.

Tabla 126. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la corriente de llantas usadas

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P1LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fallas en el control y seguimiento estatal a la importación de neumáticos. (contrabando técnico y abierto) ➤ Evidente cultura de evasión de impuestos. 	Los sistemas de recolección selectiva no abarcan la totalidad de llantas importadas o producidas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de residuos que no entran en el programa pero que acarrear problemas de gestión, ambientales y sanitarios. ➤ Subvaloración del volumen y cantidad de residuos generados, frente a los gestionados. ➤ Las llantas que no entran en el programa posconsumo no contribuyen financieramente a la gestión.
P2LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducidas campañas de divulgación por parte de los importadores y productores, responsables de los programas posconsumo. ➤ Bajo conocimiento e interés de los consumidores en los programas posconsumo. ➤ Los puntos de recolección son desconocidos en muchos casos por los generadores. ➤ Los sitios de recolección pueden no recibir las llantas usadas y existen zonas que carecen de estos. 	Los generadores (consumidores) no realizan una adecuada gestión de las llantas fuera de uso (del residuo).	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los generadores disponen de forma incorrecta el residuo, con las consecuencias ambientales y sanitarias evaluadas. ➤ Los generadores pueden entregar llantas a gestores informales. ➤ Los generadores almacenan llantas a cielo abierto por largos periodos de tiempo, con lo que se generan impactos ambientales y riesgos a la salud. ➤ Las llantas usadas pueden ser recolectadas junto con los residuos ordinarios, en los camiones del servicio público, generando mayores impactos en rellenos sanitarios. ➤ Llantas usadas pueden terminar siendo dispuestas en rellenos sanitarios. ➤ Llantas abandonadas en espacios públicos, cuerpos de agua, enterradas..etc (no solo en rellenos)
P3LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La reglamentación de los sistemas de recolección selectiva no cubre llantas de otros tipos de vehículos. 	No se realiza gestión de llantas usadas para todo tipo de vehículos (moto, bicicleta y fuera de vía)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de residuos que no entran en el programa pero que acarrear problemas de gestión, ambientales y sanitarios. ➤ Subvaloración del volumen y cantidad de residuos generados, frente a los gestionados. ➤ Las llantas que no entran en el programa posconsumo no contribuyen financieramente a la gestión. ➤ Las llantas de estos tipos de vehículos no se disponen correctamente.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P4LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hay bajo conocimiento del reencauche técnico en el país. ➤ Preferencia al uso de llantas nuevas sobre llantas reencauchadas por los bajos precios. ➤ Existe informalidad en el sector que no ofrece las garantías técnicas. ➤ Pueden faltar estrategias comerciales de los industriales que realizan el reencauche técnico. ➤ No existe promoción y publicidad responsable por parte de los productores e importadores para alargar la vida útil de las llantas y promover el reencauche. 	No se alcanza el potencial de reencauche de las llantas para vehículos de tipo comercial.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se genera más residuos por unidad de tiempo. ➤ Se afecta la eficiencia económica de las empresas transportadoras comerciales en la compra de insumos como las llantas. ➤ El porcentaje de llantas que no se reencauchan pueden ser mal gestionadas.
P5LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parte de los residuos se genera en lugares lejanos a los puntos de recolección. ➤ Existen fallas en la programación logística que podrían hacer más ineficiente el transporte. ➤ No existen estaciones de transferencia ni puntos de almacenamiento que puedan optimizar el proceso de transporte. ➤ La imposibilidad de realizar procesos de adecuación primaria en zonas alejadas hacen ineficiente el transporte ➤ La participación de algunos actores como los distribuidores, no es tan activa en el proceso de recolección. 	El transporte y la recolección de los sistemas de recolección selectiva presentan ineficiencias.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Costos altos y crecientes para el transporte del residuo. ➤ El sistema puede ser insostenible en el tiempo por la necesidad de recolección de llantas en lugares más alejados para cumplir con las metas.
P6LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los puntos de almacenamiento deben cumplir una rigurosa reglamentación, que es difícil de cumplir por sus altos costos. ➤ No se cuentan con mecanismos efectivos de control y vigilancia a sitios de almacenamiento. ➤ No se conoce la totalidad de los sitios que realizan almacenamiento y que cumplan con la reglamentación exigida. ➤ Altos costos técnicos y bodegajes de llantas imposibilitan la destinación de nuevas zonas de almacenamiento. ➤ Desconocimiento acerca de los riesgos de almacenamiento (por lo general sobredimensionados) y 	La capacidad y condiciones de almacenamiento actuales son insuficientes.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cada vez es más complejo encontrar zonas de almacenaje y de transferencia que aminore los costos de transporte. ➤ Se puede generar la acumulación del residuo en zonas inadecuadas. ➤ Imposibilita el mejoramiento logístico del sistema de recolección selectiva.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
	de los manejos adecuados para este tipo de instalaciones.		
P7LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bajo nivel de aprovechamiento y bajos incentivos para su realización. ➤ Bajo valor agregado de productos obtenidos a partir de la llanta usada. ➤ Existe baja conciencia ambiental sobre el consumo de productos elaborados con materiales reciclados. ➤ La reglamentación actual no ha sido suficiente para generar mayor demanda de granulo de caucho. ➤ Bajo nivel de investigación y desarrollo en el sector. 	La demanda de productos elaborados con material de llantas usadas es baja.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La industria no logra absorber toda la oferta de llantas usadas. ➤ Tendencia acumular llantas y a la mala disposición de estas. ➤ Se estimulan actividades como el coprocesamiento o la incineración de llantas. ➤ La llanta como residuo no tiene valor. ➤ Genera desestimulos para los productores de GCR consumidores intermedios de gránulos de caucho, quienes han tenido pérdidas en inversiones.
P8LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las actividades de control y seguimiento no alcanzan a verificar el cumplimiento de la normatividad. ➤ La normatividad tiene vacios de diseño que no permiten el cumplimiento de otras metas de calidad en la recolección selectiva. ➤ Falta de financiación del sistema de recolección selectiva. 	Las metas de cumplimiento de los sistemas de recolección selectiva no garantizan la integralidad de la gestión.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducida promoción y publicidad de los programas posconsumo que orienten a los consumidores sobre su responsabilidad en el sistema y a optimizar el uso de sus llantas. ➤ Los distribuidores no juegan un papel más activo en los programas pos consumo. ➤ No se cuenta con indicadores ni sistemas de información, así como con la trazabilidad de los residuos. ➤ No se exigen metas adicionales en la I+D+i del aprovechamiento de las llantas usadas.
P9LL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de normatividad específica para actividades como el transporte de llantas o el almacenamiento. ➤ Poco control y seguimiento de las autoridades ambientales. ➤ Falta de gestión adecuada del residuo y fácil acceso al mismo. 	La informalidad afecta el funcionamiento de los sistemas de recolección selectiva	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hay informalidad en el transporte. ➤ Existe reencauche informal que no se realiza bajo norma técnica. ➤ Existe transporte transfronterizo de llantas usadas para su reuso. ➤ Las llantas usadas informalmente como combustibles en hornos artesanales.

Fuente: Presente estudio

5.1.3. Priorización de problemas de la gestión de llantas usadas

Una vez definidos los problemas principales de la gestión y del ciclo de vida de las llantas usadas, se realizó la calificación de las relaciones de causalidad entre estos, de acuerdo a las reglas de la metodología de cruzamientos de matriz de Vester (0 no es causa; 1 es causa indirecta; 2 es causa medianamente directa; y 3 es causa muy directa), resultados que se presentan en la *Tabla 127*.

Tabla 127. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la corriente de llantas usadas

	P1LL	P2LL	P3LL	P4LL	P5LL	P6LL	P7LL	P8LL	P9LL	Total activos
P1LL	0	2	0	0	2	1	0	1	0	6
P2LL	0	0	0	2	3	1	1	1	3	11
P3LL	0	3	0	0	0	1	0	1	0	5
P4LL	0	0	0	0	1	1	0	1	1	4
P5LL	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
P6LL	0	0	0	0	3	0	0	1	0	4
P7LL	0	3	2	0	3	3	0	3	2	16
P8LL	0	3	0	0	2	2	2	0	2	11
P9LL	0	3	0	2	1	1	0	0	0	7
Total pasivos	0	14	2	4	15	11	3	11	8	

Fuente: Presente estudio

En la *Tabla 128* se muestran los 9 problemas identificados, con los resultados de la priorización de acuerdo a las categorías definidas en la metodología de Vester como problemas indiferentes, pasivos, críticos o activos, siendo estos últimos los de mayor relevancia.

Tabla 128. Priorización de problemas asociados al Ciclo de vida y a la gestión de llantas usadas

ID	PROBLEMA CENTRAL	PRIORIZACIÓN
P1LL	Los sistemas de recolección selectiva no abarcan la totalidad de llantas importadas o producidas.	Indiferente
P2LL	Los generadores (consumidores) no realizan una adecuada gestión de las llantas fuera de uso (del residuo).	Crítico
P3LL	No se realiza gestión de llantas usadas para todo tipo de vehículos (moto, bicicleta y fuera de vía)	Indiferente

P4LL	No se alcanza el potencial de reencauche de las llantas para vehículos de tipo comercial.	Indiferente
P5LL	El transporte y la recolección de los sistemas de recolección selectiva presentan ineficiencias.	Pasivo
P6LL	La capacidad y condiciones de almacenamiento actuales son insuficientes.	Pasivo
P7LL	La demanda de productos elaborados con material de llantas usadas es baja.	Activo
P8LL	Las metas de cumplimiento de los sistemas de recolección selectiva no garantizan la integralidad de la gestión.	Crítico
P9LL	La informalidad afecta el funcionamiento de los sistemas de recolección selectiva	Pasivo

Fuente: Presente estudio

Como complemento a la metodología se presenta el árbol de problemas (Figura 13) en el que se relaciona la causalidad de los principales problemas analizados para la corriente de llantas usadas, gráfico que permite entender la jerarquía en el abordaje de los problemas de la gestión de la corriente, siendo evidente la relevancia del problema de la baja demanda de productos elaborados a partir de granulo de caucho reciclado, objetivo a solucionar a través de la propuesta y diseño de un instrumento económico.

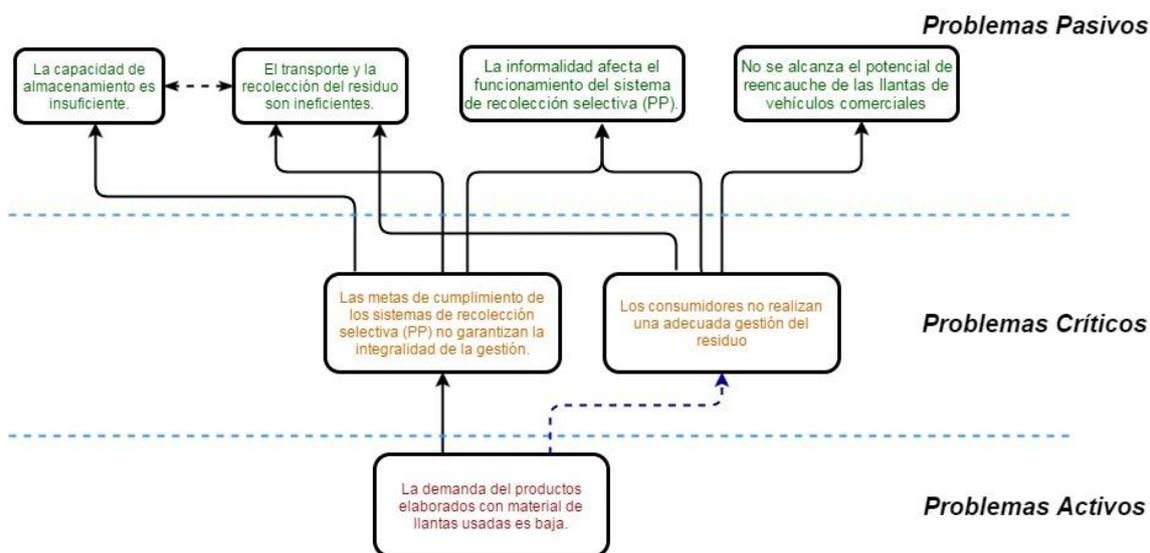


Figura 13. Árbol de problemas de la gestión de la corriente de llantas usadas

Fuente: Presente estudio

5.2. Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de Envases y Empaques de Bebidas

La categoría de los residuos de Envases y Empaques de Bebidas (E&E-B) abarca un gran número de elementos, considerando las clases de materiales que los componen (vidrio, plástico PET, tetrabrik, cartón y aluminio) y las variedades existentes de composiciones dentro de los mismos materiales.

De acuerdo con el MADS (SF), un empaque o envase es un producto fabricado con diversos materiales cuya finalidad es contener, proteger, manipular, distribuir, o presentar mercancías, en este caso bebidas, en cualquier parte de su proceso productivo, de distribución, importación, comercialización, venta o consumo. Estos E&E-B pueden tener diferentes funcionalidades en la protección de los productos, al denominarse de tipo primario, secundario y terciario, de acuerdo a la cercanía o contacto con su contenido.

Debido a que en Colombia la corriente de residuos de Envases y Empaques no se encuentra reglamentada ni amparada por mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor de manera formal, no se cuentan con cifras o estadísticas agrupadas para esta categoría de residuos. Específicamente para analizar la corriente de residuos de envases y empaques (E&E) se presentan limitaciones asociadas a la falta de información en cantidades de generación, fuentes de generación, gestión y actores involucrados.

No obstante, los datos más cercanos a la generación de residuos de Envases y Empaques corresponden a la generación de residuos sólidos municipales o urbanos (RSU), los cuales en Colombia son aproximadamente a 27.000 Ton/día, de los cuales aproximadamente el 30% está compuesto de materiales de plástico, papel, cartón, vidrio, metales y envases multicapa. De estos 8.100 Ton aproximadas de residuos, solo el 17% es separada y reciclada. Específicamente dentro del grupo de residuos de E&E se estima que tan solo el 15% se aprovecha y se reincorpora en el ciclo productivo y la mitad de este se realiza de manera informal (MADS, 2015).

Frente a la proporción de los RSU que corresponden al grupo de E&E, en el estudio diagnóstico de la gestión integral de residuos sólidos en Colombia, realizado entre UNAL y MADS (2013), se afirma que el total de E&E generados en el país para el año 2012 fue de 1'025.175 toneladas, de donde el 54% fueron envases de plástico, el 30% de papel y cartón y el 16% restante estuvo repartido entre vidrio y metal, 11 y 5% respectivamente, tal como se presenta en la *Tabla 129*.

Tabla 129. Residuos de Envases y Empaques generados en Colombia en el año 2012

2012	TOTAL GENERADO (Ton/año)	E&E (Ton/año)	% DEL TOTAL
Plástico	1,051,507	551,434	54%
Vidrio	188,343	113,947	11%
Metal	90,453	48,611	5%
PyC	748,286	311,183	30%

Fuente: UNAL y MADS (2013)

Al igual que las cifras compartidas, la gestión de los residuos de E&E y los RSU aprovechables se realiza bajo los mismos mecanismos del mercado de reciclables. De acuerdo con Aluna Consultores Ltda (2011), entre los materiales que son recogidos puerta a puerta o entregados

voluntariamente a los recicladores informales están el plástico, el vidrio y el papel. El mercado de estos materiales a nivel nacional cuenta con una estructura muy parecida. Dicha estructura está constituida por varios actores que de forma jerárquica añaden valor a los residuos hasta convertirlos en materias primas que son utilizadas por la industria transformadora situada en la parte más alta de la pirámide y sus proveedores se encuentran en posiciones inferiores diferenciados por su capacidad económica. Entre los proveedores están: los trabajadores individuales (recicladores), las microempresas, pequeñas empresas y grandes empresas (Aluna Consultores Ltda, 2011).

Las diferencias entre las empresas, asociaciones y cooperativas que realizan las labores de aprovechamiento de los materiales reciclables de E&E radica en la capacidad económica que se traduce en la posibilidad de adquisición de tecnologías para el tratamiento de residuos y capacidad de almacenamiento, elementos que les permite negociar mayores volúmenes de residuos e incidir en el precio de estos. Siguiendo a Aluna Consultores Ltda. (2011) la dinámica de funcionamiento de las empresas de reciclaje más grandes, asociadas a la industria transformadora, es garantizar la estabilidad en la oferta de los residuos, por medio de una red de compras que se estableció de forma directa e indirecta.

Las compras indirectas se hacen a grandes bodegueros y las directas las realizan a empresas afiliadas que se encargan de las etapas de procesamiento inicial, que les permite agregar valor al residuo sin depender de mayor número de intermediarios. Como ejemplo de este funcionamiento, Peldar OI tiene 800 proveedores directos en todo el país, reconocidos como los centros de acopio de DIACO, localizados en distintas ciudades, los cuales dependen de forma directa de la empresa (UNAL y MADS, 2013). Otro ejemplo, en el sector del plástico, es el desarrollado por la empresa Enka de Colombia S.A., a quien pertenece la empresa Ekored, encargada del tratamiento (selección, clasificación y prensado) de las botellas de PET, ejercicio evidenciado en las salidas de campo en las ciudades de Cali y Medellín.

Además de las bodegas grandes, se encuentran pequeñas bodegas que su ámbito es más local, éstas tienen un contacto directo con los trabajadores individuales y ejercen como comerciantes minoristas y recuperadores directos. De esta forma, las bodegas regulan el mercado bajo los precios fijados por la gran industria y administran los inventarios, de acuerdo a su propio beneficio, esperando que los precios mejoren (Aluna Consultores Ltda, 2011).

En el estudio realizado por el MADS (2015), denominado “Proyecto Piloto de Análisis de Impacto Normativo Estrategia Para Envases y Empaques”, se plantea un problema principal para la corriente denominado como la “Existencia de una inadecuada gestión integral de los residuos de Envase y Empaques”, generado a partir de tres causas estratégicas como la debilidad en la institucionalidad, desarticulación entre políticas ambientales y sectoriales, y baja aplicación de análisis de ciclo de vida del producto.

Adicional a éstas problemáticas que plantea dicho estudio, se le suman los limitados casos de aplicación de la política de Responsabilidad Extendida del Productor, la cual es definida por el MADS (SF) como *“el enfoque de la política ambiental en el que la responsabilidad del productor por un producto puesto en el mercado se extiende a la etapa de post-consumo, es decir, durante todo el ciclo de vida de un producto. De esta forma, se debe generar desplazamiento de la responsabilidad (física y/o económica; total o parcialmente) hacia el productor, así como proporcionar incentivos a productores para incorporar las consideraciones ambientales en el diseño de sus productos”*, situación que deja en manos de los

sistemas de aseo la recolección de los materiales, sin mayor incentivo para el aprovechamiento de la totalidad de estos.

Precisamente, en el estudio del MADS (2015) se revisan los roles y responsabilidades de los diferentes actores que intervienen en la cadena de gestión de los residuos de Envases y Empaques, y se proponen tres alternativas de solución al problema:

- a) Norma sobre Responsabilidad Extendida al Productor - REP.
- b) Norma sobre Responsabilidad Extendida al Productor – REP junto con un instrumento económico que castigue a la disposición final de residuos aprovechables en rellenos sanitarios
- c) Ninguna nueva intervención por parte del MADS.

Considerando que las dos primeras alternativas contemplan como principio la Responsabilidad Extendida del Productor – REP, que es el principio en el cual se fundamentan los planes posconsumo, la gestión de los residuos de envases y empaques se analizará bajo este esquema de gestión y bajo el enfoque de ciclo de vida. Esto se realiza debido a que actualmente en el país no existe un esquema de gestión de residuos de envases y empaques autónomo.

Si bien ese esquema de gestión especial para los envases, los mismos pueden ser consideradas como un residuo sólido no peligroso de carácter ordinario, lo que implica que está sometido a las reglas del servicio público de aseo, razón por la cual pueden incluirse medidas específicas sobre este tipo de residuos en los *Planes para la gestión integral de residuos sólidos, PGIRS*, pues estos tiene por función:

- a) **Reducción en el origen:** Implica acciones orientadas a promover cambios en el consumo de bienes y servicios para reducir la cantidad de residuos generados por parte de los usuarios. Incluye el desarrollo de acciones que fomenten el ecodiseño de productos y empaques que faciliten su reutilización o aprovechamiento, la optimización de los procesos productivos, el desarrollo de programas y proyectos de sensibilización, educación y capacitación.
- b) **Aprovechamiento:** Implica el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de residuos para su incorporación en el ciclo productivo con viabilidad social, económica y financiera que garanticen su sostenibilidad en el tiempo y evaluables a través del establecimiento de metas por parte del municipio o distrito.
- c) **Disposición final** de los residuos generados que no puedan ser aprovechados.

En ese orden de ideas, en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, el municipio o distrito deberá diseñar implementar y mantener actualizado un programa de aprovechamiento de residuos sólidos como parte del *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS*. Además, cuando sea viable el desarrollo de proyectos de aprovechamiento, el ente territorial deberá establecer, acorde con el régimen de servicios públicos, una estrategia técnica, operativa y administrativa que garantice la gestión diferencial de residuos aprovechables y no aprovechables (Decreto 1076 de 2015).

Dado lo anterior un segundo instrumento que aparece es el *Programa para la Prestación del Servicio de Aseo* que debe ser formulado por las personas prestadoras del servicio público de

aseo y que debe estar acorde con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio o distrito y/o regional según el caso, la regulación vigente y lo establecido en decreto 1077 de 2015. Para efectos de la formulación de este programa, las personas prestadoras definirán: objetivos, metas, estrategias, campañas educativas, actividades y cronogramas, costos y fuentes de financiación de acuerdo con los lineamientos definidos por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Este programa igualmente deberá definir todos los aspectos operativos de los diferentes componentes del servicio que atienda el prestador (donde están por ejemplo las rutas de selección selectiva⁵²), el cual deberá ser objeto de seguimiento y control por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos.

Ahora bien, como quiera que no hay una prohibición expresa de realizar la disposición final de los residuos como los envases y empaques en rellenos sanitarios (reglados por el decreto 1077 de 2015), un instrumento adicional a considerar en la gestión de estos residuos son las licencias ambientales (reguladas por el decreto 1076 de 2015), lo que implica que deberá realizarse la respectiva identificación de impactos ambientales, la evaluación de los mismos, así como la formulación del Plan de Manejo Ambiental para mitigar, corregir, restaurar o compensar los impactos ambientales causados por la construcción, funcionamiento y abandono del relleno sanitario.

En ese orden de ideas se tiene que la gestión de envases y empaques como residuos se encuentra completamente inscrita en los esquemas de gestión de residuos sólidos ordinarios (que se enmarcan en el esquema de la prestación del servicio de aseo). Cuyo incumplimiento sujeto a esquemas sancionatorios como el del comparendo ambiental, con lo que se espera controlar los impactos en el ambiente y en la salud generados por estos residuos.

Como quiera que exista un déficit en la información disponible sobre la gestión de estos residuos uno de las primeras tareas será avanzar en el establecimiento y mejorar de los esquemas de recolección de información en la materia. Sin perjuicio de lo anterior, puede considerarse que en general los envases adolecen de los mismos problemas de gestión de los residuos aprovechables en los cuales se ha identificado falencias en los procesos de selección en la fuente, y manejo diferenciado para el aprovechamiento. En ese orden de ideas se identifica una necesidad prioritaria en términos de fortalecer la selección en la fuente o establecer esquemas de recolección especiales para ciertos tipos de envases y empaques; y dos acciones que deben implementarse en el mediano plazo a) el fortalecimiento de los proyectos e infraestructura de aprovechamiento de los mismos b) el crecimiento de los mercados para estos residuos.

Sin embargo, las dinámicas de gestión y las problemáticas asociadas deben ser detalladas y validadas si se analizan casos concretos de materiales dentro de la corriente de Envases y Empaques, pues las particularidades de los mercados de los residuos, los diferentes avances tecnológicos y las situaciones y dinámicas de los mercados desarrollados alrededor de cada material, determinan la imperante necesidad de realizar diagnósticos diferenciados y proponer soluciones de gestión que ataquen los problemas principales de cada subcorriente.

⁵² La recolección de los residuos sólidos ordinarios debe hacerse en forma separada de los residuos especiales. En el caso de los residuos ordinarios y cuando el PGIRS establezca programas de aprovechamiento, la recolección de residuos con destino a disposición final deberá realizarse de manera separada de aquellos con posibilidad de aprovechamiento, implementando procesos de separación en la fuente y presentación diferenciada de residuos (Decreto 1077 de 2015).

A nivel mundial el consumo de productos con vida más larga y fáciles de almacenar son los propulsores del crecimiento de la industria de envases y empaques, donde se facturan aproximadamente US\$ 500.000 millones. Colombia no es ajena a esta situación, en la actualidad cuenta con 600 empresas que producen envases y otras 50 que fabrican máquinas para esta industria. El sector de alimentos y bebidas es el principal cliente para esta actividad, seguida de los medicamentos y los cosméticos.

- **Justificación de la selección de PET frente a otros materiales de la corriente de E&E.**

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios [SSPD] estimó que en el año 2014 la generación de residuos sólidos urbanos y rurales fue en promedio de 13,8 millones de toneladas anuales; es decir, cerca de 283 kilogramos por persona. De este total de residuos producidos se estima que sólo el 17% son separados y reciclados y de este porcentaje el 30% corresponde a residuos de plástico tipo PET (SSPD, 2015; ACOPLASTICOS, 2011).

Se estima que el 28% del total de los residuos producidos en el país se concentra en materiales potencialmente aprovechables, como el caucho, textiles, papel y cartón, vidrio, metales y plásticos. Según los datos de un estudio realizado por CEMPRE en el año 2011, en 22 ciudades del país, la composición promedio de los residuos es así: caucho (1%), metales (1%), patógenos y peligrosos (2%), vidrio (2,35%); textiles (3%), papel (4,75%), cartón (3,65), plásticos (13%), residuos orgánicos de comida y jardín (60%), otros (5%). Como se observa, en la composición de los residuos los plásticos tienen un peso importante, después de los orgánicos son los que se generan en mayor cantidad.

En el año 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desarrolló con la Universidad Nacional un estudio para la formulación del proyecto de articulado para la Ley General de Gestión Integral de Residuos. En este estudio se determinó que del total de residuos de plástico generados en el año 2012 en el país (1.051.507 ton/año) el 54% corresponden a envases y empaques tipo PET, mientras que en el caso de los residuos de papel y cartón el 30% del total generado (748.286 ton /año) corresponden a envases y empaques, de los residuos de vidrio sólo el 11% y de metal el (5%) corresponden a envases y empaques.

Estas cifras demuestran que los residuos plásticos tipo PET utilizados para envases y bebidas tiene una participación importante en la generación total de residuos del país y el incremento significativo de su uso en las últimas décadas, sustituyendo materiales como el vidrio en la fabricación de botellas y envases.

Dentro del tipo de materiales comúnmente utilizados para envases y empaques (cartón, vidrio, metal y plásticos) la industria del Plástico es de las más grandes y complejas ya que ofrece siete tipos de resinas diferentes con una amplia gama de usos.

En un estudio realizado por el Center for clean air policy en el año 2013, dirigido a evaluar el mercado potencial de los reciclables en Colombia, se analizó una muestra de 669 empresas que operan en Colombia y que tienen conexiones con la industria del reciclaje como usuarios finales. En esta muestra las empresas de plástico correspondieron a 301 empresas que representan el 32% de las ventas totales de la muestra, un número importante de ellas son pequeñas y medianas empresas. Mientras que la industria del papel y del cartón estuvo representada en la muestra sólo por 87 empresas con el 27% de las ventas totales, el vidrio con 43 empresas y con importantes barreras de entrada.

Se observa que la industria del plástico local está fragmentada, en contraposición a las de los otros materiales, debido a sus bajas barreras de entrada y los múltiples tipos de plásticos que se producen y reciclan. Hay un gran número de empresas, y ninguna de ellas tiene una participación significativa o un control total sobre la industria, como si sucede, por ejemplo, con el vidrio, en donde la estructura de la cadena de suministro está determinada por la política de comprador, en este caso Peldar, una filial local de Owens-Illinois, Inc., que es el único comprador importante de vidrio reciclable en Colombia. Razón por la que la implementación de instrumentos económicos para mejorar la gestión de los materiales de vidrio podría derivar el fortalecimiento de este monopolio.

Las empresas de fabricación de plástico tienden a utilizar insumos crudos e importados. Aquellas que usan material reciclado, lo obtienen de otras empresas industriales, debido a que es más limpio y tiene mejores propiedades químicas. Las pequeñas y medianas empresas se centradas en el procesamiento tienden a obtener sus insumos reciclables de fuentes post-consumidor; para usos menos restrictivos en la calidad. Se estima que en el 2010 el 54% del plástico consumido tuvo como destino la industria de envases de alimentos, productos de limpieza y envases de productos industriales. La regulación vigente en Colombia establece que el 54% de los plásticos utilizados en la producción de envases de productos de higiene solo se puede producir con materias primas vírgenes, el 46% restante es abierto al uso de materiales reciclables.

En el caso de materiales como el papel y el cartón los mercados se encuentran concentrados, dado que los volúmenes demandados son muy altos y para usos específicos, adicionalmente, existe un modelo estructurado de logística para el suministro local y una organización internacional del mercado. La suma de todos estos factores crea una estructura donde los precios son establecidos por un pequeño número de compradores y un mayor número de vendedores. Los residuos derivados de envases y empaques elaborados con papel y cartón tienen poca posibilidad de reciclaje debido a la pérdida de calidad por el uso y las malas prácticas de separación en la fuente. Así mismo, los envases elaborados de Tetabrik no presentan mayores niveles de información sobre su gestión, así como las tecnologías para su aprovechamiento aún no se encuentran suficientemente difundidas en el país, situaciones que en su conjunto no plantean un escenario atractivo para la implementación de instrumentos económicos en esta subcorriente.

Las propiedades de los materiales que conforman los envases de bebidas juegan un papel determinante en sus ventajas y desventajas desde distintas perspectivas, incluyendo su comportamiento en el ambiente cuando son desechados; por ello, es conveniente al establecer los mejores mecanismos de gestión dadas las particularidades de cada cadena de gestión de grupo de materiales, tanto física, económica y socialmente. Por lo tanto, dadas las características de la subcorriente de envases tipo PET, se considera oportuno avanzar hacia el establecimiento de alternativas de instrumentos económicos que mejoren las condiciones de gestión y las relaciones económicas entre los agentes involucrados en su operatividad, así como la necesidad de formalizar mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor, aspectos que se ampliarán en los numerales siguientes.

5.2.1. Estado de la gestión de los residuos de PET

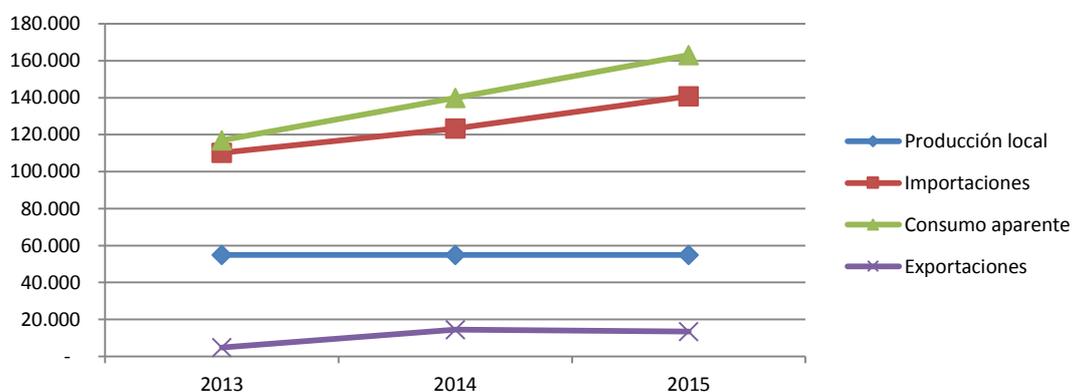
El uso de material plástico como el PET se ha incrementado significativamente en las últimas décadas, sustituyendo materiales como el vidrio en la fabricación de botellas y envases. El mercado mundial de PET es de alrededor 32 millones de toneladas al año. Más del 60 por ciento, o sea, la mayor parte llega al comercio en forma de fibras de poliéster, restando por lo tanto, cerca de 13 millones de toneladas de PET como materia prima para envases.

Desde la década del 2000 el PET comenzó a utilizarse masivamente; la ausencia de cementantes y una de sus propiedades más distintivas como es la barrera de gases, le confirió gran difusión como envase de bebidas gaseosas, sifones y posteriormente otros productos como aceites, mayonesas, cosméticos, etc. Pero no sólo estas propiedades influyeron en esta elección de los industriales y el público consumidor. Su escaso peso en relación al del producto adquirido, aproximadamente 50 veces menos que el líquido contenido y fundamentalmente la seguridad de los usuarios, ante una eventual rotura, fueron factores determinantes para la generalización de sus uso. Así mismo, desde el punto de vista ambiental, es la resina que presenta mayores aptitudes para el reciclado, ostentando el número 1 rodeado de tres flechas formando un triángulo, en el fondo del envase.

Como referente internacional, en la UE el consumo del PET aumentó aproximadamente un 3,4 % para la década de 2000, con respecto a otros materiales; y dentro del grupo de otras resinas, el PET sigue mostrando una vitalidad superior como materia prima, creciendo un 24,5% en producción y un 22,2% en consumo. Si exceptuamos el PET, el consumo del resto de materias primas creció sólo un 2,9%, y la producción de las mismas descendió un 3,1% (Universidad de Valladolid, 2010).

En el caso colombiano, el comportamiento del trienio 2013 a 2015 en el consumo de PET refleja un crecimiento del 39,3% en el consumo aparente de este material, soportado principalmente en las importaciones, que tuvieron un crecimiento del 27,8% para el mismo periodo. En términos generales se observa un superhábit en la oferta de las resinas de PET de cerca de 19 mil toneladas, teniendo en cuenta las entradas y salidas del material. En la *Figura 14* se puede observar el comportamiento de la oferta y demanda de PET en el mercado nacional, cálculos elaborados a partir de Acoplásticos (2016).

Figura 14. Comportamiento de las cantidades de resinas de PET (Tereftalato de polietileno) disponibles y consumidas en Colombia



Fuente: Presente estudio a partir de ACOPLASTICOS (2016)

Esta tendencia señala la urgencia con que deben ser abordadas las problemáticas alrededor de la gestión del PET, puesto que las políticas de producción y consumo sostenible no se están cumpliendo en cuanto a la disminución en el uso de materiales vírgenes y la prevención en el consumo de cada vez más empaques sin diseños ecológicos. En otros términos, cuantos menos residuos se generen, más eficiente será el aprovechamiento de la materia y energía, en consecuencia más perdurables los recursos del planeta y el equilibrio ambiental. Este es el fundamento de la llamada Estrategia de las "RRR" que simbolizan las palabras Reducir, Reutilizar y Reciclar.

El PET reciclado es utilizado en diferentes industrias principalmente las demandantes de fibras textiles, láminas y tubos, E&E no alimenticios y E&E de alimentos. Sin embargo, el PET reciclado destinado a nuevos envases para bebidas o alimentos en contacto permanente tiene limitaciones técnicas (al menos no el PET reciclado mecánicamente) debido a que las temperaturas implicadas en el proceso no son lo suficientemente altas para asegura la esterilización del producto. De manera que el uso del Pet Reciclado (RPET) no reduce la necesidad de nuevas cantidades de PET virgen necesaria para los recipientes de alimentos, situación que ejerce mayor presión sobre los recursos no renovables para la producción del PET.

Bajo las tecnologías de reciclado existentes, conocidas como reciclado mecánico, la mayoría de los residuos del PET no pueden reciclarse debido a que contienen cantidades significativas de impurezas como tintes y metales que interfieren con el procesado. Tales materiales, como los films de poliéster metalizados, que se emplean como cubiertas de solares de ventanas, compuestos electrónicos y material fotográfico, están excluidos de este reciclado mecánico.

Debido a estos problemas, diferentes investigaciones han enfocado sus esfuerzos en desarrollar tecnologías de reciclado capaces de usar todo tipo de PET y producir RPET que fuera equivalente en pureza y calidad al PET virgen (lo que se conoce como reciclado químico).

El reciclado es el reproceso de los materiales, en este caso del PET, para acondicionarlos con el propósito de integrarlos nuevamente a un ciclo productivo como materia prima. Hay tres maneras de aprovechar los envases de PET una vez que terminó su vida útil: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía (Universidad de Valladolid, 2010).

- **Reciclado químico:** Hoy en día muchos plásticos son **reciclados físicamente**, para ello, generalmente son recolectados, lavados y molidos. Una vez molidos se les calienta (funde) y da la forma que se desea para su nueva aplicación. Este proceso es relativamente sencillo, pero no puede aplicarse a todos los plásticos ni realizarse numerosas veces, los plásticos reciclados son de menor calidad que el material nuevo (material virgen). Cada vez que el material es reciclado sufre un proceso de degradación que disminuye sus propiedades. Además, el reciclaje físico requiere que el material se encuentre libre de impurezas y contaminación, no sólo de sustancias tóxicas o peligrosas, sino también de otros plásticos o materiales. Este es uno de los inconvenientes más grandes para lograr un buen reciclaje físico, la separación de los materiales.

Como una alternativa al reciclaje físico se puede realizar el **reciclaje químico**, el cual, a diferencia del primero, implica cambios en la estructura química del material. El reciclaje químico, al basarse en una reacción química específica, no necesita los complicados pasos de purificación que son indispensables para el reciclaje físico.

Además, permite utilizar al desecho plástico como fuente de materia prima, no sólo para producir nuevamente el material original (como material virgen), sino producir otros materiales con diferentes características.

Existen varios procesos de reciclado químico, de los cuales los más importantes son: metanólisis, glicólisis e hidrólisis. Otra alternativa a estas es para fabricar un material, denominado concreto polimérico, con aplicación en el campo de la construcción.

➤ **Reciclado Mecánico:** La técnica más utilizada en la actualidad es el reciclado mecánico. Esta consiste en la molienda, separación y lavado de los envases. Las escamas resultantes de este proceso se pueden destinar en forma directa, sin necesidad de volver a hacer pellets, en la fabricación de productos por inyección o extrusión. Dentro de las ventajas de este tipo de reciclado se pueden considerar:

- Desde el punto de vista técnico, se puede decir que las plantas de reciclado mecánico requieren inversiones moderadas en cambio las del reciclaje químico requieren inversiones mayores.
- El proceso de reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente, con el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso se llega a controlar el proceso ambientalmente.
- El reciclado mecánico de PET genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final, generando fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado.
- Una de las razones fundamentales para la selección del reciclado mecánico, como alternativa viable para la recuperación de este material, es que existe mercado para el material molido y limpio de este material, como insumo o materia prima para producir otros artículos de uso final. Los mercados asiáticos actualmente compran todo lo que se produzca de este material.

➤ **Reciclado Energético:** Dentro de las estrategias de las RRR's (reducir, reciclar y reutilizar), existe también la alternativa de aprovechamiento energético. El PET es un polímero que está formado sólo por átomos de Carbono, hidrógeno y oxígeno, por lo cual al ser quemado produce sólo dióxido de carbono y agua ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) con desprendimiento de 6,3 Kcal/Kg. Esto es posible ya que durante su fabricación no se emplean aditivos ni modificadores, por lo que su combustión no provoca las emisiones de ningún gas tóxico.

Para el caso de Colombia el mercado de plásticos reciclados es complejo debido al gran número de especificaciones de productos y una amplia variedad de usuarios potenciales, desde pequeñas y medianas empresas hasta grandes corporaciones de alcance nacional. Acoplásticos es la asociación nacional de productores de plástico y caucho, representa a 51 empresas en todo el país y proporciona información relevante a los recicladores sobre las normas de reciclaje de plásticos.

La publicación anual de Acoplásticos destaca las siguientes conclusiones sobre la industria del plástico:

- El consumo anual per cápita de resinas plásticas en Colombia sigue siendo menor que en muchos países latinoamericanos y relativamente bajo comparado con otros países en desarrollo.
- Los materiales más demandados en los últimos años han sido el polietileno (33,2%), los polipropilenos (24,5%), el polivinil cloruro (20,6%), el poli (etileno tereftalato) PET (7%) y el poliestireno (6,6%) Que juntos representan el 92% del total nacional.
- El 70% de las cantidades de resinas plásticas exportadas por Colombia se destinaron a 8 países: Brasil (15%), Perú (14%), Ecuador (11%), Estados Unidos (10%), Venezuela

5.2.2. Principales problemas de la gestión de PET

Una vez descrita el ciclo de vida de los Envases y Empaques de PET, en cuanto a su funcionamiento y problemática, a continuación se enlistarán y detallarán los problemas centrales de la corriente, con el fin de realizar la priorización de problemas a ser abordados por los instrumentos de gestión, objeto final del presente estudio.

Los problemas centrales fueron denominados así, porque representan un cuello de botella para la gestión del residuo en cuanto a la estructura y funcionamiento integral de la gestión y de ciclo de vida, las cuales abarcan no solamente los procesos de recolección, transporte, almacenamiento y aprovechamiento del residuo, sino todas las acciones complementarias que promuevan o fomenten la concientización por parte de productores y consumidores, así como el fomento de las alternativas de aprovechamiento que permitan cerrar el ciclo del residuo en mayor medida. Así mismo, para la definición de los problemas centrales se tuvo en cuenta la posibilidad de solución de estos a través de instrumentos de gestión, específicamente por aquellos de tipo económico.

Los siguientes problemas fueron obtenidos como producto de las entrevistas realizadas a las entidades que realizan alguna función en la producción, consumo y gestión de E&E de PET, información validada mediante las visitas a campo y los talleres con actores estratégicos de la corriente, así como por los resultados del estudio realizado por el MADS (2015), frente al diagnóstico de problemas de la corriente de Envases y Empaques. En la *Tabla 130* se relacionan los problemas centrales a detallar.

Tabla 130. Problemas centrales identificados para la subcorriente de E&E de PET

ID	PROBLEMA CENTRAL
P1E	Mezcla de materiales plásticos que afectan las labores de reciclaje
P2E	Insuficiente nivel de separación en la fuente
P3E	Insuficiente financiación de infraestructura y tecnología en el sistema de gestión que optimice los procesos de aprovechamiento
P4E	Dificultades en la planeación y logística de la gestión de residuos en regiones apartadas del país, en relación a los volúmenes y los costos operativos.
P5E	Concentración de mercado del reciclaje por desiguales capacidades en infraestructura y tecnologías de los actores.
P6E	La inclusión de las externalidades en las tarifas de disposición final desestimulan el aprovechamiento.

ID	PROBLEMA CENTRAL
P7E	Creciente producción y consumo de envases y empaques fabricados con PET
P8E	Insuficientes mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor en el ciclo de vida del producto-residuo

Fuente: Presente estudio

- **P1E. Mezcla de materiales plásticos que afectan labores de reciclaje**

El ecoconsumo (compra verde y la compra de productos de comercio justo) y la producción de ecoproductos (ecodiseño⁵³) son estrategias que propician el desarrollo sostenible y están asociados a estilos de vida más respetuosos con el medio ambiente y a una nueva economía verde más sensible a los aspectos ambientales y sociales. Estos dos conceptos juegan un papel importante al momento del diseño y fabricación de productos de alto nivel de reciclaje.

A pesar que estas estrategias y acciones ya son de conocimiento y su uso se está implementando en países desarrollados y en vía de desarrollo; Colombia no cuenta aún con una normativa sólida que permita establecer parámetros de ecodiseño de envases que comprometan a la empresa a su aplicación, limitando sus exigencias tan solo a la información que debe contener las etiquetas y rótulos de productos alimenticios y medicinales (Resolución 2652 de 2004, Ministerio de Protección Social).

Considerando la situación anterior, en Colombia existen diversas presentaciones de envases PET para bebidas, que posibilitan o impiden el reciclaje de todos los elementos que los componen, siendo la disposición final la única solución, en algunos casos; las mayores dificultades de estas presentaciones se encuentran en el tipo de etiquetado que se utiliza. Los envases de bebidas utilizan en gran medida dos tipo de etiquetado los cuales son, etiquetas de papel con recubrimiento de lámina de PET y las fundas termoencogibles fabricadas en PVC; estas últimas son las generadoras de limitantes en el proceso de separación de materiales para el reciclaje, ya que recubren todo el envase y al ser de PVC sus características son de mayor resistencia y dureza.

El tal sentido, la inclusión de este tipo de mezclas de materiales plásticos generan mayores costos a los prestadores del servicio de aprovechamiento, menores eficiencias en la recuperación de materiales, y consecuentemente mayor presión sobre los rellenos sanitarios, causados, fundamentalmente, por elementos de fondo como la débil aplicación de la política de responsabilidad extendida y del enfoque de ciclo de vida de los materiales.

- **P2E. Insuficiente nivel de separación en la fuente**

La recolección y la recuperación del material usado es el principal inconveniente que encuentran las empresas interesadas en reciclar PET. Estas labores son la piedra fundamental para garantizar un abasto permanente y confiable, que a su vez permita el desarrollo de una industria recicladora. A pesar de que se exalta el alto nivel de reciclaje del PET como uno de sus

⁵³ Política ambiental empresarial, cuyas acciones están orientadas al diseño de bienes y servicios que incorporan criterios de economía, ambientales y sociales, eficiencia en el uso de los recursos, uso racional de materias primas, insumos y energía, así como disminuir la generación de residuos y facilitar su aprovechamiento y valorización, con el fin de reducir los riesgos a la salud y el ambiente (MADS, SF).

más grandes beneficios, para la mayoría de los mercados la cantidad de material que va a parar a un relleno sanitario o vertedero aún supera a la cantidad que se recicla.

Por ejemplo, Japón, el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas vendidas) de 77,9 % en 2009, según datos del Consejo de Reciclaje de Botellas de PET de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48,3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET (Petra). Brasil es el líder con una tasa de 55,6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET (Abipet).

El tema del acopio es crítico para la industria de reciclaje en América Latina, donde no hay una cultura de separación en la fuente. Aun así las cifras de recuperación muestran un gran potencial. Brasil es uno de los mayores recicladores de PET en el mundo y se precia de consumir internamente todo el material que recupera, según el censo de reciclaje 2010, publicado por Abipet. México ha creado una cadena de valor sólida e interesante como estudio de caso y en otros países hay iniciativas privadas que se están ocupando del tema.

Para Colombia el porcentaje de residuos que son separados y reciclados es tan solo del 17% y de ellos el 30% corresponde al reciclaje de PET (SSPD 2015; ACOPLASTICOS 2011). No obstante, la red de recolección de CODESARROLLO (Citado por Aluna Consultores Ltda, 2011) registró que para el año 2010 se recuperaron 2,932 toneladas de PET y 1,973 toneladas de polietileno de baja y alta densidad, polipropileno, y poliestireno, cifras que están muy por debajo del consumo aparente de esos materiales, pudiendo representar menos del 5%, de acuerdo a los datos de Acoplásticos.

Existen variadas causas que podrían explicar la baja tasa de separación en la fuente, sin embargo, la razón central puede recaer en la débil institucionalidad del comportamiento de los individuos, asociada a bajos niveles de educación ambiental, débil presencia de las autoridades para el control y seguimiento, falta de incentivos a la separación, y desinformación de los usuarios como parte de los vacíos de la REP. Otros factores citados por UNAL y MADS (2013) son la baja cobertura de sistemas de recolección selectiva y el desconocimiento de la importancia de la separación en la fuente.

- ***P3E. Insuficiente financiación de infraestructura y tecnología en el sistema de gestión que optimice los procesos de aprovechamiento***

Se reconoce que como uno de los objetivos de política en materia de residuos, el aprovechamiento, es una estrategia importante para ayudar a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. Además, el aprovechamiento tiene un potencial económico que contribuye a dinamizar la economía y a generar ingresos y empleo, mediante el fortalecimiento de las cadenas productivas de reciclaje.

En consecuencia, la primera acción sobre los residuos generados es aprovecharlos y valorarlos, acción que no está siendo realizada y por lo tanto se genera una pérdida de potencial económico en la gestión actual de los residuos. Esta situación, sumada a la debilidad del control, ha propiciado el manejo inadecuado de los residuos con graves consecuencias para los recursos naturales, en especial la contaminación del agua y el suelo. Basta citar el libre vertimiento de aguas industriales y el depósito de residuos en los cuerpos de agua, y los numerosos

enterramientos de desechos realizados en forma clandestina la mayoría, o autorizados otros, que están comenzando a repercutir en la calidad de los suelos, del agua y de la salud humana, constituyéndose en pasivos ambientales.

Es así que aún persisten bajas tasas de aprovechamiento y falta de implementación de políticas e instrumentos que permitan el desarrollo de la industria del reciclaje inclusivo, en todas las cadenas productivas de reciclaje, con la participación de todos los actores involucrados.

Los procesos de aprovechamiento de los materiales reciclados como el PET presentan demanda de infraestructura adecuada para la recolección, transporte y almacenamiento, así como de maquinaria para los tratamientos y adecuación de los materiales. Aunque la tecnología para este tipo de procesos se encuentra desarrollada y disponible, las dificultades radican en el acceso de varios de los prestadores del servicio de aprovechamiento a mecanismos de financiación que les permitan adquirir dichos recursos. Este problema puede sintetizarse en la posibilidad de tener mayor capacidad instalada para absorber las mayores cantidades de material PET si se mejoran los índices de separación en la fuente, así como permitir la generación de mayor valor agregado en los procesos de transformación.

La posibilidad de tecnificación y de aumento en la capacidad de almacenamiento para algunos de los actores o intermediarios de la cadena de comercialización de los residuos, permitiría lograr mayores niveles de aprovechamiento, menores tasas de material descartado y de cierta forma jalonar la disponibilidad de mayores cantidades de materiales para el reciclaje. No obstante, esta situación solo se lograría si los márgenes de comercialización resultan más equitativos, sobre todo para actividades como la recolección, transporte y clasificación, que son desarrolladas por los trabajadores individuales (recicladores), y que requieren mayor atención.

Con la entrada en vigencia del Decreto 596 de 2016, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se espera que la actividad de aprovechamiento se realice de manera integral por las Estaciones de Clasificación y aprovechamiento (ECAS), en donde, además de realizar la clasificación y pesaje de los residuos, estas puedan realizar otros procesamientos de los materiales, con lo que puedan tener mejores precios por parte de la industria. Paralelamente, se contemplan los esfuerzos del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en la puesta en práctica del Artículo 88 del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, el cual establece un incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos en aquellas entidades territoriales en cuyo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) se hayan definido proyectos de aprovechamiento viables. Ambas iniciativas normativas buscan acortar la brecha tecnológica y operativa del país en materia de aprovechamiento de materiales reciclables.

- ***P4E. Dificultades en la planeación y logística de la gestión de residuos en regiones apartadas del país, en relación a los volúmenes y los costos operativos.***

Como se ha mencionado, debido a que la gestión de los materiales reciclables se realiza en el marco de la prestación del servicio público de aseo, las actividades de aprovechamiento no se escapan a las problemáticas de la planificación y logística que se desarrolla en todo territorio nacional, situación que evidentemente no alcanza a cubrir las metas esperadas en la gestión de aprovechables y no aprovechables. Ejemplo de esta dinámica es la cobertura del servicio público de aseo, que según los resultados de la encuesta nacional de calidad de vida realizada por el DANE, reportadas por la SSPD (2015), para el año 2014 tan solo un 24,1% de las áreas rurales del país contaban con la prestación de servicio público de aseo, escenario desalentador si

se tiene en cuenta que los envases de PET se comercializan en todos los rincones de la geografía nacional.

El panorama podría ser aún más desalentador si se tiene en cuenta que de los 48 prestadores inscritos que atienden más de 2500 suscriptores, solo el 20,8% de las empresas inscritas reportan algún dato sobre la cantidad de residuos aprovechados para el año 2014. De los datos reportados por estas empresas se tiene que las toneladas aprovechadas anualmente corresponden a 4.377,4 ton/año (SSPD, 2015).

Por otra parte, en el estudio de UNAL - MADS (2013) se afirma que en la evaluación de la aplicación de los PGIRS de todos los municipios del país, dentro de los aspectos que demuestran mayor debilidad son el aprovechamiento de residuos y la asistencia al sector rural, en la medida que están dentro de los indicadores de más baja calificación y que, por ende, necesitan ser reformulados para que se adapten a las condiciones necesarias, interpretadas como los presupuestos financieros frente a las coberturas del servicio, la estructura y logística requerida para la prestación integral del servicio de aseo.

Esta problemática tiene sentido a la vez que debido a que las estaciones de aprovechamiento se encuentran ubicadas primordialmente en las ciudades principales, caso particular de la red de recolección de CODESARROLLO que aunque cuenta con presencia en 20 departamentos del país del total de empresas que realizan procesamiento de plásticos, 54% tienen su sede en la capital del país, lo que indica que los mercados están concentrados en las grandes ciudades y particularmente en el área andina (UNAL - MADS, 2013).

Es síntesis, el país no cuenta actualmente con la posibilidad de realizar la recolección y aprovechamiento de un alto porcentaje de los envases de PET, entre todas las demás residuos aprovechables, principalmente en poblaciones apartadas a centros de gran consumo como Bogotá, Cali o Medellín, en mayor medida, y otras ciudades como Barranquilla o Bucaramanga en menor medida. Esta situación se plantea como un gran cuello de botella, puesto que, así puedan mejorarse aspectos como la separación en la fuente, el ecodiseño, mejoras tecnológicas para el aprovechamiento y desincentivos a la disposición final, los problemas logísticos a nivel local y regional plantean un reto fundamental para la planificación de la gestión, reto que deberá ser abordado por los sectores públicos y privados, ambientales y sectoriales de manera integrada.

- **P5E. Concentración de mercado del reciclaje por desiguales capacidades en infraestructura y tecnologías de los actores.**

Como se mencionó en la descripción del estado de la gestión de la corriente de Envases y Empaques, así como en la descripción del problema P3E, las asimetrías en el acceso a infraestructura y tecnologías de aprovechamiento generan los efectos de concentración de precios en el mercado del reciclaje, es decir, aquellos que logran mayores capacidades de compactación y almacenamiento, pueden obtener mejores precios de la industria transformadora, siendo las actividades previas, como la recolección, mal valoradas y en las cuales se debe basar el éxito inicial del aumento en la gestión integral.

UNAL - MADS (2013) hacen la descripción de este problema afirmando que el mercado de reciclables está determinado en gran medida por el modelo económico del país. El libre mercado de productos que genera movimientos de mercancías basados fundamentalmente en parámetros de calidad, buen precio y suministro. Por consiguiente, se evidencia una debilidad

económica de las pequeñas bodegas y trabajadores individuales con respecto a las grandes empresas, ya que su posición en la cadena de reciclables está subordinada a las decisiones de los que fijan los precios. Sin embargo, algunas intervenciones institucionales han buscado estabilizar los mercados en beneficio de la población recicladora, pero su penetración es aún baja.

Como evidencia de este problema, Aluna Consultores Ltda. (2011) presenta las variaciones de precios y los márgenes de comercialización de la cadena de plásticos, afirmando que es el material que presenta mayores posibilidades para la creación de valor agregado. El primer paso de valor agregado consiste en la recuperación de material (descontaminación por tipos de resinas, colores y materiales) el cual puede obtener un precio de mercado de \$380 pesos; la segunda etapa de generación de valor, denominada el beneficio, está dada por la disminución de la densidad del material (aglutinación y molienda) a la cual se paga el kilogramo en \$720 pesos; y por último esta la etapa de transformación a materias primas, al cual las industrias fabricantes de nuevos productos pueden pagar \$2.060 pesos /kg de PET. Esto demuestra que los márgenes de intermediación de recuperación al beneficio son del 89,5% y los de intermediación del beneficio a transformación del 186,1%, cifras que evidencian la concentración de los precios de mercado.

- **P6E. *La inclusión de las externalidades en las tarifas de disposición final desestimulan el aprovechamiento.***

De acuerdo con la SSPS (2015b), al año 2014 los 1.102 municipios disponen cerca de 26.528 toneladas diarias de residuos sólidos en 364 sitios de disposición final desagregados en 7 tipos de sistemas (3 autorizados y 4 no autorizados por las autoridades ambientales). De esta base, el 78% del total de los municipios utilizan sistemas adecuados de disposición final lo que equivale al 93% de las toneladas generadas por los municipios. Estos lugares corresponden a las celdas de contingencia y rellenos sanitarios, ninguna de las cuales incorpora dentro de las tarifas de disposición, los costos ambientales y sanitarios que ocasionan en su área de influencia.

Datos obtenidos para Bogotá, (citadas por la SDA, 2011b) señalan que de las más de 6 mil toneladas de residuos que llegan a diario al Relleno sanitario Doña Juana, aproximadamente 840 toneladas son materiales plásticos, en su mayoría bolsas. Esto implica que habría habido un aumento de casi el doble de RP que llegan al relleno en un poco más de 5 años. Las cifras no son exactas, tienen un margen de error, sin embargo, hay una clara tendencia al crecimiento del consumo de plástico y por ende desecho del mismo. Fenalco señala que las grandes superficies bogotanas consumen al mes un aproximado de 45.229.240 bolsas plásticas.

La relación del comportamiento del relleno sanitario Doña Juana en Bogotá es un referente dada la cantidad significativa de residuos que genera la capital del país y los volúmenes de residuos que llegan a este relleno sanitario a diario. En tal sentido, el estudio desarrollado el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2016), muestra unas cifras que reflejan la desventaja en la competitividad de varias alternativas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, tales como el tratamiento térmico con generación de energía, tratamientos mecánicos biológicos, o la extracción de biogás, frente a la disposición en el relleno sanitario.

Esta situación se debe a que las regulaciones tarifarias de la CRA para disposición en relleno no guardan proporción con las alternativas. En el caso de Doña Juana (190.000 Ton/ mes), que tiene un costos de disposición final de \$21.000/Ton, la posibilidad de realizar un tratamiento de incineración con capacidad similar de toneladas por mes, tiene un costo de \$243.000/Ton, es

decir, una diferencia de \$222.000/Ton. En un ejercicio más conservador, planteado para otro relleno sanitario del país (del cual no suministra el nombre el estudio), cuya capacidad es de 100 Ton/mes y un costo de disposición final de \$151.000/Ton, se comparó con la posibilidad de realizar un tratamiento de incineración de capacidad similar con costos de operación de \$456.000/Ton, reflejando una diferencia de \$305.000/Ton (BID, 2016).

El principal problema de la no inclusión de las externalidades (costos ambientales y sanitarios) en las tarifas de disposición final de los rellenos sanitarios en Colombia representa un fuerte desestímulo al aprovechamiento de los materiales, situación que tiene su génesis en la débil voluntad política para asumir la responsabilidad de realizar el incremento o la imposición de instrumentos económicos, debido a la pérdida de rentabilidad de las empresas prestadoras del servicio público de aseo de los no aprovechables.

- **P7E. Creciente producción y consumo de envases y empaques fabricados con PET.**

De acuerdo con el MADS (2015), la Política de Producción y Consumo Sostenible debe involucrar estrategias de producción más limpia como la disminución de la generación de residuos en los procesos productivos, la utilización de técnicas de ecodiseño, la disminución de la utilización de materia prima virgen, el uso racional de insumos, materia prima y energía y la incorporación de material reciclado en los procesos productivos. Así mismo, el cambio en los patrones de consumo desmedido hacia un consumo sostenible de la ciudadanía, es un elemento de gran importancia para impulsar la reducción en la generación de residuos, la reutilización y el reciclaje.

No obstante, como se evidenció en la figura 13, el comportamiento de las cantidades disponibles y consumidas de resinas plásticas, y en especial la del PET, muestra una fuerte tendencia al aumento. De acuerdo con Acoplásticos (2016), el comportamiento del trienio 2013 a 2015 en el consumo de PET refleja un crecimiento del 39,3% en el consumo aparente de este material, soportado principalmente en las importaciones, que tuvieron un crecimiento del 27,8% para el mismo periodo.

Esta cifras se relacionan directamente con lo establecido en el Informe de Disposición Final publicado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD en el año 2014, en el que se señala que la cantidad de residuos sólidos presentados para disposición final ha tenido un aumento notable entre los años 2007 a 2013, a excepción del año 2012; lo cual implica además, que las tasas de aprovechamiento en el país no se han incrementado al mismo ritmo que aumenta la producción de residuos.

Esta situación denota una evidente ausencia de las autoridades en fomentar el cumplimiento de la política de producción y consumo sostenible y la evidente falta de mecanismos operativos de la Responsabilidad Extendida del Productor. Precisamente, el MADS (2015) argumenta que la desarticulación interinstitucional se ve reflejada en la precaria implementación de las políticas de GIR y la de Producción y Consumo Sostenible, y por lo tanto: 1) hay baja implementación de estrategias de información, sensibilización y educación al consumidor; 2) se presenta un bajo conocimiento de los consumidores sobre temas de sostenibilidad y sobre el reciclaje; 3) hay una baja demanda y oferta de bienes y servicios sostenibles; 4) hay baja incorporación de políticas y principios de ecodiseño y producción más limpia por parte de los productores.

En el mismo estudio, se hace referencia a un sondeo de opinión realizado por el MADS en 2008, para evaluar la percepción, conocimiento, motivaciones y tendencias de la población

colombiana frente al consumo sostenible el cual arrojó el siguiente resultado: Se demostró que solamente para el 11% de los consumidores, el componente ambiental se encuentra dentro de los criterios prioritarios en el momento de adquirir un producto. Adicionalmente, los resultados de los estudios realizados por Datexco (2008) para el Ministerio de Ambiente en relación con la cultura de los consumidores, determinaron que solo el 11% de la población colombiana adquiere productos considerando criterios ambientales.

No obstante, esta situación de desinformación o desinterés por parte de los consumidores se presenta, aunque de manera voluntaria y reciente, se observen desarrollos en el país por parte de algunos productores, quienes han implementado técnicas de disminución de generación de residuos, entre otros, los envases ecoflex que cuentan con un porcentaje de 25% menos de plástico en comparación con las botellas convencionales, los cuales ya son utilizados en el envasado de bebidas como el agua.

- **P8E. *Insuficientes mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor en el ciclo de vida del producto-residuo.***

La responsabilidad extendida del productor puede considerarse un principio ambiental, estrechamente relacionado con principios como el de la responsabilidad compartida pero diferenciada, el que contamina paga, entre otros principios que se han venido reconociendo desde el derecho internacional y en el derecho comparado. En principio de la responsabilidad extendida del productor (e importador) intenta promover mejoras ambientales para ciclos de vida completos de los sistemas de los productos al extender las responsabilidades de los fabricantes del producto a varias fases del ciclo total de su vida útil, y especialmente a su recuperación, reciclaje y disposición final⁵⁴ (Thomas Lindhqvist, et al, 2008). A la fecha, la REP se aplica en los países miembros de la OCDE y se ha concentrado principalmente en la fase final del ciclo de vida, “el ‘eslabón más débil’ en la cadena de responsabilidades de la producción” (Kroepelien, 2000: 166).

Hay dos grupos de objetivos en un programa REP: (1) la mejora en el diseño de los productos y sus sistemas, y (2) la alta utilización de productos y materiales de calidad a través de la recolección, tratamiento y reutilización o reciclaje [de manera ambiental y socialmente conveniente] (van Rossem y Lindhqvist, 2005: 2).

Ahora bien, la instrumentalización de este principio requiere que se incorpore en los marcos de política pública y normativos. En Colombia, si bien el principio de responsabilidad extendido no se recogió de manera expresa en las leyes ambientales generales – ley 99 de 1993, decreto-ley 2811 de 1974- si tiene un sólido fundamento constitucional en el reconocimiento del derecho al ambiente sano, los deberes del Estado de protección ambiental y los deberes ambientales de los particulares y la función ecológica de la propiedad. A nivel de la normatividad específica se ha avanzado en algunos reconocimientos de este principio, así se consagra de manera expresa en la Ley 1672 de 2013 (sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos), igualmente se han

⁵⁴ Además, es un concepto más amplio que la definición utilizada por la OCDE (2001: 9): “un enfoque sobre política ambiental en el que la responsabilidad del productor [económica y/o física] sobre un producto se extiende al estadio posterior al consumidor del ciclo de vida de un producto” en sentido de que las responsabilidades extendidas de un productor no se limitan a la fase final del ciclo de vida, sino también a otros estadios del ciclo de vida del producto donde las responsabilidades convencionales resultan insuficientes para garantizar la óptima protección del medio ambiente (Thomas Lindhqvist, et al, 2008)

expedidos normas fundamentadas en la idea de la responsabilidad extendida como por ejemplo resolución 1675 de 2013 (envases de plaguicidas), resolución 371 de 2009 (medicamentos vencidos), resolución 372 de 2009 (baterías de plomo), resolución 1297 de 2010 (pilas usadas), resolución 1511 de 2010 (bombillas), resolución 1512 de 2010 (computadores y periféricos) y la resolución 1457 de 2010 (llantas usadas). Sin embargo, como se puede observar la aplicación de este principio se ha concentrado principalmente en los residuos considerados peligrosos o especiales en sus fases de recolección selectiva y aprovechamiento.

Ahora bien, dado que en Colombia este principio no ha sido universalizado aún hay sectores donde su aplicación es restringida. Tal es el caso de los envases y empaques de bebidas, sector donde la gestión de residuos ha asumido un enfoque basado en la prestación del servicio de Aseo, careciendo de un régimen especial de responsabilidad extendida del productor (importador); lo anterior situación ha redundado en por un lado la no obligatoriedad en la mejora del diseño en los productos o en el manejo post consumo de los mismo (si bien se han hecho algunos ejercicios voluntarios en el marco de la responsabilidad social empresarial). Lo cual ha contribuido a que no se le dé un manejo adecuado a los residuos generados – en términos de envases y empaques-.

En la *Tabla 131* se sintetizan los problemas descritos para la subcorriente de Envases y Empaques de PET, relacionando las causas y las consecuencias de estos, estructura que se realizó a partir del análisis de todos los insumos obtenidos por los actores estratégicos en los diferentes escenarios de consulta mencionados y por las fuentes bibliográficas referenciadas.

Tabla 131. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la subcorriente de Envases y Empaques de PET

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P1E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La normatividad no es clara en torno al eco diseño. ➤ Estrategias insuficientes para la prevención de residuos de difícil reciclaje. ➤ Inexistencia de incentivos para el diseño de envase y etiquetado. ➤ Falta de voluntad (inexistencia de obligatoriedad) para que los embotelladores utilicen materiales más fáciles de reciclar. ➤ Bajos niveles de aplicación del análisis de ciclo de vida del producto - residuo 	Mezcla de materiales plásticos que afectan las labores de reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los prestadores del servicio de aprovechamiento deben asumir más costos para hacer procesos de separación de materiales. ➤ Materiales difíciles de reciclar, afectación química por mezcla de plásticos en envase y etiqueta ➤ Material que se pierde por baja capacidad de aprovechamiento, afectación química por pegantes envase-etiqueta, etc. ➤ La industria debe asumir mayores costos en tecnologías para aprovechamiento. ➤ Mayor presión sobre rellenos sanitarios
P2E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inexistencia de incentivos (positivos y negativos) para la separación en la fuente. ➤ Bajos niveles de responsabilidad, educación y cultura ciudadana en torno al manejo de residuos ➤ Desinformación por parte de los usuarios sobre qué hacer con los materiales. ➤ No existe una clasificación de materiales (categorías) en las que se pueda asignar su facilidad para reincorporación al ciclo productivo 	Insuficiente nivel de separación en la fuente	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pérdida de material aprovechable: residuos mezclados que se recolectan rumbo a rellenos sanitarios, botaderos ilegales, quemas y, en general, disposición inadecuada. ➤ Insuficiente oferta de los residuos: las industrias de aprovechamiento no reciben los residuos que necesitan, dada su capacidad de producción. ➤ Creciente generación de residuos y disminución de la vida útil de rellenos sanitarios
P3E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los recursos del presupuesto general priorizan subsidios cruzados en la prestación del servicio de aseo ➤ El esquema actual de servicio de aseo (tarifas) no cubre todos los costos asociados a la gestión ➤ Insuficiente acceso a líneas de financiación ➤ Falta de estímulos para la actividad de aprovechamiento. ➤ Mecanismos de financiación complejos. ➤ Desatención del Estado para fortalecer la operación de los recicladores. 	Insuficiente financiación de infraestructura y tecnología en el sistema de gestión que optimice los procesos de aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ineficiencias (tiempo, costos) en la prestación del servicio. ➤ Inequidades en el acceso de competidores al mercado. ➤ Operación artesanal de aprovechamiento, baja adopción de tecnologías para el aprovechamiento de los residuos. ➤ Informalidad en la recolección y transporte. ➤ Bajo cubrimiento de rutas selectivas. ➤ No hay recolección formal. Los recicladores tienen sus rutas y de manera informal recogen. El operador no tiene rutas selectivas.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P4E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Insuficiencia (o inexistencia) de estaciones de transferencia en ciertas regiones del país ➤ Planeación: PGIRS, POT. No se articulan los instrumentos de planeación para el funcionamiento del sistema. ➤ "Des-regionalización" de las políticas que hacen ineficiente la recolección selectiva de aprovechables. 	<p>Dificultades en la planeación y logística de la gestión de residuos en regiones apartadas del país, en relación a los volúmenes y los costos operativos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En diferentes zonas del país es inviable económicamente hacer recolección y aprovechamiento de envases y empaques por los elevados costos operativos. ➤ Baja cobertura de recolección ➤ Mezcla de residuos en bodegas de reciclaje, acumulación de materiales que atraen vectores y problemas ambientales. ➤ Pérdida de competitividad de los sectores.
P5E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Insuficiente absorción de tecnologías de compactación, trituración ➤ Fallas en los diseños y ejecución de los PGIR's que no permiten mayores niveles de financiación y tecnificación. ➤ Bajos niveles de promoción de la GIR por parte de las autoridades. 	<p>Concentración de mercado del reciclaje por desiguales capacidades en infraestructura y tecnologías de los actores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se general asimetrías de poder vía precios. ➤ Reducidos márgenes de comercialización para las actividades de recolección y transporte. ➤ Mantenimiento de las condiciones de marginalidad socioeconómica de algunos grupos sociales.
P6E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Subvaloración de los costos ambientales de rellenos sanitarios (en el estado actual). ➤ Débil voluntad política para internalizar los costos ambientales y sanitarios en la tarifa de aseo. ➤ Bajos niveles de promoción de la GIR por parte de las autoridades. 	<p>La no inclusión de las externalidades en las tarifas de disposición final desestimulan el aprovechamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alta competitividad de precios de disposición final en rellenos sanitarios, que conlleva que sea más rentable esta opción frente a opciones de aprovechamiento. ➤ Mayor presión sobre los rellenos sanitarios y disminución de su vida útil.
P7E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Precios de materias primas vírgenes altamente competitivos. ➤ Reducidos mecanismos de aplicabilidad de la política de producción y consumo sostenible ➤ Bajos niveles de responsabilidad, educación y cultura ciudadana en torno al manejo de residuos. ➤ Bajos niveles de aplicación del análisis de ciclo de vida del producto - residuo 	<p>Creciente producción y consumo de envases y empaques fabricados con PET</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pérdida de materiales con potencial de reciclaje y con alto costo de oportunidad. ➤ Pérdida del potencial de aprovechamiento y oportunidades de negocios verdes. ➤ Pérdida de competitividad de los sectores. ➤ Mayor presión sobre los rellenos sanitarios. ➤ Mayor demanda de planificación en logística, tecnología e infraestructura para atender la gestión de los residuos.
P8E	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inexistencia de esquemas obligatorios de REP. ➤ Las acciones de REP han sido voluntarias pero no se lleva ningún control de éstas ni se articulan con otras políticas. ➤ Desarticulación entre políticas ambientales y sectoriales. 	<p>Insuficientes mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor en el ciclo de vida del producto-residuo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Costos sociales y ambientales por los residuos mal dispuestos o en relleno, cuando podrían ser aprovechables 100% ➤ Gran utilización de materiales vírgenes. ➤ Pocos embotelladores diseñan proyectos de recuperación de sus propios envases

Fuente: Presente estudio

5.2.3. Priorización de problemas de la gestión de PET

Una vez definidos los problemas principales de la gestión y del ciclo de vida de los Envases y Empaques de PET, se realizó la calificación de las relaciones de causalidad entre estos, de acuerdo a las reglas de la metodología de cruzamientos de matriz de Vester (0 no es causa; 1 es causa indirecta; 2 es causa medianamente directa; y 3 es causa muy directa), resultados que se presentan en la *Tabla 132*.

Tabla 132. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la subcorriente de E&E PET

	P1E	P2E	P3E	P4E	P5E	P6E	P7E	P8E	Total Activos
P1E	0	2	0	2	0	1	1	0	6
P2E	0	0	3	3	0	1	0	0	7
P3E	0	1	0	3	2	1	0	0	7
P4E	0	3	1	0	3	2	0	0	9
P5E	0	0	2	3	0	3	0	0	8
P6E	3	3	2	1	0	0	1	1	11
P7E	1	1	0	2	0	0	0	0	4
P8E	3	3	1	2	2	2	3	0	16
Total Pasivos	7	13	9	16	7	10	5	1	

Fuente: Presente estudio

En la *Tabla 133* se muestran los 9 problemas identificados, con los resultados de la priorización de acuerdo a las categorías definidas en la metodología de Vester como problemas indiferentes, pasivos, críticos o activos, siendo estos últimos los de mayor relevancia.

Tabla 133. Priorización de problemas asociados al ciclo de vida y gestión de los E&E de PET.

ID	PROBLEMA CENTRAL	PRIORIZACIÓN
P1E	Mezcla de materiales plásticos que afectan las labores de reciclaje	Indiferente
P2E	Insuficiente nivel de separación en la fuente	Crítico
P3E	Insuficiente financiación de infraestructura y tecnología en el sistema de gestión que optimice los procesos de aprovechamiento	Pasivo
P4E	Dificultades en la planeación y logística de la gestión de residuos en regiones apartadas del país, en relación a los volúmenes y los costos operativos.	Crítico
P5E	Concentración de mercado del reciclaje por desiguales capacidades en infraestructura y tecnologías de los actores.	Indiferente

ID	PROBLEMA CENTRAL	PRIORIZACIÓN
P6E	La inclusión de las externalidades en las tarifas de disposición final desestimulan el aprovechamiento.	Crítico
P7E	Creciente producción y consumo de envases y empaques fabricados con PET	Indiferente
P8E	Insuficientes mecanismos de Responsabilidad Extendida del Productor en el ciclo de vida del producto-residuo	Activo

Fuente: Presente estudio

Como complemento a la metodología se presenta el árbol de problemas (Figura 15) en el que se relaciona la causalidad de los principales problemas analizados para la subcorriente de E&E de PET, gráfico que permite entender la jerarquía en el abordaje de los problemas de la gestión de la corriente, siendo evidente la relevancia del problema de los insuficientes mecanismos de aplicación formal de la Responsabilidad Extendida del Productor, así como problemas críticos como la separación en la fuente, objetivos a solucionar a través de la propuesta y diseño de un instrumento económico, que se desarrollará en el entregable 5.

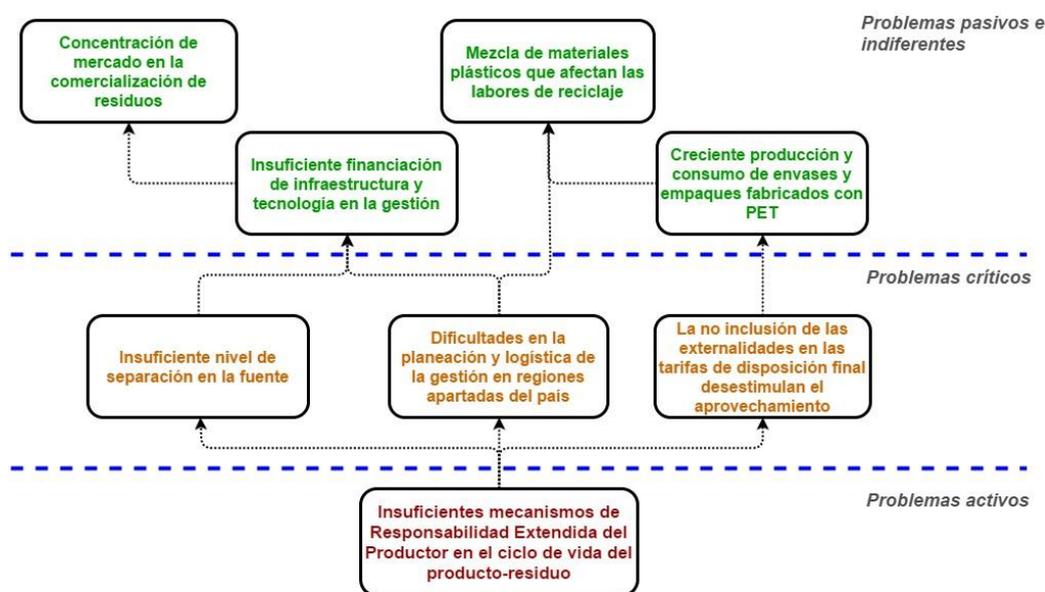


Figura 15. Árbol de problemas de la gestión de la subcorriente de E&E de PET.

Fuente: Presente estudio

5.3. Evaluación de los problemas en la gestión de los residuos de la corriente de Envases de Plaguicidas

En el marco de las problemáticas de gestión identificadas previamente, y realizando un análisis detallado de la situación actual, se ha identificado los que se consideran los problemas o limitantes más importantes para avanzar en la implementación adecuada de dicha política.

Para esto, se consideró la gestión informal, el aprovechamiento artesanal, el uso ilícito de envases de plaguicidas y la estrategia de gestión formal implementada por el Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible, denominado Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo.

Dicho análisis se realizó con la información pública disponible por parte de los diferentes actores tanto públicos como privados, así como con los testimonios recolectados durante este estudio y las conclusiones resultantes de los talleres de socialización.

5.3.1. Estado de la gestión de Envases de Plaguicidas

Como se ha mencionado previamente, los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo, están basados en el principio de Responsabilidad integral del Generador que incluye también el concepto de Responsabilidad Extendida aplicado a los fabricantes o importadores de bienes de consumo con características peligrosas conocido como Responsabilidad Extendida del Productor – REP, que define que estos serán responsables de la gestión de residuos producidos al término de la vida útil del producto (Ministerio de Ambiente & Desarrollo Territorial, 2007).

Esto implica que los agentes económicos generadores, directos o indirectos de RESPEL, deben hacerse cargo de las acciones de prevención, aprovechamiento, tratamiento y disposición de residuos (Ministerio de Ambiente & Desarrollo Territorial, 2007). En este caso en específico, las fases de Recolección, Transporte, Almacenamiento, Tratamiento, valorización y/o disposición final se encuentran dentro de las actividades que deben ser realizadas por el Plan Posconsumo del fabricante o importador.

Actualmente en Colombia existen dos modalidades para la presentación del programa posconsumo, a saber, colectivo o individual. Un programa posconsumo colectivo es aquel en el que participan empresas productoras e importadoras que deciden voluntariamente unirse y que normalmente funcionan a través de un operador logístico que se encarga de coordinar todas las acciones tendientes al cumplimiento de la norma ambiental vigente.

De acuerdo con cifras de la ANLA, al año 2013 se contaba con 22 programas posconsumo de envases de plaguicidas reglamentados y en funcionamiento, de los cuales 6 figuraban como colectivos de empresas y los restantes 16 funcionaban como sistemas de tipo individual, abarcando la suma de 150 empresas. En la *Tabla 134* se relacionan los programas posconsumo aprobados y el número de empresas importadoras o productoras pertenecientes a estos, para dicho año.

Tabla 134. Programas de posconsumo de envases de plaguicidas aprobados por la Autoridad Ambiental a 2013

N°	TITULAR DEL SISTEMA	TIPO DE SISTEMA	N° DE EMPRESAS
1	Fundación Bioentorno	Colectivo	25
2	Corporación Campo Limpio	Colectivo	23
3	Colecta S.A.S.	Colectivo	54
4	Aprovet y Campo Limpio	Colectivo	14
5	Bioeco	Colectivo	13
6	ANDI	Colectivo	5
7	Comercializadora Bogotana	Independiente	1
8	Comercializadora Internacional Banacol de Colombia S.A.	Independiente	1

N°	TITULAR DEL SISTEMA	TIPO DE SISTEMA	N° DE EMPRESAS
9	Corporacion de Plasticos Agricolas S.A. - CORPOAGRO S.A.	Independiente	1
10	Dimevet S.A.	Independiente	1
11	Electrofumigacion Toro y CIA LTDA	Independiente	1
12	Federación Nacional de Arroceros - FEDEARROZ	Independiente	1
13	Fumigax Control de Plagas	Independiente	1
14	Industrias Katori S.A.S.	Independiente	1
15	Industrias Plasticas del Eje Cafetero LTDA	Independiente	1
16	Jardines Sierra Federico de Jesus Sierra Lopez	Independiente	1
17	Laboratorios AGAR S.A.	Independiente	1
18	Mayoristas Agricolas S.A. - MAGRO S.A.	Independiente	1
19	Minagro Industria Quimica LTDA	Independiente	1
20	Palmar del Oriente	Independiente	1
21	Polyban Internacional S.A.	Independiente	1
22	Safer Agrobiologicos S.A.S	Independiente	1
Total			150

Fuente: Presente estudio a partir de información de ANLA (2016).

En cuanto a las cantidades de los residuos de envases de plaguicidas, en la actualidad no se cuenta con un informe consolidado de la cantidad de residuos de envases de plaguicidas en el país, situación que conlleva a una incertidumbre al momento de cuantificar los desechos que no ingresan a la cadena de gestión. No obstante, como línea base se tomaron los datos del estudio de la consultora para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, realizado por CYDEP Ltda (2004), consistente en realizar la evaluación económica de los proyectos normativos para la gestión integral de residuos peligrosos.

De acuerdo con CYDEP Ltda (2004), en agosto de 2003 el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, entidad encargada de la regulación de plaguicidas, tenía registrados 1.370 productos formulados con base en 400 ingredientes activos (de estos, 28 ingredientes activos pertenecen a las categorías 1a y 1b de la OMS, es decir las más peligrosas). La *Tabla 135* señala el comportamiento del sector de plaguicidas entre los años 1999 y 2001 frente a aspectos comerciales de producción, ventas, exportaciones e importaciones.

Tabla 135. Cantidad (t/año) de plaguicidas comercializados en Colombia

	1999	2000	2001	99-00	00-01
Producción	69,604	55,824	59,530	-20%	7%
Ventas	71,472	58,220	55,186	-19%	-5%
Importaciones	33,449	69,965	35,460	109%	-49%
Exportaciones	26,890	21,037	22,096	-22%	5%

Fuente: CYDEP (2004).

En cuanto a los envases desechados, los plaguicidas se comercializan en diferentes presentaciones que van desde envases de 50 lt hasta de un litro, principalmente plásticos. Entre los pequeños agricultores es usual el empleo de recipientes de un litro, los cuales tienen un peso de 50 gr (CYDEP Ltda, 2004).

Para el año de 1998, el mismo estudio reporta que según cifras de la ANDI, el país generó alrededor de 3.4 millones de envases con un peso de 2.365 toneladas, para un peso promedio por envase de 0.7 kg. Los tipos más usados son los de ¼, 1.0 y 4.0 lt, de acuerdo a lo señalado en la *Tabla 136*.

Tabla 136. Generación del residuo por tipo de envase de plaguicidas en 1998

Capacidad (lt)	Unidades	Peso (kg)	Capacidad (lt)	Unidades	PESO (kg)
0.10	500.047	10.000	1	9.282.639	464.132
0.12	317.963	7.949	4	1.644.911	361.880
0.20	416.939	11.257	10	98.490	57.124
0.23	7.920	277	20	824.707	1237.061
0.25	1.227.705	55.247	25	15.892	17.481
0.27	337.078	15.505	60	3.807	24.745
0.50	431.276	34.071	200	6.605	68.500

Fuente: CYDEP (2004).

Los primeros esfuerzos para la recolección y gestión controlada de envases de plaguicidas, desde el sector privado, fueron realizados por la ANDI para el sector floricultor de la Sabana de Bogotá con la participación 44 empresas agrícolas que aportaron 600 kilogramos de envases, los cuales, gracias al esfuerzo de Minambiente, Corpoboyacá y cementos Boyacá S.A. se gestionaron en la utilización de del plástico como combustible alterno en el horno de esta cementera, de forma que en octubre de 1.999 se concretó la primera prueba de reutilización energética a partir de los envases plásticos recogidos y en agosto del año 2.000 (CYDEP Ltda., 2004).

Con la entrada en funcionamiento de los programas de recolección selectiva se exigieron metas cuantitativas de recolección y gestión de envases, siendo estos unos de los programas más antiguos (desde la implementación del Decreto 4741 de 2005) y con el reto de realizar recolección de residuos en lugares alejados de las grandes ciudades y lugares de gestión o aprovechamiento. No obstante, los esfuerzos del sector privado, en cumplimiento de las exigencias de las políticas de Responsabilidad Extendida del Productor, permiten la gestión adecuada de los envases de plaguicidas, aunque con amplias posibilidades de mejora. Un ejemplo de los esfuerzos de los programas posconsumo son las metas de recolección cumplidas para los años 2011 a 2013, reportadas por la ANLA, cifras que se presentan en la *Figura 16*.

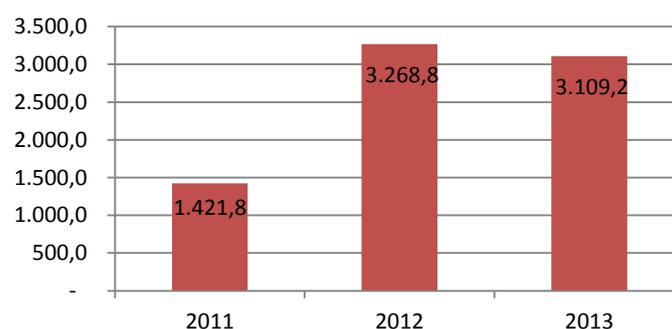


Figura 16. Toneladas de residuos de envases de plaguicidas gestionados por los programas posconsumo. Fuente: ANLA (2016).

Normalmente las actividades de recolección y transporte, así como las estrategias de divulgación y promoción se encuentran a cargo del operador logístico del programa posconsumo, que posteriormente se encarga de entregar los residuos a gestores autorizados para su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada, esto considerando que se trata de la gestión de residuos peligrosos.

Sin embargo, se conoce que existe una cantidad de envases de plaguicidas que no ingresa al programa posconsumo. De acuerdo con lo referido por las autoridades ambientales y en salud, así como por algunos operadores logísticos de los programas posconsumo⁵⁵, los envases pueden ser sometidos a diferentes procesos de acuerdo con los intereses del actor de la cadena que se encuentre en posesión de este.

En la *Figura 17* se muestran algunas de las prácticas más comunes llevadas a cabo por los actores, así como algunas situaciones que se configuran como limitantes de la gestión de los envases de plaguicidas.

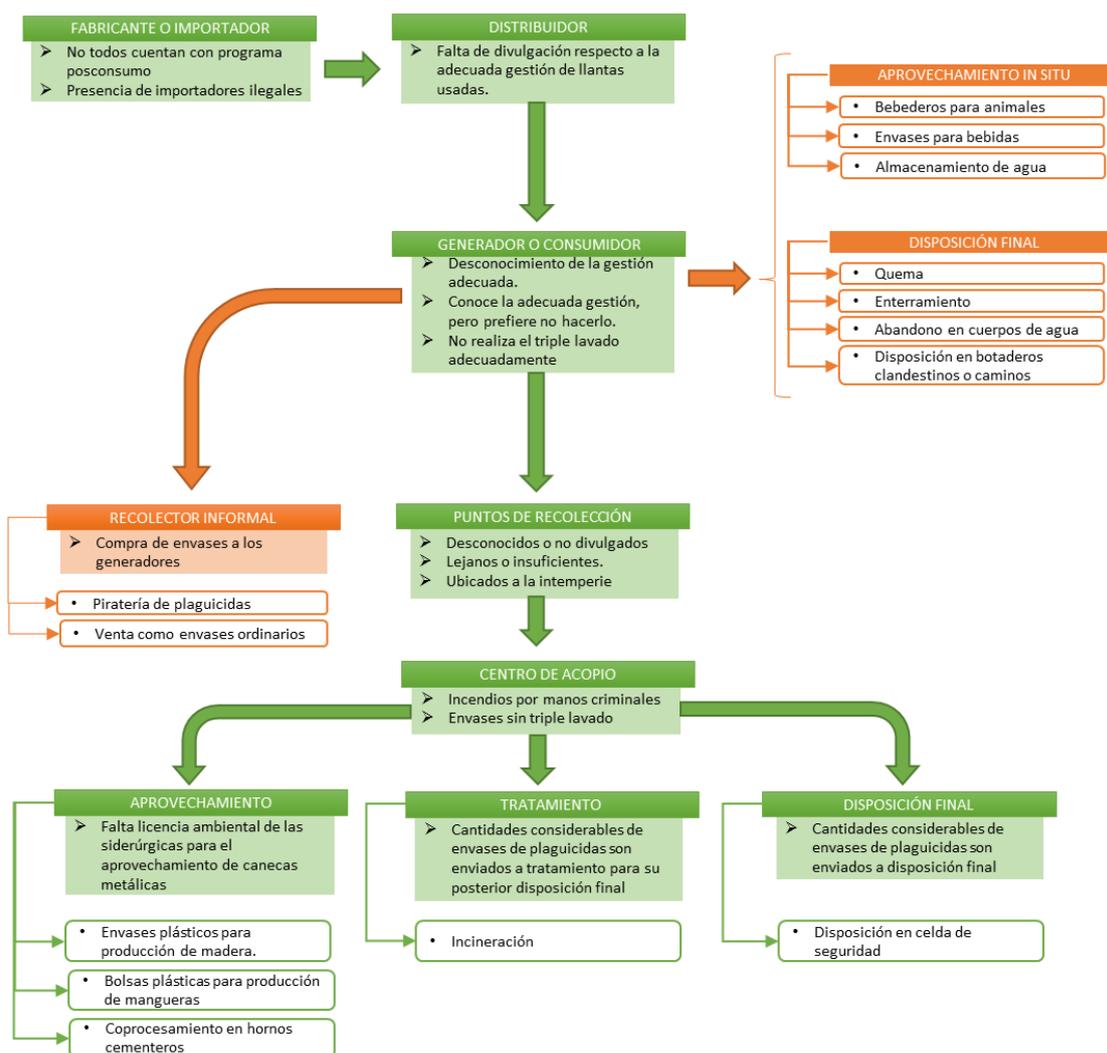


Figura 17. Identificación de actores, prácticas, procesos, productos y limitantes en la gestión de envases de plaguicidas. Fuente: Presente estudio

En las diferentes etapas de gestión y sobre los diferentes actores de la cadena se encuentra el actuar de las autoridades ambientales y en salud, que se encargan de la promoción, divulgación, vigilancia y control de la gestión integral de los residuos de envases de plaguicidas, de acuerdo con las competencias y responsabilidades establecidas en la normatividad ambiental vigente.

⁵⁵ Información recolectada en los talleres de socialización desarrollados por el presente estudio.

El esquema de gestión de residuos propuesto a través del Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas centra sus esfuerzos en la adecuada gestión de los residuos, dejando de lado el componente de la prevención de la generación. Considerando que los plaguicidas generan impactos a la salud y al ambiente, y que en muchos casos terminan siendo graves, el mayor esfuerzo de las autoridades ambientales y en general de los programas de gobierno dirigidos al agro, deberían enfocarse en la eliminación paulatina y total del uso de sustancias tóxicas en los cultivos y en la implementación de técnicas naturales de control de plagas.

Debido a que los plaguicidas son usados en las áreas rurales que en muchos casos carecen de buenas carreteras de acceso y se encuentran muy distantes de cascos urbanos, lo que imposibilita el acceso y la instalación de puntos de recolección de envases de plaguicidas, algunos generadores deciden enterrarlos en sus predios, quemarlos en hogueras o disponerlos en los cuerpos de agua. Estas malas prácticas no se deben únicamente a las largas distancias o a la disponibilidad y acceso a los puntos de recolección, sino que responden en una mayor medida al desconocimiento y la insuficiente responsabilidad del generador.

Del mismo modo, este desconocimiento y falta de responsabilidad del generador posibilitan el acceso de actores ilegales dentro de la cadena de gestión, que de acuerdo con lo expresado por algunos operadores logísticos de los programas posconsumo, compran los envases de plaguicidas que se encuentran en buen estado con el fin de usarlos para la piratería de plaguicidas.

Esta situación de ilegalidad, no solo constituye un problema para los fabricantes e importadores, que dejan de percibir ganancias y que ven comprometida su imagen corporativa, sino que representa un riesgo para la población y para el ambiente, toda vez que se desconoce los ingredientes activos que se pueden estar usando para la producción de los plaguicidas piratas y el manejo de las sustancias peligrosas en los establecimientos en los que se realiza su reenvasado.

Para el caso de la etapa de transporte, debido a que este residuo es considerado como residuo peligroso, su transporte se debe hacer en cumplimiento de la sección 8 del Decreto 1079 de 2015 “Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”, sin embargo, debido al actuar de actores ilegales dentro de la cadena, el transporte de este tipo de residuos se está realizando sin el cumplimiento de la norma y sin las medidas necesarias para minimizar riesgos.

Uno de las prácticas más comunes en el aprovechamiento, es lo que hemos denominado en este estudio como “aprovechamiento in situ”, en el que se realiza el generador realiza el aprovechamiento directamente, esto implica que los envases de plaguicidas se usan como bebederos para animales, envases para bebidas y almacenamiento de agua para consumo humano.

Estas prácticas comunes representan graves riesgos a la salud y al ambiente, ya que, entre los componentes de los plaguicidas, se encuentran sustancias altamente peligrosas para el consumo humano o animal, algunas de ellas mutagénicas, teratogénicas cuando la exposición es constante o que pueden causar la muerte cuando están presentes en grandes concentraciones.

Por los motivos anteriormente expuestos, se recomienda que los mayores esfuerzos institucionales y de articulación de actores se encaminen hacia la sensibilización y la educación

de las comunidades rurales respecto a los impactos ambientales y a la salud derivados del uso de plaguicidas en sus cultivos, la minimización de su aplicación y el incentivo en la implementación de prácticas sostenibles para el control de plagas. Esto considerando que los casos de intoxicaciones se han presentado principalmente por el uso inadecuado del producto, más que por el incorrecto manejo de sus envases.

Ahora bien, desde el punto de vista normativo el principal instrumento para evitar los impactos negativos en el ambiente y en la salud humana es el *plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos* que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de los mismos. Este plan debe ser elaborado por el generador⁵⁶ quien además es responsable del envasado o empacado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realice conforme a la normatividad vigente⁵⁷. En el mismo sentido, La responsabilidad integral del generador, fabricante, importador y/o transportador subsiste hasta que el residuo peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto finalmente en depósitos o sistemas técnicamente diseñados que no represente riesgos para la salud humana y el ambiente⁵⁸. Igualmente, debe contar con un *plan de contingencia*.

De la misma manera las instalaciones cuyo objeto sea prestar servicios de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclaje o la regeneración), tratamiento y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos deberán tramitar y obtener las licencias, permisos y autorizaciones de carácter ambiental a que haya lugar, tales como permisos de emisiones, vertimientos etc., y en especial la licencia ambiental de acuerdo al decreto 1076 de 2015.

Un segundo instrumento, central en la gestión de este tipo de residuos es el Plan de gestión de devolución de productos posconsumo, que se conceptualiza como un instrumento de gestión que contiene el conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos pos consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada. Están sujetos a formular, presentar e implementar estos planes los fabricantes y/o importadores de plaguicidas (resolución 1675 de 2013). En ese orden de ideas, se cuenta con una amplia regulación y una clara asignación de responsabilidades entre los distintos actores, sin embargo esto implica un amplio marco regulatorio en términos de comando y control que pueden ser complementadas con instrumentos de gestión que permitan la mejora de procesos:

- a) Incrementar los niveles de conciencia en la entrega y el triple lavado de los envases
- b) Ampliación de la infraestructura para el almacenamiento, transporte y aprovechamiento

⁵⁶ Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipará a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia (Decreto 1076 de 2015).

⁵⁷ Los fabricantes e importadores deben cumplir con las obligaciones establecidas para generadores (Decreto 1076 de 2015).

⁵⁸ El generador será responsable de los residuos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus efluentes, emisiones, productos y subproductos, y por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente.

Al igual que en los casos anteriores dentro de los instrumentos de manejo reseñados se encuentran obligaciones de educación ambiental que no han sido totalmente eficaces en la creación de cultura en el cumplimiento de las obligaciones por parte de los consumidores.

5.3.2. Principales problemas de la gestión de Envases de Plaguicidas

Una vez abordada la descripción de los procesos de gestión y las problemáticas generales de la corriente de residuos de envases de plaguicidas, a continuación se enlistarán y detallarán los problemas centrales, con el fin de realizar la priorización de problemas a ser abordados por los instrumentos de gestión, objeto final del presente estudio.

Los problemas centrales fueron denominados así porque representan un cuello de botella para la gestión del residuo en cuanto a la estructura y funcionamiento integral de la gestión, la cual abarca no solamente los procesos de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final del residuo, sino todas las acciones complementarias que promuevan o fomenten la concientización por parte de productores y consumidores, así como el fomento de las alternativas de aprovechamiento que permitan cerrar el ciclo del residuo en mayor medida.

Los siguientes problemas fueron obtenidos como producto de las entrevistas realizadas a las entidades que realizan alguna función en la gestión de las envases de plaguicidas, información validada mediante las visitas a campo y los talleres con actores estratégicos de la corriente. En la *Tabla 137* se relacionan los problemas centrales a detallar.

Tabla 137. Problemas centrales identificados para la corriente de envases de plaguicidas

ID	PROBLEMA CENTRAL
P1P	Baja tasa de devolución de los envases por parte del usuario final
P2P	No se realiza el Triple lavado o se hace de manera inadecuada.
P3P	Dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades
P4P	Ausencia de sistemas de información y de trazabilidad de los residuos
P5P	Sistemas de recolección y transporte ineficientes
P6P	Dificultad para implementar medidas específicas, adecuadas a la realidad regional y local
P7P	Bajo porcentaje de aprovechamiento de los envases que ingresan al PP
P8P	Cantidades considerables de envases de plaguicidas son enviados a disposición final
P9P	No todos los fabricantes/importadores tienen los planes postconsumo aprobados
P10P	Insuficiencia en programas y proyectos de investigación, capacitación, sensibilización y educación ambiental en lo concerniente a la prevención y la adecuada gestión de los residuos de envases de plaguicidas

Fuente: Presente estudio

- **PIP. Baja tasa de devolución de envases de plaguicidas por parte del generador**

El papel de los consumidores (generadores) en la gestión de este tipo de residuos es fundamental por cuanto de estos depende directamente que se alcancen las metas de los programas posconsumo. Son múltiples las causas que conllevan a que se presenten bajas tasas de devolución por parte de los generadores. Éstas pueden ser de tipo logístico, estar relacionadas con la infraestructura necesaria para motivar a la entrega, pero, principalmente, las causas de tipo educativo o por sensibilización de los generadores, son quizás con las que más se deban adelantar los esfuerzos.

En cuanto a los aspectos logísticos, y debido a que los plaguicidas son usados mayoritariamente en áreas rurales, con realidades de acceso y movilidad heterogéneas, como en muchos casos en que se carece de buenas carreteras o se encuentran muy distantes de cascos urbanos, la instalación de puntos de recolección accesibles o la definición de rutas recolectoras de envases de plaguicidas se ve limitada.

Por tal motivo, es posible que algunos generadores decidan enterrarlos en sus predios, quemarlos en hogueras o disponerlos en los cuerpos de agua. Estas malas prácticas no se deben únicamente a las largas distancias o a la disponibilidad y acceso a los puntos o rutas de recolección, sino que responden en una mayor medida al desconocimiento y la insuficiente responsabilidad del generador.

Uno de las prácticas más comunes por parte de los generadores es lo que hemos denominado en este estudio como “aprovechamiento in situ”, en el que el generador realiza el aprovechamiento directamente, esto implica que los envases de plaguicidas se usan como bebederos para animales, envases para bebidas y almacenamiento de agua para consumo humano.

Estas prácticas comunes representan graves riesgos a la salud y al ambiente, ya que, entre los componentes de los plaguicidas, se encuentran sustancias altamente peligrosas para el consumo humano o animal, algunas de ellas mutagénicas, teratogénicas cuando la exposición es constante o que pueden causar la muerte cuando están presentes en grandes concentraciones.

El seguimiento y control de los generadores por parte de las autoridades ambientales y de salud de la zona es una tarea que requiere de la inversión de grandes recursos y de la implementación de medidas y herramientas que permitan localizarlos y categorizarlos.

- **P2P. No se realiza el triple lavado o se hace de manera inadecuada**

El triple lavado consiste en enjuagar con agua por tres veces el envase de plástico rígido de tapa removible (excepto los no hidrosolubles, presurizados y fumígenos), al momento de preparar la mezcla, agregando los tres enjuagues al caldo de aspersión, aprovechando el 100% del producto para evitar cualquier riesgo a la salud humana y el ambiente. Al finalizar el triple lavado los envases deben ser inutilizados, sin destruir la etiqueta, a través de cualquier práctica mecánica que impida su utilización posterior (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

De acuerdo con las obligaciones de los consumidores especificadas en el artículo 14 de la Resolución 1675 de 2013, el consumidor debe realizar la práctica de triple lavado e inutilizar los envases (cuando proceda) sin destruir la información de las etiquetas, de conformidad con el procedimiento recomendado por el fabricante o importador del plaguicida (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Sin embargo, de acuerdo con lo referido por algunos de los programas posconsumo colectivos que operan en el país, aún se encuentran envases sin el triple lavado o que este, no se ha realizado adecuadamente. Esta situación puede imposibilitar, en algunos casos, el posterior aprovechamiento del material, ya que de acuerdo con los requerimientos del gestor o las directrices de los centros de acopio, los envases que se encuentran con un triple lavado deficiente o que no cuentan con este, se separan para enviarlos a tratamiento y/o disposición final. No obstante, se sabe de gestores que realizan aprovechamiento de los residuos así no se realicen el procedimiento de triple lavado adecuadamente, gracias al uso de tecnologías que permiten remover los residuos de plaguicidas, previo a la valorización del material.

Además de esto, esta mala práctica representa riesgos para la salud tanto de los generadores que al momento de almacenarlos en sus predios están expuestos a los lixiviados, como para los trabajadores encargados de la recolección, transporte y acopio de estos residuos.

- **P3P. Dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades**

Una de las grandes problemáticas de la gestión de residuos sólidos en el país, y principalmente de residuos peligrosos, es la previamente señalada en el entregable 3, denominada como la “debilidad institucional”, pues esta problemática incide sobre todas las fases de la gestión con diferente intensidad y múltiples consecuencias.

Esta problemática incluye, entre otros problemas, la dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades, que se presenta debido a la falta de claridad en la asignación de competencias y responsabilidades, así como por la insuficiencia de recursos al interior de las entidades para realizar esta actividad.

Esta situación puede llevar a la existencia de zonas con carencia en la gestión de envases de plaguicidas debido a la dificultad para realizar el acompañamiento y exigir la implementación de los programas posconsumo, e incluso zonas sobre las cuales se desconozca el estado de la gestión.

Asimismo, esta deficiencia en la presencia institucional permite el ingreso de actores informales en la cadena de gestión de envases de plaguicidas. Tal es el caso de personas que ofrecen dinero a cambio de envases de plaguicidas de alto valor comercial y que se encuentran en perfecto estado, con el objetivo de distribuir un producto sustituto e ilícito. Esta situación de ilegalidad, no solo constituye un problema para los fabricantes e importadores, que dejan de percibir ganancias y que ven comprometida su imagen corporativa, sino que representa un riesgo para la población y para el ambiente, toda vez que se desconoce los ingredientes activos que se pueden estar usando para la producción de los plaguicidas “piratas” y el manejo que se le da a las sustancias peligrosas en los establecimientos en los que se realiza dicho reenvasado.

Este mercado ilegal, introduce el concepto del valor comercial del residuo, un nuevo componente en la gestión del residuo que cambia las dinámicas del generador. Esta “compra del envase” compite directamente con la entrega libre y sin costo por parte del generador al programa posconsumo y por lo tanto, disminuye la cantidad de envases que son gestionados adecuadamente a través de este sistema.

La identificación de estos nuevos actores depende de los procesos de denuncia, que de realizarse podrían llevar, luego de un proceso de investigación, a su individualización y posterior

imputación de cargos por parte de las autoridades. Sin embargo, aún falta claridad respecto a las entidades que tiene competencia en el tema.

- **P4P. Ausencia de sistemas de información y de trazabilidad de los residuos**

Entre las causas asociadas a este problema es la debilidad institucional, es posible evidenciar que en la fase de generación se carece de informes nacionales que permitan establecer la cantidad de envases de plaguicidas que se generan en el país y dónde se encuentran localizada su generación. Esta situación podría ser solventada si se realizan los controles en la asignación de los permisos y licencias ambientales tanto para el funcionamiento de plantas de fabricación de plaguicidas, así como para los procesos de importación. De esta forma, existiendo los mecanismos de comando y control vigentes y funcionando, se requiere puntualizar la asignación de competencias institucionales en el diseño, administración y alimentación de información sobre la producción de este tipo de residuos.

De igual forma, como se ha mencionado, si bien los programas posconsumo realizan un importante esfuerzo en alcanzar las metas cuantitativas de recolección de recipientes, la integralidad en la gestión se vería también evidenciada en la obligación de generar reportes y realizar la trazabilidad de los productos, información que permitiría mejorar procesos, tomar decisiones y establecer seguimientos y criterios de mejora de la gestión.

Así mismo, se identifica la debilidad en la asignación de responsabilidades a agentes dentro del sistema como los distribuidores, quienes no solo deberían participar activamente en las acciones de sensibilización encaminadas a la devolución de los envases por parte del generador, así como en la mejora de la actividad del triple lavado, sino también en el reporte a los sistemas de información y trazabilidad de los productos, con el fin de hacerle seguimiento a los envases de productos con mayor peligrosidad.

De esta forma, la implementación de un sistema de información que permita ubicar el residuo a través de las diferentes etapas de la gestión podría representar una herramienta que haría más fácil el seguimiento y control por parte de las autoridades, así como bases de datos que permitan una toma de decisiones efectiva.

- **P5P. Los sistemas de Recolección y Transporte presentan ineficiencias**

Para el caso de la etapa de transporte, debido a que este residuo es considerado como residuo peligroso, su transporte se debe hacer en cumplimiento de la sección 8 del Decreto 1079 de 2015 “Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”.

No obstante, debido a las condiciones de los terrenos, a las distancias que recorrer, al tamaño del área cosechada o a las características propias del cultivo, muchos de estos transportes se realizan en cantidades pequeñas y en vehículos diversos, incluso, de tracción animal. Por estas razones, el cumplimiento de la normatividad en el transporte se desdibuja al interior de las veredas, complejizando así su seguimiento y control.

De acuerdo con la Resolución 1675 de 2013, se debe informar la ubicación de los puntos de recolección instalados por el programa posconsumo, es decir, *un lugar que cuenta con un contenedor, recipiente o mecanismo acondicionado destinado a ofrecer a los consumidores, la posibilidad de devolver los residuos o desechos posconsumo de plaguicidas para su posterior*

traslado a los centros de acopio, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

Sin embargo, dichos puntos no son tan ampliamente eficientes en las zonas rurales como en las zonas urbanas, esto debido a diferentes circunstancias que impiden su correcto uso. En algunos casos, la carencia o insuficiencia de la prestación del servicio público de aseo, terminó convirtiendo los puntos de recolección de envases de plaguicidas en puntos de recolección de residuos sólidos domiciliarios, entre ellos residuos sanitarios.

Asimismo, el desconocimiento de la ubicación y funcionamiento de los puntos de recolección por parte de los consumidores, así como la falta de divulgación, las vastas extensiones de terreno que algunos generadores de residuos debían recorrer para depositar los envases hasta el punto de recolección junto con la poca oferta de medios de transporte, desincentivaban la entrega e incluso promovían el abandono de este tipo de residuos en los caminos veredales.

Actualmente, algunos operadores logísticos han optado por otras alternativas para realizar la recolección de los residuos. Entre estas, se cuentan las campañas con el acompañamiento de las autoridades municipales y las rutas de recolección selectiva por las diferentes veredas. Estas alternativas requieren, en la mayoría de los casos, de mayores inversiones de dinero por parte de los fabricantes e importadores, y no son completamente eficientes en cuanto al cubrimiento del territorio, considerando que aún existen zonas que no cuentan con rutas de recolección de envases de plaguicidas o que se encuentran muy alejadas de los cascos urbanos, por lo que no participación en jornadas de recolección o zonas con difíciles condiciones de seguridad que no son atendidas por los programas posconsumo.

- **P6P. Dificultad para implementar medidas específicas, adecuadas a la realidad regional y local**

Esta limitación se encuentra fuertemente relacionada con la falta de articulación entre actores, problemática que fue definida con anterioridad en este estudio, y con la falta de investigación nacional para temas específicos en la aplicación de plaguicidas, en el diseño de empaques y en general en el ciclo de vida del producto y las alternativas de gestión de los residuos.

La realidad de esta limitante se ve reflejada en las acciones de planificación que deben realizar las autoridades ambientales, los operadores logísticos y las entidades de control y seguimiento al cumplimiento de las obligaciones normativas. El no poder contar con información de contexto sobre las realidades regionales y locales frente al consumo, generación y posibilidades de articulación, tiene como consecuencia la pérdida de eficiencia de los programas posconsumo.

La necesidad de entender la complejidad de las realidades rurales y de incluir las particularidades de las diferentes zonas del país, su diversidad ecológica y cultural dentro de las toma de decisiones, es fundamental para poder formular medidas más acordes a las necesidades de la población, que den amplio cubrimiento a las metas de gestión del residuo y que respondan de una manera más eficiente a la inversión de recursos.

- **P7P. Bajo porcentaje de aprovechamiento de los envases que ingresan al Programa Posconsumo**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Resolución 1675 de 2013, está prohibido realizar actividades de aprovechamiento y/o valorización (incluyendo el reciclaje) de los

residuos posconsumo de plaguicidas para la elaboración de juguetes, utensilios domésticos, recipientes o empaques que vayan a estar en contacto con agua, alimentos o medicamentos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

El tipo de aprovechamiento al que es sometido un envase está determinado por el material del cual está elaborado. En el caso del plástico, actualmente en Colombia se realiza el aprovechamiento de plásticos rígidos para la elaboración de madera plástica. Por su parte, los plásticos flexibles como el PET, las cajas de cartón usadas como embalaje y las bolsas aluminizadas pueden ser usadas como combustibles alternativos en procesos de coprocesamiento en hornos cementeros. Las canecas metálicas tienen potencial de aprovechamiento en procesos de chatarrización, sin embargo, no se cuenta con un gestor autorizado para realizar dicho proceso en el país.

No obstante, no solo el material define el tipo de proceso al que es sometido el residuo, en muchas zonas del país, la distancia a las instalaciones de los gestores o los requerimientos de estos para la recepción de los residuos pueden ser determinantes para establecer si este se aprovecha o se debe disponer.

- **P8P. *Cantidades considerables de envases de plaguicidas son enviados a disposición final***

De acuerdo con el informe Nacional de Generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia, durante el año 2013 se manejaron por medio de disposición final interna y externa un total de 85.520,7 toneladas de residuos o desechos peligrosos de las 241.620,0 toneladas reportadas como generadas. Asimismo, el aprovechamiento externo de residuos peligrosos es la alternativa de gestión menos utilizada en el país (IDEAM, 2015)

Actualmente en Colombia la opción más económica en cuanto a la gestión de residuos peligrosos es la disposición final en rellenos de seguridad. Sin embargo, esta práctica supone una mayor presión sobre los recursos, ya que de incrementarse su uso, se requerirán mayores extensiones de terreno para la adecuación de estas infraestructuras.

- **P9P. *No todos los fabricantes/importadores tienen los planes posconsumo aprobado***

Actualmente en Colombia se hallan disponibles en el mercado plaguicidas de formulaciones muy antiguas, anteriores a la implementación de estrategias de control de las autoridades ambientales y en salud. Por tal motivo, dichas sustancias se encuentran fuera de la obligatoriedad del programa posconsumo y las empresas no las reportan dentro de las metas de recolección, por lo que podemos hablar de una cantidad de envases de plaguicidas que se encuentran sin gestión.

Del mismo modo, se conoce que existe falsificación y uso indebido de permisos de importación, lo que introduce una gran incertidumbre respecto a la cantidad de plaguicidas que usan en Colombia y los lugares en los que son aplicados, pues un solo permiso puede ser usado a la vez por varios importadores pero solo se hace seguimiento al titular del registro, presentándose así, un subregistro de la cantidad de plaguicida comercializado.

Este mercado ilegal, introduce dentro de la cadena de gestión de envases de actores que por su naturaleza, no se encuentran en la base de datos de las autoridades y no son susceptibles del seguimiento y control por parte de estas.

Esta situación provoca que exista una cantidad de envases de plaguicidas que no se encuentran dentro de las metas de recolección de los planes posconsumo y que no se estén gestionando en la actualidad.

- **P10P. *Insuficiencia en programas y proyectos de investigación, capacitación, sensibilización y educación ambiental en lo concerniente a la prevención y la adecuada gestión de los residuos de envases de plaguicidas***

El esquema de gestión de residuos propuesto a través del Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas centra sus esfuerzos en la adecuada gestión de los residuos, dejando de lado el componente de la prevención de la generación.

Se evidencia la falta de énfasis en la prevención del residuo, pues, si bien el esquema de responsabilidad extendida del productor, como su nombre lo indica, extiende la responsabilidad del productor a otras etapas, como las relacionadas con la gestión del residuo, los mayores esfuerzos y recursos se invierten en la logística de devolución del residuo y en su gestión, más no en la prevención de su generación.

Esto se debe principalmente a que el fabricante o importador percibe sus ganancias de la venta de su producto, por lo que no sería conveniente para este, invertir recursos para la prevención del consumo de sus productos o incluso en la extensión del tiempo de vida o uso de los mismos. Por tal motivo, se considera importante que las autoridades ambientales y en salud, propendan por la prevención de la generación del residuo, a través de programas de capacitación, sensibilización y educación ambiental financiados principalmente por los programas posconsumo.

Del mismo modo, se considera que es necesario realizar una mayor inversión en programas de y proyectos de investigación tendientes a implementar más y mejores tecnologías para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos de envases de plaguicidas.

En la *Tabla 138* se sintetizan los problemas descritos para la corriente de envases de plaguicidas, relacionando las causas y las consecuencias de estos, estructura que se realizó a partir del análisis de todos los insumos obtenidos por los actores estratégicos en los diferentes escenarios de consulta mencionados y por las fuentes bibliográficas referenciadas.

Tabla 138. Causas y consecuencias de los problemas centrales en la gestión de la corriente de envases de plaguicidas.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P1P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de divulgación y de campañas educativas. ➤ Falta de conciencia sobre la importancia de la devolución. ➤ Inadecuados o incompletos mecanismos de logística para la recolección y transporte a los centros de acopio. ➤ Ausencia de incentivos e instrumentos de control hacia el generador. 	Baja tasa de devolución de los envases por parte del usuario final	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposición final inadecuada. ➤ Riesgo de generación de comercio ilícito de envases. ➤ Uso inadecuado de envases. ➤ Se almacenan envases a cielo abierto o por largos periodos de tiempo
P2P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de capacitación en el uso de los plaguicidas y el manejo final de los envases y empaques. ➤ Bajo desarrollo de técnicas para la realización del triple lavado. ➤ Baja conciencia sobre la importancia del triple lavado. ➤ Ausencia de incentivos o desincentivos (instrumentos de control hacia el generador) 	No se realiza el Triple lavado o se hace de manera inadecuada.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposición inadecuada de los residuos de enjuague. ➤ Reducción del potencial de aprovechamiento. ➤ Disposición inadecuada de envases vacíos. ➤ Aumento de los riesgos en salud para la población expuesta. ➤ Aumento de la presencia de lixiviados.
P3P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No hay clara asignación de competencias institucionales. ➤ No se cuenta con suficientes recursos al interior de las entidades para realizar esta actividad 	Dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de seguimiento de las diferentes autoridades. ➤ Dificultad para identificar y penalizar responsables de la disposición final inadecuada de envases de plaguicidas ➤ Promoción de uso ilícito de los envases. ➤ Fomento del uso inadecuado de envases de plaguicidas. ➤ Transporte de envases de plaguicidas sin el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. ➤ Zonas con deficiente presencia institucional
P4P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de mecanismos adecuados de registro de compra/venta por parte de los distribuidores de plaguicidas. ➤ No hay clara asignación de competencias institucionales. ➤ Actividades como la distribución no tienen un rol definido en la política de posconsumo. 	Ausencia de sistemas de información y de trazabilidad de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - Dificultad para establecer seguimiento y criterios de mejora. ➤ Imposibilita la toma de decisiones de gestión. ➤ Impide la posibilidad de establecer multas y sanciones.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P5P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Insuficiente financiación de la logística inversa. ➤ Insuficientes controles y seguimientos al sistema, que no permiten la implementación de mecanismos de mejora. ➤ Falta de instrumentos que permitan localizar las zonas de uso de plaguicidas, determinar puntos críticos y direccionar recursos para la atención. 	Los sistemas de recolección y transporte presentan ineficiencias	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposición inadecuada de los envases de plaguicidas. ➤ Reducida oferta de envases para aprovechamiento. ➤ Zonas sin atención por parte de los Programas Posconsumo. ➤ Promoción de uso ilícito de envases. ➤ Fomento del uso inadecuado de envases de plaguicidas ➤ Transporte de envases de plaguicidas sin el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. ➤ No se hace correcto uso del punto de recolección o se abandonan los residuos en los caminos veredales
P6P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de investigación nacional para temas específicos en la aplicación de plaguicidas, en el diseño de empaques y en general en el ciclo de vida ➤ Falta de articulación con las autoridades territoriales. ➤ Insuficiente financiación 	Dificultad para implementar medidas específicas, adecuadas a la realidad regional y local	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estancamiento o agravamiento de la problemática. ➤ Ineficacia en la implementación del sistema de posconsumo. ➤ Transporte de envases de plaguicidas sin el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.
P7P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de normatividad que obligue al uso del material recuperado en la fabricación de nuevos empaques de plaguicidas. ➤ Reducida oferta de envases de plaguicidas reciclados. ➤ No hay estímulo para que reincorporar los materiales reciclados a nuevos ciclos productivos. ➤ Falta de oferta tecnológica para la fabricación de nuevos materiales ambientalmente y sanitariamente adecuados, a partir del material recuperado de los envases de plaguicidas. 	Bajo porcentaje de aprovechamiento de los envases que ingresan al PP	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor demanda de material nuevo para la fabricación de los envases. ➤ No se logra cerrar el ciclo, debido a que no se reincorpora el material a nuevos ciclos productivos.

ID	CAUSAS	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
P8P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bajos costos de disposición en rellenos de seguridad. ➤ Altos costos del uso de envases de plaguicidas para coprocesamiento. ➤ Falta de oferta tecnológica habilitada ambientalmente para la disposición final de envases metálicos de plaguicidas. ➤ Falta de claridad y acompañamiento para cumplir con requerimientos normativos que permitan la instalación y el funcionamiento de plantas de aprovechamiento. ➤ Ausencia de normatividad que obligue al uso del material recuperado en la fabricación de nuevos envases de plaguicidas. 	Cantidades considerables de envases de plaguicidas son enviados a disposición final	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desestimulo del aprovechamiento de envases de plaguicidas. ➤ No se logra cerrar el ciclo del material metálico, generando problemas de disposición final. ➤ Se generan mayores pasivos ambientales.
P9P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades ➤ Ausencia de sistemas de información y de trazabilidad de los residuos 	No todos los fabricantes e importadores tienen los planes posconsumo aprobado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disposición inadecuada de los envases de plaguicidas. ➤ Zonas sin atención por parte de los Programas Posconsumo. ➤ Promoción de uso ilícito de envases. ➤ Fomento del uso inadecuado de envases de plaguicidas.
P10P	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de articulación con las autoridades territoriales. ➤ No hay clara asignación de competencias institucionales. ➤ No se cuenta con suficientes recursos al interior de las entidades para realizar esta actividad ➤ El diseño del sistema posconsumo no garantiza la integralidad en su implementación y ejecución. 	Insuficiencia en programas y proyectos de investigación, capacitación, sensibilización y educación ambiental en lo concerniente a la prevención y la adecuada gestión de los residuos de envases de plaguicidas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de investigación nacional para temas específicos en la aplicación de plaguicidas, en el diseño de envases y en general en el ciclo de vida ➤ Disposición inadecuada de los envases de plaguicidas. ➤ Zonas sin atención por parte de los Programas Posconsumo. ➤ Promoción de uso ilícito de envases. ➤ Fomento del uso inadecuado de envases de plaguicidas. ➤ Estancamiento o agravamiento de la problemática. ➤ Lavado de envases, manipulación y reenvasado de plaguicidas

Fuente: Presente estudio

5.3.3. Priorización de problemas de la gestión de Envases de Plaguicidas

Una vez definidos los problemas principales de la gestión de las envases de plaguicidas, se realizó la calificación de las relaciones de causalidad entre estos, de acuerdo a las reglas de la metodología de cruzamientos de matriz de Vester (0 no es causa; 1 es causa indirecta; 2 es causa medianamente directa; y 3 es causa muy directa), resultados que se presentan en la *Tabla 139*.

Tabla 139. Calificaciones de causalidad entre los problemas centrales de la corriente de envases de plaguicidas

	P1P	P2P	P3P	P4P	P5P	P6P	P7P	P8P	P9P	P10P	Total activos
P1P	0	0	0	0	1	1	3	0	0	1	6
P2P	2	0	0	0	1	1	2	2	0	0	8
P3P	2	2	0	1	2	2	0	0	3	2	14
P4P	1	0	3	0	2	1	1	0	1	1	10
P5P	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5
P6P	2	2	2	1	3	0	1	1	0	2	14
P7P	2	1	0	0	0	0	0	3	0	0	6
P8P	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
P9P	2	1	2	0	1	1	1	0	0	2	10
P10P	2	2	1	2	1	3	2	2	0	0	15
Total pasivos	15	9	8	4	11	9	14	9	4	8	0

Fuente: Presente estudio

En la *Tabla 140* se muestran los 10 problemas identificados, con los resultados de la priorización de acuerdo a las categorías definidas en la metodología de Vester como problemas indiferentes, pasivos, críticos o activos, siendo estos últimos los de mayor relevancia.

Tabla 140. Priorización de problemas asociados a la gestión de envases de plaguicidas

ID	PROBLEMA CENTRAL	PRIORIZACIÓN
P1P	Baja tasa de devolución de los envases por parte del usuario final	Pasivo
P2P	No se realiza el Triple lavado o se hace de manera inadecuada.	Indiferente
P3P	Dificultad para realizar el seguimiento y control por parte de las autoridades	Activo

ID	PROBLEMA CENTRAL	PRIORIZACIÓN
P4P	Ausencia de sistemas de información y de trazabilidad de los residuos	Activo
P5P	Sistemas de recolección y transporte ineficientes	Pasivo
P6P	Dificultad para implementar medidas específicas, adecuadas a la realidad regional y local	Activo
P7P	Bajo porcentaje de aprovechamiento de los envases que ingresan al PP	Pasivo
P8P	Cantidades considerables de envases de plaguicidas son enviados a disposición final	Indiferente
P9P	No todos los fabricantes/importadores tienen los planes postconsumo aprobado	Activo
P10P	Insuficiencia en programas y proyectos de investigación, capacitación, sensibilización y educación ambiental en lo concerniente a la prevención y la adecuada gestión de los residuos de envases de plaguicidas	Activo

Fuente: Presente estudio

Como es posible observar, en el análisis de relaciones entre los problemas identificados para la gestión de envases de plaguicidas, no se clasifica ninguno de ellos como un problema crítico o central, esto puede deberse principalmente a que la política de posconsumo de envases de plaguicidas, lleva varios años de implementación en Colombia, con avances importantes en varios de sus componentes, lo que ha permitido controlar la magnitud de los problemas relacionados con la gestión integral de este tipo de residuos, principalmente los problemas ambientales y sanitarios que se puedan derivarse.

Sin embargo, aún es posible evidenciar importantes dificultades que impiden un mayor éxito en la tarea de devolución de los envases y su posterior reaprovechamiento o eliminación final. Así, es posible establecer oportunidades de mejora a través de la implementación de acciones tendientes a la resolución de los problemas considerados como activos o causa de dichas dificultades en la gestión.

Como complemento a la metodología se presenta el árbol de problemas (*Figura 18*) en el que se relaciona la causalidad de los principales problemas analizados para la corriente de llantas usadas, gráfico que permite entender la jerarquía en el abordaje de los problemas de la gestión de la corriente, siendo evidente la existencia de varios problemas activos que se relacionan entre sí y que presentan a su vez problemas efecto o pasivos, para los que no es tan relevante las acciones inmediatas. Sobresale la no presencia de problemas críticos en la corriente.

Considerando que los plaguicidas generan impactos a la salud y al ambiente, y que en muchos casos terminan siendo graves, el mayor esfuerzo de las autoridades ambientales y en general de los programas de gobierno dirigidos al agro, deberían enfocarse en la eliminación paulatina y total del uso de sustancias tóxicas en los cultivos y en la implementación de técnicas ecológicas de control de plagas.

Se recomienda que los mayores esfuerzos institucionales y de articulación de actores se encaminen hacia la sensibilización y la educación de las comunidades rurales respecto a los impactos ambientales y a la salud derivados del uso de plaguicidas en sus cultivos, la minimización de su aplicación y el incentivo en la implementación de prácticas sostenibles para el control de plagas. Esto considerando que los casos de intoxicaciones se han presentado principalmente por el uso inadecuado del producto, más que por el incorrecto manejo de sus envases.

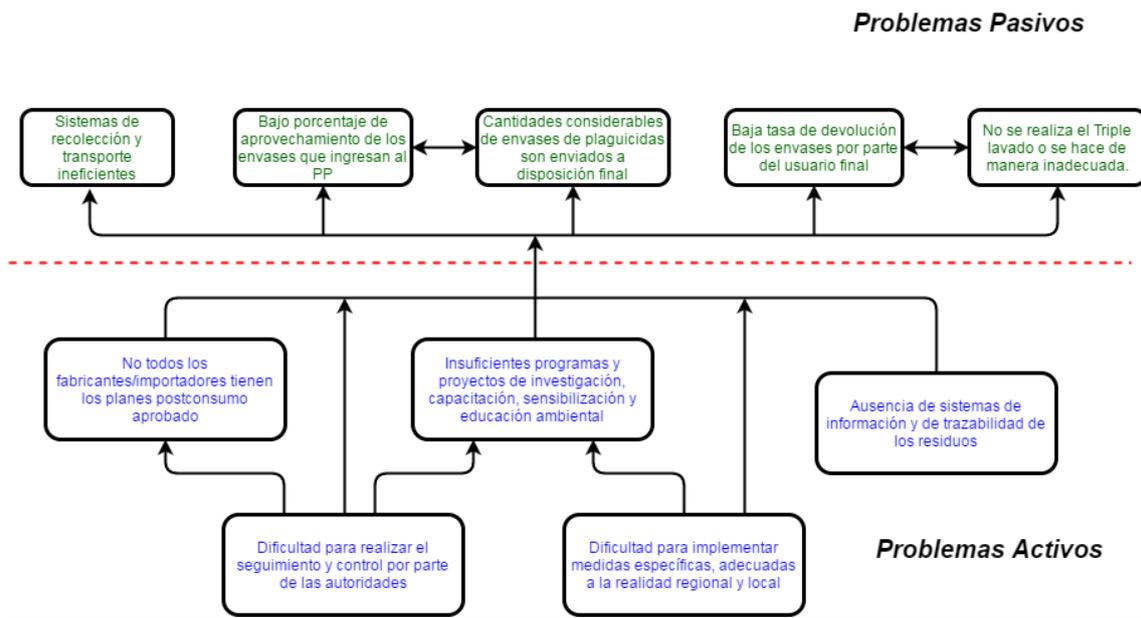


Figura 18. Árbol de problemas identificados en la gestión de envases de plaguicidas. Fuente: Presente estudio

6. GESTIÓN PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES Y RIESGOS A LA SALUD EVALUADOS

A partir de las evaluaciones ambientales y sanitarias de las corrientes de residuos priorizadas, de donde se obtuvo una visual sobre los aspectos ambientales (impactos) y riesgos a la salud que ocasionan los problemas en la gestión y las malas prácticas en el manejo de los residuos de llantas usadas, envases y empaques de bebidas y envases de plaguicidas, resulta necesario y complementario establecer las acciones de gestión que podrían llevarse a cabo para manejar y tratar dichos impactos ambientales y riesgos a la salud.

En el presente numeral se abordarán algunas de las acciones necesarias para atender las situaciones ambientales y sanitarias descritas en los numerales 3 y 4, teniendo en cuenta que pueden haber muchas más medidas y tratamientos, que dependen de la disponibilidad presupuestal y tecnológica para abordarlos, no obstante, se plantean las medidas más pertinentes en el escenario actual.

6.1. Identificación de las acciones necesarias para el manejo de los aspectos ambientales y riesgos a la salud

A continuación se presentan las acciones encaminadas a prevenir, mitigar o corregir los impactos ocasionados por los diferentes aspectos ambientales y riesgos en la salud que se presentan en la gestión de los residuos priorizados. Estas acciones han sido orientadas a la prevención de los aspectos, de manera que al incidir sobre las causas de los impactos, éstos también serán prevenidos, mitigados o corregidos.

No obstante, es importante señalar que dichas acciones son genéricas, siendo requeridos análisis particulares de la gestión a nivel local, para garantizar su eficacia. Especialmente en los esquemas de gestión informal. A partir de estas acciones, en el caso ambiental se elaboraron listas de chequeo por residuo, para verificar su cumplimiento en las instalaciones donde se llevan a cabo las diferentes etapas de gestión. Estas listas se presentan en el anexo 3.

6.1.1. Identificación de las acciones necesarias para el manejo ambiental y sanitario de los aspectos ambientales evaluados para residuos de llantas usadas

6.1.1.1. Acciones ambientales

Las acciones incluidas en este acápite, parten de la consideración de que la gestión más efectiva para las llantas usadas es el aprovechamiento, cuando se realiza en condiciones controladas. Esto permite minimizar la cantidad y los impactos asociados a su disposición final. Teniendo en cuenta que en el esquema de gestión formal no se contempla la etapa de disposición, el destino de una gran cantidad de llantas genera acumulación, ya sea en espacios abiertos, también denominados *cementerios de llantas*, en espacios públicos o baldíos, o en sitios cercanos a

cuerpos de agua. Otra práctica común en la gestión informal es la quema, ya sea como método de eliminación o para aprovechar su poder calorífico, al ser usadas como combustible.

Estas acciones explican por qué los aspectos ambientales más significativos, derivados de la gestión de las llantas son las emisiones de combustión, la saturación de objetos visuales y la emisión de olores ofensivos. También se presentan vertimientos de aguas de interés ambiental⁵⁹ y la emisión de ruido, asociado a las acciones de lavado y trituración que se realizan durante el aprovechamiento. Para éstos aspectos ambientales se plantean a continuación, medidas de manejo que permitan prevenir, mitigar o corregir sus impactos ambientales asociados.

- **Aprovechamiento y transporte: emisiones de combustión y emisión de olores**

Las emisiones derivadas del proceso de combustión se generan en la gestión adecuada e inadecuada de las llantas usadas. La primera se presenta en la etapa de aprovechamiento, debido principalmente al coprocesamiento en hornos cementeros, que les dan uso como combustible auxiliar debido a su poder calorífico (comparable con el carbón utilizado para fabricar cemento); su bajo contenido de nitrógeno, azufre y ceniza en comparación con el carbón típico; y su aporte de hierro adicional al cemento, dado su contenido de acero.

Para garantizar el cumplimiento de los parámetros de la normatividad de calidad del aire, en los gases de combustión durante su aprovechamiento, se deben cumplir las siguientes condiciones de operación:

- Altas temperaturas del proceso: 1450 °C para el material combustible y 2000 °C para los gases.
- Turbulencia de los gases (en las cámaras de combustión)
- Tiempo de residencia de entre 4 y 10 segundos para los gases.
- Uso de filtros para los gases del proceso

Es importante contar con un sistema de control que permita hacer seguimiento a las condiciones anteriormente descritas, y evidenciar desvíos en los puntos críticos, con el fin de tomar las acciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la operación. Con las medidas listadas anteriormente, también se pueden minimizar las emisiones de olores asociados a la combustión de llantas. Además es necesario contar con un sistema de medición de los parámetros de calidad del aire, incluido olores, para garantizar el cumplimiento de los límites permisibles según la normatividad vigente.

Respecto a la quema de llantas a cielo abierto, que corresponde a una práctica inadecuada de disposición final, resulta difícil plantear acciones de manejo para mitigar los impactos. Ya que en un esquema de gestión formal éstas no deberían presentarse y técnicamente resulta inviable controlar emisiones de este tipo.

Es importante resaltar que los impactos ambientales derivados de la quema, se agudizan debido a la ausencia de un ambiente controlado y por tanto, de unas condiciones de operación que garanticen la combustión completa. Así mismo, al no haber combustión completa, generalmente

⁵⁹ Se consideran aguas de interés ambiental aquellas que contienen cargas de compuestos, elementos, sustancias y parámetros indicadores de contaminación fisicoquímica y biológica; que permiten evaluar la calidad del vertimiento y su efecto sobre el recurso hídrico. Por ejemplo, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), pH, oxígeno disuelto, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites, entre otros (Secretaría Distrital de Ambiente, 2009).

quedan residuos sólidos de la llanta y trazas de carbón, a los que no se les da ningún tipo de tratamiento, ni una disposición adecuada, con el agravante de que todos los gases son emitidos directamente a la atmósfera.

Por tanto, resulta imprescindible lograr el aprovechamiento adecuado de las llantas para evitar que lleguen a esa etapa de disposición final, que aunque en el esquema de gestión posconsumo no está contemplada, es una realidad que incrementa significativamente los aspectos e impactos ambientales, y que se potencializan al no poder implementarse medidas de manejo.

Aunque de menor significancia, en la etapa de transporte también se presentan emisiones, por la combustión en los motores de los vehículos transportadores, sobre los cuales se pueden tomar las siguientes medidas de manejo para minimizar y mitigar sus impactos:

- Uso de filtros en los tubos de escape de los camiones, que minimizan principalmente el CO₂ y el material particulado emitido.
- Uso de catalizadores y/o aditivos para la reducción de contaminantes en los gases (principalmente monóxido de carbono, partículas de carbón y algunos hidrocarburos)
- Uso de combustibles de mejor calidad⁶⁰.
- Garantizar el correcto funcionamiento del motor por medio de las revisiones técnico-mecánicas.

Además, se debe buscar incrementar la eficiencia en el uso de los vehículos que transportan las llantas usadas, las cuales debido a su forma ocupan un gran volumen, que podría ser reducido por medio de prácticas como el corte o trituración previa, de manera que se puedan trasladar ocupando un menor espacio, optimizando de esta forma la operación.

- **Almacenamiento: saturación de objetos visuales, emisión de olores y emisiones de combustión.**

Las etapas que implican acumulación de llantas usadas, como el almacenamiento temporal, la recolección y el almacenamiento, están asociadas al riesgo de incendios. Este es un punto crítico desde el punto de vista ambiental, debido a los altos impactos asociados a las emisiones y a la falta de medidas de mitigación efectivas, luego de iniciada la combustión.

Otros aspectos ambientales considerados como significativos, que se presentan en estas etapas son la saturación de objetos visuales, la emisión de olores ofensivos y el ruido. Para minimizar el riesgo de incendios y prevenir o mitigar los otros aspectos asociados, se deben tomar medidas de manejo enfocadas al cumplimiento de unas condiciones mínimas de almacenamiento, entre las que se incluyen:

- Ventilación suficiente o mecanismos que garanticen una temperatura adecuada en el lugar de almacenamiento.
- Evitar el almacenamiento de llantas a la intemperie y/o su exposición directa a la luz del sol.
- Evitar el contacto con el suelo y cubrir con materiales impermeables, según las condiciones del lugar. El piso debe ser de materiales que no absorban calor fácilmente (por ejemplo, se debe evitar apilar sobre asfalto o sobre arena).
- Uso de infraestructuras cubiertas que eviten el ingreso de aguas lluvias.

⁶⁰ Generalmente en el diésel se asocia a que tenga menores cantidades de azufre.

- Conservar las llantas alejadas de cualquier sustancia química que pueda alterar o reaccionar con el caucho. Así como de objetos cortopunzantes que las puedan averiar.
- Apilar las llantas lejos de fuentes de calor y de equipos que puedan producir chispa.

Al igual que para las emisiones por la quema a cielo abierto, es inviable plantear medidas de manejo para la gestión inadecuada, como por ejemplo la disposición en botaderos a cielo abierto, en cuerpos de agua, el abandono o su enterramiento. Para evitar estas acciones se debe fortalecer la educación y sensibilización ambiental en la población.

- **Aprovechamiento: emisión de ruido**

Una de las opciones de aprovechamiento de las llantas usadas, es la recuperación del caucho y el *crumbing* o desmenuzado. Para estas, se requiere reducir la llanta a tamaños de partícula menor o igual a 0,8 mm, lo que se logra por corte, trituración y/o molienda del material, generando ruido de alta intensidad.

Como medidas de manejo para este aspecto se encuentra el uso de silenciadores directamente en los equipos, cabinas acústicas de insonorización y paneles acústicos absorbentes; así como el uso de elementos de protección personal, para las personas expuestas al ruido. Igualmente se deben realizar mediciones de ruido interior y exterior, para garantizar las condiciones del lugar y dar cumplimiento con los límites establecidos por la normatividad.

- **Aprovechamiento: vertimientos de aguas de interés ambiental y consumo de agua no potable**

Debido al lavado, como acondicionamiento previo para su aprovechamiento, se generan vertimientos que presentan una carga orgánica y de sólidos en suspensión, provenientes de la tierra que es removida de las llantas. Aunque también se debe considerar que pueden presentar residuos de sustancias propias del transporte, como aceites y/o lubricantes.

Es necesario implementar medidas de manejo para prevenir la descarga directa de estos vertimientos, sin tratamiento previo en las redes de alcantarillado, y menos sobre el suelo o cuerpos de agua. Se deben usar tratamientos que garanticen la retención de material en suspensión y la remoción de carga orgánica, para dar cumplimiento con los parámetros mínimos de descarga (como DBO, DQO, pH, SST, entre otros).

Para esto se deben implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales, que incluyan:

- Desarenadores y sedimentadores
- Trampas de grasas (en el caso de contenidos de aceites y lubricantes)
- Tratamiento de lodos (residuales del desarenador, sedimentador y trampa de grasas)
- Cajas de aforo, para el monitoreo de los parámetros del agua

Asociado a este lavado, se encuentra también un consumo importante de agua, el cual puede ser reducido mediante mecanismos de recirculación del agua de lavado, u otras medidas para optimizar y hacer un uso eficiente del recurso.

Las anteriores medidas fueron definidas a partir de la información provista por Argos (s. f.); Cámara de Comercio de Bogotá (2006); Carranza & Salazar (2004); Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER, Universidad Tecnológica de Pereira, Centro Regional de

Producción más Limpia Eje Cafetero (2011); Ecoar (s. f.), Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial & Área Metropolitana del Valle de Aburrá (s. f.).

6.1.1.2. Acciones e intervenciones en salud

En el marco de la Política de Atención Integral de Salud (PAIS) y de acuerdo con el manual metodológico para la elaboración e implementación de las Rutas Integrales de Atención en Salud (RIAS), promulgado por el Ministerio de Salud y Protección Social mediante la Resolución 3202 de 2016, el Ministerio de Salud definió, entre los grupos de riesgo prioritario, las RIAS para los grupos de riesgo identificados en este estudio (*Tabla 141*), así:

Tabla 141 Rutas de grupos de riesgo y eventos específicos en salud

GRUPO DE RIESGO	EVENTOS ESPECÍFICOS
Cáncer	Ca Piel no melanoma-Ca mama-Ca Colon y Recto -Ca Gástrico-Ca cuello y LPC en diagramación-Ca Próstata-Ca Pulmón-Leucemias y linfomas
Enfermedades y accidentes relacionados con el medio ambiente	Por definir
Infecciones	TV: Dengue, Chikungunya, Malaria, Leishmaniosis, Chagas.TS: VIH, HB, Sífilis, ETS. ETA- ERA, neumonía y EDA-Inmuno-prevenibles

Fuente: Presente estudio.

Igualmente, el Ministerio publicó las RIAS para el cáncer (mama) y para el dengue, chikungunya y zika. En estas guías se definen las acciones intersectoriales en salud pública y las acciones desde el Plan de Intervenciones Colectivas (PIC) y, en forma más detallada acciones para:

- La gestión y Articulación Intersectorial orientada al diseño, implementación, monitoreo y evaluación conjunta de las políticas públicas, planes, proyectos, estrategias y acciones
- El fortalecimiento de la gobernabilidad en los departamentos y municipios para la implementación de políticas planes, estrategias y proyectos de los programas específicos

Por ejemplo, para el caso de las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) se contemplan acciones desde el PIC, relacionadas con:

- Manejo integrado de vectores
- Prevención y control de vectores
- Intervención de la población trabajadora informal que labora en zonas endémicas para ETV
- Jornadas de salud que permitan la identificación de casos con ETV
- Desarrollo de actividades para mejorar la percepción de riesgo y seguimiento de las estrategias comunitarias para la promoción, prevención y control de las ETV
- Desarrollar capacidades en la comunidad para fomentar el saneamiento básico
- Vigilancia de infección por dengue, chikungunya y zika en población de alto y bajo riesgo de infección.

- Información para la salud relacionada con ETV
- Educación y comunicación para la salud sobre ETV

Con base en la normativa y las políticas desarrollados por el MSPS, se puede afirmar que la autoridad sanitaria ha realizado importantes avances en cumplimiento de sus objetivos misionales de carácter sectorial para atender las necesidades de salud de los grupos en riesgo, considerados como prioritarios, no obstante, dada la complejidad de los fenómenos del proceso salud-enfermedad es posible que se requieran mayores esfuerzos en dos de los aspectos estratégicos que se mencionan en las RIAS: la articulación intersectorial y la gobernabilidad territorial.

En este sentido, más que identificar acciones adicionales a las previstas por el Ministerio de Salud y Protección Social, se ofrece una mirada de la problemática de la gestión de las llantas usadas y su relación con los riesgos a la salud de los grupos de riesgo, con la intención de aportar elementos para debatir sobre la visión de la problemática e identificar alternativas viables en la incorporación efectiva de otros actores sociales, que juegan roles importantes en la problemática ya sea como beneficiarios de las utilidades económicas que se derivan de estas actividades o como receptores de efectos adversos, por ejemplo: desde el sector privado: La industria automotriz, los gremios vinculados a la industria del reciclaje de las llantas, la gran población que labora informalmente en las distintas etapas de gestión de estos residuos y, desde el sector oficial: Los ministerios de trabajo, vías, comercio y DNP, para citar algunos.

- **Una visión de la problemática de salud asociada a la gestión de las llantas usadas**

La comprensión de la problemática de la gestión de las llantas usadas en el país y su relación con la afectación potencial de la salud requiere abordar varias dimensiones de los procesos determinantes del fenómeno. En primera instancia, como lo define Breilh (2007): la *dimensión global*, que se refiere a las dinámicas del comportamiento de la industria automotriz y de la intensidad del uso del vehículo personal a nivel mundial.

En segundo lugar, la *dimensión particular*, es decir, cómo se reflejan esas dinámicas mundiales en el contexto nacional y, finalmente, la *dimensión singular*, ese nivel que incide directamente en los modos y en los estilos de vida de las personas. Es allí en donde tienen lugar los procesos toxicocinéticos y toxicodinámicos derivados de la exposición a sustancias contaminantes y en donde se crean las condiciones favorables para la proliferación de los agentes patógenos cuyas expresiones finales están representadas por las lesiones, las intoxicaciones y las enfermedades crónicas y degenerativas de los individuos, que se identificaron en el desarrollo de los temas relacionados con la evaluación del riesgo en salud en las secciones precedentes de este documento.

Un modelo mental, muy simplificado es útil para explicar la red compleja de relaciones entre los elementos que componen lo que se podría denominar un sistema de gestión de llantas usadas, partir de los siguientes elementos:

Dinámica del crecimiento de vehículos

Se estima que en el planeta circulaban en 2013 cerca 1.100 millones de automóviles, el 57% más de los autos que había tan solo 9 años atrás, en 2004, que eran 700 millones⁶¹. En

⁶¹ ¿Cuántos vehículos hay en el mundo?

Colombia, el ritmo de crecimiento del parque automotor indica que en la década de los años 80, siglo XX, ingresaron a las vías 636.564 vehículos, 57.869/ año; luego, en los años 90, esta cifra se incrementó a más de 1.1 millones de vehículos, o sea un promedio de 100.483 anualmente (Quiroga et al, 2012). A raíz de la política de la apertura económica, en el gobierno de Gaviria, en solo el cuatrienio 1990-1994, el número de vehículos vendidos en el país se multiplicó por 2.85, pasó de 50.666 en el 90 a 144.707, en 1994. Hoy día, aunque no hay cifras precisas, se estima que en el país circulan 3.5 millones de vehículos. En el renglón de las motos en Colombia la situación es igualmente crítica; en el 2000 circulaban 1.2 millones de estos vehículos y quince años esta cifra se incrementó a 5.4 millones⁶².

En los estudios sectoriales se comenta que Colombia es uno de los países, de la región, más atrasado en motorización. El modelo econométrico elaborado por la Universidad de los Andes proyecta que, en función del comportamiento de la economía, el parque automotor del país pasará de 3 a 12 millones de unidades entre 2010 y 2040.

Generación de llantas usadas

Las cifras anteriores permiten inferir que, más tarde que temprano al ritmo de crecimiento, actual y proyectado, se están generando entre 6 y 48 millones de llantas usadas. Ahora bien, Según los datos de la Asociación Nacional de Reencauchadores (Ortiz y Zorro, 2011), en el país el en año 2010 se procesaron 60.000 llantas al mes, incluyendo además de los automóviles, los camiones, tractomulas, buses y busetas; en 80 plantas, formales e informales, con una utilización de la capacidad instalada inferior al 50%. La pregunta es: ¿qué ocurre con los 5 millones de llantas usadas que no se procesan? Y ¿qué pasará cuando, en escasos 25 años, se produzcan 48 millones?

Riesgos a la salud en las etapas de gestión de las llantas usadas

En el aprovechamiento de las llantas usadas ocurre la exposición crónica a sustancias cancerígenas y mutagénicas que, según las evidencias científicas comentadas, contribuyen al incremento de las tasas de mortalidad por distintos tipos de cáncer, leucemia, linfomas, entre otras patologías.

La disposición inadecuada de las llantas constituye un riesgo potencial en la creación de hábitats del *Aedes aegypti*, transmisor de los virus del dengue, zika, chikunguña y fiebre amarilla. En tres ciudades capitales (Cali, Medellín, Barranquilla) ubicadas a menos de 1.800 n.s.n.m circulan cerca de 1.2 millones de automóviles y los departamentos en donde se ubican estas ciudades se identifican, en este estudio, como de alta vulnerabilidad social, es decir, mayor susceptibilidad de afectación.

La exposición crónica a contaminantes químicos tiene lugar en eventos accidentales o intencionales por la quema no controlada de las llantas y los residuos como las cenizas, los aceites y los humos resultantes que son de alta peligrosidad. Este tipo de exposición también se puede dar en inmediaciones de los incineradores de clinker, por ejemplo, pero el riesgo se puede

http://www.huffingtonpost.com/enrique-kogan/numero-de-vehiculos-en-el-mundo_b_6237052.html

⁶² El Espectador. Feb1.2016

<http://www.elespectador.com/noticias/nacional/muertes-accidentes-motos-aumentaron-dramaticamente-colo-articulo-614074>

considerar menor por que el proceso es técnicamente controlado y está sometido a regulaciones ambientales.

Impactos sectoriales y transectoriales

Aunque en el alcance de esta fase del estudio no se desarrolla aún la evaluación económica de estos impactos tanto en el sector salud como en la vida social, es posible anticipar que si las causas estructurales del fenómeno muestran una dinámica creciente el incremento de las tasas de morbilidad y mortalidad y la pérdida de calidad de vida de la población. La atención de las enfermedades, las incapacidades y la reducción de la esperanza de vida en los grupos vulnerables afectan al Sistema de Salud y Seguridad Social y, paradójicamente, el crecimiento del poder adquisitivo de los hogares, supuestamente un indicador de progreso produce una cadena de procesos indeseables, destructivos de vida como los denomina Breilh (2007)

6.1.2. Identificación de las acciones necesarias para la atención de los aspectos ambientales evaluados para residuos de envases y empaques de bebidas

De acuerdo con la evaluación presentada en la sección 3, los aspectos ambientales más significativos derivados de la gestión de envases y empaques de bebidas son: vertimientos de aguas de interés ambiental, emisiones de combustión, consumo de agua potable, emisión de ruido y saturación de objetos visuales, principalmente en las etapas de transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final. A continuación se presentan las medidas necesarias para el manejo de estos aspectos.

- **Almacenamiento: vertimiento de aguas de interés ambiental y consumo de agua potable**

En la etapa de almacenamiento se genera este tipo de vertimientos, debido al lavado que se hace a los envases de bebidas, como práctica previa al tratamiento. Durante esta actividad se contamina el agua con una carga orgánica en la que se incluyen grasas y aceites, afectando parámetros como la DBO, DQO, turbidez, sólidos suspendidos, cantidad de nutrientes, oxígeno disuelto, entre otros.

Para reducir o mitigar estos impactos se deben implementar tratamientos para el agua residual, que garanticen la remoción de la carga orgánica, de manera que se cumpla con los parámetros mínimos de descarga. Para esto se usan sistemas que deben incluir como mínimo:

- Tamizaje o cribado
- Trampas de grasas
- Ajuste de pH, coagulación y floculación
- Filtración
- Separación
- Desinfección
- Tratamiento de lodos
- Caja de aforo

Igualmente se debe hacer monitoreo de los parámetros del agua en la caja de aforo, para garantizar los parámetros del vertimiento.

En algunas industrias de bebidas, como las lácteas, se usan también tratamientos biológicos, como por ejemplo digestores anaerobios o filtros biológicos. Para el caso de envases de bebidas puede no ser necesario incluir esta etapa, debido a que la carga residual por restos de alimentos es menor, y a que los envases de lácteos son solo una proporción y no la totalidad de los residuos. En general para los vertimientos existen diversas tecnologías para el tratamiento del agua. Sin embargo, cada gestor debe evaluar las necesidades de su proceso, según la caracterización de los efluentes que resulten del lavado.

Asociada a esta misma actividad se presenta un alto consumo de agua, siendo este otro de los aspectos de mayor relevancia en la gestión de envases y empaques de bebidas. Para su mitigación se pueden implementar mecanismos para la recirculación de agua de lavado, y dispositivos para hacer un uso eficiente del recurso

- **Tratamiento: emisión de ruido**

Para reincorporar los materiales de los envases y empaques de bebidas, a los procesos productivos como una materia prima, se requiere reducir su tamaño a partículas que permitan su incorporación en las máquinas de inyección, extrusión o termoformado, según sea el caso (vidrio o plástico). Para esto se hace uso de equipos de trituración o molinos, que generan ruido con una intensidad importante, la cual debe ser controlada por medidas sobre la fuente, el ambiente y la población expuesta.

Dentro de estas medidas se encuentran el uso de silenciadores directamente en los equipos, cabinas acústicas de insonorización, paneles acústicos absorbentes, y el uso de elementos de protección personal adecuado.

- **Transporte y disposición final: emisiones de combustión**

Las medidas de manejo para las emisiones de combustión generadas durante el transporte de este tipo de residuos, son las mismas contempladas para las llantas usadas.

- **Disposición final: saturación de objetos visuales**

Generalmente los materiales que no se logran incorporar en las etapas del ciclo de gestión previas a la disposición final, se depositan en los rellenos sanitarios, los cuales generan un impacto visual que puede ser mitigado por medidas como el uso de cercas vivas o barreras visuales en el área del relleno. Este aspecto también se puede presentar por la disposición inadecuada, como botaderos a cielo abierto o sobre cuerpos de agua, sobre los cuales no es posible implementar medidas de manejo (Ecoar, s. f.; Glynn & Heinke, 1999).

6.1.3. Identificación de las acciones necesarias para la atención de los aspectos ambientales y sanitarios evaluados para los residuos de envases de plaguicidas

6.1.3.1. Acciones ambientales

De acuerdo con la evaluación presentada en la sección 3 los aspectos ambientales más significativos derivados de la gestión de envases de plaguicidas son: generación de lixiviados,

emisiones de combustión, vertimientos de aguas de interés sanitario, emisión de olores ofensivos y emisión de ruido, principalmente en las etapas de almacenamiento, aprovechamiento y disposición final. A continuación se presentan las medidas de manejo para estos aspectos.

- **Recolección, almacenamientos, y disposición final: generación de lixiviados**

En general para todas las etapas de la gestión de estos envases, la medida más importante es prevenir los lixiviados⁶³ a través del triple lavado⁶⁴ del envase, ya que minimiza la cantidad residual de plaguicida. De esta manera se evita la contaminación por percolaciones y arrastres de dichas sustancias durante todas las etapas del proceso de gestión.

Para evitar la generación de lixiviados en las etapas previas al almacenamiento en los centros de acopio, se debe evitar exponer los envases a la intemperie y prolongar su almacenamiento por largos periodos de tiempo.

Debido a que es frecuente que algunos generadores no cumplan con el triple lavado⁶⁵, se potencializa la generación de lixiviados y sus efectos negativos durante el almacenamiento. Por tanto, en estas etapas se deben tomar las siguientes medidas:

- Evitar el acopio de envases a la intemperie.
- Disponer de una estructura exclusiva para el almacenamiento. Es importante que en este sitio solamente se dispongan envases de plaguicidas, sin mezclarlos con otro tipo de residuos que pueden potencializar los efectos nocivos de los lixiviados (por ejemplo empaques y envases de medicamentos veterinarios, jeringas, etc.)
- Garantizar que la infraestructura esté cubierta de tal forma que evite el ingreso de lluvia y de aguas de escorrentías, así como también que permita la ventilación.
- No disponer los envases directamente sobre el suelo. Para esto se debe contar con un material o mecanismo de aislamiento y un sistema de recolección de los lixiviados (por ejemplo un dique de contención o un cárcamo, cuya descarga no se haga sobre el suelo o directamente al alcantarillado).

Dadas las características de los lugares de generación de este residuo, los sitios de almacenamiento temporal de los envases suelen ser las mismas fincas donde se aplica el producto. En estos lugares las medidas de manejo mínimas para evitar los lixiviados son:

- Depositar los envases en un sitio cubierto
- Evitar el contacto con las aguas lluvias o de escorrentía.

⁶³ Un lixiviado es el “líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos” (Norma Oficial Mexicana NOM-083- SEMARNAT-2003; Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en Najera Aguilar, 2008)

⁶⁴ “El triple lavado es la primera etapa para disponer correctamente de los envases de productos para la protección de cultivos y afines y consiste en enjuagar 3 veces el envase al momento de realizar la mezcla para la aplicación.” <http://campolimpio.org.mx/plan-de-manejo/triple-lavado>. Esta práctica garantiza en un 99% la eliminación del producto dentro del envase, lo cual disminuye riesgos para la salud y para el ambiente.(CYDEP Ltda. Consultoría y Dirección de Proyectos, 2016)

⁶⁵ Según la organización Campolimpio (gestor posconsumo de envases de plaguicidas), aproximadamente entre un 8 y 10% de los envases aptos para aprovechamiento en valorización plástica, se deben descartar para disposición final en celdas o para incineración, por no tener el triple lavado.

Por ser considerado un residuo peligroso, el método de disposición final que se considera adecuado para este tipo de residuo es el relleno de seguridad⁶⁶. En esta etapa las medidas de manejo para evitar que los lixiviados se infiltren en el suelo y en aguas subterráneas, se asocian principalmente a las condiciones de operación y la infraestructura de las celdas de seguridad, las cuales deben contar con:

- Mecanismos de impermeabilización en la base y taludes.
- Mecanismos de doble barrera en taludes.
- Sistemas de recolección, conducción y tratamiento de lixiviados.
- Mecanismos de control de ingreso de aguas pluviales por escorrentía.
- Sistema de impermeabilización para la clausura.
- Control de ingreso de los residuos de acuerdo a las características de las celdas de seguridad y a la compatibilidad entre los residuos.

- **Transporte y disposición final: emisiones de combustión**

Las medidas de manejo para las emisiones de combustión generadas durante el transporte de los envases de plaguicidas, son las mismas contempladas para las llantas usadas. De la misma manera que para las otras dos corrientes de residuos, las emisiones generadas por la disposición final también están asociadas a prácticas inadecuadas como la quema a cielo abierto, sobre las cuales no es posible implementar medidas de manejo.

- **Recolección y disposición final: emisión de olores ofensivos**

Este aspecto se presenta principalmente en las etapas de recolección y de disposición final inadecuada (botadero a cielo abierto o sobre cuerpos de agua), no obstante se destaca que la emisión de olores ofensivos también se presenta en las demás etapas de gestión, aunque con menor intensidad. Por lo tanto, se considera el triple lavado como la medida de manejo más efectiva para la mitigar los olores que son generados por los plaguicidas.

Este es un aspecto de difícil manejo, debido principalmente a que los olores emitidos por los envases de plaguicidas pueden considerarse como fugitivos y difusos⁶⁷. Algunas medidas encaminadas a la reducción de estos olores son:

- Cubrir los envases (Para almacenamientos al aire libre).
- Mantener las puertas y ventanas cerradas (Para almacenamientos en una infraestructura).
- Realizar limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento.
- Evitar la mezcla con otro tipo de residuos que puedan incrementar la emisión de los olores.

Una medida de control adicional que se debe considerar, es hacer “Monitoreos descriptivos del comportamiento de los olores en áreas habitadas cercanas”. Este debe realizarse con una

⁶⁶ “Es una obra de ingeniería diseñada, construida y operada para confinar RESPEL en el terreno. Consiste básicamente en una o varias celdas para la disposición de los residuos y un conjunto de elementos de infraestructura para la recepción y acondicionamiento de los residuos, así como para el control de ingreso y evaluación de su funcionamiento” (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

⁶⁷ Las emisiones fugitivas y difusas de olores se refieren a las “no capturadas ni liberadas a través de una descarga puntual, como una chimenea” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

duración mínima de tres minutos, en las áreas habitadas cercanas al sitio de almacenamiento de los envases, con el fin de identificar y hacer seguimiento a la intensidad y alcance del olor.

- **Almacenamiento y aprovechamiento: vertimientos de aguas de interés sanitario**

Es importante señalar para este aspecto, que de acuerdo con la información suministrada por operadores como Campolimpio, en el esquema formal de posconsumo solo se recolectan envases a los que se les haya aplicado el triple lavado. Para lo cual, se detectan los envases que no han sido lavados en la etapa de almacenamiento, y se desvían para su disposición en celdas de seguridad o incineración. Los cuales se consideran como métodos adecuados para la disposición y tratamiento, debido a su característica de residuo peligroso.

Por lo anterior, este aspecto está asociado al lavado de los envases de plaguicidas que se realiza en la gestión informal. Siendo necesario fortalecer el seguimiento y control, por parte de la autoridad ambiental, ya que estos envases contienen sustancias contaminantes, que son altamente tóxicas y cuyos efectos pueden agudizarse en este tipo de aprovechamiento, al tomarse las medidas necesarias para minimizar los impactos ambientales y riesgos a la salud.

- **Aprovechamiento: emisión de ruido**

Dentro del esquema de la gestión adecuada de los envases de plaguicidas, hay dos tipos de aprovechamiento: el coprocesamiento y la valorización del plástico. La primera hace referencia a su uso como fuente energética en hornos cementeros. Por su parte la valorización se refiere a la recuperación del material en procesos como el de producción madera plástica.

En el coprocesamiento, el ruido se asocia principalmente a las bandas transportadoras que llevan los empaques hasta las cámaras de los hornos, sin embargo, no es de una significancia relevante comparado con el ruido generado en el método de la valorización del plástico. Ya que en ésta se usan equipos de trituración para adecuar el material a los tamaños de partícula óptimos para el proceso, generando ruido que debe ser controlado mediante el uso de silenciadores directamente en los equipos, cabinas acústicas de insonorización, paneles acústicos absorbentes, así como el uso de elementos de protección personal adecuado para las personas expuestas al ruido. Las anteriores medidas fueron elaboradas a partir de Campolimpio (s. f.), Ecoar (s. f.), Ministerio de Ambiente (2007), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014), Najera Aguilar (2008) y Obiols Quinto (1999).

6.1.3.2. Acciones e intervenciones en salud

Al realizar el análisis de los riesgos en salud asociados a la gestión de los envases de plaguicidas, se identifica que estos pueden reducirse significativamente si se realiza el fortalecimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas y los planes de pos consumo en los territorios, ya que en muchas ocasiones la debilidad en estos procesos favorecen las prácticas inadecuadas de los agricultores. Por lo tanto, las intervenciones en salud se centran en estos dos componentes. Teniendo en cuenta que la mayor cantidad de intervenciones se deben desarrollar en el territorio, se realizó una revisión de la resolución 518 de 2015 sobre el Plan de Intervenciones Colectivas, con el fin de armonizar la propuesta con lo reglamentado en esta norma, las cuales se relacionan en la *Tabla 142*.

Es importante resaltar, que las acciones se encuentran dirigidas principalmente a la población informal de la agricultura y a las personas que se encuentran expuestas de forma ambiental. Se prioriza la población informal debido a que su ausencia de aseguramiento a los riesgos laborales lo sitúan en una condición de vulnerabilidad, adicionalmente esta es la competencia del sector formal.

Tabla 142. Identificación de intervenciones para el manejo del riesgo en salud por envases de plaguicidas.

Grupo de riesgo	Etapas de gestión a intervenir	Tipo de intervención	Intervención	Descripción de la intervención	Línea de intervenciones del PIC y la Gestión de la Salud Pública/instrumento de implementación	Resultados esperados
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Intersectorial	Establecer dentro de los lineamientos de los COTSA la formulación de un plan de intervención para la comunidad en el uso y manejo de plaguicidas, así como gestión de los envases de estos productos, resalte los riesgos potenciales en salud por prácticas agrícolas inadecuadas e implementar dicho lineamiento en el territorio	Identificación de los municipios agrícolas del territorio.	Gestión del Riesgo	Priorización de los municipios agrícolas que presentan mayor número de intoxicaciones ocupacionales y accidentales por plaguicidas, así como los principales plaguicidas involucrados
				Análisis del comportamiento de las intoxicaciones por plaguicidas con énfasis en los tipos de exposición ocupacional y accidental.	Gestión del Riesgo	
				Desarrollo de jornadas de capacitación para los agricultores en los municipios priorizados, de forma conjunta con las autoridades agrícolas, ambientales y de salud.	Promoción de la salud	
				Procesos de implementación de Buenas Prácticas Agrícolas con el liderazgo de la autoridad Agrícola en la región.	No aplica	Disminuir los casos de intoxicaciones ocupacionales y accidentales por plaguicidas. Así como la exposición a sustancias que pueden favorecer la aparición de casos de teratogenicidad, mutagenicidad y cáncer.
				Implementación de la estrategia SARAR plaguicidas en los municipios priorizados en el marco de las intervenciones colectivas del sector salud.	Gestión del Riesgo	
				Identificación de sitios contaminados por enterramiento de plaguicidas o envases y empaques de plaguicidas.	Gestión del Riesgo	Priorizar acciones intersectoriales en los sitios contaminados identificados con el fin de disminuir la exposición de plaguicidas y sus metabolitos

Grupo de riesgo	Etapas de gestión a intervenir	Tipo de intervención	Intervención	Descripción de la intervención	Línea de intervenciones del PIC y la Gestión de la Salud Pública/instrumento de implementación	Resultados esperados
				Fortalecer la vigilancia y control del cumplimiento de los planes posconsumo en el territorio (esta vigilancia es competencia del sector ambiental), en donde el sector salud canalice los casos en los que identifique un incumplimiento en estos planes al sector ambiental.	Gestión del Riesgo	Disminuir las condiciones que favorecen las prácticas inadecuadas en las etapas de gestión de los envases de plaguicidas
				Formulación de indicadores que incluyan aspectos en salud, por ejemplo la incidencia de intoxicaciones ocupacionales y accidentales en los municipios priorizados.	Gestión del Riesgo	Realizar el seguimiento del impacto de las intervenciones a través del seguimiento de indicadores
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Intersectorial	Fortalecer de la gestión de envases de plaguicidas	Capacitaciones conjuntas del sector agrícola, Ambiente, y salud sobre la gestión de envases de plaguicidas	Promoción de la salud	Agricultores y comunidad general con conocimiento de la gestión adecuada de los envases de plaguicidas, con lo cual se disminuya el desarrollo de prácticas inadecuadas.
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Sectorial	Desarrollar Capacidades en los técnicos de salud ambiental	Fortalecer los conocimientos de los técnicos ambientales de las Entidades Territoriales de salud sobre uso y manejo de plaguicidas y gestión de envases de plaguicidas.	Promoción de la salud	Desarrollo de capacidades del personal de salud ambiental en el territorio, con el fin de que se pueda dar una réplica de la información al público en general y a la población ocupacional informal.

Grupo de riesgo	Etapas de gestión a intervenir	Tipo de intervención	Intervención	Descripción de la intervención	Línea de intervenciones del PIC y la Gestión de la Salud Pública/instrumento de implementación	Resultados esperados
Población expuesta ambientalmente	Todas las etapas	Intersectorial	Desarrollar mapas de riesgo.	Construir los mapas de riesgo, según lo estipulado en la resolución 4716 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio),	Gestión del Riesgo	Identificar los casos en los que se presenta afectación a las fuentes de agua para consumo humano y formulación de plan del mejoramiento.
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Sectorial	Comunicar los riesgos en la salud por gestión inadecuada de envases de plaguicidas	Realizar campañas de comunicación de los riesgos para la salud y mecanismos para la prevención o mitigación de intoxicaciones por gestión de los envases de los plaguicidas. Principalmente en las entidades territoriales con una vulnerabilidad mayor, identificadas en esta evaluación del riesgo.	Gestión del Riesgo	Población general informada y capacitada en la gestión de los envases de plaguicidas
Población expuesta ocupacional/ambiental	Incineración	Intersectorial	Implementar el requisito de la presentación de Estudios de impacto en salud para la emisión de licencias ambientales de incineradores	Evaluación de la necesidad de implementar el requisito de la presentación de Estudios de Impacto en Salud para la emisión de licencias ambientales para el funcionamiento de las actividades que realizan el aprovechamiento o incineración de los envases de plaguicidas, con el fin de proteger la salud de la población aledaña a estas actividades.	Gestión de la Salud Pública	Seguimiento y control de los posibles efectos en salud asociados al proceso de incineración. Y en caso de afectación, contar con planes de intervención propuestos por la empresa incineradora o de aprovechamiento y aprobados por la autoridad sanitaria. Disminuyendo costos al sistema de salud.

Grupo de riesgo	Etapas de gestión a intervenir	Tipo de intervención	Intervención	Descripción de la intervención	Línea de intervenciones del PIC y la Gestión de la Salud Pública/instrumento de implementación	Resultados esperados
Población ocupacional	Todas las etapas	Intersectorial	Fortalecer la Inspección, Vigilancia y Control de Plaguicidas, integrando todos los sectores que tienen competencia sobre el tema	Mejorar las condiciones de uso y manejo de plaguicidas y gestión de los envases de estos productos, así como disminuir el contrabando de los mismos, a través de las acciones de Inspección Vigilancia y Control	Gestión de la Salud Pública	Disminuir los casos de intoxicaciones ocupacionales y accidentales por plaguicidas de contrabando
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Sectorial	Construir las RIAS para población con riesgo o presencia de enfermedades y accidentes relacionados con el medio ambiente y RIAS para población con riesgo o presencia de enfermedad y accidentes laborales.	Establecer dentro de estas RIAS las acciones que permitan disminuir la afectación en salud por exposición a sustancias químicas en el ciclo de vida del plaguicida y principalmente en las etapas de gestión del envase.	Gestión de la Salud Pública	Integrar, dentro de estas rutas, lineamientos de atención integral en salud por exposición a sustancias químicas emitidas o liberadas en el proceso de gestión del envase del plaguicida.
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Intersectorial	Fortalecer el análisis de la situación en salud ambiental por plaguicidas	Establecer dentro del Análisis de Situación en Salud Ambiental para plaguicidas, indicadores que permitan brindar información relacionar la gestión de los envases de plaguicidas y aspectos de salud y ambiente (Por ejemplo un indicador que integre la información de: cantidad de envases recolectados en los planes pos consumo y número de intoxicaciones ocupacionales y accidentales por departamento)	Gestión del Riesgo	Información periódica y actualizada sobre la gestión de los plaguicidas y sus impactos en la salud ambiental, así como las regiones del país que requieren acciones sectoriales e intersectoriales.

Grupo de riesgo	Etapas de gestión a intervenir	Tipo de intervención	Intervención	Descripción de la intervención	Línea de intervenciones del PIC y la Gestión de la Salud Pública/instrumento de implementación	Resultados esperados
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Sectorial	Fortalecer la vigilancia de las intoxicaciones por plaguicidas	Fortalecer la vigilancia de intoxicaciones con el fin de captar y hacer seguimiento a las intoxicaciones agudas y crónicas por plaguicidas.	Gestión de la Salud Pública	Información periódica y actualizada sobre el comportamiento de las intoxicaciones agudas y crónicas por plaguicidas que permita identificar las condiciones que llevaron a la intoxicación. Insumo que permitirá priorizar acciones al sector agrícola y ambiental.
Población ocupacional	Todas las etapas	Intersectorial	Formalizar a la población laboral informal	Teniendo en cuenta que la actividad agrícola presenta un alto grado de informalidad, canalizar a estas personas a las Secretarías Territoriales de Trabajo para que ingresen al aseguramiento por ARL, como una de las intervenciones colectivas contemplada en la resolución 518 de 2015 del Ministerio de salud y Protección Social.	Promoción de la salud	Incrementar el aseguramiento de la población informal laboral y de esta forma esta población contará con una asesoría y seguimiento desde el componente de salud ocupacional
Población expuesta ocupacional/ambiental	Todas las etapas	Intersectorial	Reglamentar la internalización de costos en salud por gestión de envases de plaguicidas para las empresas que los producen.	Establecer la reglamentación que permita internalizar los costos en salud asociados a la gestión de envases de plaguicidas	Gestión de la Salud Pública	Garantizar los recursos económicos para el desarrollo de las acciones de promoción, prevención y prestación que se deben realizar en los casos de afectación a la salud por esta causa

Fuente: Presente estudio

6.2. Estado del esquema actual de financiación de las acciones de gestión para la atención de los AA y RS evaluados.

Con el fin de identificar el cubrimiento financiero de las actividades de gestión de los residuos analizados, así como las destinaciones presupuestales que garanticen o permitan realizar algún tipo de inversión al manejo requerido para el control de las afectaciones ambientales y los riesgos a la salud, analizados en capítulos anteriores, se presenta a continuación un análisis general del estado de financiación del sistema de gestión de residuos. En una primera instancia se identificarán los lineamientos de planificación y financiación establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, como la principal carta de navegación hacia el desarrollo del país; más adelante se revisarán los esquemas de financiación del sistema de gestión de residuos ordinarios, para el caso de los residuos de envases y empaques de bebidas, y del sistema de gestión de residuos posconsumo, que cubre a los residuos de llantas y de envases de plaguicidas. En un tercer aparte, se revisarán las acciones de financiación de los sectores ambientales y de salud para la atención de la gestión y las problemáticas en torno al manejo de residuos y, por último, se mencionarán algunas de las problemáticas de financiación del sector.

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, la propuesta de avanzar en la gestión de residuos se enmarca en el objetivo general número 3, encaminado a reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos, infraestructura y conectividad y, puntualmente, en el literal C, que bajo el concepto de “Ciudades y Sostenibles para la Equidad” orienta a la planificación y actuación coherente y articulada de los sectores de vivienda, agua potable y saneamiento básico, y movilidad urbana, en el marco de actuaciones urbanas integrales y el fortalecimiento de los instrumentos de planeación y ordenamiento regional y local.

En términos generales, la estrategia planteada por el PND 2014-2018 busca articular todos los esfuerzos institucionales actuales en pro de una mayor eficiencia en la inversión de los escasos recursos destinados para el sector aseo, al margen las directrices normativas actuales. Bajo la frase “Logística para la competitividad”, se plantean las acciones encaminadas a fortalecer la sostenibilidad ambiental asociada a la prestación de los servicios de APSB como respuesta efectiva para el cumplimiento de las recomendaciones de la OCDE. Las acciones que plantea el PND 2014-2018 en la gestión de residuos sólidos son las siguientes:

- Llevar a cabo investigaciones en logística inversa y sostenible, especialmente orientadas a optimizar los esquemas de gestión de residuos en aglomeraciones urbanas, propendiendo por el aprovechamiento de materiales y sobrantes de esquemas productivos actuales.
- Promover la estructuración de sistemas integrales para el tratamiento de aguas residuales y el fortalecimiento de la gestión de los residuos sólidos.
- Desarrollar políticas y regulaciones orientadas a fortalecer la gestión a través de modelos regionales que generen economías de escala e incentiven inversiones para asegurar sistemas adecuados de prestación del servicio público de aseo y sus actividades de disposición final y aprovechamiento, a partir de los planes integrales de gestión de residuos sólidos.

- Establecer mecanismos para la definición, coordinación y articulación intersectorial de las políticas, planes y programas para la gestión integral de residuos sólidos en el país.
- Generar incentivos al aprovechamiento y reglamentar un esquema operativo de la actividad de aprovechamiento, así como se establecerá la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficio.
- Desarrollar instrumentos normativos orientados a hacer más eficiente la operación de los sitios de disposición final y la promoción de investigación e innovación; así como instrumentos para que puedan implementarse medidas excepcionales cuando se presenten riesgos que afecten la prestación del servicio público de aseo.
- Fortalecer los procesos y alianzas para el desarrollo de esquemas inclusivos de reciclaje, promoción de cadenas productivas y la estructuración de un observatorio para monitoreo y seguimiento del reciclaje y el aprovechamiento.
- Disminuir la generación de residuos y aumentar las tasas de reciclaje y valorización, a partir de un ejercicio de articulación de las Políticas de Producción y Consumo Sostenible y de Gestión Integral de Residuos.
- Expedir una ley general para la gestión integral de residuos, con el objeto de armonizar la normativa existente, con énfasis en prevención de la generación, el aprovechamiento, la valorización y el fortalecimiento institucional y el mejoramiento del desempeño ambiental de sitios de disposición final.
- Establecer incentivos e instrumentos económicos en los diferentes eslabones de la cadena para prevenir la generación de residuos y fomentar el reciclaje.

Si bien las acciones planteadas por el PND 2014-2018 expresan la intencionalidad del gobierno en mejorar los procesos de gestión a través de mayores sinergias entre las entidades responsables del sector, así como la integralidad de las políticas y sus financiamientos, los indicadores de cumplimiento de las metas no cubren las expectativas que plantea la estrategia y sus acciones, principalmente en la intencionalidad de articular e integrar esfuerzos y presupuestos para lograr eficiencia y economías a escala en los resultados. En la *Tabla 143* se señalan las metas del PND 2014-2018 en lo referente a la gestión de residuos en el país.

Tabla 143. Productos y metas en gestión de residuos del PND 2014-2018

Indicador	Línea Base (2013)	Meta a 2018
Porcentaje de municipios que tratan adecuadamente los residuos sólidos	79%	83%
Municipios que pasan a disponer en un nuevo sitio de disposición final	0	3
Municipios que disponen en un sitio de disposición final existente	874	916
Porcentaje de residuos sólidos municipales aprovechados	17%	20%

Fuente: DNP (2014)

Para lograr el desarrollo de estas actividades, el PND 2014-2018 plantea un presupuesto de la estrategia “Ciudades Amables y Sostenibles para la Equidad”, la cual incluye aspectos de APSB, dentro del Plan Plurianual de Inversiones PPI 2015-2018, que se relaciona en a continuación (*Tabla 144*):

Tabla 144. Plan de inversiones 2015-2018 de la estrategia “Ciudades Amables y Sostenibles para la Equidad” (Millones de pesos a 2014).

FUENTE	2015	2016	2017	2018	TOTAL
Central	1.987.136	1.422.251	1.900.345	1.619.208	6.928.939
E. Territoriales	314.949	314.949	314.949	314.949	1.259.759
Privado	17.749.139	18.687.868	18.693.185	17.074.424	72.204.616
SGP	1.845.559	1.936.818	2.031.769	2.131.401	7.945.547
SGR	274.240	260.295	250.172	243.620	1.028.327
TOTAL	22.173.038	22.624.197	23.192.437	21.385.620	89.367.188

Fuente: DNP (2014)

Aunque el Plan nacional de Desarrollo 2014-2018 no especifica la proveniencia de los recursos privados, estos representan el 80,8% de los recursos que se esperan invertir en aspectos de agua potable y saneamiento básico, del total de recursos que se planean destinar en el periodo de vigencia del plan. Esta cifra es importante si se tiene en cuenta que por cada 4 pesos de inversión, uno es de origen público y 3 de origen privado. Por otra parte, si se relaciona la inversión presupuestada para el año 2015 con el PIB del mismo año, esta representa tan sólo el 2,76%, sin embargo, al restarle los recursos provenientes del sector privado, el gasto público destinado a atender el APSB, sin discriminar la proporción para aseo, es de 0,55%, cifra que es equiparable al gasto total en protección ambiental del sector gobierno con respecto al PIB de 0,6% para el año 2015, según lo señala el DANE (2016) en el boletín técnico de cuenta de las actividades ambientales y flujos relacionados.

6.2.1. Esquema actual de financiación e inversiones del Sistema de Gestión de residuos ordinarios

La inversión en el correcto funcionamiento de los sistemas de gestión es una forma de prevenir los problemas ambientales y sanitarios que causan los malos manejos de los residuos y residuos peligrosos en cada una de las etapas de gestión. En tal sentido, las inversiones en infraestructura, logística, operación y mantenimiento de los sistemas de aseo podrían garantizar que los impactos ambientales por inadecuados procesos de recolección, transporte, acopio y almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento, así como la disposición final, no se presenten y, consecuentemente, no generen afectaciones a la salud de las personas que trabajan directamente en el manejo de residuos, como a la población en general.

6.2.1.1. Ingresos del Sistema

El sistema de gestión de residuos ordinarios cuenta con variadas fuentes de financiación, tanto privadas y públicas de libre destinación o destinación específica. Este modelo de gestión de residuos, por tratarse del grueso de los residuos sólidos que se producen en el país, cuenta con importantes recursos financieros provenientes directamente de las competencias del Ministerio

de Vivienda, pero indirectamente del sector ambiental y de Salud. A continuación se describirán una a una las fuentes de financiación principales.

- **Recursos públicos**

Los ingresos del sistema de aseo proveniente del sector público corresponden al 15,5% del total de recursos financieros (Correal, 2013). Estos dineros provienen en su mayoría del SGP, SGR, ingresos corrientes de los departamentos y de los municipios, donaciones créditos, entre otros. A continuación se relacionan las principales fuentes de financiación del erario.

Sistema General de Participaciones:

El SGP⁶⁸ es una cuenta de las transferencias corrientes de recursos públicos, que se destina a las entidades territoriales por mandato de los artículos 356 y 357 de la Constitución Política de Colombia, cuya finalidad es la financiación de los servicios de salud, educación y agua potable y saneamiento básico (APSB). De acuerdo a la reglamentación de esta cuenta, el 5.4% del total de estas transferencias debe destinarse al sector de agua potable y saneamiento básico (APSB), recursos que se destinan en proporción del 15% a los Departamentos y el 85% se giran a los municipios teniendo en cuenta los criterios de: déficit de cobertura; población atendida y balance del esquema solidario; esfuerzo de la entidad territorial en la ampliación de coberturas; nivel de pobreza; categoría municipal de acuerdo a los criterios de eficiencia fiscal y administrativa.

De acuerdo a Correal (2013), del total de ingresos provenientes del SGP, que se destinan a APSB, tan solo el 13% de estos se destina al sector de aseo, cifra cercana a lo reportado por UNAL-MADS (2013), quienes afirman que para el 2006 el SGP es la principal fuente de financiación del sector aseo, con una destinación del 14.1% del presupuesto de APSB, inversión que se ha mantenido baja si se tiene en cuenta la diferencia de siete años.

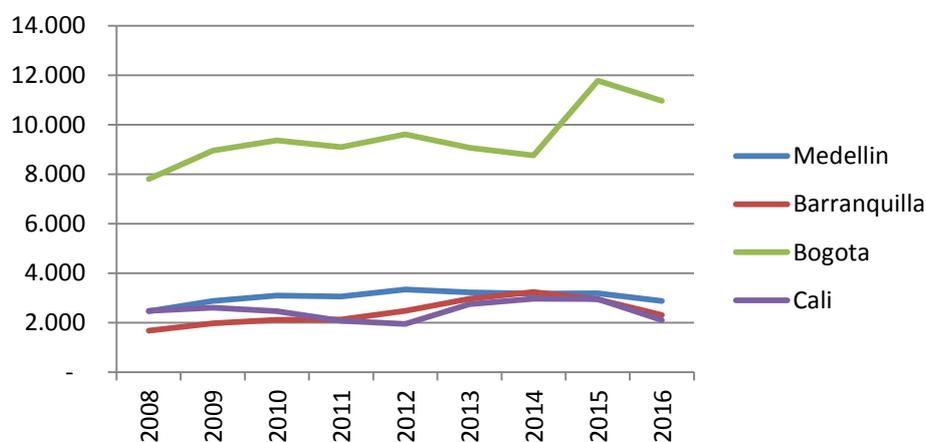
Según la normatividad, la destinación de los recursos del SGP podrán ser invertidos en las actividades de:

- Cubrimiento a los estratos subsidiados;
- Pago de deudas por financiamiento de proyectos en el sector;
- Pre inversión en diseños, estudios e interventorías para proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico;
- Formulación, implantación y acciones de fortalecimiento de esquemas organizacionales para la administración y operación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, en las zonas urbana y rural;
- Construcción, ampliación, optimización y mejoramiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado, e inversión para la prestación del servicio público de aseo;
- Programas de macro y micromedición;
- Programas de reducción de agua no contabilizada;
- Adquisición de los equipos requeridos para la operación de los sistemas de agua potable y saneamiento básico;
- Participación en la estructuración, implementación e inversión en infraestructura de esquemas regionales de prestación de los municipios

⁶⁸ El SGP se encuentra reglamentado por la Ley 715 de 2001, la cual fue modificada por la Ley 1176 de 2007.

Según cifras del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, las transferencias recibidas por las ciudades principales con destino a las mejoras en APSB (objeto del presente estudio) fueron en promedio, en cifras de miles de millones, así: Bogotá 67,7; Medellín 21,6; Cali 17,7; y Barranquilla 17,3. Si se precisa, como se mencionó con anterioridad, que el porcentaje designado a aspectos del sector aseo es del 14%, en promedio para estas ciudades la asignación por SGP fue de (miles de millones): Bogotá 9,4; Medellín 3,0; Cali 2,4; y Barranquilla 2,4. En la *Figura 19* se puede observar el comportamiento de los presupuestos asignados por el SGP para dichas ciudades.

Figura 19. Comportamiento de la asignación de recursos del SGP al sector aseo: 2008-2016 (millones)



Fuente: Presente estudio a partir de MVCT (2016).

Sistema General de Regalías:

El sistema General de Regalías está compuesto por los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, los cuales se destinan a diferentes fondos de inversión y de apoyo económico. Estos recursos representan un porcentaje significativo de los ingresos del estado y una importante fuente de inversión para los municipios en materia social. De acuerdo a la CSIR (2000), los municipios deben destinar el 75% y los departamentos el 60% de los recursos de las regalías a la solución de las necesidades básicas insatisfechas, es decir, cubrir aspectos básicos como el agua potable, alcantarillado y servicio de aseo de las zonas urbanas.

Los recursos provenientes del SGR se administran a través de un sistema de manejo de cuentas, que para los fines de inversión, que aunque no se encuentran estipulados los montos ni proporciones que se deberán destinar a la infraestructura del sector aseo, estos recursos pueden provenir de diferentes cuentas como (Ley 1530 de 2012):

Regalías directas: dirigidas a departamentos, municipios y distritos en cuyo territorio se adelanten explotaciones de recursos naturales no renovables, los cuales se destinarán a la financiación o cofinanciación de proyectos de inversión para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales.

Fondo de Desarrollo regional: tiene como objetivo mejorar la competitividad de la economía así como promover el desarrollo social, económico, institucional y ambiental de las entidades territoriales.

Fondo de Compensación Regional: Tiene como objetivo financiar los proyectos de impacto regional o local de desarrollo en las entidades territoriales más pobres del país.

Las entidades territoriales pueden en el sector aseo con cargo a los fondos de regalías antes mencionados, para los siguientes casos (DNP, 2007):

- Infraestructura, en especial para ampliación de coberturas y reposición de redes, cuya vida útil se haya agotado, así como para la construcción de rellenos sanitarios y la clausura ambiental de botaderos a cielo abierto.
- Pre inversión en diseños y estudios.
- Diseños e implantación de esquemas organizacionales para la administración y operación de los servicios de saneamiento básico.
- Saneamiento básico rural.
- Tratamiento y disposición final de residuos sólidos.
- Equipos requeridos para la operación de los sistemas de agua potable y de saneamiento básico.
- Presupuesto General de la Nación:

Según cifras del DNP⁶⁹, en el periodo de 2012 a 2015 fueron aprobados 1425 proyectos del sector de vivienda ciudad y territorio, al cual se suscriben los proyectos de saneamiento básico y puntualmente los del sector aseo. Para el caso de proyectos relacionados con el manejo de residuos, durante este mismo periodo fueron aprobados 82 proyectos que van desde la actualización de los PGIR's adquisición de maquinaria y vehículos, actividades de promoción y fomento del reciclaje, estudios de prefactibilidad para la construcción de infraestructura, implementación de planes de contingencia de aseo, programas educativos, entre otros. Los recursos destinados para este grupo de proyectos ascendieron a 106.944 millones de pesos, provenientes del SGR.

Ingresos corrientes municipales:

En este campo se relacionan los recursos provenientes de impuestos y otros ingresos captados a escala municipal y departamental, estos últimos con la posibilidad de ser transferidos a los municipios como cofinanciación. Estos ingresos incluyen las donaciones, cofinanciación del nivel departamental, créditos, entre otros (Correal, 2013). Estos ingresos pueden obedecer a dos tipos: los ingresos corrientes de libre destinación (ICLD) entre los que pueden estar los impuestos de industria y comercio, sobretasa a la gasolina, avisos y tableros, expediciones de certificados, intereses, otras tasas, entre otros; o los Ingresos Corrientes de Destinación Específica (ICDE), que corresponden a las rentas obligadas a financiar gastos de funcionamiento.

⁶⁹ Mapa de Regalías del DNP. Disponible en: <http://maparegalias.sgr.gov.co/#/proyectos/?page=6&zoom=6¢er=4.2853274380242965,-77.76142578125&topLeft=12.907166580077359,-98.668408203125&bottomRight=-4.336511704028766,-56.854443359375>

Presupuesto General de la Nación:

Aparte de los ingresos provenientes de las cuentas de transferencias del PGN, a la que pertenece el SGP (APSB), de este pueden girarse recursos del Gobierno Nacional a través del Ministerio de Hacienda para diferentes sectores. De acuerdo a lo planteado por Correal (2013), estos recursos pueden incluir los obtenidos por créditos como el BIRF 7742-CO otorgado por el Banco Mundial (13,6 mil millones asignados durante el periodo 2008 - 2014) y recursos destinados a través de los Planes Departamentales de Agua, PDA (159 mil millones ejecutados durante los 6 años). A continuación se detalla la participación de los Planes Departamentales del Agua en la financiación del sector salud.

Planes Departamentales del Agua:

De acuerdo al Conpes 3463 de 2007, el uso disperso de las fuentes financieras por parte de los municipios, así como la falta de ejercicios de planeación y previsión con enfoque regional, ha limitado la celeridad y eficiencia con que se desarrollan los planes de inversión y los procesos de transformación de las E.S.P, con el fin de brindar mejores servicios de saneamiento básico.

Precisamente, los Planes Departamentales del Agua son la estrategia del Estado en respuesta a la necesidad de acelerar el crecimiento de las coberturas y mejorar la calidad de los servicios básicos; que en los aspectos de inyección de recursos buscan (i) aprovechar las economías a escala mediante la estructuración de esquemas regionales de prestación, (ii) articular las diferentes fuentes de recursos y facilitar el acceso al crédito, (iii) ejercer un mejor control sobre los recursos invertidos y el cumplimiento de la regulación; y (iv) contar con planes de inversión integrales con perspectiva regional, de corto, mediano y largo plazo.

La financiación de estos planes no supone la generación de nuevas partidas presupuestales diferentes a las ya asignadas, salvo recursos provenientes de cooperación internacional. Para efectos de buscar mayor economía, los recursos provienen de las habituales fuentes de financiación del sistema de residuos, con la diferencia que se busca su articulación para lograr eficiencia en el manejo de las inversiones y economías a escala. Los recursos obedecen a: SGP, SGR, PGN, ingresos del sistema tarifario, ingresos municipales, aportes de CAR's, recursos de las empresas y aportes del Gobierno nacional.

En la *Tabla 145* se resumen los aportes de recursos públicos, departamentales y municipales, al sistema de aseo, señalando la proporción de la asignación de los recursos (Correal, 2013):

Tabla 145. Fuente de los recursos oficiales destinados por los departamentos y municipios al sector aseo – 2012 y 2013. (Porcentajes y miles de millones).

Fuente de recursos	2012			2013		
	Dpto	Mpio	Total	Dpto	Mpio	Total
SGP APSB	4,69	48,30	47,13	27,73	50,85	49,54
ICDE	20,35	13,00	13,20	22,17	10,08	10,62
OTROS	39,16	12,20	12,92	5,58	12,56	12,25
ICLD	24,99	10,23	10,62	14,21	10,87	11,02
SGR	10,38	7,37	7,45	10,53	4,99	5,24
COFINANCIACIÓN	0,43	6,02	5,87	25,77	7,40	8,23

Fuente de recursos	2012			2013		
	Dpto	Mpio	Total	Dpto	Mpio	Total
SGP OTROS	0,00	2,49	2,42	0,00	1,59	1,52
CRÉDITOS	0,00	0,30	0,29	0,00	1,45	1,38
PGN	0,00	0,10	0,09	0,00	0,22	0,21
Total General	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor Inversiones	\$6.057	\$220.539	\$226.596	\$13.414	\$285.291	\$298.705

Fuente. Correal (2013)

- **Sistema tarifario**

Los ingresos del servicio público de aseo a nivel nacional tienen la característica de ser de destinación específica, es decir, las tarifas recaudadas deben ser invertidas en el mantenimiento de la operatividad de los sistemas de aseo en los municipios donde se presta el servicio. De acuerdo con Correal (2013), los recursos del sector aseo provenientes de las tarifas que recaudan los prestadores de servicios corresponde al 84,5%. Los ingresos provenientes de la presentación de este servicio pueden presentar variaciones anuales dependiendo de la inscripción de las empresas en el Registro único de Prestadores de Servicios, las facturaciones en mora y

De acuerdo a la SSPD (2015⁷⁰), para el año 2014 se inscribieron 275 empresas prestadoras del servicio de aseo, 6% menos que el año inmediatamente anterior. Estas empresas se encuentran clasificadas de acuerdo al número de suscriptores, situación que conlleva a que tengan diferentes volúmenes de ingresos, pero así mismo de gastos, razón por la que su presupuesto se invierte en diferentes etapas del proceso de gestión, de acuerdo a las necesidades de operatividad y mantenimiento de los prestadores del servicio. El 75,4% de las empresas activas pertenecen al rango 1 de clasificación de suscriptores (2.501 a 25.000 suscriptores), el 11,1% al rango 2 (25.001 a 80.000 suscriptores), 11% al rango 3 (80.001 a 200.000 suscriptores) y el 2,5% al rango 4 (mayor o igual a 200.001 suscriptores). Así mismo, de debe hacer distinción de las empresas que presentan varios servicios públicos aparte del de aseo: 52,4% de las empresas prestan servicios de acueducto, alcantarillado y aseo (AAA); 1,1% alcantarillado y aseo; 0,4% acueducto y aseo; y 46,2% únicamente aseo.

Los recursos disponibles para la inversión en el sistema de gestión de residuos, provenientes de los ingresos operacionales de los prestadores del servicio de aseo fueron similares para los años 2013 y 2014, presentando una variación de tan sólo el 0,63%, siendo un total aproximado de \$1.812 mil millones el total recaudado para el 2014⁷¹, frente a \$3.391 mil millones facturados, es decir, con una cartera por cobrar del 46,6% del total facturado (*Tabla 146*).

⁷⁰ Los informes oficiales sectoriales de aseo de la SSPD presentan información del estado del sector aseo para la vigencia del último año fiscal. Es decir, el informe de la SSPD de 2015, presenta cifras del año 2014.

⁷¹ Los ingresos por recaudo corresponden al valor en pesos corrientes de los pagos realizados por los usuarios e incluye valores inherentes al servicio, multas, intereses de mora, entre otros.

Tabla 146. Ingresos por recaudo del servicio de aseo de las E.S.P. frente a total facturado:
2013 – 2014 (mil millones)

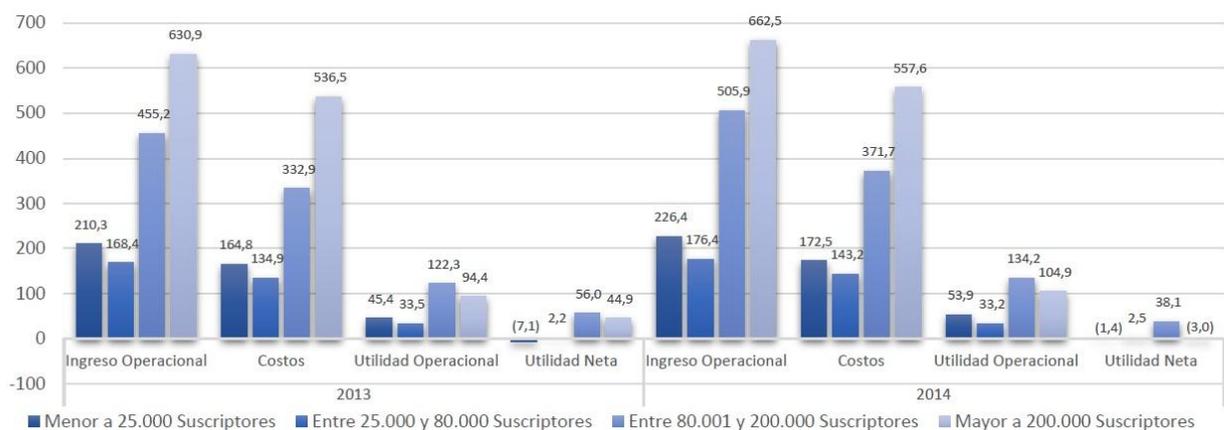
Rango de suscriptores	2013		2014		Variación Recaudo
	Facturado	Recaudado	Facturado	Recaudado	
(1) 2501 a 25000	535	252	551	253	0,36%
(2) 25001 a 80000	464	259	361	223	-13,81%
(3) 80001 a 200000	1.026	583	1.332	672	15,21%
(4) > 200001	1.178	704	1.144	662	-5,91%
TOTAL	3.203	1.800	3.391	1.812	0,68%

Fuente: Presente estudio a partir de SSPD (2015)

Las cifras presentadas por la SSPD evidencian la importante tasa de evasión de pago que existe en el servicio público de aseo, 44,8% en promedio para 2013 y 46% en promedio para 2014, que al ser acumulativa, es decir, los valores señalados conservan los saldos de cuentas por cobrar de diferentes periodos, no se puede establecer con exactitud el índice de recaudo real anual por concepto del servicio de aseo. Estas cifras evidencian la inestabilidad de los ingresos de servicios públicos por conceptos de tarifas, situación que afecta la disponibilidad presupuestal de sistema de residuos ordinarios, teniendo en cuenta que los ingresos provenientes del sistema tarifario ascienden al 84,5% de acuerdo con Correal (2013).

Adicional a lo anterior, si se observa el balance financiero de las E.S.P., se encuentra que en general son bajas las utilidades obtenidas por las operadoras de aseo, e incluso, en algunos casos estas operaciones presentan pérdidas. Las empresas que presentaron pérdidas en estos dos periodos analizados son las empresas del Rango 1, que presentaron pérdidas por \$7,1 mil millones en 2013 y \$1,4 mil millones en 2014; y las empresas del Rango 4 que presentaron pérdidas de \$3 mil millones en 2014 (Figura 20).

Figura 20. Estado de resultados de las E.S.P para los años 2013 y 2014 (miles de millones)



Fuente: SSPD (2015)

Las empresas de Rango 1 presentan un aumento de los ingresos operativos en 7,7% y en consecuencia un aumento de su utilidad bruta. Sin embargo, el componente de gastos de administración y depreciaciones origina una pérdida operativa, la cual es disminuida por el neto de los componentes otros ingresos y gastos para finalmente obtener una pérdida neta de \$1,4 mil millones.

millones. Si bien no se generaron pérdidas, las empresas de Rango 2 presentaron incrementos en los costos (6,2%) superiores a los ingresos operativos (4,8%), disminuyendo la utilidad operacional con respecto al 2013. Sin embargo, una vez tenido en cuenta el componente neto de otros ingresos y gastos, la utilidad neta es del orden de los \$2.5 mil millones. Comportamiento similar tuvieron las empresas de Rango 3, aumentaron sus ingresos y costo de ventas en un 11.1% y 11.7% respectivamente, y no presentaron alto índices de depreciación lo que les permitió incrementar su utilidad operacional en un 48.2%. Sin embargo, y contrario al resto de empresas del sector, los otros ingresos disminuyeron en un 33.4% y con ello la utilidad neta que llegó a los \$38.114 millones, un 32.0% menor que en 2013 (SSPD, 2016). Por último, las empresas de Rango 4 vieron aumentados sus ingresos operacionales en un 5% mientras que sus costos lo hicieron en promedio al 3,9%. Sin embargo, los gastos administrativos y depreciación originaron la pérdida neta \$3 mil millones.

De acuerdo al estado de resultados de las empresas del sector de servicio público de aseo, es notorio que si bien los recursos provenientes del sistema tarifario son amplios (\$1,8 billones para 2014), los costos operativos y de mantenimiento de las etapas de la gestión de residuos son elevados y no permiten generar suficientes utilidades para la reinversión en el mejoramiento de la infraestructura y logística el sistema. En el siguiente aparte se revisará precisamente la inversión que realizan las municipalidades para atender las diferentes necesidades de la gestión.

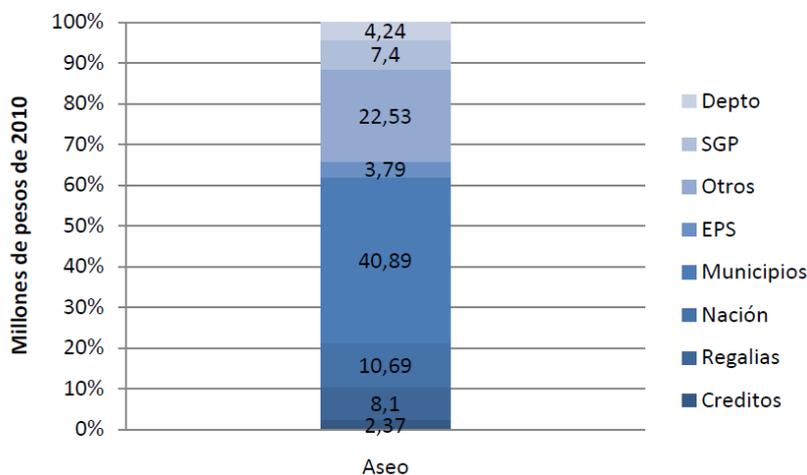
6.2.1.2. Inversiones del sistema (gastos)

Las inversiones realizadas por las unidades territoriales municipales a través de las E.S.P tienen como destino la financiación de la operación de los sistemas de aseo, el aporte a los subsidios por estratos, así como realizar otras inversiones que permitan mejorar la capacidad instalada, la cobertura y otros estudios que se requieren para la gestión.

Los recursos provenientes de los ingresos por el sistema tarifario del servicio de aseo corresponden a los costos operacionales por la prestación del servicio de recolección (recolección y transporte; barrido y limpieza; transferencia; y disposición final), es decir, la participación de las empresas prestadoras en inversiones diferentes a las operativas como el mejoramiento en la infraestructura o en proyectos especiales de aprovechamiento o de reciclaje es baja. De esto da evidencia el informe realizado por la SSPD (2010; citado por UNAL – MAVDT (2013)), en el que se manifiesta que, diferente a los servicios de acueducto y alcantarillado en el que las empresas participan proporcionalmente a la inversión de los municipios, en el servicio de aseo las empresas participan con tan sólo el 3,8% de los recursos ejecutados en las obras de infraestructura. En la *Figura 21* se señala la participación de diferentes fuentes de financiamiento en la inversión en infraestructura.

Frente a los recursos provenientes del sector público (15,8%), estos son dirigidos en mayor medida a subsanar la diferencia entre los subsidios y los recaudos, debido a que los recursos provenientes del sistema tarifario no son suficientes para cubrir el apoyo a los estratos más bajos. Al respecto, son los ingresos provenientes de las transferencias centrales, es decir los que llegan del SGP, los que destinan principalmente para irrigar las necesidades de subsidios, ascendentes al 77,2% de las transferencias.

Figura 21. Participación de las fuentes de financiamiento en los recursos invertidos en infraestructura



Fuente: SSPD (2010; citado por UNAL-MAVDT (2013))

Los otros recursos del SGP (12,8%), que se suman a los demás ingresos públicos ya descritos, son invertidos de acuerdo como se muestra en la *Tabla 147* (Correal, 2013), y en el Anexo 4 se relacionan algunos de los proyectos de inversión enmarcados en los PGIRS de Medellín, Cali, Bogotá y Barranquilla, a manera de ejemplo:

Tabla 147. Destino de la inversión de los recursos públicos en el sistema de gestión de residuos ordinarios (millones)

Inversión Gasto Público	2008	2009	2010	2011	2012	2013	SUMA	Promedio	% del gasto público	% del gasto total
Total Inversión	279.373	308.612	295.127	283.464	232.759	388.476	1.787.811	297.969	15,8%	100,0%
Subsidios	60.611	81.029	83.384	85.870	100.613	119.985	531.492	88.582	29,7%	4,7%
Recolección, Tratamiento Y Disposición Final	124.753	116.531	91.255	-	-	-	332.539	55.423	18,6%	2,9%
Tratamiento y disposición final	25.182	3.840	494	48.399	58.725	126.529	263.169	43.862	14,7%	2,3%
Recolección de residuos / Maquinaria y equipo	-	6.834	-	74.652	6.721	37.005	125.212	20.869	7,0%	1,1%
Proyectos de aprovechamiento	571	-	21.662	-	50.041	37.372	109.646	18.274	6,1%	1,0%
Construcción de nuevos sistemas de disposición final	10.579	13.281	38.786	19.412	-	11.804	93.862	15.644	5,3%	0,8%
Planes de gestión integral de residuos sólidos PGIR	8.677	27.726	18.869	24.542	-	-	79.814	13.302	4,5%	0,7%
Fortalecimiento institucional : Diseño e implantación de esquemas organizacionales para la administración y operación del servicio	10.474	11.835	10.920	7.462	7.723	20.057	68.471	11.412	3,8%	0,6%
Proyectos de gestión integral de residuos sólidos	12.668	27.377	9.298	12.957	-	3.855	66.155	11.026	3,7%	0,6%

Inversión Gasto Público	2008	2009	2010	2011	2012	2013	SUMA	Promedio	% del gasto público	% del gasto total
Reservas de inversión en el sector vigencia anterior	22.178	13.128	17.175	-	-	-	52.481	8.747	2,9%	0,5%
Pre inversión en diseño y estudios	2.987	5.161	1.887	4.244	5.533	26.736	46.548	7.758	2,6%	0,4%
Interventorías	657	1.845	1.395	5.819	3.401	5.133	18.250	3.042	1,0%	0,2%
Pago de pasivos laborales	38	25	-	108	-	-	171	29	0,0%	0,0%

Fuente. Correal (2013)

De las cifras presentadas se resalta que las principales inversiones de los recursos públicos son los subsidios y el apoyo en la operación y mantenimiento de las etapas de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos. Sobresale además que el apoyo a proyectos de aprovechamiento equivale al 1% de los recursos destinados al sector aseo, así como resulta baja la inversión en proyectos para el fomento de los esquemas de gestión integral de residuos (0,6%) y el fortalecimiento institucional (0,6%), aspectos importantes de acuerdo a las problemáticas halladas en el diagnóstico sobre el funcionamiento del sector aseo.

Aunque como se mencionó anteriormente, el correcto funcionamiento operativo de cada una de las etapas de gestión tendría un efecto de sombra sobre las problemáticas ambientales y sanitarias, pues elimina los errores de manejo que puedan cometerse, es indudable que los recursos están orientados principalmente en el funcionamiento del sistema hacia la disposición final de los residuos, totalmente contrario a las políticas en las que se establece como prioridad la prevención en la generación de residuos y el fomento de las acciones encaminadas hacia el aprovechamiento y el reciclaje.

Así mismo, aunque los subsidios están dirigidos a garantizar la equidad en la asignación de los recursos y en ofrecer calidad de vida a las poblaciones más vulnerables socioeconómicamente, resulta ineficiente la inversión bajo el enfoque actual, debido a que esta amplia partida de recursos podrían ser invertidos parcialmente en la etapa de prevención y en la promoción de la separación en la fuente, estrategias que podrían disminuir los gastos de funcionamiento del sistema, en especial de la necesidad latente de ampliar la capacidad instalada de los rellenos sanitarios.

En conclusión, el esquema de financiación del sistema de gestión de residuos ordinarios, si bien cuenta con amplias fuentes de financiación tanto públicas como provenientes del sistema tarifario, no presenta explícitamente partidas presupuestales que estén orientadas al manejo de las problemáticas ambientales y sanitarias que pueden ser ocasionadas por aspectos de la gestión como deficiencias en la cobertura del servicio, problemas logísticos, insuficiencia de infraestructura, entre otros. En otras palabras, los recursos financieros ejecutados en el sistema de aseo no contemplan la internalización de los costos ambientales y de salud que se ocasionan a lo largo de la cadena de gestión de los residuos ordinarios.

6.2.2. Esquema actual de financiación e inversiones del sistema de gestión de residuos posconsumo

Según se indica en la reglamentación de los sistemas de recolección selectiva de los residuos de llantas usadas y envases de plaguicidas, los proponentes de los programas posconsumo deben asumir la financiación de la gestión de los residuos y presentar los esquemas de costos, tanto en la propuesta inicial como en los informes de seguimiento anual. En el caso de llantas, en el artículo 7 de la Resolución 1457, literal f, se solicita presentar información sobre los mecanismos de financiación y los costos del sistema, pero no se solicita información para el seguimiento. A su vez, en la Resolución 1675 de 2013, que reglamenta los programas posconsumo de envase de plaguicidas, es en el artículo 5, numeral 5.6, que se solicita los costos anuales para la ejecución del plan, y en el artículo 6, literal j, se solicita la actualización anual de dicha información.

A pesar de la exigencia, no se puede determinar con exactitud la financiación disponible para la gestión de estos residuos, pues cada proponente tiene libre albedrío en presentar los costos asociados, los cuales pueden variar de acuerdo a la eficiencia, logística y economía a escala de cada programa posconsumo. Así mismo, la Autoridad Ambiental no hace seguimiento o registro de la información financiera, la cual en últimas no es objeto de evaluación por cuanto lo determinante es el logro de las metas cuantitativas en la recolección y gestión de los residuos, mas no en su eficiencia financiera.

- **Financiación aproximada para la gestión de llantas.**

De acuerdo a los cálculos realizados en el presente estudio, para una meta de recolección de un programa de posconsumo presentado a la ANLA de 2,4 millones de llantas, equivalentes a 49.640 toneladas año, de acuerdo al promedio ponderado de las proporciones de llantas de automóviles, camionetas y camiones dispuestas en el mercado, se tiene que los costos anuales de la gestión puede ascender a Col\$ 104,2 miles de millones de pesos. En la *Tabla 148* se relacionan los costos por etapa de forma agregada (los costos detallados serán presentados en el entregable 5).

Tabla 148. Costos aproximados asociados a la gestión de llantas usadas

Etapas	Valor total/Mes (Col\$)	Valor Anual (Col\$)
Generación	38.039.505	456.474.066
Recolección	1.031.762.406	2.043.898.874
Transporte	3.839.621.034	46.075.452.404
Almacenamiento	4.029.018.097	48.348.217.168
Aprovechamiento	5.756.174.520	7.281.845.099
Total	14.694.615.563	104.205.887.611

Fuente: Presente estudio

Ahora bien, si se tiene en cuenta que las metas de recolección no cubren el total de las llantas dispuestas en el mercado, el potencial de financiación que podría tener el sistema sería de Col\$ 217,77 mil millones de pesos al año, teniendo en cuenta el número de llantas vendidas anualmente en Colombia, equivalente a 5,2 millones de unidades (ANRE, 2016).

- **Financiación aproximada para la gestión de envases de plaguicidas**

Para el establecimiento del potencial de financiación de la gestión de envases de plaguicidas se tomó como información base los costos de operación de un programa posconsumo presentado a la Autoridad Ambiental. Los costos se relacionan en la *Tabla 149*. Teniendo en cuenta que la meta de recolección para el año 2015 de dicho plan posconsumo fue de 121,33 kg, lo que significa que la gestión por cada Kg de envases de plaguicidas puede ser aproximadamente de Col\$1.416.

Tabla 149. Costos anuales plan de recolección selectiva para envases de plaguicidas

CONCEPTO	VALOR (Col\$)
Capitaciones	2.161.210
Disposición final y transporte	165.047394
Jornales y viáticos operación rutas de recolección	742.120
Transporte rutas de recolección zonas	2.687.144
Mantenimiento centros de acopio	1.190.790
Total gastos plan de devolución posconsumo	171.828.790

Fuente: ANLA (2016)

Si se tiene en cuenta la meta de recolección alcanzada para el año 2013 por la Autoridad Ambiental, equivalente a 3.109 Ton, la financiación de ese equivalente pudo significar una financiación para dicho año de \$4,4 mil millones de pesos, cifra bastante conservadora si se tiene en cuenta que no es clara la cifra de producción y generación de envases de plaguicidas actual, y que los costos de el plan posconsumo de referencia pueden estar subdimensionados.

Vale la pena señalar que, al no establecerse requisitos más precisos para la presentación de información financiera por parte de las empresas proponentes de programas posconsumo, la información contenida en los estudios y en los informes de seguimiento no presenta la misma estructura, desagregación y equivalencias, de tal forma que no puede ser agregada ni analizada, sin contar que en muchos casos esta información no es presentada por los usuarios del permiso ambiental.

6.2.3. Inversiones sectoriales para el manejo de problemática ambiental y sanitaria causada por los residuos

6.2.3.1. Inversiones del sector ambiental

El papel de las entidades ambientales del gobierno, de las entidades especializadas del gobierno, así como de las empresas manufactureras para la protección ambiental es fundamental para prevenir, mitigar y controlar los impactos causados por las actividades desarrolladas en la gestión de residuos ordinarios y peligrosos en el país. Sin embargo, resulta difícil determinar con exactitud cuanta de la inversión realizada por estas organizaciones se destina a cada tipo de afectación ambiental.

La inversión ambiental para el manejo de la problemática causada por residuos puede ser analizada a nivel global en el país a través de la cuenta de gastos en protección ambiental del DANE, y mediante la revisión de las inversiones realizadas a nivel territorial por las

Corporaciones Autónomas, quienes juegan un papel fundamental en la inversión del sistema de residuos en sus territorios, así como en proyectos y programas para la protección ambiental.

La cuenta de gastos en protección ambiental⁷² mide el esfuerzo de los diferentes sectores económicos, y del gobierno, para conservar, mitigar o proteger el medio ambiente. Las actividades de protección ambiental son aquellas que realizan las autoridades para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental y el mantenimiento de los estándares mínimos de calidad frente al uso y aprovechamiento que las actividades económicas realizan de los recursos naturales. Estas actividades están relacionadas con las funciones del Ministerio de Ambiente y de las Corporaciones Autónomas, consignadas en la Ley 99 de 1993 y que se engloban en todas las acciones encaminadas a la planificación ambiental, la ejecución de planes proyectos y programas para el saneamiento del medio ambiente o en relación con el manejo, aprovechamiento, conservación, recuperación o protección de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

De acuerdo a la clasificación de las actividades ambientales usada por el DANE⁷³ en la encuesta ambiental industrial, la gestión de residuos hace referencia a las actividades y medidas dirigidas a prevenir la generación de residuos y a reducir sus efectos nocivos para el ambiente. Comprende la recolección y tratamiento de residuos, incluidas las actividades de seguimiento y regulación. También comprende el reciclaje y el compostaje, la recolección y tratamiento de residuos

UNAL – MAVDT (2013) relaciona las actividades de protección ambiental asociadas a la gestión de residuos, las cuales incluyen la prevención en la generación; la promoción de la separación en la fuente; investigación y desarrollo dirigido a la protección ambiental; administración y protección ambiental a través de licencias, permisos y trámites; educación y formación ambiental a gestores; seguimiento y monitoreo a los límites ambientales permisibles; y acciones sancionatorias a delitos ambientales causados en cualquiera de las etapas de gestión de residuos.

- **Gasto del Gobierno en protección ambiental**

Para el año 2015 el valor total del gasto del gobierno en protección ambiental fue de 4,7 billones de pesos, provocado por un crecimiento en la inversión del 49,9%; del consumo intermedio en un 31,8%; y el valor agregado en un 17,2% con respecto al año anterior. Para el mismo año, el indicador de gasto del gobierno en protección ambiental con relación al gasto total del gobierno fue de 1,8% y de 0,6% en relación al Producto Interno Bruto a precios corrientes, como se evidencia en la *Tabla 150*.

⁷² El alcance de la protección ambiental está definido a través de la Clasificación de Actividades de Protección Ambiental - CAPA, la cual es un estándar de clasificación internacional, adoptada por la Comisión Estadística de Naciones Unidas y en consecuencia, la cuenta de gasto en protección ambiental basa su cálculo en los dominios de esta clasificación al retomar los conceptos y alcances de cada uno de ellos (UNAL-MAVDT, 2013).

⁷³ Clasificación de actividades ambientales (CAA). System of Environmental-Economic Accounting 2012.

Tabla 150. Valor del gasto total del Gobierno en el rubro de protección ambiental

Ítem	Miles de millones de pesos		Variación Anual (%) 2015pr-2014p
	2014p	2015pr	
Consumo intermedio	1.308	1.724	31,8
Valor agregado	312	365	17,2
Remuneración a los asalariados	302	357	18,1
Sueldos y salarios	263	296	12,7
Contribuciones	39	61	54,2
Impuestos sobre la producción	9	8	(12,7)
Inversión	1.757	2.634	49,9
Formación bruta de capital fijo	1.722	2.366	37,4
Maquinaria y equipos varios	69	74	6,9
Construcciones y edificaciones no residenciales	908	1.228	35,2
Activos cultivados	92	143	56,1
Mejoras importantes a activos no producidos	652	921	41,2
Adquisición de tierras y terrenos	35	269	659,4
Gasto en Protección Ambiental	3.377	4.723	39,9

Fuente: DANE (2016) a partir de FUT, Formulario Único Territorial. SIIF, Sistema Integrado de Información Financiera.

El gasto del gobierno en protección ambiental presenta dos rubros importantes, el primero es el correspondiente al gasto corriente que corresponde a costos administrativos y de recurso humano principalmente, el cual fue de 2,1 billones de pesos para el 2015; la segunda cuenta es la de inversión en protección ambiental, cuyos gastos fueron de 2,6 billones de pesos para el mismo año. Los gastos relacionados con las actividades de protección ambiental en la gestión de residuos señalan que frente a los gastos corrientes representan el 15,8%, mientras que la inversión en gestión de residuos es tan sólo el 5,1%. Ambas cuentas para el gasto en la gestión de residuos fueron de 471 mil millones para el año 2015. En la *Tabla 151* se relacionan las cifras reportadas por el DANE (2016).

Tabla 151. Valor del gasto en el Gobierno por finalidad en el rubro de protección ambiental

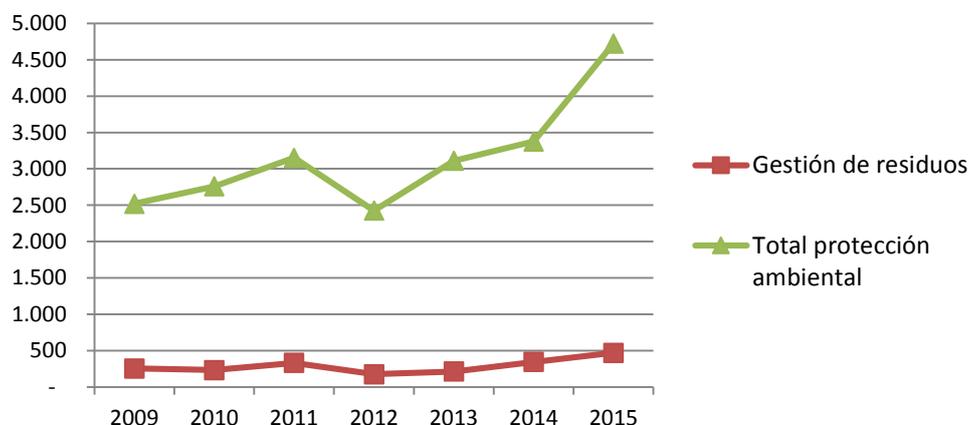
Actividades de protección ambiental*	Miles de millones de pesos corrientes						Variación Anual		
	2014p		2015pr		2015pr - 2014p				
	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total
Protección del aire y del clima	22	10	32	22	21	43	(1,6)	121,0	35,6
Gestión de aguas residuales	312	537	848	440	774	1.214	41,3	44,2	43,1
Gestión de residuos	256	89	345	364	107	471	42,4	20,0	36,6
Protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales	142	340	482	110	522	631	(22,7)	53,4	31,0
Reducción del ruido	9	-	9	13	0	13	40,0	-	40,6
Protección de la biodiversidad y los paisajes	181	722	902	274	1.107	1.381	51,8	53,4	53,1

Actividades de protección ambiental*	Miles de millones de pesos corrientes						Variación Anual		
	2014p			2015pr			2015pr - 2014p		
	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total
Investigación y desarrollo	-	6	6	-	29	29	-	358,2	358,2
Administración y gestión ambiental	600	53	654	724	75	799	20,6	39,5	22,2
Capacitación ambiental	98	-	98	142	-	142	44,7	-	44,7
Total	1.620	1.757	3.377	2.089	2.634	4.723	29,0	49,9	39,9

Fuente: DANE (2016) a partir de FUT, Formulario Único Territorial. SIIF, Sistema Integrado de Información Financiera.

La relación entre el gasto del gobierno destinado a la protección ambiental en la gestión de residuos frente al total del gasto en protección ambiental muestra una clara desventaja, siendo tan sólo el 9,97% de este, situación que señala el reducido nivel de financiación del sector aseo. En relación con el Gasto Total del Gobierno, la protección ambiental relacionada con el gasto en residuos es del 0,18% y en relación con el PIB es del 0,06%. En la *Figura 22* se muestra la evolución de los últimos siete años del gasto en protección relacionado con residuos, frente al total destinado a la protección ambiental.

Figura 22. Comportamiento del gasto del Gobierno en la gestión de residuos frente al total del gasto de protección ambiental



Fuente: Presente estudio a partir de DANE (2016).

- **Gasto del sector especializado**

El gasto del sector especializado en actividades de protección ambiental está conformado por aquellas empresas cuya actividad económica principal consiste en ofrecer servicios de protección ambiental, tales como empresas prestadoras de servicios de eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares (DANE, 2016). El valor de la producción en protección ambiental realizada por el sector especializado en el año 2014 fue de 4,1 billones de pesos, presentando un crecimiento del 3,8% con respecto al año anterior. Según las actividades de manejo, para el manejo de residuos fueron destinados 2,2 billones de pesos, los cuales participan con 52,9%, mientras el manejo de aguas residuales representa el

47,1%. En la *Tabla 152* se desglosan los flujos relacionados con la protección ambiental del sector especializado, para actividades de manejo de residuos.

Tabla 152. Valor de la producción en protección ambiental del sector especializado para actividades de manejo de residuos.

Componente	Miles de millones de pesos corrientes		Variación Anual
	2013	2014	2014-2013
Consumo intermedio	930	977	5,0
Valor agregado	1.253	1.302	3,9
Remuneración a los asalariados	489	501	2,4
Otros impuestos sobre la producción	25	53	107,8
Excedente neto de explotación y/o ingreso mixto	738	748	1,3
Producción (costos de producción)	2.183	2.279	4,4
Producción no ambiental	59	61	2,9
Producción en Protección Ambiental	2.124	2.218	4,4

Fuente: DANE (2016).

- **Gasto del sector no especializado**

El gasto del sector no especializado en actividades de protección ambiental está conformado por empresas cuya actividad económica secundaria consiste en ofrecer servicios de protección ambiental simultáneamente en el desarrollo de su actividad económica principal (DANE, 2016). Las inversiones realizadas por estas empresas corresponden a actividades voluntarias o reglamentadas que deben ejecutar como ejercicio de la responsabilidad extendida del productor. Esta información del gasto del sector no especializado se recolecta a partir de la Encuesta Ambiental Industrial y es aproximada para la industria manufacturera del país.

Para el año 2014 el valor del gasto total de la industria manufacturera en protección ambiental fue de 869 mil millones de pesos, provocado por una caída de la inversión en un 20,0%; del consumo intermedio en un 0,9% y por un aumento del valor agregado en un 5,9% con respecto al año anterior, respectivamente. A su vez el gasto de actividades de protección ambiental relacionadas con el manejo de residuos representó para el año 2014 el 17% de las inversiones realizadas en protección ambiental por el sector no especializado (DANE, 2016). La *Tabla 153* relaciona los gastos en las diferentes actividades de protección ambiental realizadas por las industrias manufactureras.

Tabla 153. Valor del gasto de la industria manufacturera en actividades de protección ambiental, según componentes del gasto.

Actividades de protección ambiental*	Miles de millones de pesos						Variación Anual		
	2013			2014p			2013pr - 2014p		
	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total
Protección del aire y del clima	102	143	245	86	126	212	(15,6)	(11,9)	(13,4)
Gestión de aguas residuales	109	77	186	112	64	176	2,7	(17,4)	(5,6)
Compra de servicios relacionados con el manejo de aguas	102	-	102	100	-	100	(1,7)	-	(1,7)

Actividades de protección ambiental*	Miles de millones de pesos						Variación Anual		
	2013			2014p			2013pr - 2014p		
	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total
residuales									
Gestión de residuos	23	15	38	31	9	40	34,0	(38,7)	6,0
Compra de servicios relacionados con el manejo de residuos sólidos	112	-	112	108	-	108	(3,0)	-	(3,0)
Protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales	42	18	60	35	4	39	(15,6)	(77,5)	(34,5)
Reducción del ruido	4	6	10	6	7	13	54,8	7,1	26,2
Protección de la biodiversidad y los paisajes	8	3	10	5	2	7	(31,1)	(31,4)	(31,2)
Investigación y desarrollo	-	5	5		2	2	-	(57,4)	(57,4)
Administración y gestión ambiental	148	-	148	166	-	166	12,6	-	12,6
Capacitación ambiental	4	-	4	5	-	5	48,2		48,2
Total	652	267	919	656	214	869	0,6	(20,0)	(5,4)

Fuente: DANE, Encuesta Ambiental Industrial (2016).

En síntesis, la protección ambiental a nivel nacional destinada a la gestión de los residuos, como gasto de los sectores privado y público, representó en términos presupuestales 2,7 billones de pesos, siendo el sector especializado (principalmente E.S.P) las que realizan más gastos en protección ambiental enfocada en residuos, cercana a 2,2 billones (Tabla 154).

Tabla 154. Valor del gasto total de la gestión de residuos y protección ambiental para todos los sectores

Sector	Miles de millones de pesos		
	2014		
	Gastos corrientes	Inversión	Gasto total
Gestión de residuos - Gobierno	256	89	345
Total protección ambiental - Gobierno	1.620	1.757	3.377
Gestión de residuos - Especializado	-	-	2.218
Total protección ambiental - Especializado	-	-	4.165
Gestión de residuos - No especializado	140	9	149
Total protección ambiental - No especializado	656	214	869
Total gastos en gestión de residuos Nación	395	98	2.711
Total gastos en protección ambiental Nación	2.275	1.971	8.411

Fuente: Presente estudio a partir del DANE (2016).

6.2.3.1.1. Inversiones de Corporaciones Autónomas⁷⁴

El papel de las Corporaciones Autónomas Regionales es transcendental en la cofinanciación de programas y proyectos que dan apoyo a la gestión de residuos, entendiendo que los servicios ecosistémicos de sumidero de sustancias son una fuente renovable pero con cada vez más limitaciones en algunos ecosistemas y locaciones. De acuerdo a la Ley 99 de 1993, las CAR tienen funciones que si bien no tratan explícitamente el manejo de los residuos sólidos, otras varias son transversales y fundamentales a la hora de realizar las sinergias sectoriales para el correcto funcionamiento de los sistemas de gestión.

Algunas de las funciones que se relacionan indirectamente con la gestión de residuos se pueden resumir en (ley 99 de 1993):

- Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la ley para el uso, aprovechamiento o movilización de recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que puedan afectar el medio ambiente.
- Fijar en el área de su jurisdicción los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente, así como prohibir o regular la disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental.
- Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos de suelo, agua, aire y los demás recursos renovables.
- Asesorar a las entidades territoriales en la elaboración de proyectos en materia ambiental que deban desarrollarse con recursos provenientes del Sistema General de Regalías.

Las fuentes de recursos financieros con las que cuentan las corporaciones les permiten hacer frente a las funciones, entre las corresponsabilidades de la gestión de residuos y residuos peligrosos. Entre las fuentes que pueden tener destinación para este tipo de fines se encuentran (Rodríguez-Becerra, Umaña y Carrizosa, 1996):

- Porcentaje ambiental de los gravámenes de la propiedad inmueble: Los recursos de esa fuente deben destinarse a la ejecución de programas de protección y restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Fondo Nacional de regalías: Los recursos pueden ser destinados para todas las funciones de las CAR, privilegiando aspectos de protección y conservación
- Transferencias del sector eléctrico: Son recursos de destinación específica para protección y conservación de cuencas hidrográficas.
- Porcentaje del impuesto de timbre de los vehículos.

La mayoría de los proyectos financiados por las corporaciones autónomas, que tienen que ver con la gestión de residuos, se relacionan con las acciones de control y seguimiento a los PGIRS y PGIR RESPAL de las jurisdicciones, seguimiento a las acciones de empresas generadoras, a operadores logísticos y a empresas del servicio de aseo. Otro grupo de proyectos se enfocan en la responsabilidad de las CAR en la capacitación, sensibilización y acompañamiento a las responsabilidades de la comunidad y demás agentes que participan en los sistemas de gestión de

⁷⁴ Este aparte del documento se presenta de manera provisional previo a las visitas a las Corporaciones Autónomas de las zonas objeto de visita.

residuos. Y por último, algunos proyectos buscan el fortalecimiento de las acciones de gestión integral de residuos, promoviendo el aprovechamiento de los residuos sólidos de las regiones.

En el Anexo 5 se relacionan algunos de los proyectos de inversión que realizan la CVC, Corantioquia y la CRA, en relación con el apoyo a la gestión de residuos en sus jurisdicciones.

6.2.3.2. Inversiones del sector salud

Las inversiones realizadas por el sector salud deben ser tenidas en cuenta en razón a su participación en el manejo sanitario de las enfermedades y demás riesgos a la salud que se derivan de las diferentes problemáticas ambientales, entre las que se encuentran las asociadas a las afectaciones causadas por la deficiente gestión de los residuos peligrosos y no peligrosos en el país. Esta gestión es desarrollada por el sector salud a través de la política de Salud pública, que de acuerdo con el MSPS, está constituida por un conjunto de políticas que buscan garantizar, de manera integrada, la salud de la población por medio de acciones dirigidas tanto de manera individual como colectiva, ya que sus resultados se constituyen en indicadores de las condiciones de vida, bienestar y desarrollo.

Uno de los programas que maneja la política de Salud Pública es el de salud ambiental, el cual está enfocado en entender las prácticas de uso, manipulación, apropiación y explotación de los componentes ambientales, y su relación con los efectos en la salud humana (MSPS, 2016). Al interior del programa, el MSPS maneja los componentes de “Hábitat Saludable” y “Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales”, los cuales trabajan diferentes líneas de acción orientadas a generar recomendaciones para la prevención de enfermedades y riesgos frente a algunos de los componentes ambientales, así como la ejecución de proyectos de promoción y prevención de enfermedades causadas por determinantes ambientales. Las líneas de acción que tratan aspectos relacionados con el manejo de residuos sólidos son las siguientes:

- Agua y saneamiento básico.
- Inspección, vigilancia y control sanitario.
- Sustancias, productos químicos y residuos peligrosos.
- Entornos saludables.

Así mismo, los objetivos de estas líneas de acción buscan, entre otros aspectos, realizar las siguientes labores relacionadas también con la gestión de residuos sólidos (MSPS, 2016):

- Reducir las brechas de inequidad en el acceso al agua potable, coberturas de acueducto, alcantarillado y aseo.
- Intervenir los determinantes sanitarios y ambientales de la salud, con enfoque diferencial, priorizando la calidad del agua para consumo humano, uso terapéutico y recreacional, y el riesgo generado por la gestión inadecuada de los residuos sólidos y líquidos.
- Intervenir los determinantes sanitarios y ambientales de la salud, con enfoque diferencial, relacionados con el riesgo biológico asociado a la presencia de vectores,
- Intervenir los determinantes sanitarios y ambientales de la salud relacionados con las sustancias y productos químicos, residuos peligrosos, nanotecnologías y dispositivos médicos de uso estético y cosmético.
- Determinar la carga ambiental de las enfermedades prioritarias en salud pública relacionadas con factores ambientales, a nivel nacional y territorial.

- Formular e implementar estrategias para efectuar estudios de la carga ambiental de las enfermedades prioritarias en salud pública.
- Identificar y prevenir nuevas amenazas para la salud provenientes de factores ambientales.

Es de resaltar que el Plan decenal de Salud pública 2012 -2021, plantea dentro de las metas de la dimensión ambiental que a 2021 el 90% de las cabeceras municipales dispondrán técnicamente los residuos sólidos ordinarios y el 100% de las entidades territoriales de salud implementan la gestión integral de sus residuos peligrosos.

A continuación se relacionarán las características fiscales de los aportes del sector salud al programa de Salud Pública.

- **Fuentes de financiación**

Financieramente la Salud Pública constituye, a nivel territorial, una de las cuentas maestras del Fondo Local de Salud, al que también hacen parte las cuentas de régimen subsidiado, cuenta de atención a población no afiliada y otros gastos de salud. Al igual que las fuentes de financiación del sector aseo y del sector ambiental, las fuentes financieras del sector salud provienen de nivel central, Sistema General de Participaciones, transferencias centrales, regalías, rentas cedidas (licoreras) recursos propios del sector salud, entre otros, que en total suman 20 fuentes de financiación diferentes, que se resumen en la *Figura 23*. La principal fuente de financiación proviene del SGP, que dentro de la distribución sectorial le corresponde al sector salud el 24,5% (Ley 1176 de 2007). Del 100% de los recursos del sector salud se destina el 10% a la cuenta maestra de salud pública, según lo determina el artículo 44 de la Ley 1438 de 2011, el cual se asigna a los territorios de acuerdo a los criterios de población por atender y equidad (accesibilidad, riesgo pobreza, riesgo dengue, riesgo malaria y población a vacunar) (MSPS, 2016).

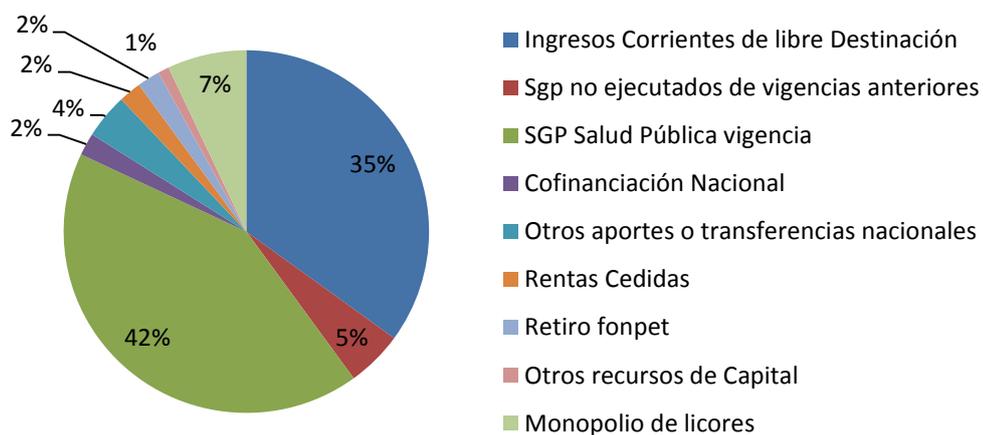


Figura 23. Porcentajes de participación de las fuentes de financiación de salud pública para el año 2015. Fuente: MSPS. Dirección de Promoción y Prevención con datos de FUT.

Con mayor detalle, en la *Tabla 155* se relaciona el comportamiento de las asignaciones de recursos del SGP a la salud pública para las diferentes unidades territoriales, sobresaliendo el crecimiento de las asignaciones en general y de las municipales, las cuales representan en promedio el 81% de las asignaciones departamentales y de distritos.

*Tabla 155. Recursos asignados del SGP a la cuenta maestra de Salud Pública 2012-2015
(miles)*

Vigencia	Asignación SGP Salud Pública Departamentos y Distritos	Crecimiento	Asignación SGP Salud Pública Municipios	Crecimiento	asignación SGP Salud Pública Total	Crecimiento
2015	384.517.753	3,57%	318.169.200	7,70%	702.689.953	5,63%
2014	371.276.030	5,45%	295.417.497	2,21%	666.693.526	3,83%
2013	352.074.412	5,81%	289.040.752	8,71%	641.115.164	7,26%
2012	332.734.013	6,60%	265.890.503	3,62%	598.624.515	5,11%

Fuente: MSPS. Dirección de Promoción y Prevención con datos de FUT.

- **Ejecución de recursos**

La inversión de los recursos destinados a salud pública y, en especial, al programa de salud ambiental se ven reflejados en las acciones de promoción y prevención que realiza el sector salud a nivel territorial. De acuerdo al MSPS, la promoción y prevención en salud pública debe entenderse como el proceso y las acciones para proporcionar a las poblaciones los medios necesarios para mejorar la salud y ejercer un mayor control sobre la misma, mediante la intervención de los determinantes de la salud y la reducción de la inequidad. Entendiendo los determinantes ambientales que son potenciales generadores de enfermedades y riesgos a la salud, los programas de promoción y prevención de la salud ambiental y, específicamente, los relacionados con la gestión de residuos, tienen que ver con las actividades misionales del sector salud como: las campañas de capacitación y educación a la población frente al manejo de los residuos y el consumo responsable; las medidas de control a establecimientos que incumplan los protocolos de seguridad para el manejo de residuos peligrosos; participación en la elaboración y ejecución de los planes de gestión integral de residuos; y, particularmente, en los programas de prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores ETV, las cuales se acentúan por la mala disposición de residuos como las llantas usadas.

En la *Tabla 156* se relaciona la distribución y ejecución de los recursos financieros en la cuenta de salud pública y, específicamente los que se relacionan con la promoción y prevención de salud ambiental en la gestión de residuos, como ETV y Zoonosis (14,14%), seguridad sanitaria y medio ambiente (10,96%) y vigilancia en salud pública (7,72%), principalmente.

Tabla 156. Asignación y ejecución de recursos para Salud Pública en Departamentos y Distritos por prioridades 2015 (miles)

Concepto	Total			
	Asignado	%	Ejecución	%
Salud infantil	132.909.410	12,33%	78.017.833	10,30%
Salud sexual y reproductiva	59.068.202	5,48%	44.571.724	5,89%
Salud oral	17.230.465	1,60%	13.838.904	1,83%
Salud mental	71.740.893	6,66%	55.595.886	7,34%
ETV y zoonosis	152.352.123	14,14%	104.405.959	13,79%
Enfermedades crónicas no transmisibles	26.148.993	2,43%	20.619.894	2,72%

Concepto	Total			
	Asignado	%	Ejecución	%
Nutrición	35.203.746	3,27%	27.302.528	3,61%
Seguridad sanitaria y medio ambiente	118.156.894	10,96%	88.871.099	11,74%
Gestión para el desarrollo del PNSP	303.998.092	28,21%	216.182.771	28,55%
Vigilancia en Salud Pública	83.158.542	7,72%	65.886.822	8,70%
Laboratorio de Salud pública	57.386.506	5,32%	30.411.943	4,02%
Pago de déficit de inversión en salud pública	3.437.076	0,32%	2.638.975	0,35%
Gastos por venta de medicamentos controlados	16.963.002	1,57%	8.744.242	1,15%
Salud Pública total	1.077.753.943	100,00%	757.088.581	100,00%

Fuente: MSPS. Dirección de Promoción y Prevención con datos de FUT.

A manera de síntesis parcial del capítulo se presenta un diagrama del esquema de financiación actual de los sistemas de gestión analizados (*Figura 24*), que se ampliará con la información que se recopile en las salidas de campo.

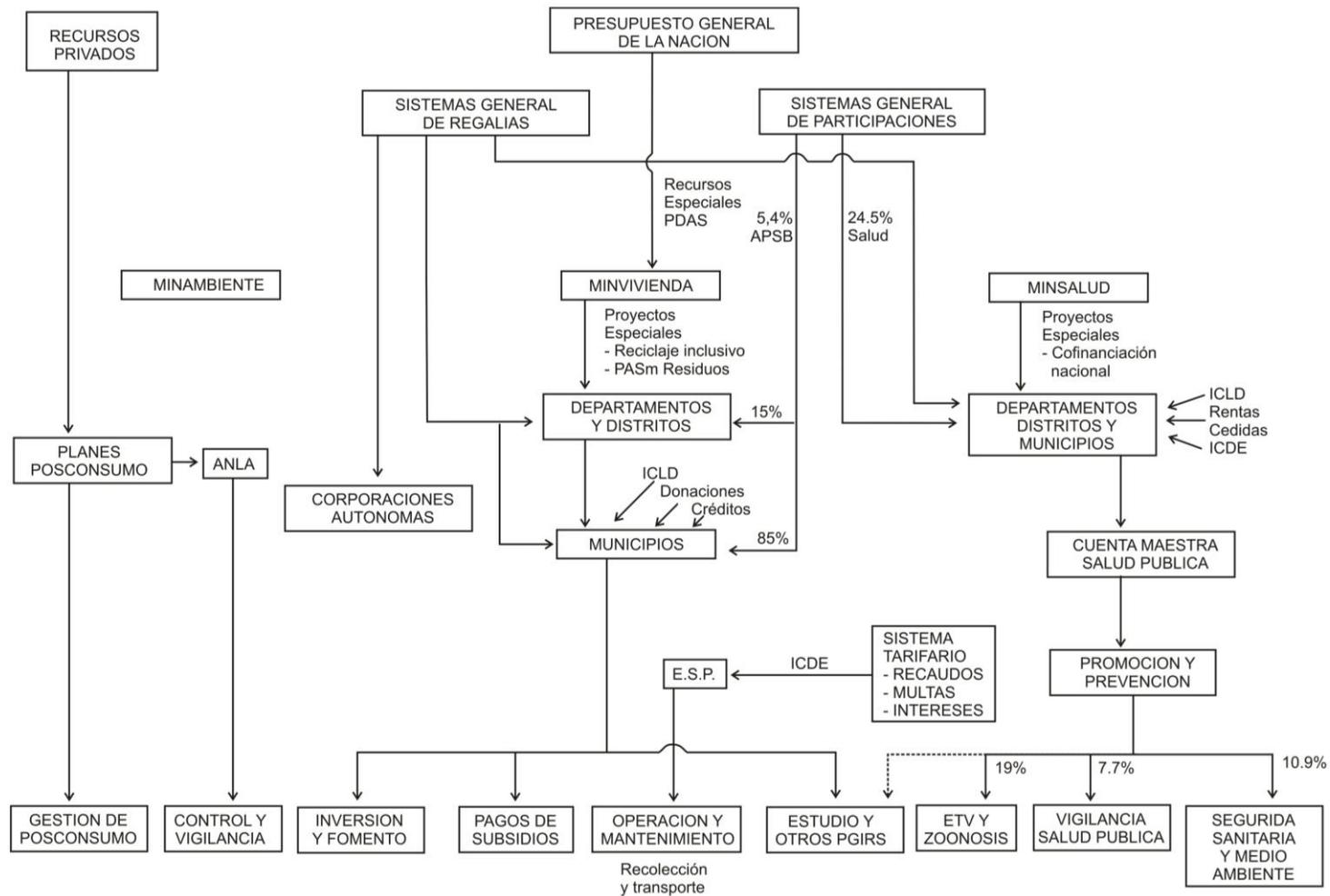


Figura 24. Esquema de financiación de los sistemas de gestión de residuos ordinarios y de posconsumo (versión parcial). Fuente: Presente estudio.

7. INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA LA ATENCIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DE LA GESTIÓN DE LOS GR ANALIZADOS

7.1. Aspectos de Política Pública e Instrumentos Económicos en Colombia

El propósito de este numeral es hacer una discusión sobre la importancia de los instrumentos económico en la política pública de gestión ambiental de residuos (peligrosos y no peligrosos), que buscan contribuir a la adecuada gestión de dichos residuos. Lo cual se puede se puede evaluar a partir de dos aspectos 1) desde el papel central que juegan los instrumentos en la formulación de la política pública y 2) y desde su concreción real en instrumentos normativos, y en la implementación de la política pública.

Desde el primer punto de vista los instrumentos económicos han sido entendidos como aspectos claves para la gestión de residuos en el país. Así las cosas, el Plan Nacional de Desarrollo en términos de residuos indica que se trabajará en: 1) expedir una ley general para la gestión integral de residuos, con el objeto de armonizar la normativa existente, con énfasis en prevención de la generación, el aprovechamiento, la valorización y el fortalecimiento institucional y el mejoramiento del desempeño ambiental de sitios de disposición final; 2) el establecimiento de incentivos e instrumentos económicos en los diferentes eslabones de la cadena para prevenir la generación de residuos y fomentar el reciclaje; y 3) la formulación de un plan nacional para la gestión integral de residuos, con el apoyo del Ministerio de Vivienda y el Departamento Nacional de Planeación. Asimismo, se fortalecerá la capacidad regional y se fomentará el reciclaje en el ámbito municipal y distrital, en el marco del servicio público de aseo, para reducir los residuos dispuestos e incrementar la vida útil de los rellenos sanitarios, con el fin de disminuir la presión sobre los bienes ambientales y naturales y contribuir a la mitigación de la generación de Gases de Efecto Invernadero.

En la Política Ambiental Nacional para la Gestión Integral de Residuos para cumplir la estrategia de modificar los patrones de consumo y producción insostenible se plantea la necesidad de “diseñar e implementar incentivos económicos para modificar patrones de consumo y producción”, así mismo los instrumentos económicos juegan un papel importante como mecanismos que permita la creación de nuevos canales de comercialización y promoción de los existentes, pues se contempla la necesidad de “diseñar y reglamentar instrumentos económicos que permitan ampliar el mercado de aprovechables, su rentabilidad y, en especial, el margen de ganancias para los recuperadores”.

Por su parte la Política Ambiental Nacional para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos contempla a los instrumentos económicos como una estrategia específica con tres acciones concretas a) Promover proyectos de minimización de la generación de Respel y la creación de infraestructura para el manejo ambientalmente adecuado de los Respel mediante la aplicación de los beneficios tributarios existentes b) Evaluar los alcances y limitaciones de los sistemas de retorno en el logro de sus metas de gestión adecuada de productos postconsumo peligrosos y adoptar los ajustes a estos instrumentos c) Precisar y viabilizar nuevos instrumentos económicos y financieros que faciliten la gestión de residuos o desechos peligrosos. Adicionalmente, esta

política pública plantea como importante la realización de actividades de promoción y divulgación de los incentivos tributarios disponibles en la legislación vigente para sistemas de control, monitoreo y mejoramiento ambiental, para promover el cumplimiento de la normatividad relacionada con RESPEL.

En la Política Nacional de Producción y Consumo en su componente de fortalecimiento a la regulación contempla dentro de sus acciones “articular y fortalecer los instrumentos económicos que promuevan la producción y consumo sostenible” y “desarrollar la regulación y los instrumentos económicos para dar cumplimiento a los acuerdos ambientales multilaterales ratificados”. Igualmente, dentro de la estrategia de Compras sostenibles de bienes y servicios establece como una tarea a desarrollar el fortalecimiento de “los instrumentos económicos existentes y desarrollar nuevos que promuevan la producción y el consumo sostenible”

Así pues, desde el punto de vista conceptual y en su formulación tanto en la gestión de los residuos peligrosos como los no peligrosos se han insistido en la inclusión de los instrumentos económicos como una de las herramientas a utilizar para alcanzar los objetivos planteados por la política pública.

Sin embargo, la concreción normativa de los anteriores postulados no se ha realizado, puesto que la normatividad se ha concentrado en el establecimiento de obligaciones bajo la perspectiva de los mecanismos de comando y control, y confiando la adecuada gestión ambiental a la elaboración y cumplimiento de instrumentos de planificación ambiental, como por ejemplo los PGIRS –a los cuales se les confía en buena medida el establecimiento de medidas de prevención y reducción en la generación de residuos-. Por lo que puede indicarse que en términos de existencia de la normativa la poca aplicación de los instrumentos económicos. En ese orden de ideas frente a este aspecto puede afirmarse los siguientes elementos a la concreción de los instrumentos económicos y la gestión de residuos:

- Poca utilización de los instrumentos económicos en todas las corrientes, evidenciándose una preferencia por los instrumentos de comando y control (régimenes sancionatorios, regulación directa de actividades etc.), los de planificación (PGIR, Planes de Gestión, Planes Operativos etc.) y los de gestión del conocimiento (registros, sistemas de información).
- Alcance limitado de las responsabilidades de los productores y comercializadores de llantas (solo algunos sujetos)
- No establecimiento de un régimen de responsabilidad extendida a los productores y materiales reciclables (especialmente envases y empaques).
- Los régimenes de responsabilidad extendida se consagran especialmente para los residuos peligrosos
- La falta de reglamentación de la Ley 1672 de 2013.

En ese orden de ideas puede afirmarse que hay un desarrollo dual en la implementación de la política, mientras la formulación “formal” propugna por el uso de los instrumentos económicos y su articulación con otros instrumentos de gestión. En la práctica los instrumentos económicos no han sido usados de forma sistemática e integrada a los instrumentos de comando y control, los de planificación y los institucionales, careciéndose en la actualidad de una reglamentación jurídica clara y específica para la aplicación de los mismos a la gestión ambiental de los residuos (con excepción del incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos creado a través del Plan Nacional de Desarrollo e incorporado por la CRA a la estructura tarifaria).

A partir de lo anterior, y dando alcance a las tres corrientes priorizadas en la gestión de residuos, a continuación se presenta breve descripción de la problemática, las experiencias internacionales en la gestión de las mismas a través de los instrumentos económicos y mecanismos de financiación por cada una de ellas.

7.2. Análisis de las experiencias internacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de llantas

7.2.1. Análisis de la problemática

Las llantas, si bien no son consideradas como un residuo peligroso, generan uno de los mayores inconvenientes por la cantidad originada y por los impactos ambientales y en la salud que puede ocasionar su mala disposición. Dado lo anterior, en los siguientes párrafos se expondrá la grave problemática que hay en el país debido a la inadecuada disposición de llantas, luego el mecanismo mediante el cual se ha intentado redirigir la problemática a nivel internacional, con base en las etapas de gestión.

La gestión incorrecta de las llantas produce numerosos impactos ambientales y a la salud, dependiendo de la forma en la que se dispongan, por ejemplo, si se abandonan en algún lugar a cielo abierto, puede ser generador de vectores debido a que en su interior se deposita agua estancada, además de que puede contaminar el suelo y el agua, tanto superficial como subterránea. Así mismo, genera alta contaminación en el aire debido a que su combustión expulsa gases que contienen sustancias tóxicas como: dióxido de carbono, azufre, compuestos clorados y otros elementos químicos, que, al ser transportados por el aire, se van depositando en los objetos, en los ojos, en la piel y en los pulmones de las personas, por lo que se convierte en un grave problema de salud pública (Cantanhede & Monge, 2002; On, 1999; Technical Guidelines On, 1999).

En las principales ciudades, la mala gestión de las llantas se ha convertido en una preocupación para las autoridades, toda vez que estas son abandonadas en las calles o en lugares poco frecuentados, produciendo olores ofensivos y convirtiéndose en criadero de vectores o roedores. Si bien los programas de posconsumo incentivan a la recolección de estos residuos, cuando se acumulan por mucho tiempo o de una manera inadecuada aumenta el riesgo de incendios accidentales, que producen efectos ambientales perjudiciales para la población. Por ejemplo el año 2014 en una zona industrial de Bogotá, en la que se quemó una bodega con cerca de 600 mil llantas, produciendo altas concentraciones de partículas contaminantes en el aire, situación que ilustra otra de las problemáticas ocasionadas por el residuo.

Según el Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá, (Pnud; Departamento técnico administrativo de medio ambiente; Ocade LTDA, 2011) solo en Bogotá se generan cerca de dos millones de llantas al año, en tanto existen cerca de 1.000.000 de vehículos, de los cuales el 91% corresponde a transporte particular y el restante a transporte público. Se espera que haya un crecimiento en el parque automotor del 13% anual, según el informe del sector automotor a septiembre de 2016 de Fenalco, además de que el 2014 fue el año que se registró la mayor

ventas de automóviles, lo cual significa que entre 2016 y 2017 se va a presentar un pico de generación de este tipo de residuos, proyectándose casi a las 2,5 millones de llantas.

Con base en la información recolectada en reuniones de trabajo con diferentes organizaciones, se logró establecer el flujo de la disposición final que tiene una llanta usada en el país, el cual se presenta en la gráfica 1. En este se puede observar que el generador del residuo, es usualmente el consumidor final de la llanta. En esta etapa vale la pena resaltar que los programas pos consumo tienen muchos puntos de recolección, ubicados en montallantas, grandes superficies u otros puntos y tienen como fin su recolección. Cuando el consumidor final o el programa de pos consumo logra llevar al punto de recolección el residuo, se logra almacenar en las bodegas dispuestas para tal fin. Sin embargo, en este punto se presentan los dos primeros cuellos de botella; el primero son los costos crecientes que enfrentan las empresas para transportar las llantas, esto porque se debe cubrir cada vez mayor distancia para lograr las metas de recolección, además, por su volumen, este tipo de residuo necesita de un gran espacio para transportarse, en especial las llantas de camiones, buses o tracto mulas, haciendo que el programa sea insostenible en el largo plazo. El segundo, ocurre cuando, en los puntos de recolección, no aceptan las llantas que no fueron compradas allí, en este caso el usuario tiene un fuerte incentivo para disponer de manera informal el residuo.

Luego de que las llantas son recolectadas, los programas de pos consumo deben establecer zonas de almacenamiento temporal, por lo regular son bodegas que cumplen con los parámetros ambientales y las regulaciones. Gracias a que las llantas están compuestas por caucho, metal y fibras, es posible hacer algún tratamiento para incorporarlas en otros procesos productivos, en este orden de ideas, las llantas se pueden utilizar como combustible para hornos de cementeras o ladrilleras, pero para lograr utilizar de esta forma el residuo, es necesario generar la tecnología para que los hornos no produzcan emisiones que impacten el ambiente o la salud de la población, lo cual requiere fuertes inversiones por parte de las empresas, las cuales, en general, no tienen la capacidad de hacerlas. En consecuencia, en el país solo existe un horno que cumpla con las características antes mencionadas.

Otra forma de valorizar el residuo es por medio del triturado, lo cual genera granulo de caucho y metal con la que está compuesta la llanta. Este granulo tiene numerosas aplicaciones, desde las canchas sintéticas hasta la producción de asfaltos modificados para vías y carreteras y toda clase de productos manufacturados, conocidos como pos formados. No obstante, dentro de la revisión y el trabajo de campo realizado, se pudo concluir que la regulación existente para construcción de edificios no permite utilizar este tipo de material en las paredes o en los pisos ya que las normas técnicas no los contemplan, lo que genera pocos incentivos para que los constructores utilicen este tipo de materiales. Por otro lado, las empresas o consorcios viales tampoco tienen un fuerte incentivo para producir asfalto modificado, pese a que se ha comprobado internacionalmente que este tipo de asfalto es más duradero y genera menos ruido. Salvo el caso bogotano que obliga a que toda obra de infraestructura que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas determinadas por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), en la totalidad de metros cuadrados de la mezcla asfáltica usada para la obra. Otro de los obstáculos para utilizar este material, es el poco conocimiento para generar nuevos productos a partir del granulo de caucho.

Otra forma de disposición, siendo la más recurrente, es la informal. Esta forma de disposición se puede dividir en tres, quema, abandono o enterramiento y es la que genera los mayores impactos

en el ambiente y en la salud, como se mencionó anteriormente. Por último y en menor medida, las llantas se pueden aprovechar de manera artesanal (*Figura 25*).

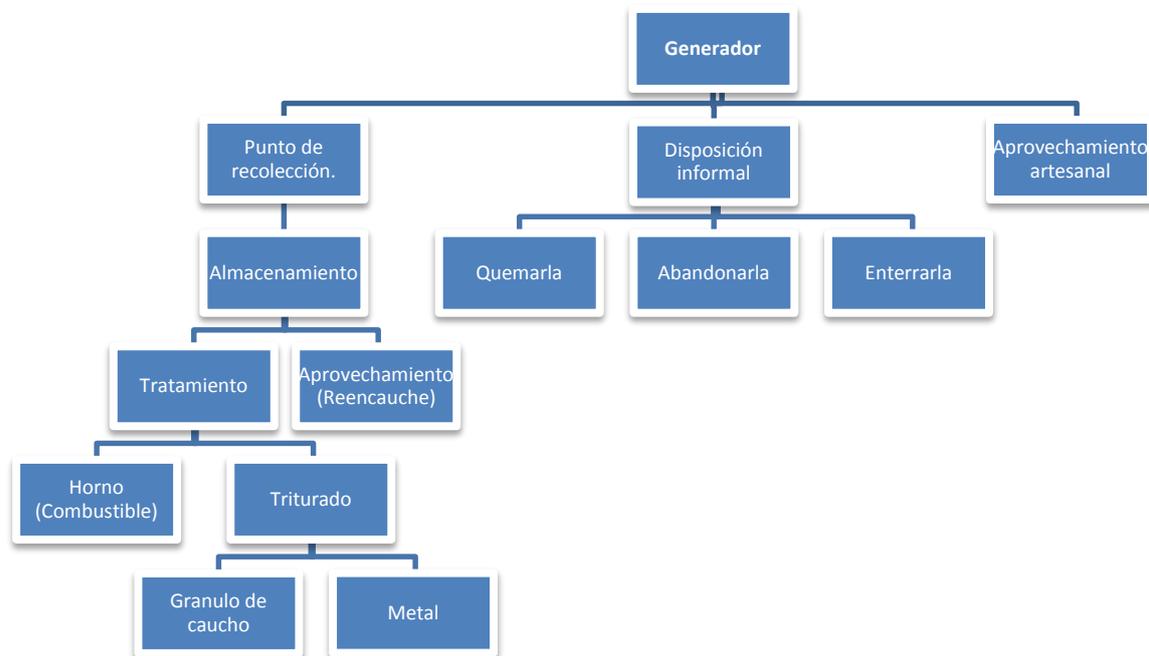


Figura 25. Flujo de disposición final de llantas usadas. Fuente: Presente estudio

El flujo de disposición final de llantas usadas, muestra los principales inconvenientes que surge en el mismo, en el cual se resaltan dos aspectos. El primero, es la recolección de llantas como el primer problema que debe ser resuelto, donde se puede plantear un IE que contribuya a la solución del problema. No obstante, los análisis determinan que el mayor inconveniente es la poca demanda existente por el granulo de caucho y el reencauche de llantas, lo cual previene la generación de más residuos. Esta baja demanda se resume en los siguientes cinco puntos:

- i. Importaciones de granulo de caucho: Es material es importado de Europa y China, con precios que excluyen del mercado a las fábricas nacionales.
- ii. Fuertes inversiones en tecnología: Como se mostró anteriormente, las empresas necesitan hacer fuertes inversiones para tener la tecnología que permita incorporar llantas en sus procesos productivos
- iii. Problemas de principal-agente: Las empresas constructoras de vías no están interesadas en utilizar asfaltos modificados con granúlos de caucho porque se aumenta la vida útil de la vía, por tanto, la contratación para mantenimiento de las vías sería menor.
- iv. Normas técnicas y regulación deficiente: Como se mencionó anteriormente, la regulación existente no incentiva la utilización de materiales creados a partir del granulo de caucho, en este sentido, se recomienda ampliar el caso bogotano al orden nacional y crear herramientas legales para incrementar la demanda de llantas reencauchadas.
- v. Calidad diferencial del granulo de caucho: Debido a la existencia de gestores informales, en el mercado hay diferentes calidades de granulo de caucho, esta disparidad genera que los demandantes prefieran importar este material.

Ante una problemática como la descrita anteriormente, los gobiernos han optado por crear políticas que tiendan a disminuir la generación de residuos o, en caso de no ser posible, de disponerlos de la manera más adecuada. Con base en la revisión de casos nacionales e internacionales, se puede observar, en términos generales, que la política pública se puede entender como un proceso, no necesariamente lineal, cuyas etapas crean los cimientos necesarios para que los IE funcionen tal como se espera en la política pública (bio Intelligence Service & European Commission, 2012).

7.2.2. Análisis de las experiencias internacionales

En este apartado se plantean posibles instrumentos económicos asociados a la internalización de los costos ambientales y en salud asociados a la corriente, tomando como base las experiencias internacionales.

Por la dificultad de tratamiento de las llantas usadas y el costo que implica plantear esquemas de reciclaje o reutilización, tradicionalmente estas han sido almacenadas informalmente o dispuestas en botaderos de basura (Global research analytics, 2003). Sin embargo, ninguno de estos es una solución de mediano o largo plazo, lo cual condujo la necesidad de pensarse políticas públicas que trataran de solucionar el problema, en este sentido Estados Unidos fue el primer país en plantear esquemas regulatorios en 1985 (Global research analytics, 2003) y desde allí se extendió hacia el resto de países. En términos generales, el proceso descrito en la Figura 26. describe las etapas que se deben tener en cuenta para lograr implementar un IE.

La regulación y los sistemas de comando y control, explicados anteriormente, son los primeros métodos en los que se piensa para dar respuesta a la necesidad de la problemática planteada, no obstante, este tipo de programas requieren una alta intervención estatal para su funcionamiento, lo cual hace que en la práctica sea difícil de implementar y cuando se lleva a cabo, es fácil violarlo. Para atender esta debilidad, se plantearon los esquemas de responsabilidad extendida del productor (REP) la cual obliga a empresas productoras (fabricantes e importadoras) de llantas a hacerse cargo de sus productos una vez termina su vida útil. Estos proyectos plantean metas para la recolección y valorización de estos residuos, con la intención de crear nuevos negocios, y disminuyendo su disposición final, en vertederos. Además, la REP obliga a los productores a considerar los costos para el manejo de su producto al momento de convertirse en residuo, generando así un incentivo de prevención (bio Intelligence Service & European Commission, 2012).

La suma planteada entre los sistemas de comando y control y la REP de la *Figura 26*, dan cuenta de la importante relación entre estos y los instrumentos económicos, ya que la condición necesaria para que la implementación de los IE sea exitosa es la coordinación entre los diferentes actores de la gestión de residuos, en este sentido países como Estados Unidos, Canadá, Holanda, Alemania, Inglaterra tienen sistemas de regulación y REP consolidados, lo cual ha contribuido a que los IE para la gestión de residuos se hayan implementado con relativo éxito. En Latinoamérica, se puede observar que, en Chile, Ecuador y Colombia, persisten inconvenientes institucionales, en especial en los sistemas de comando y control y sistemas de información, lo cual repercute en el éxito de instrumentos de tipo económico.

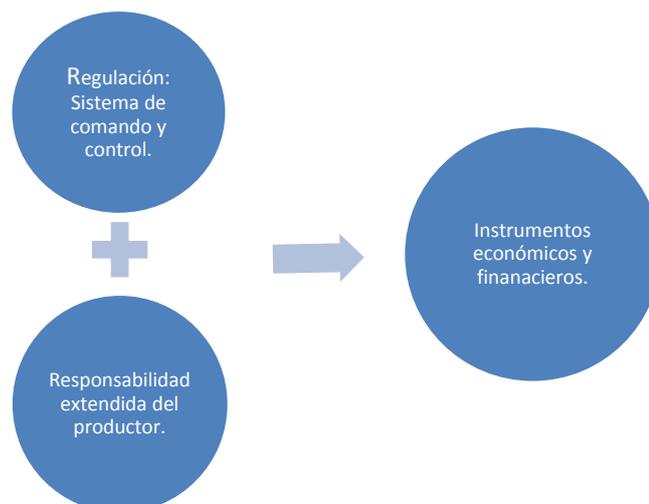


Figura 26. Propuesta de etapas de la política pública para la gestión de llantas. Fuente: Presente estudio.

Con base en lo anterior y en la experiencia recolectada a lo largo de este estudio, se proponen tres instrumentos económicos, el primero en la fase de producción de llantas, el segundo para la recolección y transporte y el tercero para la disposición final, tal como se muestra en la *Figura 27*.



Figura 27. Instrumentos económicos propuestos para internalizar los costos de disposición de llantas. Fuente: presente estudio.

El primer IE propuesto es una tasa a los productores de llantas o importadores, en este caso funcionaría como el medio para apalancar la institucionalidad e infraestructura necesaria para disponer de la mejor manera en los rellenos sanitarios y para incrementar el reciclaje o valorización del residuo. Este tipo de instrumento ha sido utilizado en diversos países y presenta variantes entre ellos. Para el caso de Estados Unidos, la tasa es cobrada al vendedor de llantas nuevas, con el objetivo de mejorar las alternativas de disposición. Este impuesto ha funcionado desde enero de 1997 y se cobra dependiendo del Estado en el que se haga la transacción. A continuación, en la *Tabla 157*, se muestran los valores de la tasa por Estado para el año 2013:

Tabla 157. Tarifa del impuesto en diferentes Estados de EEUU

Estado	Tarifa
Alabama	\$1.00 por llanta
Alaska	\$2.50 por llanta

Estado	Tarifa
Arizona	2% tarifa, hasta \$2.00 por llanta
	\$2.00 por llanta de bus
Arkansas	\$5.00 por llanta de camión mediano
California	\$1.75 por llanta
Colorado	\$1.50 por llanta
Florida	\$1.00 por llanta
Georgia	\$1.00 por llanta
Illinois	\$2.50 por llanta
Indiana	\$0.25 por llanta
Iowa	\$1.00 por llanta
Kansas	\$0.25 por llanta
Kentucky	\$1.00 por llanta
	\$2.00 por colectivo/ llanta de camión
Luisiana	\$5.00 por llanta de camión mediano
	\$10.00 por llanta de camión off road
Maine	\$1.00 por llanta
Maryland	\$0.80 por llanta
	\$1.00 por llanta - rin de menos de 24 pulgadas
Massachusetts	\$2.00 por llanta - rin 24 pulgadas o más
Missouri	\$0.50 por llanta
Nebraska	\$1.00 por llanta
Nevada	\$1.00 por llanta
New Jersey	\$1.50 por llanta
New York	\$2.50 por llanta
Carolina del Norte	2% del costo de llanta - rin de menos de 20 pulgadas

Estado	Tarifa
	1% del costo de llanta - rin de 20 pulgadas o más
Ohio	\$1.00 por llanta
Oklahoma	\$2.50 por llanta - rin de 19.5 pulgadas o menos
	\$3.50 por llanta - rin de más de 19.5 pulgadas
Pennsylvania	\$1.00 por llanta
Rhode Island	\$0.50 por llanta
Carolina del Sur	\$2.00 por llanta
Tennessee	\$1.35 por llanta
Utah	\$1.00 por llanta
Virginia	\$0.50 por llanta
Whashington	\$1.00 por llanta

*Fuente: presente estudio a partir de **

Otra experiencia en este IE se da en Dinamarca. Allí existe una tasa para los vendedores de llantas, pero a diferencia de Estados Unidos, ésta se cobra de forma diferenciada por el tamaño de la llanta, empezando por 4 coronas danesas (aproximadamente 0,6 dólares) por neumático y llegando a las 8 coronas (1.18 dólares) (OECD, 2008). Otra experiencia en el cobro de la tasa se encuentra en Sudáfrica, pero contrario a Dinamarca y Estados Unidos, el cobro es de 0.29 dólares por kilogramo, de llanta nueva. Por último, en Irlanda se ha venido aplicando, con la diferencia de que se cobra 2,80 euros por llanta, sin importar el tamaño (aproximadamente 3 dólares), siendo este el país en donde se cobra el impuesto más alto.

En cuanto a las similitudes en los IE es el hecho de que en los cuatro países la tasa está dirigido a financiar las campañas de reciclaje, mejoramiento de los vertederos e investigación y desarrollo, lo cual ha sido, según el estudio de la OECD, exitoso ya que se han aumentado las tasas de reciclaje y en consecuencia los impactos ambientales y en la salud de la población han mejorado. Además ha sido de fácil recaudo y ha ido en aumento en la medida que la industria automotriz ha crecido y las llantas son un bien complementario de esta. No obstante, en comparación con la industria nacional se encuentran dos problemas, el primero es el alto contrabando de llantas que ingresa al país, ocasionando pérdidas en el sistema tributario. El segundo, es la baja tasa de ganancia de los pequeños importadores frente a la incapacidad de transferir el impuesto al consumidor final por la fuerte competencia en este mercado y al contrabando.

En cuanto a la fase de recolección y transporte se propone un esquema de depósito reembolso ya que, según la experiencia internacional, es el IE que más se adecua para esta etapa de la gestión, gracias a que el transporte y recolección se hace más eficiente y a un menor costo. Para el caso de este IE, los países que han implementado este programa tienen como objetivo recolectar la mayor cantidad de llantas y poder tratar o aprovechar este residuo.

Para el caso del sistema depósito reembolso (DR), también se han encontrado varias experiencias a nivel mundial para el tratamiento de llantas. En general este sistema funciona por medio de una tarifa que cobran los minoristas a los compradores y es devuelto cuando el comprador devuelve las llantas usadas. Los países pioneros en este esquema son EEUU y Canadá, los cuales lo implementaron en 1988 y 1992, respectivamente. En Rhode Island, por ejemplo, el depósito es de 5 dólares, sin importar el tamaño de la llanta, y este es reembolsado al comprador si devuelve sus neumáticos usados entre 10 o 14 días después de haberlos comprado, vale la pena aclarar que se devuelve un depósito por cada llanta comprada y solo puede ser obtenido en el punto en el que se compraron las llantas nuevas (EPA, 2001; Walls, 2011; World bussiness council for sustainable development, 2010). Cabe resaltar que los depósitos que no logran ser devueltos, son utilizados para financiar los programas de reciclaje y limpieza de residuos.

En Canadá también se utiliza este esquema, aunque en este país se ha pagado una tarifa diferencial dependiendo del tamaño de la llanta, desde el 2007 hasta la actualidad, tal como se muestra en la *Tabla 158*.

Tabla 158. Tarifa por llanta en Canadá

Categoría	Tarifa (US\$)
Vehículo y camioneta	4
Camioneta mediana	9
Vehículo agrícola	15
Tractor	35

Fuente: Presente estudio con base en TSBC annual report to the director

En comparación al modelo estadounidense, los minoristas deciden si dar al consumidor final la tarifa, esto dependerá de la meta de recolección, si la recolección real se encuentra por debajo de la potencial entonces se crea un mecanismo para retornar el depósito, en caso contrario la tarifa se utiliza para financiar el reciclaje y como subsidio para los gestores del residuo.

Como se observa en la *Figura 28*, el esquema en Canadá ha sido exitoso, en tanto las unidades recolectadas y entregadas al procesador de residuos han sido cercanas a las unidades vendidas totales, por lo que se concluye que, en promedio, durante el periodo de estudio, se ha reciclado satisfactoriamente el 82,52% de las llantas totales. Esto se debe a que en este país existe coordinación interinstitucional para la gestión de este residuo, además el sistema de comando y control, así como la política de REP se han consolidado, en consecuencia, este programa ha logrado articular los diferentes actores presentes en la cadena de gestión (Cantanhede & Monge, 2002; Dickinson, 2003).

En 1991, el ministro de ambiente de Korea del Sur inició el sistema de DR en el país, con la particularidad de que allí lo administra una asociación privada que reúne a las empresas productoras de llantas nacionales (28 en total) y a los gestores del residuo (48 firmas recicladoras), llamada KOTMA (Korean Tire Manufacturers' Association), las cuales están reguladas bajo un esquema de REP. A diferencia de Estados Unidos y Canadá el proceso coreano no ha sido tan exitoso puesto que no se cuenta con los sistemas de información para contabilizar el número de llantas usadas generadas, además se creó un incentivo perverso de no recolectar las llantas por parte de KOTMA, ya que esta asociación es juez y parte en el proceso de gestión.

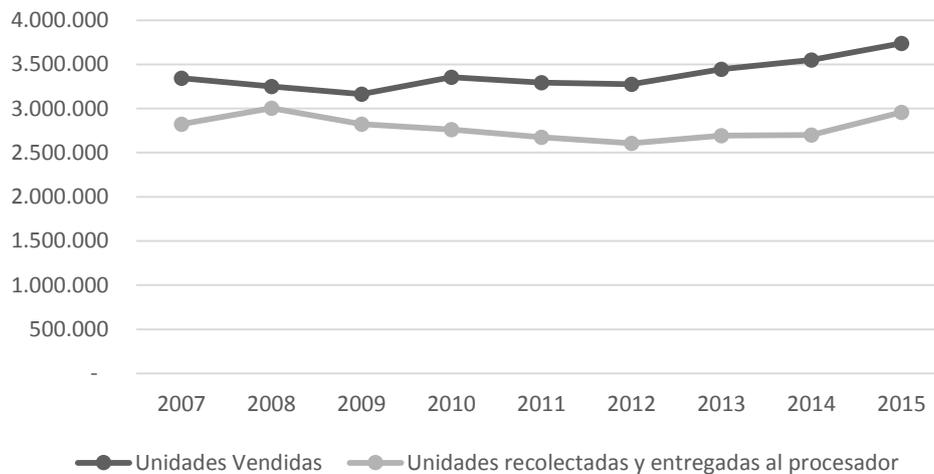


Figura 28. Evolución del sistema DR en Canadá. Fuente: Elaboración propia con base en TSBC annual report to the director

Se ha comprobado que el sistema de depósito reembolso tiene algunas virtudes en comparación a otros sistemas de recolección y transporte. En primer término, evita costos administrativos y de transacción asociados con la recolección y clasificación pos consumo, lo cual es algo preponderante para el país, puesto que en la actualidad los costos de recolección y transporte son crecientes, por lo tanto, lograr las metas de acumulación será económicamente inviable en el tiempo. En segundo lugar, pagar los reembolsos a los procesadores en vez de los consumidores disminuye las transacciones y, por ende, los costos administrativos, además de que incentiva la mejor disposición del residuo (Walls, 2011).

En cuanto a la etapa de disposición final, se ha encontrado un gran potencial para el aprovechamiento (reencauche) y para el tratamiento de la llanta para convertirlo en un nuevo producto que sirva como insumo para un nuevo artículo. En este sentido, según la experiencia recolectada, se evidencia que el mayor problema para el reencauche es que solo se hace para llantas con diámetro superior a las 17,5 pulgadas y solo para las grandes empresas que tienen sistemas de gestión de residuos implementados. Este hecho genera que la mayor parte de llantas usadas no se reencauchen, ya que muchos usuarios que utilizan diámetro superior a 17,5 prefieren comprar llantas de menor calidad, que no se pueden reutilizar, pero que tienen un precio inferior al de un neumático tipo Premium. Además, para el caso de los vehículos con rin menor a 17,5, que son los que más generan residuos usados, hay una preferencia por comprar llantas a menor precio o hay desconocimiento para realizar esta práctica, en consecuencia, en Colombia una pequeña proporción de llantas usadas es reencauchada.

Como se mencionó anteriormente, la demanda para material triturado tiene varias barreras para que se cree un mercado y se consolide con el tiempo, por tal razón lo que se propone en esta etapa es revisar los mecanismos jurídicos para incentivar el uso de gránulo de caucho en vías e infraestructura, así como “premiar” a los empresarios por el uso de este producto en las licitaciones públicas, asimismo profundizar el artículo 428 que excluye de impuesto la importación de maquinaria o equipos siempre y cuando, estos no se produzcan en el país,

destinados a reciclar y procesar basuras o desperdicios (la maquinaria comprende lavado, separado, reciclado y extrusión), y los destinados a la depuración o tratamiento de aguas residuales, emisiones atmosféricas o residuos sólidos. Además de lo anterior, se plantea crear un subsidio temporal para incrementar la demanda por medio de la creación de infraestructura y bienes públicos, tal como ha funcionado en las experiencias que se han expuesto en este capítulo. Este subsidio puede ser financiado con el impuesto que se sugirió para la etapa de producción y con los bonos no redimidos de la etapa de recolección y transporte.

A manera de conclusión, en este capítulo se presentó el flujo de disposición final de llantas usadas, el cual fue utilizado para exponer los cuellos de botella que se presentan en la gestión del residuo y las barreras para crear mayor demanda del material tratado, dentro de las cuales se caracterizan las importaciones de granulo de caucho, las fuertes inversiones en tecnología, problemas de agencia, normas técnicas y regulación deficiente y la calidad diferencial del gránulo de caucho.

Con base en lo anterior se presentaron los instrumentos económicos propuestos para internalizar los costos de disposición de llantas, en coordinación con las etapas de la gestión de la misma. En este sentido se propone un impuesto para la etapa de producción, con el ánimo de incentivar el reencauche de llantas usadas y de esta forma retrasar la producción de nuevas llantas, luego, en la etapa de recolección y transporte, se aconseja la utilización de un sistema depósito reembolso, el cual recolecta las llantas de una forma más eficiente que otros IE y tiene ventajas comparativas como la eficiencia económica. Finalmente, para la etapa de disposición final, se plantea un subsidio, financiado con el impuesto cobrado en la primera etapa y con los bonos no redimidos del sistema depósito reembolso; este IE se aconseja para apalancar la infraestructura y la institucionalidad necesaria para impulsar la demanda por material tratado.

7.3. Análisis de las experiencias internacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de E&E de bebidas

7.3.1. Análisis de la problemática

El ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas (ver *Figura 29*) presenta una gran diversidad de agentes implicados, lo cual genera un efecto externo de cascada según Zoboli (1994): desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final o reciclaje, los residuos pasan de un agente a otro sin tener necesariamente un encadenamiento coherente, por lo que ningún agente es consciente de los efectos que de su actividad pueden tener sobre el siguiente eslabón de esa cadena de transformación ni sobre las emisiones ambientales al final del ciclo. André & Cerdá (2006) identifican la existencia de decisiones socialmente subóptimas en cada fase de la cadena:

- i. **Fase de producción y transporte:** en esta fase, en manos de los productores se determinan el volumen y la composición de los residuos. Pero esa decisión se realiza sin tener en cuenta las consecuencias sobre fases posteriores, de donde la reducción de materiales en el origen solo se da si los empresarios reciben beneficios directos. Además, en esta fase es determinante la composición material de los productos puesto que puede contribuir a una gestión y reciclaje más sencillos.

- ii. **Fase de consumo:** los consumidores en esta fase juegan un papel fundamental para la separación de los residuos. A falta de incentivos, pueden no dedicar esfuerzos para separar adecuadamente la basura generada.
- iii. **Fase de recolección y tratamiento:** en estas fases es muy recurrente que las firmas no internalicen las decisiones de emplear un método u otro, especialmente la decisión de hacer disposición final en rellenos sanitarios o realizar incineración, o de llevar los residuos “separables” para reciclaje. Como el reciclaje tiene beneficios ambientales no perceptibles inmediatamente por los productores y consumidores individuales, el mercado no genera señales suficientes para que los agentes aumenten los esfuerzos en esta actividad.

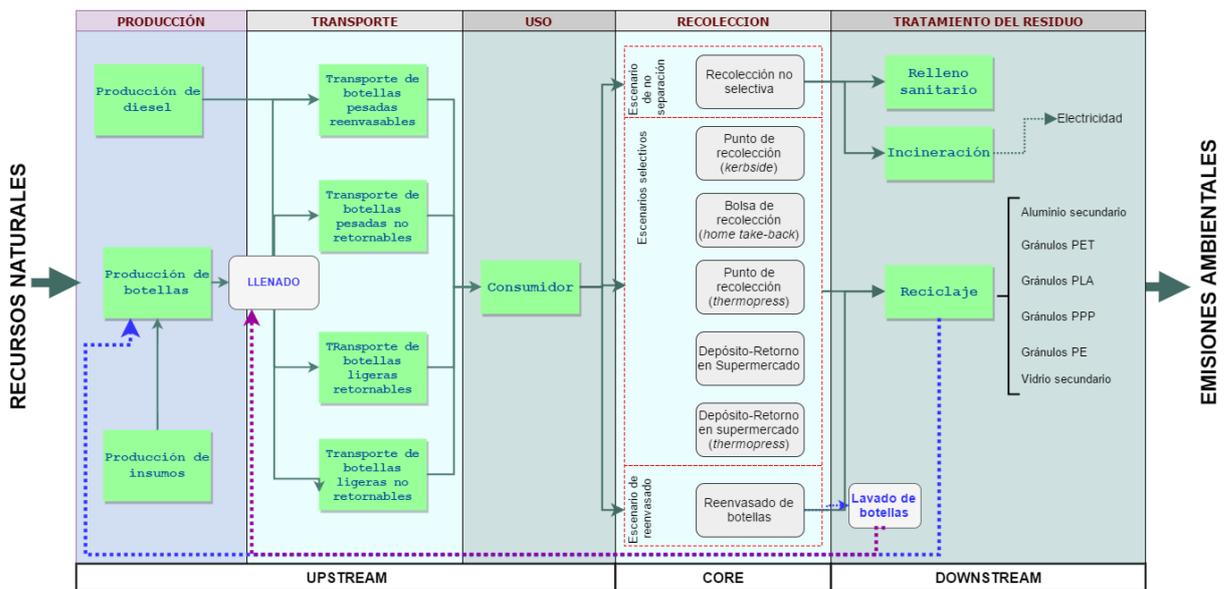


Figura 29. Límites del sistema en el ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas.
Fuente: Presente estudio. Adaptación de Simon, Amor & Földényi (2016)

Los objetivos de política ambiental que se han propuesto para corregir dichas externalidades buscan “atacar” dos puntos críticos del ciclo de vida de estos productos: el *upstream* y el *downstream* (Figura 29.). En el *upstream*, el objetivo está enmarcado en la prevención: promover que en las fases de producción y consumo se reduzca el volumen de residuos y se favorezca el rediseño de los productos hacia materiales con procesos de reciclaje más sencillos. Las políticas orientadas al *downstream* están directamente relacionadas con la gestión de los residuos y su objetivo es lograr que los métodos de tratamiento y/o disposición final se empleen de un modo socialmente deseable (André & Cerdá, 2006).

7.3.2. Análisis de las experiencias internacionales

Los instrumentos económicos pueden ser clasificados en el *upstream* y *downstream* dependiendo de la o las fases en las cuales actúen. En la tabla Tabla 159 se resumen los instrumentos económicos más relevantes para el ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas, y de los cuales se toman las experiencias internacionales que permitan generar los insumos para la propuesta de internalización de los costos ambientales y en salud en Colombia:

Tabla 159. Instrumentos económicos aplicables en el ciclo de vida de los envases y empaques de bebidas

Bloque	Fase	Instrumento
Upstream	Extracción y procesamiento de recursos naturales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminación de exenciones en impuestos a la extracción de materias vírgenes. 2. Impuesto para la producción de materiales vírgenes.
	Manufactura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impuesto a la utilización de materias primas vírgenes. 2. Crédito impositivo (<i>tax credit</i>) por el uso de materiales reciclados. 3. Tasa a la producción de envases y empaques (<i>advance disposal fee</i>) 4. Fondo para la investigación en tecnologías limpias.
	Compra, uso y disposición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tarifa de disposición basada en volumen y peso de los residuos. 2. Impuestos sobre residuos de difícil disposición. 3. Sistema de Depósito-Reembolso para los envases y empaques. 4. Sistema de compensaciones basado en la eficiencia energética de los productos.
Downstream	Gestión del residuo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impuesto a las emisiones de las instalaciones utilizadas en la gestión de residuos. 2. Subsidios a las actividades de reciclaje. 3. Sobrecargos a los residuos enviados a rellenos sanitarios o incineradores.

Fuente: Presente estudio. A partir de Karousakis (2007) y Walls (2011)

El uso de los instrumentos económicos listados en la *Tabla 159*. no se excluye de otros tipos de instrumentos, tales como mandatos de devolución (*take-back mandate*), normas o estándares de reciclaje, u otros sistemas voluntarios como las certificaciones ambientales o instrumentos de educación. Más adelante se mostrará que el uso de los sistemas depósito-reembolso, en particular, suele ir acompañado por instrumentos de comando y control como los programas de responsabilidad extendida del productor, como se mostró en la corriente de llantas y que se requiere disposiciones normativas que contribuyan con la adecuada gestión de la mayoría de materiales de envases retornables y no retornables.

Metodológicamente se hará énfasis conceptual de los diferentes impuestos/tasas/tarifas, y en los sistemas de depósito-reembolso de la corriente identificados en diferentes países y su aplicación al caso de Colombia.

7.3.2.1. Impuestos/Tasas/Tarifas

Entre las políticas alternativas para el control y la gestión de los residuos de envases y empaques de más amplio uso en el mundo se encuentran las tasas de disposición de los residuos, los impuestos sobre las materias primas vírgenes, los “mandatos” de recuperación, los impuestos a los productos (usualmente conocidos como tasas a la disposición anticipada), subsidios al reciclaje, y estándares de contenidos reciclados (Walls, 2011).

Así, los impuestos, tasas y tarifas asociados a la gestión de este tipo de residuos buscan, principalmente, “atacar” el problema desde la fase de prevención, cuando los productores

pueden encontrar los incentivos económicos adecuados para rediseñar sus productos y así disponer en el mercado una cantidad menor de ese tipo de materiales cada vez.

Existen tasas que penalizan materias primas vírgenes, favoreciendo con ello el empleo de materiales reciclados, aunque se mencionan algunas limitaciones de estos instrumentos para estimular el reciclaje: son aplicables solo cuando existen sustitutos directos reciclados y un diseño que no refleja el ahorro neto en costos de evacuación por el uso de materiales reciclados (Dinan, 1993; Peace and Turner, 1993; Fullerton and Kinnaman, 1995; Bruvold, 1998). Sin embargo, lo que ofrece una ventaja de este tipo de impuestos sobre los impuestos a los productos es que generan incentivos para usar más eficientemente los insumos mediante cambios en los métodos de producción, aumentando con ello la demanda de los materiales reciclados y por lo tanto incrementando su precio. Ejemplo de esto, es el estudio de Bruvold (1998) sobre una tasa a materias primas plásticas y de papel en Noruega, en el cual se demuestra mediante el uso de un modelo de equilibrio general, que los incentivos sobre precios de mercado son más eficientes que las medidas de regulación para combatir el uso de ciertos materiales, y que tasa del 15% sobre materiales vírgenes de plástico y papel resultaría en una reducción del 11% en el uso de esos materiales.

Este tipo de instrumentos económicos suele gravar los productos en la parte *upstream* de su ciclo de vida, es decir, cuando aún no se han convertido en residuos. Por lo general, se establecen tasas diferenciadas para los envases reciclables y no reciclables, debido a que se busca desestimular el uso de los segundos y favorecer a los primeros. Un ejemplo de este tipo de tasas sobre recipientes de bebidas en Alemania y Suecia, o a las bolsas plásticas en Italia, Dinamarca e Irlanda. Bélgica, Dinamarca y Noruega tienen, por su parte, una tasa sobre los empaques de bebidas no retornables.

La tasa a las bebidas de Dinamarca, introducido en 2001, está compuesto por dos partes: la primera es una tasa a los envases basado en el volumen, siendo menor para los envases sujetos a un depósito (del sistema DR). La segunda parte de la tasa está basada en el peso que, a su vez, está sujeto a un índice ambiental, el peso del envase y el tipo de material. En los Países Bajos, por su parte, se introdujo una tasa a los envases en 2008, el cual cubre el 95% de los envases del mercado. La destinación de la tasa es la financiación de un fondo del cual las municipalidades reciben un pago por la recolección y registro de los residuos, así como por financiar proyectos que previenen el desperdicio de los envases (Hennlock et al, 2014).

En cuanto a las tarifas para rellenos sanitarios e incineradores, Hennlock et al (2014) argumentan que son instrumentos que incrementan el rango de servicios de reciclaje que pueden ser ofrecidos bajo costo-eficiencia, y los costos de provisión del servicio pueden ser soportados plenamente a través de esquemas de responsabilidad extendida del productor. En 19 países de la Unión Europea aún se utilizan las tasas para rellenos sanitarios, y el nivel de tarifa puede variar desde 3 EUR hasta más de 100 EUR por tonelada, demostrando mediante correlaciones que sí existe una relación entre el monto de la tarifa y el porcentaje de desperdicios enviados a rellenos sanitarios. En cuanto a las tasas sobre incineradores, únicamente en seis países de la Unión de la tasa está en el rango inferior al del impuesto a rellenos sanitarios en los países de la Unión Europea que lo tuvieron o lo tienen vigente (íbid, 2014).

7.3.2.1. Sistemas Depósito-Reembolso

Los sistemas DR para la corriente es un sistema que combinan un impuesto por unidad vendida y un subsidio por unidad retornada para el reciclaje. Estos sistemas proveen los mismos incentivos que los impuestos pigouvianos para la disposición de desechos, tales como incentivos para alcanzar niveles eficientes de reducción en la fuente y reciclaje, sin el problema del “*midnight dumping*”, concepto acuñado para referirse a la disposición ilegal de los desechos con el fin de evadir estos impuestos (Walls, 2011).

En términos generales, los sistemas DR están pensados esencialmente para garantizar un adecuado manejo del ciclo de vida de los productos transformando los hábitos de los productores y consumidores, y son creados bajo el principio de neutralidad fiscal: no generan impactos fiscales en la sociedad, puesto que son sistemas cuya financiación se da, en la mayoría de los casos, a partir de los recursos propios, recaudados a partir del impuesto/tarifa/depósito.

A partir de los siguientes atributos, se analizarán las diferentes experiencias internacionales en la implementación de los sistemas DR para la corriente: alcances y objetivos, relación con otros arreglos institucionales, productos cubiertos/no cubiertos, mecanismo de financiación, puntos de captura del depósito/tarifa/impuesto y resultados de aplicación del instrumento. Estos son puntos clave en este tipo de instrumento y contribuyen al análisis de las condiciones que se requieren para que en Colombiano sea viable su diseño e implementación.

a. Alcances y objetivos de los sistemas DR

De la revisión internacional se distinguen tres objetivos comunes en los sistemas DR:

- i. reducir los volúmenes de basura de envases y empaques dispuesta, ya sea en rellenos sanitarios o sitios inadecuados;
- ii. aumentar los niveles de recuperación de los residuos para su reutilización o reciclaje;
- iii. estimular el uso de envases retornables y desestimar, al mismo tiempo, la producción de envases desechables.

Por ejemplo, desde febrero de 2007 el *Ontario Deposit Return Program* (Canadá) busca garantizar la responsabilidad de los productores con el ciclo de vida del producto, sin otorgar subsidios financieros ni ambientales. Fija tasas de recuperación hasta del 85% de los envases a 10 años para los envases plásticos y del 90% para los envases de vidrio, y una meta de 0% de envases retornables dispuestos en rellenos sanitarios. Por su parte, el sistema DR de Alemania se implementó debido a que la cuota de mercado de los envases retornables (reenvasables) cayó por debajo del 72%, y para estimular la recuperación se fijaron tarifas mínimas para vidrio (75%), aluminio (60%) y plástico (36%), aunque también fijaron una meta mínima de reciclaje de plástico del 60%. En California (Estados Unidos) se planteó una meta de reciclaje de envases plásticos del 80% más una reducción en la participación de estos envases en las basuras.

En el caso de Finlandia, se crearon dos leyes para estimular el reenvasado óptimo y aumentar las tasas de reciclaje de bebidas: la primera grava a los productores que envasan en materiales no retornables, mientras que la segunda exonera los envases retornables y reciclables de la primera ley, cuando esos envases cumplen ciertos requisitos del depósito reembolsable. Por su parte, el sistema DR (denominado “impuesto redimible”) implementado desde 2011 en Ecuador, tiene como objetivo principal modificar el comportamiento de la sociedad (productores y

consumidores) al estimular la sustitución en el uso de envases desechables por envases retornables y motivar la gestión adecuada de los residuos de envases PET.

b. Articulación con otros arreglos institucionales

Otra característica importante entre las experiencias revisadas consiste en la articulación del sistema DR con otros instrumentos, especialmente los programas de Responsabilidad Extendida del Productor o instrumentos de Comando y Control. Por ejemplo, en Alemania se sancionó el Decreto de Envases (Packaging Ordinance) en 1998, el cual obliga a los productores a hacer los acuerdos necesarios para gestionar todos los envases desechables en las etapas de recolección y disposición, ley a partir de la cual surgió el Duales System, programa con el que se administra la recolección y manejo de los residuos de las diferentes marcas productoras y distribuidoras de envases y empaques de bebidas no retornables, financiado por la tarifa de servicio que paga cada marca en proporción a los empaques que introducen en el mercado anualmente.

El estado de Ontario, Canadá, también cuenta con un programa posconsumo: el programa *Blue Box* fue implementado en 2004 como una articulación al programa de reciclaje obligatorio derivado de la regulación de 1994 para municipalidades de más de 5000 habitantes, específicamente para envases no retornables de plástico (PET), aluminio, acero, vidrio y productos de papel. Este programa exige que los productores/importadores financien el 50% de los costos de funcionamiento mediante el pago de una tarifa. En el estado de California (Estados Unidos), el programa de responsabilidad extendida obedece a la Ley *California Rigid Plastic Packaging Container*, la cual propende por reducir los empaques de plástico rígido y estimular el uso de plásticos post-consumo, imponiendo requerimientos a los productores que empaquen sus productos en recipientes de plástico rígido. No obstante, esta ley no aplica para envases y empaques de comidas y bebidas, productos para los cuales se implementó el sistema DR.

c. Productos cubiertos / no cubiertos

La selección de productos en el diseño de un sistema DR no es la misma en todos los casos. Las políticas contemplan diferentes tipos de productos y diferentes tipos de materiales obedeciendo a ciertos criterios, entre otros: la probabilidad de consumo fuera de casa (lo que aumenta la probabilidad de que el residuo termine en la basura), la proporción de producto y material presente en el total de desechos generados, los tamaños de los productos que se encuentran en el mercado, los problemas de higiene asociados a cada tipo de producto (o material) y la especificidad del sector, condición que puede facilitar la gestión del sistema (Maful, 2015). Adicionalmente, muchos de estos programas en un inicio no contemplaban toda la variedad de materiales y tipos de bebidas, sino que los programas los han ido incorporando gradualmente.

En el caso de Ontario (Canadá), el sistema DR cubre las botellas de cerveza reenvasables y no reenvasables, vinos, *spirits* y *coolers*. En Alemania, se cubren los envases (de plástico, vidrio y metálicos) no retornables de cerveza, bebidas carbonatadas, no carbonatadas, agua y bebidas alcohólicas, y excluye productos lácteos, jugos frutales y productos dietéticos. En California (Estados Unidos) cubre productos específicos en aluminio, vidrio, plástico y bimetálico de bebidas carbonatadas, vinos, cervezas, bebidas de malta, agua no carbonatada, bebidas deportivas y bebidas de café y té. Los envases reenvasables y bebidas lácteas están excluidos del programa.

Por su parte, en Finlandia están incluidos los envases de aluminio, envases PET, botellas de vidrio reciclable y botellas de vidrio reenvasables. En el caso de Ecuador, el instrumento está diseñado específicamente para la regulación de residuos de envases de plástico PET no

retornables, excluyendo envases de vidrio, de metal y de cartón, y productos lácteos y medicamentos en botellas de plástico no retornables. En el sistema de South Australia (Australia) están cubiertas las bebidas carbonatadas no alcohólicas, cervezas, agua carbonatada y no carbonatada, bebida a base de vino y *spirits*, todas éstas en envases de hasta tres litros. Excluye envases de bebidas como lácteos, vino en botellas de vidrio, jugo de frutas en envases de más de un litro, leche saborizada en envases de más de un litro, y cualquier bebida en envases de más de tres litros, puesto que ese tipo de productos no es consumido generalmente fuera de casa y por lo tanto no contribuye significativamente al problema de basuras.

d. Institucionalidad

En cada sistema DR hay una diversidad de agentes involucrados, y son estructuras que no necesariamente responden a un mandato gubernamental. De manera similar, las tarifas y valores de depósitos no necesariamente están reguladas mediante decretos. En el caso de Finlandia, la administración del sistema la lleva a cabo PALPA, organización conformada por productores, cerveceras y franquicias, mientras que el monitoreo lo lleva a cabo el Pirkanmaa Centre for Economic Development, Transport and the Environment, y las metas de reciclaje así como el valor del depósito son decretados por el gobierno (que establece valores mínimos por tipo de envase). En Alemania el Decreto de Envases establece una jerarquía para la gestión de residuos de envases y fija metas de reciclaje para los envases vendidos. Anteriormente también fijaba el valor del depósito, pero desde la Enmienda de este Decreto en 2005 el depósito ya no es fijado por el gobierno, sino que se dejó a potestad de la industria. La operación del programa es independiente y puede llevarse a cabo a través de los envasadores o a través de terceras partes que administran las transacciones.

En el estado de California, el programa es administrado por el *California State Department of Conservation*, el cual no solo administra la operación sino los fondos recaudados, se encarga también del refuerzo de las regulaciones y garantiza la demanda por los materiales recuperados. En Ontario (Canadá), la institución responsable del programa es la *Liquor Control Board of Ontario* (LCBO), entidad gubernamental responsable de la venta de todas las bebidas alcohólicas de esa provincia. En Ecuador, el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) y el Servicio de Rentas Internas (SRI) son las entidades públicas encargadas de la administración del sistema y de expedir las regulaciones asociadas.

e. Fuentes de financiación

Los costos de los sistemas DR son, en la mayoría de los casos, totalmente internalizados. La principal fuente de ingresos proviene de los depósitos no redimidos (no reembolsados), seguido de la venta de los materiales reciclados, los ingresos por intereses, y las tarifas de procesamiento pagadas por los productores (cuando aplica). En el caso de Ontario (Canadá), el sistema es financiado en un 66% por el LCBO y 34% es asumido por los generadores, pero en los demás países revisados el sistema en marcha no depende de financiación externa.

f. Puntos de captura del depósito/tarifa/impuesto

El momento en que se cobra el depósito (o tarifa, o impuesto), así como quien lo paga, difieren de un sistema a otro. Por ejemplo, en Ontario y Australia los consumidores pagan un depósito de entre 10 y 20 centavos en el punto de compra de los productos, mientras que en Alemania el depósito se carga inicialmente a los distribuidores o minoristas, quienes lo trasladan a los consumidores en el momento de la compra. Los depósitos son redimidos cuando los envases son

devueltos por los consumidores y, consecuentemente, por los minoristas, ya sea en los almacenes *retail* o los puntos de recolección autorizados.

En California (Estados Unidos), se distinguen dos puntos de pago: el primero es el depósito, el cual es pagado por los consumidores en el momento de la compra del producto; el otro momento corresponde al pago de una tarifa de procesamiento por parte de los productores, la cual varía por tipo de envase y año. Esta tarifa la pagan para compensar el costo de reciclaje de los envases de bebidas si éste excede el valor del envase (como residuo). En Finlandia también se hace un cobro tanto de una tarifa de membresía, como de tarifas extra específicas por tipo de envase a los productores, ingresos que son utilizados para cubrir los sistemas de retorno. Dichas tarifas son trasladadas a los consumidores en el momento de la compra del producto, y tienen la opción de reembolso en el momento que retornan el envase vacío en los puntos de recolección autorizados.

En Ecuador, el sujeto pasivo del impuesto son las embotelladoras, firmas que declaran y pagan el impuesto redimible en los cinco días hábiles del mes subsiguiente al del hecho generador. El hecho, por tanto, no es la venta de bebidas sino la producción del envase plástico. La devolución del impuesto a través del SRI (organismo que administra el recaudo) aplica únicamente para los centros de acopio, recicladores e importadores registrados formalmente en el sistema, si bien éstos previamente han hecho devolución del mismo a los consumidores y pequeños recicladores por allegar los envases.

g. Resultados de la aplicación de los instrumentos DR

Diferentes estudios han demostrado que mediante este sistema se alcanza el óptimo social logrando controlar las externalidades generadas por la disposición ilegal de los residuos, situación que es más problemática para un impuesto pigouviano. Se ha mostrado, además, que el buen funcionamiento de los sistemas DR garantiza que no sean necesarias otras medidas de política como impuestos o subsidios a insumos de producción (Dinan, 1993; Fullerton and Kinnaman, 1995; Palmer and Walls, 1997; Walls, 2011).

En cuanto a resultados en las metas fijadas, los diferentes programas revisados ostentan cifras muy positivas en la recuperación de los residuos, así como altas tasas de reciclaje. En Alemania se ha logrado la recuperación de envases no retornables en un orden del 95-98% de todas las unidades vendidas, en California (Estados Unidos) la tasa de recuperación general fue del 84% en 2015, en Ontario (Canadá) la cifra general de recuperación en 2011 fue del 94%, en Finlandia la tasa de recuperación de los envases no retornables es del 75% y para retornables del 95-98%. En South Australia se han logrado tasas de recuperación de 70-83%, y en Ecuador las tasas crecieron de manera espectacular desde 2011, año en el cual la recuperación rondaba el 30%, mientras que a 2015 la cifra ascendió al 80%.

h. Otros instrumentos

Entre las alternativas adicionales de instrumentos en el *upstream* y *downstream*, están diferentes tipos de subvenciones y subsidios dirigidos hacia el uso o desarrollo de nuevas tecnologías, la creación de nuevos mercados de bienes y servicios, promover cambios en el comportamiento de los consumidores y apoyar a las empresas para alcanzar mayores niveles de protección del medio ambiente. Por un lado, existen subvenciones al desvío, instrumentos que buscan incentivar el reuso y reciclaje de materiales y disminuir la necesidad de extracción de recursos naturales. En la misma línea se presentan las subvenciones para mejorar estructuras de

comercialización y tratamiento de residuos valorizables. Todos estos instrumentos también tienen operación en los países de la Unión Europea (Artaraz, 2012).

Por otra parte, ya se documentó la existencia de programas de responsabilidad extendida del productor, esquemas que tienen amplia aplicación en residuos de envases y empaques de bebidas. Dichos instrumentos tienen dos formas de funcionamiento: por un lado, esquemas en los cuales los productores/distribuidores tienen la responsabilidad de disponer de una infraestructura adecuada para recoger los envases, lo que típicamente es un instrumento de comando y control. El segundo tipo de esquema es aquél en el cual el productor/importador tiene la responsabilidad de financiar el tratamiento de los residuos de sus productos, pagando usualmente una tarifa proporcional al volumen de ventas, modelo que Hennlock et al, (2014) catalogan como un instrumento económico.

7.4. Análisis de las experiencias nacionales en la implementación de instrumentos económicos en la gestión de envases de plaguicidas

7.4.1. Análisis de la problemática

El uso de pesticidas y consecuentemente sus empaques es considerado una preocupación por el riesgo para la salud humana y el medioambiente. Este segundo se da en los sistemas biótico (animales y plantas principalmente) y abiótico (suelo, aire y agua) amenazando su equilibrio y representando un peligro de salud pública. La contaminación que depende del tamaño de las partículas contribuye a sus efectos, entre los que se cuenta el movimiento de partículas a las áreas, el aire se contamina deliberadamente con uno o varios productos cuyas propiedades nocivas se conocen y que también pueden ser tóxicos para el hombre. Así mismo la contaminación sobre el suelo, depende sobre todo de la presión de vapor, la solubilidad del plaguicida en agua, las condiciones ambientales.

El agua puede contaminarse en el caso de los plaguicidas por lo que tienden a situarse impurezas que pueden llegar al hombre a través del agua potable y en la cadena biológica de los alimentos. Estas sustancias químicas pueden ser resistentes y en consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales. Adicionalmente el agua potable puede presentar olor y sabor desagradable. Así mismo los efectos en salud se dan por enfermedades respiratoria, digestiva y dérmica, el uso de plaguicidas puede tener efectos agudos y crónicos en la salud.

7.4.2. Sistemas Depósito-Reembolso

En esta corriente los sistemas DR son de uso extendido, aunque principalmente bajo el esquema de Responsabilidad Extendida del Productor que, como ya se mencionó, también puede entenderse como caso particular del sistema DR según autores como Hennlock et al (2014), cuando los productores/importadores tienen la responsabilidad de financiar el tratamiento de los residuos de sus productos mediante una tarifa administrativa. En algunos de los casos, por ejemplo en la Unión Europea y Chile, los envases que cumplen el requisito de triple lavado

salen de la categoría RESPEL y por tanto su gestión post-consumo puede cumplir pasos similares a los de envases y empaques.

En este sentido, se pueden mencionar tanto casos de REP bajo comando y control, como esquemas voluntarios de la industria de insumos agrícolas. Por ejemplo, en el caso de Australia se implementó un esquema voluntario con un importe de €0.024 (por litro o Kg) a la mayoría de productos químicos vendidos para financiar el programa. Los resultados de este programa en el año 2003 reportan que se logró recolectar un 35% de los envases, con un costo de administración del programa de €759/Tonelada. En Canadá también funciona un esquema voluntario, cargando un importe de 0.36 USD por envase puesto en el mercado para financiar el esquema de recolección y transporte. En dicho sistema, los envases son marcados con una etiqueta que indica que el envase es reciclable y que debe ser devuelto a alguno de los más de 1200 centros de recolección autorizados. Se reporta que el costo total anual del programa es de alrededor de 2.9 millones de dólares.

En Alemania, el esquema voluntario es financiado por los fabricantes de los productos, de acuerdo con el volumen de material dispuesto en el mercado de ese país, mientras que los distribuidores se encargan de proveer los centros de recolección. Al año 2003, el programa reportó costos de €1075 por tonelada. En el estado de Maine (Estados Unidos) se inició un sistema DR en el año 1985, con un monto inicial de 5 USD por envases de menos de 30 galones de capacidad, y de 10 USD para envases de mayor capacidad, y opera la norma del triple lavado para recibir el reembolso. No obstante, se argumenta en Environmental Protection Agency (n.d.) que difícilmente un sistema DR puede abarcar todos los tipos de envases de plaguicidas, teniendo en cuenta que los costos de inspección del programa son muy elevados.

7.4.3. Tasas para pesticidas

En esta corriente existe el caso de IE en Estados Unidos, donde el impuesto es cobrado productor de pesticidas, con el objetivo de mejorar las alternativas de disposición. Ha funcionado desde inicios del milenio, aunque no debe ser confundido con el impuesto nacional para la disminución del uso de pesticidas. Funciona como el medio para apalancar la institucionalidad e infraestructura necesaria para disponer de la mejor manera en los rellenos sanitarios y para incrementar el reciclaje o valorización del residuo.

Otra experiencia en este IE se desarrolla en Australia. Allí existe un impuesto para los agricultores de 0.024 euros por litro o por kilogramo en casi todos los productos vendidos en empaques no retornables encontrados por el “drumMuster programe” (OECD, 2008). Para el 2003 este impuesto fue cobrado en cerca del 35% de todos los empaques vendidos (fundamentalmente los de 24 litros), lo cual sumaba aproximadamente el 70% del volumen total de empaques de agroquímicos vendidos durante este periodo. En la práctica este recaudo es utilizado para apalancar las inversiones en reciclaje y reutilización de este material.

Por otro lado, en Bélgica desde 1993 se ha cobrado en eco tasas sobre los contenedores de pesticidas agrícolas, el cual es de 0,124 euros por cada empaque de un litro. No obstante, este tributo fue abolido en 2003, por presiones de diferentes grupos políticos, aunque logró recolectar el dinero suficiente para establecer la infraestructura y la institucionalidad para el funcionamiento del programa de reciclaje implementado a principios del 2000. Un caso con diferentes resultados es el húngaro, el cual, se enfrentó a la grave problemática de generar entre

7.000 y 8.000 toneladas de empaques de pesticidas al año, esto hizo que en 2003 se comenzara a cobrar una tasa de 0,04 euros/litros (para contenedores de 2-25 litros), 1 euro/contenedor (para empaques de 26-60 litros), 2 euros/contenedor (para empaques de 61-250 litros) y 3,50 euros para superiores a 250 litros.

7.4.4. Subsidios para la producción agrícola orgánica

El instrumento económico tiene por objetivo impulsar la producción agrícola orgánica, a través de implementar cambios en el comportamiento de los agentes que se encuentran en producción agrícola convencional. La FAO define la agricultura orgánica como aquella acción de gestión del ecosistema que no utiliza los insumos agrícolas como son los plaguicidas y fertilizantes sintéticos, medicamentos, semillas modificadas, entre otros. Así mismo se puede definir como "... un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistemas, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema". (Comisión del Codex Alimentarius, 1999)

Algunos productores consideran que la agricultura convencional no es sostenible y han creado otras modalidades de producción para mejorar la salud de sus familias, la economía de sus fincas y su autosuficiencia (FAO, 2004), se puede incluir la corriente. En países en desarrollo se opta por la agricultura orgánica como método para mejorar la seguridad alimentaria del hogar o para reducir los gastos en insumos. En los países desarrollados, los pequeños agricultores están creando cada vez más canales directos de oferta de productos orgánicos sin certificar.

En algunos países desarrollados miembros de la Unión Europea (UE) existen subsidios para la agricultura orgánica, a fin de que se produzcan bienes y servicios ambientales sostenibles y que mejore prácticas agrícolas, como pueden ser el reducir la contaminación en los mantos freáticos o contribuir con la creación de un paisaje con mayor biodiversidad. Es de destacar que el mecanismo no se focaliza en controlar la corriente de residuo, sino que busca cambiar un ciclo que incluye dicha corriente. Aquellos países de la UE que han subsidiado esta agricultura lo vienen realizando por los beneficios que soporta a la disminución de uso del agua, la reducción por contaminación del agua por los plaguicidas, reducción de erosión del suelo, entre otros beneficios. Los subsidios a este tipo de producción se dan por los beneficios ambientales asociados a la actividad.

Un ejemplo de la transformación de la agricultura es en Perú, donde se crearon mecanismo que permiten ayudar a los agricultores a poner valor asociados a los cambios en el esquema de producción, que incluye el desarrollo de las cadenas de valor y productos de mercado. Se compensa a los agricultores que cambien en el esquema de producción y que conserven la biodiversidad agrícola en las fincas, a través de los denominados esquemas por retribución por servicios ecosistémicos aplicados a la diversidad de cultivos. La importancia del desarrollo de este tipo de esquemas es cumplir con metas del Convenio de Biodiversidad Biológica y la legislación del país.

Entre tanto, los mecanismos de comando y control son determinantes en este tipo de actividad, por ejemplo, el gobierno Sudafricano está elaborando normas nacionales que permita la construcción de una agricultura orgánica. Estarán basadas en las recomendaciones de internacionales, así como en la regulación de la Unión Europea y en fragmentos de las pautas del Codex Alimentarius. Como son regular el etiquetado orgánico. La certificación orgánica se hizo obligatoria y también se requiere para las importaciones orgánicas. La certificación obligatoria solidificó la confianza del consumidor en los productos ecológicos.

8. CONCLUSIONES

- **En relación a la evaluación ambiental**
- ✓ Los aspectos ambientales más significativos identificados en la gestión de residuos de llantas fueron las emisiones de combustión, la saturación de objetos visuales y la emisión de olores ofensivos, en las etapas de aprovechamiento y disposición final en el proceso de gestión. Como estrategia para mitigar, corregir o prevenir estos aspectos y sus impactos asociados, se requiere fortalecer los planes para el manejo de este residuo, con acciones que permitan, extender la responsabilidad del manejo del residuo de llantas al productor, importador, distribuidor y comercializador; educar al consumidor para realizar una adecuada disposición y realizar control y seguimiento de las etapas de aprovechamiento para que se realicen en condiciones controladas.
- ✓ Como impactos ambientales potenciales más importantes identificados en la gestión de residuos de llantas, se resaltan el incremento de la concentración de dioxinas y furanos en el aire, la concentración de metales pesados y de monóxido de carbono en el aire, cuando son quemadas en condiciones no controladas; y el incremento de la morbilidad, debido a su asociación con la propagación de vectores de enfermedades. Para el manejo de estos impactos se requiere evitar la acumulación de llantas a la intemperie, y la quema como método de disposición final o aprovechamiento informal.
- ✓ En la gestión de los envases y empaques de bebidas, los aspectos ambientales más significativos son los vertimientos de aguas de interés ambiental, el consumo de agua y la emisión de ruido, en la etapa de almacenamiento y/o aprovechamiento, por las actividades de lavado y transformación de los materiales; y las emisiones de combustión asociadas a la quema del residuo. Para mitigar, corregir o prevenir estos aspectos y sus impactos asociados, se requiere controlar las prácticas de aprovechamiento y tratamiento, incentivando estrategias de Producción más limpia en planta y educar al consumidor y promover el lavado de los envases y su correcta separación en la fuente; fortalecer el seguimiento y control a las empresas que realizan el aprovechamiento; y extender la responsabilidad en el manejo de este residuo al productor, de manera que se minimicen las cantidades de residuos y se optimice el aprovechamiento.
- ✓ Como impactos ambientales potenciales más importantes asociados a la gestión de residuos de E&E, se resaltan el incremento de la concentración de dioxinas y furanos en el aire, que se presenta por la quema de los envases plásticos; y la bioacumulación de sustancias tóxicas y de trastornos alimenticios en animales acuáticos, que se presenta por su disposición en fuentes de agua. Para el manejo de estos impactos se requiere promover el aprovechamiento de los materiales empleados en los envases, evitar la quema como método de disposición final y educar al consumidor en la importancia de la separación y correcta disposición este residuo.
- ✓ En el caso de la gestión los envases de plaguicidas, los aspectos ambientales más significativos son la generación de lixiviados, debido la característica tóxica de las sustancias que contienen; las emisiones de combustión asociadas a la quema de los envases, cuando esta práctica se realiza como método de disposición final; el vertimiento de aguas de interés sanitario, por el lavado de los envases en las etapas de almacenamiento y aprovechamiento informal; y la emisión de olores ofensivos, que se presenta en todas las

etapas de gestión, siendo especialmente alta en las etapas de disposición final y recolección. Para prevenir, minimizar o corregir estos aspectos se requiere evitar la combustión de los envases, en condiciones no controladas, educar al consumidor en el manejo adecuado de estos residuos; y fortalecer el seguimiento y control, por parte de las autoridades ambientales a quienes realizan procesos de recolección y aprovechamiento informal de estos residuos.

- ✓ Los impactos ambientales potenciales más importantes en este caso son, el incremento de la morbilidad, los olores ofensivos, las infiltraciones de sustancias peligrosas y el riesgo de afectaciones a la salud humana por contaminación del agua. Para su manejo se debe fortalecer la educación al consumidor en la correcta disposición de estos residuos, especialmente en evitar su re-uso para el envase de bebidas y alimentos; evitar su disposición y acumulación en cercanías a fuentes de agua y promover el triple lavado, al momento de preparar la mezcla para su aplicación. Además de fortalecer el seguimiento a los programas posconsumo y a las empresas informales que hacen aprovechamiento de los materiales empleados en este tipo de envases.

- **En relación a la evaluación sanitaria**

- ✓ El modelo agro-tóxico de la producción mundial de alimentos se refleja plenamente en Colombia, puesto que según FAO, el país ocupa el cuarto lugar en la intensidad del uso de plaguicidas, a nivel global, con 14,5 toneladas de ingrediente activo por hectárea.
- ✓ A partir de la revisión de un universo de 311 plaguicidas que se consumen en el país, se identificaron 36 ingredientes activos de interés para la evaluación del Índice de Toxicidad Potencial (ITP) y se concluyó en la priorización de 14 plaguicidas como los de mayor interés desde el punto de vista de la gestión de esta corriente de residuos: Paraquat, 2,4-D, MSMA, carbofuran, metomil, fipronil, metaldehído, clorpirifos, dimethoato, malathion, metamidofos, profenofos, alfa cipermetrina y cipermetrina.
- ✓ Con base en las evaluaciones del peligro inherente a los plaguicidas contenidos en los envases, como residuos, y a la evaluación de la vulnerabilidad social, se concluye que las etapas de gestión que implican mayores riesgos potenciales para la salud, en el contexto de esta investigación, son las que dependen del agricultor y se refieren a las prácticas de disposición de los envases en cuerpos de agua, el re-uso, la quema, el enterramiento o el abandono en el campo de cultivo. Se prevé que los riesgos en salud asociados a la gestión de los envases de plaguicidas, pueden reducirse significativamente si se realiza el fortalecimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas y los planes de pos consumo en los territorios, ya que en muchas ocasiones la debilidad en estos procesos favorecen las prácticas inadecuadas de los agricultores.
- ✓ Se identificaron tres grupos de riesgo en la gestión de las llantas usadas, de acuerdo con el tipo de exposición a los agentes estresores: (i) población expuesta ocupacionalmente, trabajadores formales e informales vinculados al aprovechamiento y reciclaje de las llantas, (ii) población expuesta ambientalmente, ubicada en inmediaciones de instalaciones o sitios de combustión de llantas y (iii) población expuesta a la acción de vectores transmisores de enfermedades.
- ✓ En el aprovechamiento de las llantas usadas ocurre la exposición crónica a sustancias cancerígenas y mutagénicas que, según las evidencias científicas comentadas, contribuyen al incremento de las tasas de mortalidad por distintos tipos de cáncer (vejiga, estómago, pulmón), leucemia y linfomas, entre otras patologías.

- ✓ La disposición inadecuada de las llantas constituye un riesgo potencial en la creación de hábitats del *Aedes aegypti*, transmisor de los virus del dengue, zika, chikunguña y fiebre amarilla. En tres ciudades capitales (Cali, Medellín, Barranquilla) ubicadas a menos de 1.800 n.s.n.m circulan cerca de 1.2 millones de automóviles y los departamentos en donde se ubican estas ciudades se identifican, en este estudio, como de alta vulnerabilidad social, es decir, mayor susceptibilidad de afectación.
- ✓ La exposición crónica a contaminantes químicos tiene lugar en eventos accidentales o intencionales por la quema no controlada de las llantas y los residuos como las cenizas, los aceites y los humos resultantes que son de alta peligrosidad. Este tipo de exposición también se puede dar en inmediaciones de los incineradores de clinker, por ejemplo, pero el riesgo se puede considerar menor por que el proceso es técnicamente controlado y está sometido a regulaciones ambientales.
- ✓ Aunque en el alcance de esta fase del estudio no se desarrolla aún la evaluación económica de los riesgos, tanto en el sector salud como en otros sectores de la vida social, es posible anticipar que si no se intervienen las causas estructurales del fenómeno, es decir, el incremento exacerbado del número de vehículos de transporte particular y, consecuentemente, la cantidad creciente de llantas que cumplen su vida útil, se incrementarán las tasas de morbilidad y mortalidad y la pérdida de calidad de vida de la población. La atención de las enfermedades, las incapacidades y la reducción de la esperanza de vida en los grupos vulnerables afectan al Sistema de Salud y Seguridad Social y, paradójicamente, el crecimiento del poder adquisitivo de los hogares, que permite adquirir los vehículos, supuestamente un indicador de progreso produce una cadena de procesos indeseables, destructivos de vida como los denomina Breilh (2007).

- **En relación a los puntos críticos de la gestión**

- ✓ Se puede concluir en términos generales que los procesos de gestión para las tres corrientes de residuos priorizados, a pesar de presentar normativa y algunas herramientas de gestión, carecen de información necesaria para realizar adecuados procesos de seguimiento y control a las diferentes etapas de gestión. Específicamente se requiere contar con datos de generación de residuos por pesos y volúmenes actualizados a nivel nacional; igualmente contar con información del desarrollo de gestión formal e informal y situarla a nivel nacional. Se recomienda para estudios futuros, poder realizar diagnósticos sobre la gestión actual de los residuos a nivel nacional, contando con la toma de datos en campo para poder diseñar bases de datos con información primaria y actualizada sobre el manejo de los residuos y así poder plantear herramientas y estrategias de gestión viables.
- ✓ En cuanto a la gestión de residuos de llantas se puede concluir que se requiere mayor responsabilidad por parte del productor y distribuidor del producto para garantizar la adecuada gestión de dicho residuo. Igualmente se recomienda mayores herramientas de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales para el aprovechamiento formal y controlado del residuo.
- ✓ En el caso de envases y empaques de bebidas, al no existir aun estrategias o planes para su gestión, se recomienda realizar inicialmente un diagnóstico de la generación, actores involucrados, fuentes de generación y manejo formal e informal del residuo a nivel nacional, que permita construir planes, normas, guías y herramientas en general que se ajusten al contexto real de la gestión de este residuo en Colombia.

- ✓ Para el caso de envases de plaguicidas, se recomienda encaminar mayores esfuerzos institucionales y de articulación de actores, hacia la sensibilización y la educación de las comunidades rurales respecto a los impactos ambientales y a la salud derivados del uso de plaguicidas en sus cultivos, la minimización de su aplicación y el incentivo a la implementación de prácticas sostenibles para el control de plagas. Esto considerando que los casos de intoxicaciones se han presentado principalmente por el uso inadecuado del producto, más que por el incorrecto manejo de sus envases.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acoplásticos (2016). Las materias plásticas en Colombia: principales variables de su evolución en el trienio 2013 – 2015.p 1 – 48.

Akahoshi, E., Yoshimura, S., & Ishihara, M. (2006). Overexpression of AhR (aryl hydrocarbon receptor) induces neural differentiation of Neuro2a cells: neurotoxicology study. *Environmental Health*, 5- 24.

Alcaldía Mayor. Decreto 442 del 9 de noviembre 2015: Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones. (2015). Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=63644#24>

Al Zadjali, S., Morse, S., Chenoweth, J., & Deadman, M. (2013). Disposal of pesticide waste from agricultural production in the Al-Batinah region of Northern Oman. *Science of the Total Environment*, 237–242.

Almeida Filho N., Castiel, L. D., Ayres J. R., (2009) Riesgo: concepto básico de la epidemiología. *Salud Colectiva*, 5(3), 323-44.

Almeida, M.D., (2014). Política fiscal en favor del medio ambiente en Ecuador. Estimaciones preliminares. Serie Estudios de Cambio climático en América Latina. CEPAL, Cooperación Alemana.

Al-Mutairy, S., Yousef, K., Fouzy, H., & Shareef, M. S. (2016). Environmental Aspects Identification Process in Kuwait Oil Company (KOC). *International Journal of Environmental Science and Development*, 7(10), 783-787. <http://doi.org/10.18178/ijesd.2016.7.10.880>

Althaus, C., (2005). A disciplinary perspective on the epistemological status of risk. *Risk Analysis* 25(3), 567-88.

Aluna consultores Ltda. (2011). Informe condensado del Estudio Nacional de Reciclaje, 105.

Andersson, P., (2003). Functional role of constitutively active dioxin/Ah receptor in a transgenic mouse model. Karolinska University Press.

André, F., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. Cuadernos económicos de ICE, (71), 71-91.

AquaLimpia. (n.d.). Depuración de aguas residuales de la industria de lácteos. Retrieved from <http://www.aqualimpia.com/Lacteos.htm>

Asociación Nacional de Reencauchadores de Llantas– ANRE (2016). Caracterización del sector de reencauche de llantas. Informe interno de consulta sin publicar.

Argemi, F., Cianni, N., & Porta, A. (2005). Disrupción endocrina: perspectivas ambientales y salud pública. *Acta Bioquím. Clín. Latinoam.*, 39 (3).

Argos. (s. f.). Coprocesamiento Argos. Recuperado 23 de octubre de 2016, a partir de <http://www.argos.co/colombia/innovacion/proyectos>

Ariyama, J., Shimoda, H., Aono, M., Tsuchida, H., & Hirai, K. I., (2000). Propofol improves recovery from paraquat acute toxicity in vitro and in vivo. *Intensive Care Med.*, 26, 981-7.

Artaraz, M. (2012). Políticas públicas para una gestión sostenible de los residuos municipales. Un análisis aplicado al municipio de Vitoria-Gasteiz.

Ayers, D. (2010). Aspects & Impacts A system for identifying priorities and setting goals. *Professional Saety*, 26-31.

ASEPEYO. (2016). Mutua Colaboradora con al Seguridad Social. Retrieved 2016 from ASEPEYO. <https://www.asepeyo.es/>

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA (2016) Información sobre estado de los programas posconsumo. Informe sin publicación.

Azizian, M., Nelson, P., Thayumanavan, .P & Williamson, K., (2003) Environmental impact of highway construction and repair materials on surface and ground waters: Case study: crumb rubber asphalt concrete.

Ballesteros VL, Cuadros Y, Botero S, López Y. (2008) Factores de riesgo biológicos en recicladores informales de la ciudad de Medellín, 2005. *Rev Fac Nac Salud Pública* 26(2): 169-177

Banco Interamericano de Desarrollo – BID. (2016). Estudio de técnicas alternativas de tratamiento, disposición final y/o aprovechamiento de residuos sólidos - propuesta de ajuste decreto 838 de 2005 (compilado en el decreto 1077 de 2015). Producto final –informe final consolidado.

Baydar, T., Papp, A., Aydin, A., Nagymajtenyi, L., Schulz, H., Isimer, A., et al. (2003). Accumulation of aluminium in rat brain: does it lead to behavioral and electrophysiological changes? . *Biol Trace Elem Res* , 231-244.

Beck, U (1998) *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad.* Paidós Ibérica S.A.

Berbesi, D., Segura, A. y Montoya, L., (2014). Factores asociados a la vulnerabilidad al VIH en habitantes de calle. *Revista CES MEDICINA*, (28)2, 193- 202.

Bereketli Zafeirakopoulos, I., & Erol Genevois, M., (2015). An Analytic Network Process approach for the environmental aspect selection problem - A case study for a hand blender. *Environmental Impact Assessment Review*, 54, 101-109. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.05.002>

BIO Intelligence Service, & European Commission. (2012). Use of Economic Instruments & Waste Management Performances - Final Report. Retrieved from http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/final_report_10042012.pdf

Bird, S. (2008). Chromium. In L. Goldfrank, *Toxicologic Emergencies.* United States of America.: McGraw-Hil.

Bisset, J., Marquetti, M. C., Leyva, M y Rodríguez, M., (2008). Distribución y talla del adulto de *Aedes aegypti* asociado con los sitios de cría. *Rev Cubana Med Trop*, 60(1), 68-73

Breilh, J (2003) *Epidemiología crítica. Ciencia emancipadora e interculturalidad*. Lugar Editorial. Aires.

Bruvoll, A. (1998). Taxing virgin materials: an approach to waste problems. *Resources, Conservation and Recycling*, 22(1), 15-29.

Calrecycle. (2012). *Evaluation of Tire Incentive and Extended Producer Responsibility Policies*, 109.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). *Guía para el manejo de llantas usadas*. Bogotá, D.C. Colombia.

Campos C., (2016). *Propuesta de ajuste a la metodología de seguimiento y control para disminuir la incertidumbre en el proceso de licenciamiento ambiental en Colombia*. [MSc Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Cantanhede, A., & Monge, G. (2002). Estado del arte del manejo de llantas usadas en las américas. *División de Salud y Ambiente*, 41.

Canter, L., Sadler, B., (1997). *A tool kit for effective EIA practice: review of methods and perspectives on their application*. USA: Environmental Ground Water Institute University of Oklahoma Institute of Environmental Assessment, UK, International Association for Impact Assessment.

Cardno ChemRisk (2013) *Review of the Human Health & Ecological Safety of Exposure to Recycled Tire Rubber found at Playgrounds and Synthetic Turf Field*.

Cardona, L., & Sánchez, L. M. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos*. *Dyna*, 205.

Cardona, O., (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Conceptos de amenaza, vulnerabilidad y Riesgo*, Cap.2.p.10, Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Caro L. (2016). *Diseño de un índice de efectividad para el análisis de metodologías empleadas en la elaboración de estudios de impacto ambiental en Colombia*. [MSc Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Carranza, J. D., & Salazar, D., (2004). *Guía práctica sobre re-uso de llantas usadas para municipalidades*.

Carretero Peña, A. (2007). *Aspectos ambientales: identificación y evaluación*. (Asociación Española de Normalización y Certificación, Ed.) (1.a ed.). book, Madrid España: AENOR.

Chiavaralotti, F., (1997). *Descricao da colonizacao de Aedes aegypti na região de Sao José Do Rio Preto, Sao Paulo*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, (30)2, 79-85

Christen, Y. (2000). *Oxidative stress and Alzheimer disease*. *Am J Clin Nutr* , 621-629.

CM Consulting (2012) *Who pays what? An analysis of beverage container collection and costs in Canada*. Recuperado el 10 de octubre de 2016 de <http://www.bottlebill.org/assets/pdfs/legis/canada/2010-WhoPaysWhat.pdf>

Cohen, M., & Costa, M. (2007). Chromium Compounds in Environmental and Occupational Medicine. W.N. Rom and S.B. Markowitz, Editors.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S., (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

Collins, K. J., Jensen, A. C., Mallinson, J. J., Roenelle, V., & Smith, I. P. (2002). Environmental impact assessment of a scrap tyre artificial reef. *ICES Journal of Marine Science*, 59, S243–S249. <http://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1297>

Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental* (4a ed.). Madrid España: Mundi-Prensa Libros.

Convenio de Rotterdam. (2015). Convenio de Rotterdam. <http://www.pic.int/LosPa%C3%ADses/PerfildelosPa%C3%ADsesmiembros/tabid/1956/language/es-CO/Default.aspx>

Cook, A & Kemm, J (s/f) Health Impact Assessment report-Draft9 On proposal to substitute chopped tyres for some of the coal as fuel in cement kiln. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd24/coal.pdf>

Cook, A & Kemm, J (s/f) Health Impact Assessment report-Draft9 On proposal to substitute chopped tyres for some of the coal as fuel in cement kiln. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd24/coal.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER; Universidad Tecnológica de Pereira; Centro Regional de Producción más Limpia Eje Cafetero. (2011). *Gestión Posconsumo de Residuos Peligrosos. Pilas, Baterías y llantas*. Pereira, Risaralda.

Correal, C. (2013). Colombia: Desarrollo económico reciente en infraestructura. Preparación de la estrategia nacional para el desarrollo de la infraestructura. Sector Aseo. Informe Final.

Costa Ferreira, P., De Almeida Piai, K., Magosso Takayanagu, A. M., & Segura-Muñoz, S. I. (2008). ALUMINIO COMO FACTOR DE RIESGO PARA LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER. *Rev Latino-am Enfermagem*, 1-7.

Criollo, I., Bernal, A. & Castañeda, O., (2012). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre el dengue en Yopal, Casanare tras la aplicación de estrategias de movilización social. *Investigaciones Andina*, 9(16), 1001-1015

Cruz Carrillo, A., Moreno Figueredo, G., & Lara Osorio, M. (2010). Toxicología de las dioxinas y su impacto en la salud humana. *Revista de Medicina Veterinaria*, N.º 19.

CYDEP Ltda. Consultoría y Dirección de Proyectos, (2004). *Evaluación económica del proyecto de norma para la gestión integral de residuos peligrosos*.

Damalas, C. A., Telidis, G. K., & Thanos, S. D. (2008). Assessing farmers' practices on disposal of pesticide waste after use. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, 341 – 345.

Demircan, M., Ergun, O., Coker, C., Yilmaz, F., Avanoğlu, S., & Ozok, G. (1998). Aluminum in total parenteral nutrition solutions produces portal inflammation in rats. *J pediatr gastroenterol Nutr*, 274-278.

Denissenko, M., Pao, A., & Tang, M. (1996). Preferential formation of benzo(a)pyrene adducts at lung cancer mutational hotspots in P53. *Science*, 274, 430-2.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE (2016). Cuenta de las actividades ambientales y flujos relacionados 2014 - 2015. Boletín técnico. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuenta-gasto-actividades-e-impuestos-medio-ambiente/Boletin-cuentas-e-indicadores-de-actividades-ambientales-y-otras-transacciones-conexas-2014p-2015pr.pdf

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, A. y P. (2009). Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales (Ihobe S.A.). Gobierno Vasco: Sociedad Pública de Gestión Ambiental.

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, A. y P. (2009). Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales (Ihobe S.A.). Gobierno Vasco: Sociedad Pública de Gestión Ambiental.

Departamento Nacional de Planeación DNP. (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país. Tomo 1 y 2. Bogotá D.C. Colombia.

Derraik, J. G., (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842-852. [http://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](http://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)

Diario Oficial. Ley 99 of 1993. Bogotá, Imprenta Nacional, 1993.

Dickinson, T. (2003). The Vermont Legislative Research Shop, (802).

Dinan, T., (1993). Economic Efficiency Effects of Alternative Policies for Reducing Waste Disposal. *Journal of Environmental Economics and Management* 25: 242–256.

DNP, (2008), Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental. CONPES 3550.

DNP. (2007). Actualización de la Cartilla de Regalías. Cartilla. Bogotá.

Domínguez Majin, L. J. (2012). Modelo conceptual del Modelo conceptual del cuenca de la quebrada La Porquera, Bogotá. Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Dubinskaya, F. (1999). Environmental aspects of heavy-metal atmospheric pollution in disposal of household solid waste. *Chemical and Petroleum Engineering*, 34(7-8), 30-32.

Earnhart, D. (2013). Effect of systems to manage environmental aspects on environmental performance. *Sustainability (Switzerland)*, 5(6), 2557-2588. <http://doi.org/10.3390/su5062557>

Ecoar. (s. f.). Insonorización acústica. Recuperado 26 de octubre de 2016, a partir de <http://www.insonorizacionacustica.com/>

Eco-ing, GTZ, & Gobierno de Chile - CONAMA. (2010). Informe Final Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile.

Eco-ing. (2012). Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile. Sector envases y embalajes. Santiago de Chile.

Environmental Protection Agency (s. f.) Deposit-Refund Systems. Recuperado el 1 de noviembre de 2016 de <https://yosemite.epa.gov/ee/epa/erm.nsf/vwAN/EE-0216B-06.../EE-0216B-06.pdf>

Environmental Protection Agency. (2001). The U.S. experience with economic incentives for protecting the environment. The U. S. Experience with Economic Incentives for Protecting the Environment, 57–66. <http://doi.org/EPA-240-R-01-001>

Environmental Protection Agency (2016) Pesticide cumulative risk assessment: Framework for screening analysis purpose. Washington, DC

ETRMA European Tyre & Rubber Association (2009)

Exley, C. (2001). Aluminum and Alzheimer's disease. *J Alzheimer's Dis* , 551-552.

Fullerton, D., Kinnaman, T., (1995). Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping, *Journal of Environmental Economics and Management* 29(1): 78–91.

Gajdzik, B. (2012). Comprehensive classification of environmental aspects in a manufacturing enterprise. *Metalurgija*, 51(4), 541-544.

Ganchev, T., Dyankov, E., Zacharieva, R., Pachalieva, I., Velikova, M., & Kavaldjieva, B. (1998). Influence of aluminum on erythropoiesis, iron metabolism and some functional characteristics of erythrocytes in rats. *Acta Physiol Pharmacol Bulg* , 27-31.

Gaviria, A., & Monsalve, E. (2012). Análisis para la gestión de residuos peligrosos domiciliarios en el municipio de Medellín. Caldas, Antioquia.

Gernuks, M., Buchgeister, J., & Schebek, L. (2007). Assessment of environmental aspects and determination of environmental targets within environmental management systems (EMS) - development of a procedure for Volkswagen. *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 1063-1075. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.003>

Global research analytics. (2003). Tire Recycling Industry: A global view. Scrap.

Glynn, H., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental (Segunda edición)*. México: Prentice Hall.

Gómez, H. & Ramsey, J. (2009) Dengue in the Americas: challenges for prevention and control. *Cad. Saúde Pública* (25) Sup1:S19-S31

Gómez, J., Agudelo, A y Ronda, E Condiciones Sociales y de Salud de los Recicladores de Medellín *Rev. Salud Pública*. 10 (5):706-715

Gräske, A., Thuvander, A., Johannisson, A., Gadhasson, I., Schütz, A., Festin, R., et al. (2000). Influence of aluminium on the immune system, an experimental study on volunteers. *Biometals* , 123-133.

Gullett, B. K., Tabor, D., Touati, A., Kasai, J., & Fitz, N. (2012). Emissions from open burning of used agricultural pesticide containers. *Journal of Hazardous Materials*, 236–241.

Guo, L., Zhao, Y., Sun, S., Liu, H., & Shang, S. (2007). Toxic effects of TCDD on osteogenesis through altering IGFBP-6 gene expression in osteoblast. *Biol Pharm. Bull*, 2018–2026.

Handerson J., Dourado, H. & Teixeira, M., (2012). Potential risk: a new approach. En: Maddock, J. Ed *Public Health-Methodology, Environmental and Systems Issues*. <http://www.intechopen.com/books/public-health-methodology-environmental-and-systems-issues>

Hardy, J., & Higgins, G. (1992). Alzheimer´s disease: the amyloid cascade hypothesis. *Science* , 184-185.

Hennlock, M., et al. (2015), *Economic policy instruments for plastic waste: A review with Nordic perspectives*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen K. DOI: <http://dx.doi.org/10.6027/tn2014-569>

Henretig, F. (2008). Lead. In L. Goldfrank, *Toxicologic Emergencies* (pp. 1266-1283). United States of America: McGraw-Hill.

Heredero, J.A., (2015). *Incidencia del impuesto redimible a las bolsas plásticas no retornables en el sector socioeconómico ecuatoriano, en el periodo fiscal 2012-2014*. Tesis de grado, Carrera de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guayaquil.

Holcim. (2016). Holcim. Retrieved 2016 йил 26-октябре from Holcim: <http://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/servicios/co-procesamiento-de-residuos-industriales-eco-procesamiento-ltda.html>

ICA. (2013). Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. <http://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Fertilizantes-y-Bio-insumos-Agricolas/Estadisticas/Comercializacion-plaguicidas-2013.aspx>

Instituto Nacional de Salud. (2016). *Protocolo de Vigilancia en Salud Pública: INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS*. Bogotá: Instituto Nacional de Salud.

Instituto Nacional de Salud. (2015). Instituto Nacional de Salud. <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/Informe%20de%20Evento%20Epidemiolgico/ETA%202015.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (s/f). *Toxicología. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tom01/33.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2015). NTC - ISO 14001.

Instituto Nacional de Cancerología. MSPS, (2015). Incidencia, mortalidad y prevalencia de cáncer en Colombia 2007-2011.

Jaramillo Henao, G., & Zapata, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia.

Jarava, C., Armas, J., & Palma, A. (2001). Aluminio y enfermedad ósea urémica. Utilidad diagnóstica del aluminio sérico y del test de la deferoxamina (DFO). *Nefrología*, 174-181.

Kaisu, S., & Arvidsson, K., (2016). Environmental management in Swedish higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(1), 18-37. <http://doi.org/10.1108/14676371311312905>

Kandhal,P (2004) Asphalt pavements mitigate tire/ pavement noise. *Hot Mix Asphalt Technology*. March-April, 22-31

Karousakis, K. (2007). The economics and policy of municipal solid waste management (Doctoral dissertation, University of London).

Kosnett, M. (2005). Lead, in *Critical care toxicology: Diagnosis and management*. United States of America: Elsevier Mosby.

Krewski, D., Thorslund, T., & Withey, J. (1989). Carcinogenic risk assessment of complex mixtures. *Toxicology and Industrial Health*, 851-67.

Kwak, T. H., Maken, S., Lee, S., Park, J. W., Min, B. ryul, & Yoo, Y. D. (2006). Environmental aspects of gasification of Korean municipal solid waste in a pilot plant. *Fuel*, 85(14-15), 2012-2017. <http://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.03.012>

La república. (2016). La República. Retrieved 2016 йил 20-Новiembre from La República: http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-pl%C3%A1sticas-se-recicla_357536

Labor Occupational Health Program (LOHP) &International Longshore Warehouse Union (ILWU). (2013) Worker safety in recycling facilities. Oakland CA. USA. http://lohp.org/wp-content/uploads/2013/12/english_recycling.pdf

Laurell, A.C (1982) La salud-enfermedad como proceso social. *Cuadernos Médicos Sociales* (19), 1-11

Lawerys, R. (1994). Cánceres de Origen Profesional. In *Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales*. Barcelona (pp. 536-576). Madrid: Masson S.A.

Lewandowska, A. (2011). Environmental life cycle assessment as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS) part 1: Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(2), 178-186. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0253-2>

Lewandowska, A., Matuszak-Flejszman, A., Joachimiak, K., & Ciroth, A. (2011). Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS) Part 2: Case studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(3), 247-257. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0252-3>

Liebig, M., Floeter, C., Hahn, T., Koch, W., Wenzel, A., & Rombke, J. (2014). Risk Mitigation Measures: An Important Aspect of the Environmental Risk Assessment of Pharmaceuticals. *Toxics*, 2, 35-49. <http://doi.org/10.3390/toxics2010035>

Liehr, J. (2000). Is estradiol a genotoxic mutagenic carcinogen? *Endoc Rev*, 21: 40-54.

Liu, K. F.-R., Ko, C.-Y., Fan, C., & Chen, C.-W. (2012). Combining risk assessment, life cycle assessment, and multi-criteria decision analysis to estimate environmental aspects in environmental management system. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(7), 845-862. <http://doi.org/10.1007/s11367-012-0407-x>

Ljubas, D., & Sabol, G. (2011). Possibilities of Environmental Aspects and Impacts Evaluation According To Iso 14001 Standard on the Example of an Academic Institution. *Mechanical Engineering*, 1, 75-84.

Lopes, J. Ecologia de mosquitos (díptera, culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado do Paraná, Brasil. VI. Coletas de larvas no peridomicilio. *Rev. Bras. Zool* 14 (3)571-78

Lundberg, K., Balfors, B., & Folkeson, L. (2007). Identification of environmental aspects in an EMS context: a methodological framework for the Swedish National Rail Administration. *Journal of Cleaner Production*, 15(5), 385-394. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.017>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2016). <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=581:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-50>

Maestre, R., Pacheco, L. y Salcedo, A. (2015). Índices de infestación aérea e identificación de conocimientos, actitudes y prácticas sobre dengue en llanterías del Departamento del Atlántico, Colombia. *Rev Salud Pública* 17(5):738-48

Maful, J. (2015) Implantación de un sistema de depósito, devolución y retorno en el mercado retail español. Trabajo fin de máster, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid.

Malmqvist, T. (2008). Environmental rating methods: selecting indoor environmental quality (IEQ) aspects and indicators. *Building Research & Information*, 36(5), 466-485. <http://doi.org/10.1080/09613210802075841>

Marazza, D., Bandini, V., & Contin, A. (2010). Ranking environmental aspects in environmental management systems: A new method tested on local authorities. *Environment International*, 36(2), 168-179. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2009.10.011>

Martínez L. (2012). Análisis de la Incertidumbre en los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia desde el Enfoque de los Sistemas Complejos. [MSc Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Martínez Guiro, G. (2008). Turismo, residuos sólidos y áreas protegidas. Aproximación al sistema de manejo de residuos sólidos en el centro de visitantes Yewaé del Parque Nacional Natural Amacayacu. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonía.

Martínez M, P. (1.993). Toxicología Clínica. Marruecos.

Martínez R. (2011). Propuesta metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. [MSc Tesis]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Mastandrea, C., Chichizola, C., Ludueña, B., Sánchez, H., Álvarez, H., & Gutiérrez, A. (2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. Acta bioquím. clín. latinoam .

Melorse, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). Perfil Medioambiental de España 2014. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, 1. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mercado, M. & Instituto Nacional de Salud, (2014) Informe Final Dengue, Colombia.

Mijango, O., & López, J. (2013). Metodologías para la Identificación y Valoración de Impactos Ambientales. Temas de Ciencia y Tecnología, 17, 37-42. Recuperado a partir de http://www.utm.mx/edi_antiores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, & Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s. f.). Manual de producción más limpia y buenas prácticas ambientales. Lavado de automotores. Recuperado a partir de http://www.metropol.gov.co/ProduccionLimpia/Documents/ClústerTransporte/Manual_PL_Lavados_Automotores.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (s. f.). Manual de Producción más Limpia y Buenas Prácticas Ambientales.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Sector Plásticos. Guías Ambientales. Bogotá, Colombia: Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Recuperado a partir de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu?micas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Resolución 1457 del 29 de julio de 2010. Retrieved September 22, 2016, from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40063>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Proyecto piloto de análisis normativo: estrategia para residuos de Envases y empaques. Versión sin publicar para revisión.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos., 76. Recuperado a partir de http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/Protocolo_para_el_Monitoreo_Control_y_Vigilancia_de_Olores_Ofensiv.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Resolución 1675 de 2013: "Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas." Retrieved September 12, 2016, from http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientes_1675_2013.htm

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (2012) Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental. Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (SF). Proyecto de norma de envases y empaques. Sin publicar.

Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2004). Guías Ambientales - Sector Plásticos. Recuperado a partir de http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Guias_Resolucion_1023_del_28_de_julio_de_2005/INDUSTRIAL_Y_MANUFACTURERO/Guias_ambientales_sector_plasticos.pdf

Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2007). Gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bases conceptuales. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS. (2016). Plan decenal de salud pública 2012 - 2021: Dimensión salud Ambiental. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimension-saludambiental.pdf>

Mintrabajo (2016) Evaluación al seguimiento de la implementación del Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 2013-2021. Cartagena, Colombia. <http://mintrabajo.gov.co/julio-2016/6158--viceministerio-de-relaciones-laborales-presenta-evaluacion-de-seguimiento-a-indicadores-de-plan-nacional-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.html>

Mireji, P., Keating, J., Hassanali, A., Mbogo, Ch., Nyambaka, H., Kahindi, S., Beier, J (2008) Heavy metals in mosquito larval habitats in urban Kisumu and Malindi, Kenya, and their impact. *Ecotoxicology and Environmental Safety* (70):147-153

Miu, A., Olteanu, A., & Miclea, M. (2004). A behavioral and ultrastructural dissection of the interference of aluminum with aging. *J Alzheimer's Dis* , 315-328.

Modak, P., Biswas, A. (1999). Conducting environmental impact assessment in developing countries, United Nation University Press, Toronto.

Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS (2014). Plan Decenal de Salud Pública. Resumen ejecutivo. Bogotá

Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS, (2016). Política de Atención Integral en Salud. Bogotá

Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS, Ruiz, F. Política Integral de Atención en Salud “Un sistema de salud al servicio de la gente” <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/20160216-presentacion-mias.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social – MSPS & Universidad Nacional de Colombia, (2008). Guías para el manejo de urgencias toxicológicas. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social.

Nadal, (2016) Human exposure to environmental pollutants after a tire landfill fire in Spain: Health risks. *Env. International* (97), 37-44

Najera Aguilar, H. A. (2008). Lixiviados ¿Qué son, cómo se clasifican? (Paste 1). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, (1990), 3-5.

NAP (2009) Science and Decisions: Advance Risk Assessment. Committee on Improving Risk Analysis Approaches Used by U.S EPA. Washington

NAS (1983) Ib ídem p.31

National Academy of Sciences NAS (1983) Risk assessment in the Federal Government: Managing the process. National Academy Press. Washington, DC. <http://www.nap.edu>

National Institute for Occupational Safety and Health (1998) Crumb rubber modified asphalt paving: Occupational exposure and acute health effects. NIOSH Health Hazard Evaluation Report HETA #2001-0536-2864. Cincinnati, Ohio

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Crumb-Rubber modified asphalt paving: occupational exposure and acute health effects.

Needleman, H. (2004). Lead poisoning. *Annu. Rev. Med* , 209–22.

NJDHSS. (2006). Departamento de Salud y Servicio para Personas Mayores de New Jersey: <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/3076sp.pdf>

Noda, R., Komatsu, M., Sumi, E., & Kasakura, T. (2001). Evaluation of material recycling for plastics : environmental aspects. *Journal of Material Cycles Waste Management*, 3, 118-125.

Obiols Quinto, J. (1999). NTP 512: Plaguicidas organofosforados (I): aspectos generales y toxicocinética. Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo. Recuperado a partir de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_512.pdf

Ochoa Miranda, M. (2016). Gestión integral de residuos. Análisis normativo y herramientas para su implementación. Bogotá: Universidad del Rosario.

Organization for Economic Co-operation Development. (s. f.). Use of Economic Instruments in Solid Waste. *Waste Management*, 8–23.

Organization for Economic Co-operation Development OECD/ECLAC. (2014). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Retrieved 2016 from Comisión Económica para América Latina y el Caribe: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36663/lcl3768_es.pdf;jsessionid=067BA749981E8911ED60BFBA3D725E87?sequence=1

Organization for Economic Co-operation Development. (2008). OECD Environmental Performance Reviews OECD Environmental Performance Reviews: Denmark 2007.

Organization for Economic Co-operation Development (2012) COLLECTION OF WORKING DEFINITIONS Appendix I. <http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/49963576.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2002) Informe sobre la salud en el mundo. Reducir los riesgos y promover una vida sana. <http://www.who.int/whr/2002/es/>

Organización Mundial de la Salud, (2002) Informe sobre la Salud en el Mundo. <http://www.who.int/whr/2002/es/>

Organización Mundial de la Salud & TDR, (2009) DENGUE Guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control. La Paz, Bolivia

Organización Mundial de la Salud, (1998). International Programme on Chemical Safety (IPCS): Environmental Criteria 202. Selected non-heterocyclic PAHs. Geneva: Organización Mundial de la Salud.

Organización Mundial de la Salud, (2005). Organización Mundial de la Salud.

OMS/FAO, (2007) Análisis de riesgos relativos a la inocuidad de los alimentos. Guía para las autoridades nacionales de inocuidad de los alimentos. Roma. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1140s/a1140s09.pdf>

Ortiz, A. & Zorro, F., (2011) Investigación para conocer la situación del mercado de reencauche de automovil en la regional Santanderes. Universidad de la Sabana. Trabajo de grado Especialización en Gerencia Estratégica. Bucaramanga, Santander

Ortolano, L., Sheperd, Abracosa R., (1995) Environmental impact assessment: challenges and opportunities. *Impact Asses.* 13, 3-30.

Oviedo, M., Lage, R., Romero, R., Fonseca. Amaral, J (2014) Spatial and statistical methodologies to determine the distribution of dengue in Brazil municipalities and relate incidence with the Health Vulnerability Index. *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology* (11): 143-51.

Palmer, K., and Walls, M. 1997. Optimal Policies for Solid Waste Disposal: Taxes, Subsidies, and Standards. *Journal of Public Economics* 65: 193–205.

Patel, R., Kimm, D., Peters, M., & Perdew, G. (2006). The aryl hydrocarbon receptor directly regulates expression of the potent mitogen epiregulin. *Toxicological Sciences*, 75–82.

Patton, D (1994) The NAS risk paradigm as a médium for communication. *Risk Analysis* 14(3):375-78.

Peña, A., Meseguer, I., & González, M. (2005). Posible efecto protector de la cerveza sobre la toxicidad del aluminio. *Revista de Toxicología* , 1-13.

Pérez Granados, A., & Vaquero, M. (2002). Silicon, aluminium, arsenic and lithium: essentiality and human health implications. *J Nutrition Health Aging* 2 , 154-162.

Perriens, J. H., Benimadho, S., Lie, I., Wisse, J., & Chee, H. (1992). High-dose cyclophosphamide and dexamethasone in paraquat poisoning: A prospective study. *Human Exp Toxicol*, 11, 129-34.

Perry, C., & Keeling-Tucker, T. (1998). Aspects of the bioinorganic chemistry of silicon in conjunction with the biometals calcium, iron and aluminium. *J Inorg Biochem*, 181-191.

Pizzol, L., Critto, A., Agostini, P., & Marcomini, A. (2011). Regional risk assessment for contaminated sites Part 2: Ranking of potentially contaminated sites. *Environment International*, 1307–1320.

PNUD; Departamento técnico administrativo de medio ambiente; Ocade LTDA. (2011). Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Bogotá.

Pocar, P., Klonisch, T., Brandsch, K., Eder, C., Fröhlich, C., Hoang-vu, S., et al. (2006). "AhR-Agonist-Induced Transcriptional Changes of Genes Involved in Thyroid Function in Primary Porcine Thyrocytes. *Toxicological Sciences*, 408–414.

Pöder, T. (2006). Evaluation of environmental aspects significance in ISO 14001. *Environmental Management*, 37(5), 732-743. <http://doi.org/10.1007/s00267-004-0190-y>

Portafolio. (2015 10-Julio). Portafolio. Retrieved 2016 8-Noviembre from Portafolio: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/tetra-pak-estructura-red-reciclaje-colombia-31510>

Porto, M (2012) *Uma ecologia politica dos riscos*. Editora FIOCRUZ. Rio de Janeiro

Pratico, D., Uryu, K., Sung, S., Tang, S., Trojanowski, J., & Lee, V. (2002). Aluminum modulates brain amyloidosis through oxidative stress in APP transgenic mice. *FASEB J* , 1138-1140.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2013). Guía para la elaboración de estrategias nacionales de gestión de residuos. Recuperado a partir de <http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste Management/UNEP NWMS Spanish Screen.pdf>

Quiroga, J et al (2012) *Análisis estratégico del sector automotriz en Colombia*.

Rapal Uruguay. (2006). Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). http://www.rapaluruguay.org/paraquat/EvB_Paraquat_S.pdf

Rier, S. (2003). Endometriosis in rhesus monkeys (Macaculatta) following chronic exposure to 2,3,7,8 tetrachlorodibenzo- p-dioxin". *Fundam. Appl. Toxicol.* , 433–441.

Rodríguez-Becerra, M., Uribe, E. y Carrizosa, J. (1996). Instrumentos económicos para la gestión ambiental en Colombia. Fundación Friedrich Ebert de Colombia. Cerec. Bogotá, Colombia. 143 p.

Rodríguez, L., & Giménez, A. (2014). Impactos Ambientales, Sociales y Económicos de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile aplicada a Pilas y Acumuladores".

Ruiz, N (2012) La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* (77)63-74.

Sanborn, H., & Sheehan, B. (2009). *Evaluating End-of-Life Beverage Container Management Systems for California*.

Sánchez Triana, E. (s. f.). 20 años en la historia de las evaluaciones de impacto ambiental en Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente, (2009) Resolución 3956 de 2009. Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados al recurso hídrico en el

Distrito Capital. Colombia. Recuperado a partir de
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal1.jsp?i=37048>

Secretaria Distrital de Integración Social. (2013). Guía metodológica para evaluación de aspectos e impactos ambientales, 1-32.

Simon, B., Amor, M. B., & Földényi, R. (2016). Life cycle impact assessment of beverage packaging systems: focus on the collection of post-consumer bottles. *Journal of Cleaner Production*, 112, 238-248.

Singh, A., Spak, S. N., Stone, E. A., Downard, J., Bullard, R. L., Pooley, M., Stanier, C. O. (2015a). Uncontrolled combustion of shredded tires in a land fill e Part 2 : Population exposure, public health response, and an air quality index for urban fires. *Atmospheric Environment*, 104, 273-283. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>

Singh, A., Spak, S. N., Stone, E. A., Downard, J., Bullard, R. L., Pooley, M., ... Stanier, C. O. (2015b). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - Part 1 : Characterization of gaseous and particulate emissions. *Atmospheric Environment*, 104, 273-283. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>

Stellman, J., & McCan, M. (1998). Hidrocarburos poliaromáticos. In M. d.-S. Publicaciones, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 3ª edición. Madrid: Organización Internacional del Trabajo (pp. 310-319). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales - Subdirección General de Publicaciones.

Stenberg, J., Thuvander, L., & Femenías, P. (2009). Linking social and environmental aspects: a multidimensional evaluation of refurbishment projects. *Local Environment*, 14 (September), 541-556. <http://doi.org/10.1080/13549830902904102>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2016). Informe Sectorial del Servicio Público de Aseo: empresas con más de 2500 suscriptores.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD. (2015). Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Retrieved 2016. 8-Noviembre from Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:
<http://www.superservicios.gov.co/content/download/10760/88380>

Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios SSPD (2015). Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia. Pag 3.

Téllez Maldonado, A. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.

Tennøy, A., Kværner, J., Gjerstad, K. Uncertainty in environmental impact assessment predictions: the need for better communication and more transparency. *Impact assess Proj Apprais.*, 24, 45-56, 2006;

Toro J, Martínez R, Arrieta G. (2013) Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. *Revista de Investigación Ambiental y Agraria* 4, 43-53.

Toro J., (2009). Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuesta de mejora. [PhD Tesis]. Granada: Universidad de Granada.

Toro, J., Requena, I., Zamorano, M. (2010) Environmental impact assessment in Colombia: critical analysis and proposals for improvement. *Environ Impact Asses Rev.*, 30, 247-261.

Tyre and Rubber Industries Safety Action Group (TRISAG). Health and Safety Executive (2014) Tread Safely. A guide to safe and healthy working conditions in the retread industry. UK <http://www.tyreindustryfederation.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/TRISAG-Tread-Safely-Guide-Jan15.compressed.pdf>

UNEP & BC. Basel Convention (2011) Revised technical guidelines on environmentally sound management of used tyres. Conference of the parties to the Basel Convention on the control of transboundary movements of hazardous wastes and their disposal. Cartagena, Colombia

Unión Temporal Ocade Ltda, Saniplan, & Ambiental S.A. (n.d.). Diagnóstico Ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Retrieved from <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>

Universidad Nacional de Colombia UNAL - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (2013) Formulación del proyecto de articulado de la ley general para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia. Contrato interadministrativo No. 149. Producto 2.1. Diagnostico integral del modelo actual de la gestión de residuos en Colombia. Bogotá

Uribe, E (2014) Reformas fiscales y regulatorias en la gestión y manejo de residuos sólidos. América Latina frente al cambio climático. Naciones Unidas. CEPAL. Santiago de Chile

Valcke, M., Chaverri, F., Monge, P., Bravo, V., Mergler, D., Partanen, T., et al. (2005). Pesticide prioritization for a case-control study on childhood leukemia in Costa Rica: a simple stepwise approach. *Environmental Research*, 335-347.

Vargas Alvarado, E. (2007). *Medicina Legal* (2da. Edición ed.). México: Trillas.

Varón Jiménez, L. M. (2011). Aspectos arquitectónicos para la gestión de residuos sólidos en edificios residenciales - Un paso a la sostenibilidad urbana. Universidad Nacional de Colombia.

Viales López, G. (2014). Intoxicación por Paraquat. *Medicina Legal de Costa Rica*.

Vlacke, M., Chaverri, F., Monge, P., Mergler, D, Partanen, T & Wesselin, C (2005) Pesticide prioritization for a case-control study on childhood leukemia in Costa Rica: a simple stepwise approach. *Environmental Research* (97)335-47

Walls, M. (2011). Deposit-Refund Systems in Practice and Theory. Resources for the Future Discussion Paper, 15. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-375067-9.00035-8>

Wathern, P. (1988). *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice*. (P. Wathern, Ed.). Book, London: Taylor & Francis Group.

Wathern, P. (1994). *Environmental impact assessment: theory and practice*, Biddles Ltd, Guilford and King's Lynn, London, 1994.

WHO (2006) Elemental speciation in human health risk assessment. Environmental Health Criteria 234.

Wood, C. (1993). Environmental impact assessment in Victoria: Australian discretion rules EA. *J Environ Manage.*, 39, 281-95.

Wood, C. (2003). Environmental impact assessment: a comparative review, Pearson-Prentice Hall, London.

World business council for sustainable development. (2010). End of Life Tires. Retrieved from http://www.wbcd.org/DocRoot/1BTHZFGcpBK5OxTDXlpS/EndOfLifeTires_171208.pdf

Young-Jin, S. (2007). Mercury. In Goldfrank, toxicological emergencies. United States of America: McGraw – Hill.

Zackrisson, M. (2005). Environmental aspects when manufacturing products mainly out of metals and/or polymers. *Journal of Cleaner Production*, 13(1), 43-49. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.09.014>

Zanetti, M., Fiore, S., Ruffino, B., Santagat, E., Dalmazzo, D., Lanotte, M (2015) Characterization of crumb rubber from end of life tyres for paving applications. *Waste management* 45:161-170

Zatta, P., Lucchini, R., Van Rensburg, S., & Taylor, A. (2003). The role of metals in neurodegenerative processes: aluminum, manganese and zinc. *Brain Res Bull*, 15-28.

Zobel, T., & Burman, J. O. (2004). Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: Experiences in Swedish organizations. *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 13-27. [http://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00167-1](http://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00167-1)

Zobel, T., Almroth, C., Bresky, J., & Burman, J. O. (2002). Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: An approach to a new reproducible method based on LCA methodology. *Journal of Cleaner Production*, 10(4), 381-396. [http://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00054-3](http://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00054-3)

Zoboli, R. (1994): The Integrated Use of Economic Instruments in the Policy of Municipal Solid Waste, en Quadrio-Curzio et. al. (eds.), *The Management of Municipal Solid Waste in Europe. Economic, Technological and Environmental Perspectives*. Elsevier Science.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1. Documentación revisada como insumo para el diseño de la metodología de evaluación de aspectos e impactos ambientales

Al-Mutairy, S., Yousef, K., Fouzy, H., & Shareef, M. S. (2016). Environmental Aspects Identification Process in Kuwait Oil Company (KOC). *International Journal of Environmental Science and Development*, 7(10), 783-787. <http://doi.org/10.18178/ijesd.2016.7.10.880>

Ayers, D. (2010). Aspects & Impacts A system for identifying priorities and setting goals. *Professional Saety*, (February), 26-31.

Bereketli Zafeirakopoulos, I., & Erol Genevois, M. (2015). An Analytic Network Process approach for the environmental aspect selection problem - A case study for a hand blender. *Environmental Impact Assessment Review*, 54, 101-109. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.05.002>

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, A. y P. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales* (Ihobe S.A.). Gobierno Vasco: Sociedad Pública de Gestión Ambiental.

Dubinskaya, F. (1999). Environmental aspects of heavy-metal atmospheric pollution in disposal of household solid waste. *Chemical and Petroleum Engineering*, 34(7-8), 30-32.

Earnhart, D. (2013). Effect of systems to manage environmental aspects on environmental performance. *Sustainability (Switzerland)*, 5(6), 2557-2588. <http://doi.org/10.3390/su5062557>

Gajdzik, B. (2012). Comprehensive classification of environmental aspects in a manufacturing enterprise. *Metalurgija*, 51(4), 541-544.

Gernuks, M., Buchgeister, J., & Schebek, L. (2007). Assessment of environmental aspects and determination of environmental targets within environmental management systems (EMS) - development of a procedure for Volkswagen. *Journal of Cleaner Production*, 15(11-12), 1063-1075. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.003>

Kaisu, S., & Arvidsson, K. (2016). Environmental management in Swedish higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(1), 18-37. <http://doi.org/10.1108/14676371311312905>

Kwak, T. H., Maken, S., Lee, S., Park, J. W., Min, B. ryul, & Yoo, Y. D. (2006). Environmental aspects of gasification of Korean municipal solid waste in a pilot plant. *Fuel*, 85(14-15), 2012-2017. <http://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.03.012>

Lewandowska, A. (2011). Environmental life cycle assessment as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS) part 1: Methodology. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(2), 178-186. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0253-2>

Lewandowska, A., Matuszak-Flejszman, A., Joachimiak, K., & Ciroth, A. (2011). Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS) Part 2: Case studies. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(3), 247-257. <http://doi.org/10.1007/s11367-011-0252-3>

Liebig, M., Floeter, C., Hahn, T., Koch, W., Wenzel, A., & Rombke, J. (2014). Risk Mitigation Measures: An Important Aspect of the Environmental Risk Assessment of Pharmaceuticals. *Toxics*, 2, 35-49. <http://doi.org/10.3390/toxics2010035>

Liu, K. F.-R., Ko, C.-Y., Fan, C., & Chen, C.-W. (2012). Combining risk assessment, life cycle assessment, and multi-criteria decision analysis to estimate environmental aspects in environmental management system. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(7), 845-862. <http://doi.org/10.1007/s11367-012-0407-x>

Ljubas, D., & Sabol, G. (2011). Possibilities of Environmental Aspects and Impacts Evaluation According To Iso 14001 Standard on the Example of an Academic Institution. *Mechanical Engineering*, 1, 75-84.

Lundberg, K., Balfors, B., & Folkesson, L. (2007). Identification of environmental aspects in an EMS context: a methodological framework for the Swedish National Rail Administration. *Journal of Cleaner Production*, 15(5), 385-394. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.017>

Malmqvist, T. (2008). Environmental rating methods: selecting indoor environmental quality (IEQ) aspects and indicators. *Building Research & Information*, 36(5), 466-485. <http://doi.org/10.1080/09613210802075841>

Marazza, D., Bandini, V., & Contin, A. (2010). Ranking environmental aspects in environmental management systems: A new method tested on local authorities. *Environment International*, 36(2), 168-179. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2009.10.011>

Melrose, J., Perroy, R., & Careas, S. (2015). Perfil Medioambiental de España 2014. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mijango, O., & López, J. (2013). Metodologías para la Identificación y Valoración de Impactos Ambientales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 17, 37-42. Recuperado a partir de http://www.utm.mx/edi_antiores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf

Noda, R., Komatsu, M., Sumi, E., & Kasakura, T. (2001). Evaluation of material recycling for plastics : environmental aspects. *Journal of Material Cycles Waste Management*, 3, 118-125.

Pöder, T. (2006). Evaluation of environmental aspects significance in ISO 14001. *Environmental Management*, 37(5), 732-743. <http://doi.org/10.1007/s00267-004-0190-y>

Sanchez Triana, E. (s. f.). 20 años en la historia de las evaluaciones de impacto ambiental en Colombia.

Secretaria distrital de integración social. (2013). Guía metodológica para evaluación de aspectos e impactos ambientales, 1-32.

Stenberg, J., Thuvander, L., & Femenías, P. (2009). Linking social and environmental aspects: a multidimensional evaluation of refurbishment projects. *Local Environment*, 14(September), 541-556. <http://doi.org/10.1080/13549830902904102>

Zackrisson, M. (2005). Environmental aspects when manufacturing products mainly out of metals and/or polymers. *Journal of Cleaner Production*, 13(1), 43-49. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.09.014>

Zobel, T., Almroth, C., Bresky, J., & Burman, J. O. (2002). Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: An approach to a new reproducible method based on LCA methodology. *Journal of Cleaner Production*, 10(4), 381-396. [http://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00054-3](http://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00054-3)

Contrato interadministrativo N° 435 de 2016 suscrito entre MADS,
MSPS y el IDEA de la Universidad Nacional de Colombia



Zobel, T., & Burman, J. O. (2004). Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: Experiences in Swedish organizations. *Journal of Cleaner Production*, 12(1), 13-27. [http://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00167-1](http://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00167-1)

<i>Nombre</i>	<i>Fuente</i>
<i>Supersalud</i>	https://www.supersalud.gov.co/Paginas/B%C3%BAsqueda.aspx?k=aspectos
<i>Asocaña</i>	http://www.asocana.com.co/publico/info.aspx?Cid=6
<i>UN Palmira</i>	http://www.sga.palmira.unal.edu.co/paginas/documentos/1%20Procedimiento%20%20Identificacion%20y%20evaluacion%20de%20Aspectos%20Ambientales.pdf
<i>Universidad de Málaga</i>	http://www.uma.es/bioma/navegador_de_ficheros/Procedimientos-SGA/descargar/IDENTIFICACION%20Y%20EVALUACION%20DE%20ASPECTOS%20AMBIENTALES.pdf
<i>Universidad del Atlántico</i>	http://apollo.uniatlantico.edu.co/SIG/DOCUMENTOS/16GESTIONAMBIENTAL/2PROCEDIMIENTOS/PRO-GA-001-PROCEDIMIENTO%20DE%20IDENTIFICACION%20Y%20EVALUACION%20DE%20ASPECTOS%20E%20IMPACTOS%20AMBIENTALES.pdf
<i>SENA</i>	http://www.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Sistema-Integrado-de-Gestion.aspx
<i>Michelin (Icollantas)</i>	http://www.michelin.com.co/CO/es/por-que-michelin/mas-sostenibilidad-de-la-marca.html
<i>Goodyear</i>	http://www.goodyear.com.co/comp_info/
<i>Peldar (Cristar)</i>	http://www.oal.com.co/empresas/o-i-peldar
<i>Iberplast</i>	http://www.iberplast.com.co/responsabilidad-ambiental
<i>Alpina</i>	http://www.alpina.com.co/quienes-somos/certificaciones/
<i>Tretrapack</i>	http://www.tetrapak.com/co/sustainability/governance



10.3.ANEXO 3. Listas de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para los residuos priorizados

Tabla 161. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para llantas

Tipo de residuo		Llantas			
Fecha de verificación					
Nombre del lugar					
Ubicación					
Nombre de quien realiza la verificación					
Nombre del funcionario					
Cargo					
Contacto (e-mail, celular, teléfono)					
Etapa de gestión					
Generación		Transporte		Tratamiento	
Almacenamiento temporal		Almacenamiento		Disposición final	
Recolección		Aprovechamiento		Otra	
Aspecto Ambiental	1. Emisiones de combustión	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones
1.1	¿La temperatura de proceso es igual o superior a 1450 °C para el material combustible?				
1.2	¿La temperatura del proceso es igual o superior a 2000 °C para los gases?				
1.3	¿Se presenta turbulencia en los gases?				
1.4	¿El tiempo de residencia de los gases varía entre 4 y 10 segundos?				
1.5	¿Se hace uso de filtros para los gases de proceso?				
1.6	¿Se cuenta con mecanismos de control y seguimiento a las condiciones del proceso?				
1.7	¿Se realizan mediciones de los parámetros de la calidad del aire a la salida de la chimenea?				
1.8	¿Se cumple con los límites permisibles de calidad del aire según la normatividad vigente?				
1.9	¿Se hace uso de filtros en los tubos de escape de los camiones?				
1.10	¿Se realizan las revisiones técnico-mecánicas de los vehículos?				
1.11	¿Se usan catalizadores y/o aditivos en el combustible para la reducción de contaminantes en los gases?				
1.12	¿Se cuenta con vehículos que usen algún tipo de combustible alternativo (gas, eléctrica, biocombustibles, etc.)?				
1.13	¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de las llantas para optimizar su transporte (corte, trituración, etc.)?				
1.14	¿El sitio de almacenamiento cuenta con ventilación suficiente?				
1.15	¿Se cuenta con algún mecanismo que garantice una temperatura templada en el lugar de almacenamiento?				
1.16	¿Las llantas están protegidas de la exposición directa a la luz del sol?				
1.17	¿La superficie del sitio de almacenamiento está construida con materiales no absorbentes de calor o cuenta con aislantes térmicos?				
1.18	¿Las llantas se encuentran aisladas de sustancias químicas inflamables?				
1.19	¿Las llantas se encuentran aisladas de fuentes de calor y de equipos que puedan producir chispa?				

Aspecto Ambiental		2. Saturación de objetos visuales		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
2.1	¿En el almacenamiento se evidencia un apilamiento adecuado y ordenado de las llantas?						
2.2	En los lugares de almacenamiento temporal y recolección ¿Se cubren las llantas con material impermeable?						
2.3	Para almacenamiento fuera de bodega ¿Las llantas se encuentran apiladas de manera aislada del piso? (por ejemplo mediante estibas).						
2.4	¿Se evidencia el aislamiento de las llantas de otro tipo de residuos?						
2.5	¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?						
2.6	Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?						
2.7	¿Se realiza alguna practica para reducir el volumen de la llanta? (Por ejemplo corte, trituración, etc.)						
2.8	¿El sitio de disposición cuenta con barreras visuales hacia el exterior? (Por ejemplo un muro, cerca viva, etc.)						

Aspecto Ambiental		3. Emisión de olores		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
3.1	¿El lugar de almacenamiento es totalmente cubierto?						
3.2	¿Se evidencia la ausencia de filtraciones de agua o goteras en el sitio de almacenamiento?						
3.3	En los lugares de almacenamiento temporal y recolección ¿Se cubren las llantas con material impermeable?						
3.4	Para almacenamiento fuera de bodega ¿Las llantas se encuentran apiladas de manera aislada del piso? (por ejemplo mediante estibas).						
3.5	Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?						
3.6	¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?						
3.7	¿Se evidencia el aislamiento de las llantas de otro tipo de residuos?						
3.8	¿Se realizan monitoreos de los olores en las zonas pobladas cercanas?						

Aspecto Ambiental		4. Vertimiento de aguas de interés ambiental		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
4.1	¿Existe un sistema de tratamiento para las aguas residuales del lavado?						
4.2	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos desarenadores y/o sedimentadores?						
4.3	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos para retener las grasas?						
4.4	¿A la salida del sistema de tratamiento hay una caja de aforo?						
4.5	¿Se realiza tratamiento de los lodos o sedimentos retenidos por el sistema?						
4.6	¿Se realizan verificaciones de los parámetros de la calidad de agua tratada?						
4.7	¿Se cumplen los límites permisibles de calidad del agua que se vierte en las redes de alcantarillado y drenajes?						

Aspecto Ambiental		5. Emisión de ruido		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
5.1	¿Los equipos de corte y trituración cuentan con algún mecanismo de reducción del ruido?						



- 5.2 ¿Se cuenta con cabinas acústicas de insonorización?
- 5.3 ¿Se cuenta con paneles acústicos absorbentes?
- 5.4 ¿Las personas expuestas al ruido hacen uso de los elementos de protección personal adecuados?
- 5.5 ¿Se hacen mediciones de ruido interior y exterior de las instalaciones?
- 5.6 ¿Se cumple con los límites permisibles para la emisión de ruido según normatividad vigente?

Aspecto Ambiental		6. Consumo de agua no potable			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 6.1 ¿Existe algún mecanismo para el re-uso del agua de lavado?
- 6.2 ¿Existe algún mecanismo para la optimización del uso del agua? (hidrolavadoras, dispositivos ahorradores, etc.)
- 6.3 ¿Se hace algún seguimiento a las cantidades de agua consumidas en el proceso?
- 6.4 ¿Se cuenta con el permiso de captación del agua empleada en el proceso de lavado?

Aspecto Ambiental		7. Generación de lixiviados			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 7.1 ¿Las llantas se encuentran protegidas de la intemperie? Para la etapa de recolección y almacenamiento ¿Se cuenta con una estructura para el almacenamiento de las llantas? (por ejemplo un cuarto de almacenamiento)
- 7.2 ¿Se evidencia el aislamiento de las llantas de otro tipo de residuos?
- 7.3 ¿La estructura de almacenamiento o disposición de las llantas evita el ingreso de lluvia y aguas de escorrentías?
- 7.4 ¿Se evidencia la ausencia de filtraciones de agua o goteras en el sitio de almacenamiento?
- 7.5

Aspecto Ambiental		8. Descarte de llantas			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 8.1 ¿Se tiene conocimiento del plan posconsumo para llantas?
- 8.2 ¿Se tiene conocimiento del destino de las llantas después de ser descartadas?
- 8.3 ¿Se tiene conocimiento de los efectos ambientales de las llantas usadas?
- 8.4 ¿Se retornan o devuelven las llantas usadas en los puntos de recolección establecidos por los productores?
- 8.5 ¿Se siguen las instrucciones de manejo seguro y para optimizar la vida útil de las llantas?
- 8.6 ¿Se hace parte del esquema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?
- 8.7 ¿Se acepta la devolución de las llantas usadas, sin cargo alguno para el consumidor? (si hace parte del sistema de recolección y gestión)
- 8.8 ¿Se informa a los consumidores sobre los puntos de recolección de llantas usadas?
- 8.9 ¿Se dispone de un espacio para el almacenamiento temporal y recolección de las llantas usadas, sin costo para los consumidores?

Aspecto Ambiental		9. Consumo de energía eléctrica			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 9.1 ¿Existen planes o programas de mantenimiento de los equipos eléctricos?

- 9.2 ¿Se evidencia la implementación de estos planes o programas?
9.3 ¿Existe capacitación del personal de la planta sobre el uso correcto de los equipos eléctricos?
9.4 ¿Los equipos empleados cuentan con tecnología de bajo consumo de energía?

Aspecto Ambiental		10. Consumo de combustibles fósiles			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 10.1 ¿Se realizan las revisiones técnico-mecánicas de los vehículos?
10.2 ¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de las llantas para optimizar su transporte?
10.3 ¿Se cuenta con un protocolo para la conducción correcta del vehículo?
10.4 ¿Las rutas de recolección han sido optimizadas para evitar recorridos innecesarios?

Aspecto Ambiental		11. Generación de residuos corto punzantes			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 11.1 ¿Se realiza una inspección visual de las llantas para identificar elementos corto punzantes?
¿Se cuenta con un recipiente adecuado para desechar los residuos corto punzantes? (alambres de las llantas, puntillas, etc.)
11.2 ¿Las llantas se encuentran alejadas de objetos que las puedan averiar y dejar expuestos los alambres?
11.3 ¿Las personas que manipulan las llantas hacen uso de los elementos de protección personal adecuados? (guantes, botas, etc.)
11.4

Aspecto Ambiental		12. Generación de residuos sólidos reciclables			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 12.1 ¿Se hace una gestión adecuada de los residuos reciclables generados en el proceso?

Aspecto Ambiental		13. Generación de residuos de grasas y aceites			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 13.1 ¿El área donde se realiza el proceso de aprovechamiento cuenta con un aislamiento que evite la contaminación del suelo o el agua por los residuos aceitosos?
13.2 ¿Se cuenta con kit de derrames en las instalaciones donde se realiza el proceso?

Tabla 162. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para envases y empaques de bebidas

Tipo de residuo		Envases y empaques de bebidas			
Fecha de verificación					
Nombre del lugar					
Ubicación					
Nombre de quien realiza la verificación					
Nombre del funcionario					
Cargo					
Contacto (e-mail, celular, teléfono)					
Etapa de gestión					
Generación		Transporte		Tratamiento	
Almacenamiento temporal		Almacenamiento		Disposición final	
Recolección		Aprovechamiento		Otra	
Aspecto Ambiental		1. Vertimiento de aguas de interés ambiental		Se presenta	
				No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones
1.1	¿Existe un sistema de tratamiento para las aguas residuales del lavado?				
1.2	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de cribado y/o tamizaje?				
1.3	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos para retener las grasas (trampas de grasa)?				
1.4	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos para ajuste de pH del agua?				
1.5	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de coagulación y floculación?				
1.6	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de sedimentación?				
1.7	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de filtración?				
1.8	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de separación?				
1.9	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de desinfección?				
1.10	¿El sistema cuenta con tratamiento de los lodos?				
1.11	¿El sistema cuenta con algún tipo de tratamiento biológico? (por ejemplo digestores anaerobios o filtros biológicos)				
1.12	¿A la salida del sistema de tratamiento hay una caja de aforo?				
1.13	¿Se realizan verificaciones de los parámetros de la calidad de agua tratada?				
1.14	¿Se cumplen los límites permisibles de calidad del agua que se vierte en las redes de alcantarillado y drenajes?				
1.15	¿Se cuenta con el permiso de vertimientos?				
Aspecto Ambiental		2. Emisiones de combustión		Se presenta	
				No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones
2.1	¿Se hace uso de filtros en los tubos de escape de los camiones?				
2.2	¿Se cumple con las revisiones técnico mecánicas de los vehículos?				
2.3	¿Se usan catalizadores y/o aditivos en el combustible para la reducción de contaminantes en los gases?				
2.4	¿Se cuenta con vehículos que usen algún tipo de combustible alternativo (gas, electricidad, biocombustible, etc.)?				
2.5	¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de los envases y empaques de bebidas para optimizar su transporte?				
2.6	¿Se cuenta con mecanismos de control y seguimiento a las condiciones del proceso?				

2.7 En sitios de aprovechamiento térmico o tratamiento ¿Se realizan mediciones de los parámetros de la calidad del aire a la salida de la chimenea?

2.8 ¿Se cumple con los límites permisibles de calidad del aire según la normatividad vigente?

Aspecto Ambiental		3. Consumo de agua potable		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
3.1	¿Existe algún mecanismo para el re-uso del agua de lavado?						
3.2	¿Existe algún mecanismo para la optimización del uso del agua? (hidrolavadoras, dispositivos ahorradores, etc.)						
3.3	¿Se hace algún seguimiento a las cantidades de agua consumidas en el proceso?						
3.4	¿Se usa el agua de lavado luego de ser tratada?						

Aspecto Ambiental		4. Emisión de ruido		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
4.1	¿Los equipos de corte y trituración cuentan con algún mecanismo de reducción del ruido?						
4.2	¿Los equipos de compactación cuentan con algún mecanismo de reducción del ruido?						
4.3	¿Se cuenta con cabinas acústicas de insonorización?						
4.4	¿Se cuenta con paneles acústicos absorbentes?						
4.5	¿Las personas expuestas al ruido hacen uso de los elementos de protección personal adecuados?						
4.6	¿Se hacen mediciones de ruido interior y exterior de las instalaciones?						
4.7	¿Se cumple con los límites permisibles para la emisión de ruido según normatividad vigente?						

Aspecto Ambiental		5. Saturación de objetos visuales		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
5.1	¿Se evidencia almacenamiento excesivo de los envases y empaques de bebidas?						
5.2	En lugares de almacenamiento fuera de bodega ¿Se cubren los envases y empaques de bebidas con material impermeable?						
5.3	¿Se evidencia el aislamiento de los envases y empaques de bebidas de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, etc.)						
5.4	¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?						
5.5	Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?						
5.6	¿El sitio de disposición cuenta con barreras visuales hacia el exterior? (Por ejemplo un muro, cerca viva, etc.)						
5.7	Para disposición final ¿El relleno cuenta con las condiciones adecuadas de operación?						

Aspecto Ambiental		6. Generación de lixiviados		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
6.1	¿Los envases y empaques de bebidas se encuentran protegidos de la intemperie?						
6.2	¿Se cuenta con una estructura para el almacenamiento de los envases y empaques de bebidas? (por ejemplo un cuarto de almacenamiento)						
6.3	¿Se evidencia el aislamiento de los envases y empaques de bebidas, de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, etc.)						
6.4	¿La estructura evita el ingreso de lluvia y aguas de escorrentías?						

- 6.5 ¿Se evidencia la ausencia de filtraciones de agua o goteras en el sitio de almacenamiento?
- 6.6 ¿El almacenamiento cuenta con un mecanismo de aislamiento y contención de residuos líquidos de los envases y empaques de bebidas? (por ejemplo un dique de contención, cárcamo, etc.)
- 6.7 En la disposición final ¿Se cuenta con sistemas de impermeabilización en la base y taludes?
- 6.8 En la disposición final ¿Se cuenta con sistemas de recolección, conducción y tratamiento de lixiviados?
- 6.9 En la disposición final ¿Se cuenta con mecanismos de control de ingreso de aguas pluviales por escorrentía?

Aspecto Ambiental		7. Emisión de olores ofensivos			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 7.1 ¿El lugar de almacenamiento es totalmente cubierto?
- 7.2 ¿Se evidencia la ausencia de filtraciones de agua o goteras en el sitio de almacenamiento?
- 7.3 ¿Se cubren los envases y empaques de bebidas con material impermeable en los lugares de almacenamiento fuera de bodega?
- 7.4 Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?
- 7.5 ¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?
- 7.6 ¿Se evidencia el aislamiento de los envases y empaques de bebidas, de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, etc.)
- 7.7 ¿Se realizan monitoreos de los olores en las zonas pobladas cercanas?

Aspecto Ambiental		8. Consumo de agua no potable			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 8.1 ¿Existe algún mecanismo para el re-uso del agua de lavado?
- 8.2 ¿Existe algún mecanismo para la optimización del uso del agua de lavado?
- 8.3 ¿Se hace algún seguimiento a las cantidades de agua consumidas en el proceso?

Aspecto Ambiental		9. Consumo de energía eléctrica			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 9.1 ¿Existen planes o programas de mantenimiento de los equipos eléctricos?
- 9.2 ¿Se evidencia la implementación de estos planes o programas?
- 9.3 ¿Existe capacitación del personal de la planta sobre el uso correcto de los equipos eléctricos?
- 9.4 ¿Los equipos empleados cuentan con tecnología de bajo consumo de energía?

Aspecto Ambiental		10. Descarte de envases y empaques de bebidas			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			

- 10.1 ¿Se conoce sobre algún programa de gestión de residuos de envases y empaques de bebidas?
- 10.2 ¿Se evidencia la separación en la fuente de este tipo de residuo?
- 10.3 ¿Los envases y empaques de bebidas se lavan y se dejan secar antes de ser depositados en la basura?
- 10.4 ¿Se procura la reducción del consumo de los envases y empaques de bebidas?
- 10.5 ¿Se tiene conocimiento del destino de los envases y empaques de bebidas después de ser descartados?

10.6 ¿Se tiene conocimiento de los efectos ambientales de los envases y empaques de bebidas como residuos?

10.7 ¿Se tienen preferencia por algún tipo de envases y empaques de bebidas, basado en sus características ambientales?

Aspecto Ambiental		11. Consumo de combustibles fósiles			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			
11.1	¿Se realizan las revisiones técnico-mecánicas de los vehículos?							
11.2	¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de los envases y empaques de bebidas para optimizar su transporte?							
11.3	¿Se cuenta con un protocolo para la conducción correcta del vehículo?							
11.4	¿Las rutas de recolección han sido optimizadas para evitar recorridos innecesarios?							
11.5	¿Se realiza el mantenimiento a los equipos que usan combustibles fósiles?							
11.6	¿Se hace uso de combustibles alternativos?							
11.7	¿Se usa la capacidad de carga máxima de los equipos para optimizar su uso?							

Aspecto Ambiental		12. Generación de residuos corto punzantes			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			
12.1	¿Las trituradoras o molinos cuentan con tolva?							
12.2	¿La trituración o molienda del material se hace en un compartimiento cerrado?							
12.3	¿Las trituradoras o molinos cuentan con un mecanismo de seguridad para evitar su apertura cuando esté en funcionamiento?							
12.4	¿Las personas que manipulan los envases y empaques de bebidas hacen uso de los elementos de protección personal adecuados?							

Aspecto Ambiental		13. Generación de residuos sólidos ordinarios			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			
13.1	¿Se hace una gestión adecuada de los residuos ordinarios generados en el proceso?							

Aspecto Ambiental		14. Generación de residuos sólidos reciclables			Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones			
14.1	¿Se hace una gestión adecuada de los residuos reciclables generados en el proceso?							

Tabla 163. Lista de verificación de actividades para la mitigación de aspectos e impactos ambientales para envases de plaguicidas

Tipo de residuo		Envases de plaguicidas			
Fecha de verificación					
Nombre del lugar					
Ubicación					
Nombre de quien realiza la verificación					
Nombre del funcionario					
Cargo					
Contacto (e-mail, celular, teléfono)					
Etapa de gestión					
Generación		Transporte		Tratamiento	
Almacenamiento temporal		Almacenamiento		Disposición final	
Recolección		Aprovechamiento		Otra	
Aspecto Ambiental		1. Generación de lixiviados		Se presenta	
				No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones
1.1	¿Los envases de plaguicidas se encuentran protegidos de la intemperie?				
1.2	¿Se cuenta con una estructura para el almacenamiento de los envases? (por ejemplo un cuarto de almacenamiento)				
1.3	¿Se evidencia el aislamiento de los envases de plaguicidas, de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, empaques y envases de medicamentos veterinarios, etc.)				
1.4	¿La estructura evita el ingreso de lluvia y aguas de escorrentía?				
1.5	¿Se evidencia la ausencia de filtraciones de agua o goteras en el sitio de almacenamiento?				
1.6	¿El almacenamiento cuenta con un mecanismo de aislamiento y contención de los residuos líquidos, provenientes de los envases de plaguicidas? (por ejemplo un dique de contención, cárcamo, etc.)				
1.7	En la disposición final ¿Las celdas cuentan con sistemas de impermeabilización en la base y taludes?				
1.8	En la disposición final ¿Las celdas cuentan con mecanismos de doble barrera en los taludes?				
1.9	En la disposición final ¿Se cuenta con sistemas de recolección, conducción y tratamiento de lixiviados?				
1.10	En la disposición final ¿Se cuenta con mecanismos de control de ingreso de aguas pluviales por escorrentía?				
1.11	En la disposición final ¿Existe un esquema de control para el ingreso de los residuos de acuerdo a las características de las celdas de seguridad y a la compatibilidad entre los residuos?				
Aspecto Ambiental		2. Emisiones de combustión		Se presenta	
				No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones
2.1	¿Se hace uso de filtros en los tubos de escape de los camiones?				
2.2	¿Se realizan las revisiones técnico-mecánicas de los vehículos?				
2.3	¿Se usan catalizadores y/o aditivos en el combustible para la reducción de contaminantes en los gases?				
2.4	¿Se cuenta con vehículos que usen algún tipo de combustible alternativo (gas, electricidad, biocombustible, etc.)?				
2.5	¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de los envases de plaguicidas para optimizar su transporte?				
2.6	¿Se cuenta con mecanismos de control y seguimiento a las condiciones del proceso?				
2.7	En sitios de aprovechamiento térmico o tratamiento ¿Se realizan				

mediciones de los parámetros de la calidad del aire a la salida de la chimenea?

2.8 ¿Se cumple con los límites permisibles de calidad del aire según la normatividad vigente?

Aspecto Ambiental		3. Vertimiento de aguas de interés sanitario		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
3.1	¿Existe un sistema de tratamiento para las aguas residuales del lavado?						
3.2	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de cribado y/o tamizaje?						
3.3	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos para ajuste de pH del agua?						
3.4	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de coagulación y floculación?						
3.5	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de filtración y separación?						
3.6	¿El sistema de tratamiento cuenta con mecanismos de remoción de contaminantes?						
3.7	¿A la salida del sistema de tratamiento hay una caja de aforo?						
3.8	¿Se realizan verificaciones de los parámetros de la calidad de agua tratada?						
3.9	¿Se cumplen los límites permisibles de calidad del agua que se vierte en las redes de alcantarillado y drenajes?						
3.10	¿Se cuenta con el permiso de vertimientos?						

Aspecto Ambiental		4. Emisión de olores ofensivos		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
4.1	¿Se cubren los envases en los lugares de almacenamiento al aire libre? (almacenamiento temporal y recolección)						
4.2	¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?						
4.3	Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?						
4.4	¿Se evidencia el aislamiento de los envases de plaguicidas, de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, empaques y envases de medicamentos veterinarios, etc.)						
4.5	¿Se realizan monitoreos de los olores en las zonas pobladas cercanas?						
4.6	¿Se hace uso de los elementos de protección por parte del personal que manipula los envases?						

Aspecto Ambiental		5. Emisión de ruido		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
5.1	¿Los equipos de corte y trituración cuentan con algún mecanismo de reducción del ruido?						
5.2	¿Los equipos de compactación cuentan con algún mecanismo de reducción del ruido?						
5.3	¿Se cuenta con cabinas acústicas de insonorización?						
5.4	¿Se cuenta con paneles acústicos absorbentes?						
5.5	¿Las personas expuestas al ruido hacen uso de los elementos de protección personal adecuados?						
5.6	¿Se hacen mediciones de ruido interior y exterior de las instalaciones?						
5.7	¿Se cumple con los límites permisibles para la emisión de ruido según normatividad vigente?						

Aspecto Ambiental		6. Saturación de objetos visuales		Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones		
6.1	¿Se evidencia almacenamiento excesivo de los envases de						

- plaguicidas?
- 6.2 En lugares de almacenamiento fuera de bodega o de una infraestructura adecuada para tal fin. ¿Se cubren los envases de plaguicidas con material impermeable?
- 6.3 ¿Se evidencia el aislamiento de los envases de plaguicidas de otro tipo de residuos? (por ejemplo residuos ordinarios, reciclables, empaques y envases de medicamentos veterinarios, etc.)
- 6.4 ¿Se realizan limpiezas frecuentes del lugar de almacenamiento?
- 6.5 Para almacenamientos en una infraestructura ¿Se mantienen puertas y ventanas cerradas?
- 6.6 ¿El sitio de disposición cuenta con barreras visuales hacia el exterior? (Por ejemplo un muro, cerca viva, etc.)

Aspecto Ambiental		7. Consumo de combustibles fósiles			Se presenta	No se presenta
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones	
7.1	¿Se realizan las revisiones técnico-mecánicas de los vehículos?					
7.2	¿Se cuenta con mecanismos de reducción del volumen de los envases de plaguicidas para optimizar su transporte?					
7.3	¿Se cuenta con un protocolo para la conducción correcta del vehículo?					
7.4	¿Las rutas de recolección han sido optimizadas para evitar recorridos innecesarios?					
7.5	¿Se realiza el mantenimiento a los equipos que usan combustibles fósiles?					
7.6	¿Se hace uso de combustibles alternativos?					
7.7	¿Se usa la capacidad de carga máxima de los equipos para optimizar su uso?					

Aspecto Ambiental		8. Consumo de agua potable			Se presenta	No se presenta
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones	
8.1	¿Existe algún mecanismo para el re-uso del agua de lavado?					
8.2	¿Existe algún mecanismo para la optimización del uso del agua? (hidrolavadoras, dispositivos ahorradores, etc.)					
8.3	¿Se hace algún seguimiento a las cantidades de agua consumidas en el proceso?					
8.4	¿Se usa el agua de lavado luego de ser tratada?					

Aspecto Ambiental		9. Consumo de energía eléctrica			Se presenta	No se presenta
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones	
9.1	¿Existen planes o programas de mantenimiento de los equipos eléctricos?					
9.2	¿Se evidencia la implementación de estos planes o programas?					
9.3	¿Existe capacitación del personal de la planta sobre el uso correcto de los equipos eléctricos?					
9.4	¿Los equipos empleados cuentan con tecnología de bajo consumo de energía?					

Aspecto Ambiental		10. Descarte de envases de plaguicidas			Se presenta	No se presenta
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones	
10.1	¿Se tiene conocimiento sobre algún programa de gestión de envases de plaguicidas?					
10.2	¿Se evidencia la separación en la fuente de este tipo de residuo?					
10.3	¿A los envases de plaguicidas se les aplica el triple lavado?					
10.4	¿Se procura la reducción de envases de plaguicidas? (por ejemplo mediante la compra de presentaciones con mayor contenido de producto)					

- 10.5 ¿Se tiene conocimiento del destino de los envases de plaguicidas después de ser descartados?
- 10.6 ¿Se tiene conocimiento de los efectos ambientales de los envases de plaguicidas como residuos?
- 10.7 ¿Se retornan o devuelven los envases de plaguicidas a los distribuidores donde se adquirieron?
- 10.8 ¿Se depositan los envases de plaguicidas en los puntos de recolección establecidos por los gestores?
- 10.9 ¿Se siguen las instrucciones de manejo seguro para devolver los envases de plaguicidas? (triple lavado, envases con perforaciones para evitar su uso, no disponerlos con otros residuos, entre otros)
- 10.10 ¿Se hace parte del esquema de recolección selectiva y gestión ambiental de envases de plaguicidas?
- 10.11 ¿Se acepta la devolución de los envases de plaguicidas, sin cargo alguno para el consumidor? (si se hace parte del sistema de recolección y gestión)
- 10.12 ¿Se informa a los consumidores sobre los puntos de recolección de los envases de plaguicidas?
- 10.13 ¿Se dispone de un espacio, provisto por el productor y/o comercializador, para la recolección de los envases de plaguicidas?

Aspecto Ambiental	11. Consumo de agua no potable	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones

- 11.1 ¿Existe algún mecanismo para el re-uso del agua de lavado?
- 11.2 ¿Existe algún mecanismo para la optimización del uso del agua de lavado?
- 11.3 ¿Se hace algún seguimiento a las cantidades de agua consumidas en el proceso?

Aspecto Ambiental	12. Generación de residuos químicos	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones

- 12.1 ¿Existe separación de los residuos químicos para su gestión posterior como respel?
- 12.2 ¿Se cuenta con un gestor de respel?
- 12.3 ¿El personal que manipula los residuos cuenta con los elementos de protección adecuados?

Aspecto Ambiental	13. Generación de residuos biosanitarios	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones

- 12.1 ¿Existe separación de los residuos biosanitarios para su gestión posterior como respel?
- 12.2 ¿Se cuenta con un gestor de respel?

Aspecto Ambiental	14. Generación de residuos sólidos reciclables	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones

- 14.1 ¿Se hace una gestión adecuada de los residuos reciclables generados en el proceso?

Aspecto Ambiental	15. Generación de residuos sólidos ordinarios	Se presenta		No se presenta	
N°	Ítem	Si	No	No aplica	Observaciones

- 15.1 ¿Se hace una gestión adecuada de los residuos ordinarios generados en el proceso?

10.4.ANEXO 4. Proyectos de inversión de los PGIRS de las ciudades objeto de estudio.

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
PGIR - MEDELLÍN					
Programa de aprovechamiento de residuos	Identificación de estrategias de valoración integral del aprovechamiento	Número de acciones implementadas / total de acciones identificadas	Estudio de mercado que identifique los flujos de los materiales y las acciones que permitan optimizar los recursos económicos para las organizaciones con sistema de valoración económica de los impactos ambientales, sociales y ahorros económicos	1.375	
	Aplicación de incentivos tributarios que fomenten la demanda de materiales aprovechables	Organizaciones fortalecidas / Cantidad total de organizaciones	Diseño y desarrollo de incentivos tributarios para fomentar el uso de materias primas de residuos aprovechables	446	
	Fortalecimiento a las dinámicas de mercados de los residuos aprovechables	Informe de seguimiento de la actividad de aprovechamiento	Acompañamiento y pedagogía en la gestión de residuos aprovechables (reciclables y orgánicos) para multiusuarios. •Acompañamiento técnico al establecimiento de estrategias de aprovechamiento en plazas de mercado. •Articulación del proyecto de aprovechamiento con las demás actividades del servicio público de aseo	1.379	
	Desarrollo de estrategias para dar sostenibilidad a los proyectos de aprovechamiento	Cantidad de material reciclable captado (kg al mes) / residuos sólidos generados (reciclable + ordinarios) (kg/mes) en las ECAS	•Estudio técnico para la determinación de la viabilidad técnica, operativa, financiera, ambiental, comercial y social de estrategias de aprovechamiento. •Puesta en marcha de un piloto acuerdo con los resultados del estudio.	2.958	
Programa de disposición final	Identificación y viabilización de los sitios de disposición de residuos	No. De sitios seleccionados y analizados que cumplan con la normatividad vigente y las condiciones adecuadas	Realización de estudios para identificar y seleccionar los sitios para la disposición final y contingencia	1.555	
	Identificación de alternativas de sitios viabilizados para afrontar contingencias respecto a la disposición final	No. De sitios definidos / No. De sitios estudiados			
	Articulación de las entidades involucradas en la gestión integral de los residuos	No. De entidades asistentes / No. De entidades convocadas	Mesa de trabajo (Comité PGIRS)		

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
Programa de residuos sólidos especiales	Recopilar información asociada a la gestión de residuos sólidos especiales	Número de diagnósticos para la gestión de los residuos sólidos especiales	Elaborar un diagnóstico con el fin de conocer generadores, cantidades, tipos y manejo de los residuos sólidos especiales.	850	
			Formular alternativas y fortalecer las existentes (Generar alternativas de aprovechamiento a partir del diagnóstico de los Residuos Sólidos Especiales.(Desarrollar un proyecto piloto para la recepción de residuos sólidos especiales)		
			Realizar un estudio de mercado de los Residuos Sólidos Especiales.		
	Definir las competencias entre las entidades públicas y privadas relacionadas con la gestión de los residuos especiales	Número de actos de administrativos	Articular en las mesas de trabajo del SIGAM las entidades competentes para la gestión de residuos sólidos especiales.		
	Crear una guía para el manejo y gestión integral de RSE de obligatorio cumplimiento	Número de guías implementadas para la gestión integral de los residuos sólidos especiales	Elaborar, adoptar y divulgar una guía que defina el manejo y gestión integral de los Residuos Sólidos Especiales, teniendo en cuenta los manuales existentes.		
Programa de Residuos Peligrosos	Crear mecanismos estratégicos de educación y sensibilización en el manejo adecuado de residuos peligrosos.	Número de estrategias implementadas/ Número de Estrategias planteadas	Realizar campañas de sensibilización y capacitación sobre el manejo de Residuos Peligrosos.	600	
	Identificar y seleccionar sitios para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de Residuos Peligrosos.	Número de sitios aptos para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos peligrosos / Número de sitios identificados para para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de RESPEL	Realizar un estudio para la definición de sitios para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los Residuos Peligrosos	371	
	Guía para el manejo y gestión integral de Residuos Peligrosos de obligatorio cumplimiento para el sector residencial	Número de guías implementadas y difundidas para la gestión integral de los Residuos Peligrosos en el Sector residencial	Crear y difundir una guía para el sector residencial que defina el manejo y gestión integral de los Residuos Peligrosos.	49	
	Crear sinergias para apoyar los programas posconsumo desde las instituciones	Número de propuestas para apoyar los programas posconsumo en las mesas de trabajo del SIGAM durante el año.	Fomentar mesas de trabajo del SIGAM que generen compromisos para articular el trabajo entre el municipio y entidades del sector productivo.		

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
	Fortalecer el control y vigilancia de los generadores de Residuos Peligrosos	Número de Visitas realizadas a los generadores de RESPEL en el año/Número de visitas programadas a los generadores de RESPEL en el año	Fortalecer la logística para el seguimiento, verificación y control a los generadores de Residuos Peligrosos	1.071	
Programa de gestión de residuos sólidos en el área rural	Articular los actores involucrados municipales y Operadores del Servicio Público de Aseo y organizaciones.	Número de mesas del PGIRS / año	Desarrollo de un plan de acción articulado (Plan de trabajo para desarrollar acciones que mejoren la gestión integral de los residuos sólidos en el área rural)		
	Tipificar los usuarios en las zonas dispersas del área rural	Número de informes	Realizar estudio de caracterización de la población rural dispersa partiendo del censo Agropecuario.	830	
	Aumentar las Alternativas que favorezcan y potencien el aumento de la captación de residuos sólidos aprovechables	Porcentaje (%) de captación de los residuos aprovechables	Realizar capacitaciones de aprovechamiento, separación en la fuente, presentación de residuos y alternativas de recolección.	301	
Educación y sensibilización en la gestión de los residuos sólidos	Criterios unificados en los procesos de educación en la gestión integral de los residuos	% de Cumplimiento de la acciones educativas	Diseño e implementación de acciones educativas de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la ciudad, transversal a todos los programas, que incluya divulgación, charlas pedagógicas, capacitaciones, diseñadas específicamente para el público objetivo al que va dirigido, articulado al Plan de Educación Ambiental del municipio.	2.672	
	Implementación y fortalecimiento de los PRAES con énfasis en la Gestión Integral de los Residuos Sólidos	Número de PRAES Implementados	Establecimiento de acciones formativas dentro del currículo educativo enfocadas al cuidado del medio ambiente y la gestión adecuada de recursos y residuos.	2.000	
		Número de las IE del municipio con personal capacitado en la GIRS/ Número de IE del municipio			
Socialización del PGIRS como instrumento planificador para la Gestión Integral de Residuos Sólidos	% de Cumplimiento de la socialización	Gestión de las comunicaciones para la divulgación del PGIRS y el compromiso de los involucrados	429		
PGIR - CALI					
Programa de aprovechamiento	Desarrollar las estrategias de IEC frente a la reutilización, reducción, reciclaje y la separación en la fuente de los residuos potencialmente aprovechables en el Municipio Santiago de Cali.	No. De estrategias IEC diseñadas para la promoción de la cultura de separación en la fuente, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Santiago de Cali	Formular las estrategias IEC para la promoción de la cultura de buen manejo de residuos sólidos, separación en la fuente y aprovechamiento de residuos sólidos en el Municipio de Santiago de Cali.	120	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
		No. Consolidado de información para cada público objetivo, No. de estrategias IEC Ejecutadas, No. De piezas publicitadas creadas y distribuidas , Indicadores específicos de las estrategias y planes de mejoramiento continuo en el tiempo	Poner en marcha de las estrategias de Información , Educación e Información para la promoción de la cultura de separación en la fuente y manejo adecuado de los residuos	5.400	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)
		No. De incentivos para Formulados para propiciar actividades en los procesos de aprovechamiento en el municipio de Santiago de Cali	Implementar estrategias para generación de incentivos en procesos de separación en la fuente, recolección selectiva, acopio y reciclaje de residuos, como actividades fundamentales en los procesos de aprovechamiento en el municipio de Santiago de Cali	120	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica) Sector Privado, Sector educativo
	Realizar estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de residuos sólidos en Santiago de Cali, para determinar la viabilidad de los proyectos y su sostenibilidad en el tiempo.	Numero de Estudios de factibilidad para el aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Santiago de Cali. Realizados / Total de Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de residuos sólidos en Cali Propyectados	Realizar Estudios de factibilidad para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en el municipio de Santiago de Cali.	650	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)
		Numero de Ajustes de factibilidad para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en las Plazas de Mercados, Mercados Móviles Mercados Móviles, Cementerios, Mataderos o Frigoríficos, Estadio y Terminal de Transporte en el Municipio de Santiago de Cali.	Ajustar Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en las Plazas de Mercados y Mercados Móviles, Cementerios, Mataderos o Frigoríficos, Estadio y Terminal de Transporte.	250	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica) Sector Privado, Sector educativo
		Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de pequeño, medianas y grandes	Caracterizar la actividad de bodegaje en el Municipio de Santiago de Cali	270	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)
		Puesta en marcha la operación y mantenimiento de acuerdo a la naturaleza jurídica, diseño organizacional, financiamiento del parque ambiental y tecnológico para la GIRS del Municipio.	Implementar la operación y mantenimiento de acuerdo a la naturaleza jurídica, diseño organizacional, financiamiento del parque ambiental y tecnológico para la GIRS del Municipio.	7.000	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
	Definir estrategias de orden técnico, operativo y administrativo, en el componente de aprovechamiento en el Municipio de Santiago de Cali.	Cobertura de rutas selectivas: Barrios con disponibilidad de rutas selectivas / total de barrios (%)	Implementar la ruta selectiva y puesta en marcha de equipamientos para la gestión diferenciada de los RS en el municipio de Cali.	28.000	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica)
		Numero de manuales actualizados y ajustados para la implementación de sistemas de gestión integral de residuos sólidos	Revisar, Actualizar y Ajustar, los manuales para la implementación de sistemas de gestión integral de residuos sólidos en cinco sectores	80	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica) Sector Privado, SGR, Recursos del orden nacional
		Número de UAR espacio público	Realizar el inventario UAR espacio público y generación de estrategias para su adecuado funcionamiento.	120	Recursos propios (SGP, libre destinación y destinación específica) Sector Privado, SGR, Recursos del orden Nacional
Programa de Disposición final	Gestionar el adecuado manejo y operatividad del antiguo sitio de disposición final de Navarro	Numero de estudios realizados	Evaluación de alternativas para la disposición final de residuos sólidos y sus actividades conexas	350	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación) ; Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado
		Numero de estudios realizados	Valoración de los pasivos ambientales generados por la disposición final inadecuada de residuos sólidos y alternativas de manejo integral.	450	
		Numero de estudios realizados	Estudio definitivo de impacto ambiental para la delimitación del área de aislamiento del antiguo relleno sanitario de Navarro.	450	
		Lixiviados tratados	Mantenimiento del sistema de tratamiento de lixiviados del sitio de disposición final de Navarro en el municipio de Santiago de Cali	62.400	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación - destinación específica), sobretasa ambiental, tasa retributiva
	Mantenimiento y monitoreo realizado anualmente				
	Definir lineamientos para la articulación interinstitucional e intersectorial para adecuada gestión de la disposición final de residuos sólidos.	Numero de estudios realizados	Definición de estrategias para promover la articulación interinstitucional e intersectorial para la gestión de la disposición final de residuos sólidos	180	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación - destinación específica)
		Política regional establecida	Establecer una política regional con los municipios vecinos para el manejo adecuado de la disposición final de residuos sólidos y sus actividades conexas		

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
	Promover acciones para la promoción de la adecuada disposición final de residuos.	Numero de estudios realizados	Diseño de estrategias IEC asociadas a la disposición final de los residuos sólidos generados en el Municipio de Santiago de Cali.	150	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación - destinación específica)
		No se tiene identificad o hasta tanto no se haya ejecutado el proyecto de diseño de estrategias IEC el ítem anterior	Implementación de las estrategias IEC asociadas a la disposición final de los residuos sólidos generados en el Municipio de Santiago de Cali.	600	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación - destinación específica)
		Elaboración de material técnico especializa do y para la ciudadanía así como instancias como foros, seminarios, eventos para la promoción de la disposición final adecuada	Desarrollo de procesos de sensibilización, responsabilidad ambiental empresarial y ciudadana frente a la adecuada disposición final de los residuos sólidos y sus actividades conexas		
Programa RESPEL	Desarrollar procesos de capacitación e investigación para la gestión integral de los RESPEL generados en la ciudad de Cali.	Número de estudios realizados	Estudio de Caracterización y cuantificación de los residuos peligrosos generados en el municipio de Santiago de Cali	1.200	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación); Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado
		Numero de estrategias de Información, Educación y Comunicación - IEC para la gestión INTEGRAL de RESPEL	Diseño e implementación de una Estrategia de Información, Educación y Comunicación - IEC para la gestión integral de residuos peligrosos en Cali	1.500	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación); Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado
		Número de sistemas de información para la gestión de RESPEL en Cali	Diseño e implementación de un sistema de información para la gestión de RESPEL en Cali	2.000	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación); Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado
	Promover la articulación intersectorial para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los RESPEL en grandes y pequeños generadores en Cali	Número de estrategias sectoriales para la minimización, aprovechamiento , tratamiento y disposición final de RESPEL generados en la ciudad de Cali	Diseño de estrategias para la minimización, aprovechamiento , tratamiento y disposición final de los RESPEL en grandes y pequeños generadores en Cali	6.500	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación); Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado
	Fortalecer las actividades de inspección, vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normatividad vigente para la gestión de los residuos peligrosos generados en la ciudad de Cali.	Porcentaje de establecimientos inspeccionados, vigilados y controlados en el cumplimiento de la normatividad vigente para la gestión de los residuos peligrosos generados en su actividad	Mejoramiento de las acciones de inspección, vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normatividad vigente para la gestión de los residuos peligrosos generados en la ciudad de Cali.	720	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación); Recursos del orden nacional (SGR, MVCT); Sector privado



PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
Programa de Gestión de Residuos Sólidos en zona rural	Evaluar las condiciones de la actual prestación del servicio público de aseo en la zona rural	Número de campañas realizadas por corregimiento.	Adelantar campañas de promoción de la cultura de separación en la fuente en los corregimientos en el marco del programa de gestión de residuos en la zona rural.		
	Diseñar un esquema de recolección diferenciado atendiendo las características de la zona rural.	Estudio de factibilidad para el aprovechamiento de los residuos sólidos de cinco corregimientos de la zona rural.	Estudio de factibilidad técnica, administrativa, ambiental y económica para la implementación de alternativas de aprovechamiento para la zona rural del Municipio de Santiago de Cali.	500	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación)
		Numero de alianzas de investigación y desarrollo implementadas.	Alianzas con por los menos dos universidades para adelantar procesos de Investigación y Desarrollo en el marco de la gestión de los Residuos Sólidos.		
	Promover intervenciones y prácticas para la gestión adecuada de los residuos sólidos en la zona rural	Número de estrategias IEC diseñadas para la zona rural.	Diseño de Estrategias de Información, Educación y Comunicación - IEC para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la zona rural del Municipio.	500	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación)
		Número de Alternativas de manejo diseñadas e implementadas	Implementación de alternativa de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos en la zona rural del Municipio de Santiago de Cali.	3.000	Recursos propios (SGP - Otros sectores - Libre destinación) - Regalías - PDA
		Alianza establecida con el SENA	Se han establecido alianza con el SENA para adelantar procesos de capacitación comunitaria en el marco del programa de Gestión de Residuos en la Zona Rural.		
		Número de programas de formación diseñados/ Número de programas de formación implementados para los habitantes de la zona rural.	Se han implementado programas de formación a la medida dirigida a la población de los corregimientos para el manejo la gestión integral de residuos sólidos, tales como la prevención y la minimización, la separación en la fuente, el compostaje in situ y el aprovechamiento de residuos reciclables, entre otros.		
		Número de alianzas establecidas con el sector industrial y comercial en el marco del aprovechamiento de los residuos sólidos de la zona rural.	Promover alianzas en el marco del aprovechamiento de los residuos sólidos de la zona rural con el sector industrial y comercial		
		Iniciativas de aprovechamiento identificadas / Iniciativas de aprovechamiento fortalecidas	Fortalecer iniciativas de aprovechamiento realizadas por la población o grupos organizados de las comunidades de la zona rural.		
PGIR - BARRANQUILLA					

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
Programa de recolección y transporte	Mejoras en el almacenamiento y presentación de los residuos sólidos mediante la implementación de un sistema de contenerización	Número de usuarios beneficiados de la contenerización	Implementación de la recolección mecanizada a los grandes productores con generación de residuos sólidos ≥ 10 m ³	3.000	
			Implementación de la recolección mecanizada a los usuarios agrupados y grandes productores con generación de residuos sólidos < 10 m ³ .		
			Evaluar la viabilidad de la recolección mecanizada en la zona urbana del Distrito		
Programa de aprovechamiento	Aprovechamiento de Residuos Sólidos en el Distrito de Barranquilla	Meta final: Implementar un plan de aprovechamiento de los residuos sólidos generados en el Distrito	Determinar la cantidad de residuos aprovechables generados en el Distrito	1.000	
			Identificar las opciones del mercado para la comercialización de los residuos aprovechables.		
			Realizar el estudio de factibilidad para el aprovechamiento de los residuos aprovechables generados en el Distrito.		
	Desarrollo de Estrategias de Información, Educación y Comunicación (IEC) enfocadas a la reutilización, reducción, reciclaje y separación en la fuente de los residuos potencialmente aprovechables	Meta final: Lograr que los ciudadanos del Distrito adopten la cultura de la separación en la fuente de los residuos sólidos.	Promocionar a través de medios de comunicación campañas de la no basura en las zonas y vías públicas, incentivando la cultura ciudadana depositando los residuos en las canecas dispuestas para tal actividad.	3.500	
			Realizar charlas de capacitación a los ciudadanos del Distrito sobre el buen manejo de los residuos sólidos en las zonas y vías públicas de la ciudad		
			Evaluar el éxito del plan, identificar las deficiencias, rediseñar y ejecutar.		
Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos en el Relleno Sanitario Parque Ambiental Los Pocitos	Operación efectiva de la planta de aprovechamiento	Desarrollar un proyecto de investigación en el que se describa el proceso de evaluación y análisis de la propuesta de aprovechamiento escogida para desarrollo e implementación	Inversión capital privado		
		Construir una planta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario Parque Ambiental Los Pocitos.			
		Operación de la planta de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en el relleno sanitario Parque Ambiental Los Pocitos.			

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
Programa de disposición final	Erradicación de puntos críticos de vertido incontrolado de residuos	% de puntos críticos erradicados en el Distrito	Identificar los puntos críticos de vertido incontrolado en el Distrito	Tarifa	
			Recopilar los datos necesarios para estudiar las alternativas y estrategias necesarias para ejecutar el cierre de los puntos críticos identificados.		
			Implementar las alternativas correctivas para erradicar los puntos críticos identificados en el Distrito.		
Programa de gestión de residuos sólidos especiales	Aprovechamiento de residuos sólidos especiales	Porcentaje de residuos sólidos especiales aprovechados	Realizar la caracterización y cuantificación de los residuos sólidos especiales generados en el Distrito y valorar las condiciones posibles para su reutilización o creación de nuevos productos	Tarifa	
			Evaluar las oportunidades de comercialización y/o uso de los residuos sólidos especiales con potencial de aprovechamiento.		
Programa de gestión de residuos sólidos en el área rural	De acuerdo al POT de Barranquilla existen zonas de expansión urbana que son consideradas zonas rurales de la ciudad. Sin embargo, por la cercanía al casco urbano y su infraestructura que no limita ningún servicio de aseo, se tomarán las mismas medidas expuestas en los diferentes programas planteados en este documento PGIRS, es decir, estas zonas rurales serán igualadas a zonas urbanas en lo que refiere a la prestación del servicio público de aseo.				
PGIR - BOGOTÁ					
Programa de recolección transporte y transferencia	Diseño y operación de la actividad de recolección selectiva, transporte y transferencia de residuos	Un documento de lineamientos técnicos para la presentación de residuos	Definición de lineamientos técnicos e implementación y/o ajuste de formas y modelos operativos (presentación de residuos, recolección, características de los vehículos, entre otros) para la GIR.	17.122	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad
		Documento con la definición de las rutas de recolección selectiva transporte y transferencia de residuos			
		Número de rutas que garanticen cobertura de 100%			
Programa de aprovechamiento	Aprovechamiento de residuos orgánicos	Número de puntos de aprovechamiento de residuos orgánicos operando	Operación de los puntos de aprovechamiento de residuos orgánicos (in situ y experiencias comunitarias)	1.623	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
		Toneladas de ROP aprovechados			ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad
	Aprovechamiento de residuos de construcción y demolición	Centros de Tratamiento y Aprovechamiento de RCD, Centros de Recuperación de Espacios Degradados, y operación de los Puntos Limpios de RCD operando	Operación de los Centros de Tratamiento y Aprovechamiento de RCD, Centros de Recuperación de Espacios Degradados, y operación de los Puntos Limpios de RCD	6.492	
Programa de disposición final	Estudio para aprovechar el residuo sólido urbano (RSU) ya enterrado, mediante tecnología de minería de relleno	Estudio elaborado	Realización de un estudio que determine la viabilidad técnica, financiera y ambiental del aprovechamiento de RSU ya enterrado, mediante tecnología de minería de relleno	213	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad
Programa de gestión de residuos especiales	Modelo de costos, incentivos económicos y regulación para la gestión de Residuos no contemplados en la resolución tarifaria vigente (RCD, Industriales y Especiales).	Número de modelos de incentivos e iniciativas de colaboración (PPS) diseñados e implementados	<p>Elaboración e implementación de un modelo de costos que contemple la recolección, acopio, transporte, aprovechamiento y disposición final (en caso de ser necesario) de los RCDs, Industriales y Especiales generados en el Distrito Capital</p> <p>Creación de un incentivo para impulsar la entrega de material potencialmente aprovechable relacionado a la generación de RCD, residuos especiales y residuos industriales que sean entregados a centros de tratamiento y aprovechamiento autorizados para procesar este tipo de residuos</p> <p>Realización de un estudio económico que determine los costos que se deben cobrar a los generadores de RCD, Residuos Especiales y Residuos Industriales que no cumplan con los porcentajes de aprovechamiento dispuesto en la normatividad vigente o aquella que la modifique, para de esta forma implementar la estrategia de quien contamina paga.</p>	1.334	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN / COMPONENTES	INDICADOR	ACTIVIDADES	COSTO (MILLONES)	POSIBLES FUENTES FINANCIACIÓN
Programa institucional para la prestación de servicio público de aseo	Desarrollo normativo para la gestión integral y diferencial de residuos.	Número de informes y % de avance	Reglamentar los lineamientos arquitectónicos, urbanísticos y técnicos de las Infraestructuras necesarias para la gestión diferencial de los residuos y la prestación del servicio público de aseo. (Ajuste al decreto 620 de 2007).	2.623	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad
		Número de normas identificadas y % de avance de revisión de normas	Revisión, actualización y/o ajustes de la normatividad existente aplicable a la gestión de residuos sólidos. (Por tipo de residuo.)		
		Número de informes reportados por las entidades	Fortalecer la gestión institucional del aprovechamiento de los MPA en el Distrito		
		Número de programas creados y/o ajustados para el sector industrial, productivo y comercial	Creación y/o ajuste de programas existentes para el sector industrial, productivo y comercial que limiten la utilización excesiva de materia prima en sus productos y servicios.		
Gestión y formación en investigación aplicada en la Gestión Integral de Residuos.	Creación de un Instituto Distrital de Investigación para la Gestión Integral de Residuos	Documento propuesta radicado ante el Concejo de Bogotá	Elaboración de estudios de factibilidad técnica, económica y administrativa para la creación del instituto para el Distrito capital	3.600	Propios del municipio - Fondo de solidaridad y redistribución de ingresos - SGP de Agua Potable y Saneamiento Básico - SGP de propósito General de Libre Inversión - Regalías Directas - Planes para la Prosperidad
	Investigación y aplicación de tecnologías enfocadas al aprovechamiento térmico y eléctrico por tipo de residuos (Valoración energética de residuos)	Tecnologías aplicadas instaladas, operativas y funcionales	Investigación para la viabilidad técnica, económica y administrativa que argumente la utilización de diferentes tecnologías (Pirolisis, termólisis, gasificación, digestión aeróbica, digestión anaeróbica) para el aprovechamientos de residuos sólidos putrescibles	3.589	

10.5.ANEXO 5. Proyectos de inversión de las CAR del área de estudio, relacionados con la gestión de residuos.

PROGRAMA	PROYECTO / GESTIÓN	INDICADOR	METAS	COSTO (MILLONES)
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR				
Cultural para la protección ambiental	Promover la cultura ambiental en los actores sociales del territorio CAR a través de estrategias educativas de práctica y auto gestión que permitan la sostenibilidad ambiental.	Porcentajes de avance anuales en la implementación del plan	Meta 2.2. Implementar el 100% del plan de fortalecimiento de cultura para la gestión de los residuos, con porcentajes anuales de avance. Ciclo Re Ciclo.	28,4 mil millones para todo el programa
Evaluación, control y vigilancia al uso, manejo, aprovechamiento y movilización de los recursos naturales.	Realizar el ejercicio de la autoridad ambiental a través de acciones de evaluación, seguimiento y control ambiental de los recursos naturales y los ecosistemas en el área de jurisdicción de la Corporación	Porcentajes de ejecución de actividades priorizadas en el plan de gestión integral de RESPEL - CAR	Meta 7.6. cumplir el 100% de las actividades priorizadas en el plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos RESPEL de la CAR.	49,9 mil millones en todo el programa
		Porcentajes de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS, con seguimiento a metas de aprovechamiento.	Meta 7.7. Efectuar el 100% del seguimiento anual a los planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS en el territorio CAR	
CORPORACIÓN AUTÓNOMA DEL VALLE DEL CAUCA - CVC				
Calidad ambiental urbana y rural	Estrategias para el mejoramiento ambiental: Calidad de Aire y Gestión de Residuos Sólidos y Peligrosos	Porcentaje de residuos sólidos ordinarios y residuos de construcción y demolición (RCD), aprovechados en la vertiente Cauca	10% para 2019	4.227
		Porcentaje de residuos sólidos ordinarios y residuos de construcción y demolición (RCD), aprovechados en la vertiente Pacífico	30% para 2019	
		Porcentaje de implementación del plan de gestión integral de residuos peligrosos para el Valle del Cauca	48% para 2018	
	Gestión Ambiental en el Territorio	Municipios con acceso a sitios de disposición final de residuos sólidos técnicamente adecuados y autorizados por la Corporación (rellenos sanitarios, celdas transitorias) con respecto al total de municipios de la jurisdicción	100% para 2019	34.014
		Empresas generadoras de residuos peligrosos con seguimiento	720 empresas para 2019	
		Empresas receptoras de residuos peligrosos con seguimiento	80 empresas para 2019	
		Residuos sólidos peligrosos (RESPEL) aprovechados con relación a los generados	62% para 2019	



		Porcentaje de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) con seguimiento a metas de aprovechamiento	100% para 2019	
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA				
Formación de los actores de la Educación Ambiental	Capacitación y campañas en manejo ambiental (Residuos Peligrosos, Arborización, Residuos Sólidos, Cambio Climático, entre otros)	Número de capacitaciones y campañas en manejo ambiental	8 capacitaciones y campañas, dos por año: 2016, 2017, 2018, 2019	4,3 mil millones en todo el programa
Producción y consumo sostenible - Producción más Limpia	Suscripción de convenios de producción más limpia con organizaciones del sector productivo para la gestión integral de los residuos de construcción y demolición RCD-Escombros	Número de convenios suscritos	3 convenios suscritos, uno para cada año: 2017, 2018, 2019	3,3 mil millones en todo el programa
	Posconsumo de residuos departamento del Atlántico	Porcentaje de avance del Programa de Posconsumo de Residuos	10% de avance para 2016, 40% para 2017, 70% para 2018, 100% para 2019	
Acuerdos internacionales	Plan de aprovechamiento energético de residuos sólidos orgánicos urbanos y rurales y su implementación	Número de planes formulados	3 planes formulados, uno para cada año: 2017, 2018, 2019	3,1 mil millones en todo el programa
		Porcentaje de avance de implementación del plan	50% de avance para 2018, 100% para 2019	
Manejo integral de residuos sólidos	Asesoría y seguimiento a los PGIRS municipales anuales	Porcentaje de PGIRS con seguimiento	100% PGIRS en seguimiento	4,5 mil millones en todo el programa
	Gestión ambiental de residuos provenientes de construcción y demolición	Número de proyectos de aprovechamiento de residuos sólidos gestionados	3 proyectos de aprovechamiento gestionados	
		Número de diagnósticos de RCD en el departamento del Atlántico	1 diagnóstico de RCD	
Programa Gestión Integral de Residuos Sólidos	Plan Departamental de Residuos Peligrosos	Número de planes departamentales de Residuos Peligrosos	1 plan departamental para 2016	4,6 mil millones en todo el programa
	Estrategias implementadas en el marco del Plan Departamental de Residuos Peligrosos	Número de estrategias implementadas	3 estrategias implementadas, una para 2017, 2018 y 2019	
	Seguimiento al manejo de residuos peligrosos en el sector industrial	Porcentaje de empresas con seguimiento a Respel	90% de empresas para 2016, 100% para 2017	
	Seguimiento al manejo de residuos peligrosos en las EDS y entidades de salud	Porcentaje de EDS y entidades de salud con seguimiento a Respel	90% de entidades para 2016, 100% para 2017	
	Campañas de recolección selectiva para el manejo adecuado de los residuos peligrosos y RAEE	Porcentaje de proyectos RAEE realizados		
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE ANTIOQUIA - CORANTIOQUIA				

Gestión Ambiental, Sectorial y Urbana para el crecimiento verde	Gestión Integral de Residuos Sólidos (Reciclables, No Reciclables y Peligrosos)	No. de municipios con gestión integral de residuos sólidos fortalecida	40 municipios con gestión integral de residuos sólidos fortalecida	4.335
--	---	--	--	-------