

DISEÑO DE PLANTA INTEGRAL PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.

CASO: Bogotá D.C.

PRESENTADO POR
JONATHAN RICARDO HERRÁN FLORE

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL
PROGRAMA ARQUITECTURA
PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER
2020

DISEÑO DE PLANTA INTEGRAL PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.

CASO: Bogotá D.C.

PRESENTADO POR
JONATHAN RICARDO HERRÁN FLORE

Trabajo de monografía para optar el título de arquitecto

DIRECTOR:
ARQ. JAVIER FRANCISCO PEÑALOSA OTERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO ARQUITECTURA Y DISEÑO INDUSTRIAL
PROGRAMA ARQUITECTURA
PAMPLONA-NORTE DE SANTANDER
2020

ÍNDICE

CAPÍTULO I. FASE PRELIMINAR.	17
1.1. Identificación de la problemática.....	17
1.2. Justificación.....	17
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Metodología del proyecto.	21
CAPÍTULO II. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	23
2.1. Antecedentes.	23
2.2. Fundamentación teórica.....	26
2.2.1. Economías creativas, un modelo económico inclusivo.....	29
2.2.2. Desarrollo humano.	38
2.3. La educación ambiental como herramienta creadora de conciencia.....	44
2.4. Gestión de residuos a nivel global.....	46
2.4.1. Japón.....	46
2.4.2. Noruega.	49
2.4.3. México.	51
2.4.4. Manejo de residuos en Colombia.	53
2.5. Régimen legal en relación a los residuos sólidos.	56
2.5.1. Legislación internacional.	56
2.5.2. Legislación nacional.	57
CAPÍTULO III. CONTEXTUALIZACIÓN.....	68
3.1. El manejo integral de residuos, una tarea pendiente.	68
3.1.1. Nivel global.	69
3.1.2. América latina.....	73
3.1.3. Colombia.....	76
3.1.4. Manejo de residuos en Bogotá.....	86
3.2. Problemas asociados al modelo de disposición actual.....	118
3.2.1. Análisis de aspectos sistémicos.	118
3.3. Localidad de Suba.....	124
3.3.1. Generalidades.....	124
3.3.2. Análisis de aspectos sistémicos.	128
3.4. Determinantes para la selección del lote.	133
3.4.1. Diagnostico de condiciones arquitectónicas y urbanísticas.....	133
3.4.2. Factores físicos.	134
3.4.3. Factores humanos.	135
3.4.4. Elección del sitio de emplazamiento.	135
3.4.5. Generalidades del municipio de Tenjo.	153

3.4.5.1. Cobertura.....	154
CAPÍTULO IV. FORMULACIÓN PROYECTUAL.....	156
4.1. Estrategias de intervención.....	156
4.1.1. Programa arquitectónico.....	158
4.2. Lógica programática.....	161
4.2.1. Esquema básico.....	161
4.3. Lógica proyectual.....	169
4.3.1. Lógica proyectual teórica.....	172
4.4. Proceso de diseño y obtención de la forma.....	174
4.5. Propuesta de diseño.....	180
4.5.1. Zonificación.....	180
4.6. Plantas arquitectónicas.....	181
4.6.1. Implantación general.....	181
4.6.2. Bloque administrativo-Aprendizaje.....	181
4.6.3. Bloque de acopio.....	182
4.6.4. Bloque servicios (lavadero de vehículos).....	183
4.6.5. Bloque de valorización energética.....	184
4.6.6. Bloque compostaje.....	184
4.6.7. Bloque tratamiento Residuos separados en fuente (RSF).....	185
4.6.8. Bloque tratamiento residuos sólidos urbanos RSU.....	186
5. CONCLUSIONES.....	188
6. Recomendaciones.....	189

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Ciclo de vida de un producto en el modelo de producción lineal. Fuente: Autor.	32
Gráfico 2: Ciclo empresarial con modelo de economía circular. Fuente: Autor. ..	33
Gráfico 3. Ciclo de vida de un producto en el modelo de producción circular. Fuente: Autor, a partir de: https://economiecircular.org/wp/?page_id=62	34
Gráfico 4: Relación de sistemas. Fuente: Autor	36
Gráfico 5: Elementos de la resignificación. Fuente: Autor, a partir de	37
Gráfico 6. Componentes calidad de vida. Fuente: Autor.	40
Gráfico 7: Componentes del bienestar social. Fuente: Autor, a partir de	41
Gráfico 8. Bienestar social. Fuente: Autor, a partir de (Blanco, Díaz, 2005)	42
Gráfico 9. influencia de la cultura ambiental Fuente: Autor.	44
Gráfico 10. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Japón. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parir y México, 2011.	47
Gráfico 11. Modelo de separación en la fuente, Tokio. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parir y México, 2011.	48
Gráfico 12. Método de separación en la fuente, Noruega. Fuente: Autor.	49
Gráfico 13. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Noruega. Fuente: Autor.....	50
Gráfico 14. Flujograma planta de valorización de Noruega, Fuente: Autor.	51
Gráfico 15. Caracterización de residuos en Ciudad de México. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parir y México, 2011. ..	52
Gráfico 16. Manejo de los residuos en Ciudad de México. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parir y México, 2011.	53
Gráfico 17. Disposición final a nivel mundial. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0	70
Gráfico 18. Nivel económico por país. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0	71
Gráfico 19. Generación de residuos por persona. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0.....	72
Gráfico 20. Generación de residuos en América latina. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0.	74
Gráfico 21. Disposición final en américa latina. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0.....	75
Gráfico 22. Áreas metropolitanas de Colombia y aglomeraciones urbanas. Fuente: Autor, a partir de	77
Gráfico 23. Pirámide de gestión de residuos en Colombia. Fuente: Autor, a partir de Documento CONPES 3874.	79
Gráfico 24. Generación de residuos por departamento. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.	80
Gráfico 25. Generación de residuos por persona. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.....	81

Gráfico 26. Disposición no autorizada en Colombia. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.	83
Gráfico 27. Disposición final en Colombia. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.	84
Gráfico 28. Municipios con disposición no adecuada en Colombia. Fuente: Autor, a partir de (ANDI, Visión y perspectivas del servicio público de aseo. 2018-2022) .	85
Gráfico 29. Evolución histórica del servicio de aseo en Bogotá. Fuente: Autor ...	93
Gráfico 30. Pirámide de gestión de residuos en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de PGIRS Bogotá, 2015.	95
Gráfico 31. Prestadores de servicio por ASE en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de UAESP, 2018.	96
Gráfico 32. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Bogotá. Fuente: Autor.	97
Gráfico 33. Método de separación en la fuente uso doméstico. Fuente: Autor.	98
Gráfico 34. Método de separación en la fuente uso institucional e industrial. Fuente: Autor.	99
Gráfico 35. Cobertura por empresa. Fuente: Autor, a partir de línea base PGIRS Bogotá 2018.	100
Gráfico 36. Generación de residuos por ASE. Fuente: Autor, a partir de informe de seguimiento PMIRS, 2018.	102
Gráfico 37. Caracterización de los residuos generados en la ciudad de Bogotá. Fuente: Autor, a partir de UAESP 2018.	108
Gráfico 38. Porcentaje de estaciones de clasificación por tamaño. Fuente: Autor, a partir de decreto 652 de 2018.	109
Gráfico 39. Distribución de las estaciones de aprovechamiento en la ciudad. Fuente: Autor.	110
Gráfico 40. Porcentaje de residuos depositados en el RSDJ. Fuente: Autor, a partir de Decreto 652 de 2018.	113
Gráfico 41. Sitio de disposición de residuos en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de PMIRS informe de seguimiento 2018.	115
Gráfico 42. Distancia al sitio de disposición final por ASE. Fuente: Autor, a partir de Decreto 652 2018.	116
Gráfico 43. Delimitación sistémica. Fuente: Autor, a partir de grupo GIT.	118
Gráfico 44. Distribución de UPZ en la localidad de Suba. Fuente: Autor.	124
Gráfico 45. Clasificación del suelo. Fuente: Autor, a partir de revisión general del POT de Bogotá.	126
Gráfico 46. Estratificación de la localidad de Suba. Fuente: Autor, a partir de secretaria distrital de planeación (SDP).	127
Gráfico 47. Porcentaje usos del suelo en la localidad. Fuente: Autor, a partir de monografía localidad de Suba, 2018.	128
Gráfico 48. Usos del suelo localidad de suba, Fuente: Autor, a partir de monografía localidad de Suba, 2018.	128
Gráfico 49. Principales generadores de residuos. Fuente: Autor.	129
Gráfico 50. Problemas ambientales de la localidad de Suba. Fuente: Autor.	130
Gráfico 51. Sistema vial. Fuente: Autor, a partir de diagnostico POT Bogotá....	131

Gráfico 52. Lotes pre-seleccionados para evaluación. Fuente: Autor, a partir de google earth.....	136
Gráfico 53. Lote pre-seleccionado 1. Fuente: Autor, a partir de google earth.	137
Gráfico 54. Lote pre-seleccionado 2. Fuente: Autor, a partir de Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).....	138
Gráfico 55. Lote pre-seleccionado 3. Fuente: Autor, a partir de google earth.	138
Gráfico 56. Dirección de vientos y cuerpos de agua. Fuente: Autor, a partir de google maps, IDEAM.....	141
Gráfico 57. Tenjo. Fuente: Autor.....	153
Gráfico 58. Organigrama bloque acceso. Fuente: Autor.	162
Gráfico 59. Organigrama bloque producción. Parte 1. Fuente: Autor.	163
Gráfico 60. Organigrama bloque producción parte 2. Fuente: Autor.....	164
Gráfico 61. Organigrama bloque producción. Parte 3. Fuente: Autor.	165
Gráfico 62. Organigrama bloque producción. Parte 4	166
Gráfico 63. Organigrama bloque administrativo. Fuente: Autor.	167
Gráfico 64. Organigrama bloque de acopio. Fuente: Autor.	168
Gráfico 65. Pixel aislado. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.	169
Gráfico 66. Dos pixeles adjuntos aislados. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.	170
Gráfico 67. Tres pixeles adyacentes aislados. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.....	170
Gráfico 68. Traslación implementada en los pixeles. Fuente: Autor.	170
Gráfico 69. Simetría aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.	171
Gráfico 70. Rotación aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.	171
Gráfico 71. Simetría y traslación aplicadas en los pixeles. Fuente: Autor.....	171
Gráfico 72. Rotación y simetría aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.	171
Gráfico 73. Rotación y traslación aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.....	172
Gráfico 74. Ritmo aplicado en los pixeles. Fuente: Autor.....	172
Gráfico 75. Anomalía aplicada a los pixeles. Fuente: Autor.	172
Gráfico 76. Composición en rojo, amarillo y azul. Fuente: Historia Arte.	173
Gráfico 77. Composición en blanco y negro. Fuente: Historia Arte.....	173
Gráfico 78. Proceso de diseño 1. Fuente: Autor.....	174
Gráfico 79. Proceso de diseño 2. Fuente: Autor.....	175
Gráfico 80. Proceso de diseño 3. Fuente: Autor.....	176
Gráfico 81. Proceso de diseño 4. Fuente: Autor.....	176
Gráfico 82. Proceso de diseño 5. Fuente: Autor.....	177
Gráfico 83. Proceso de diseño 6. Fuente: Autor.....	178
Gráfico 84. Proceso de diseño 8. Fuente: Autor.....	178
Gráfico 85. Proceso de diseño 9. Fuente: Autor.....	179
Gráfico 86. Zonificación general del proyecto. Fuente: Autor. ¡Error! Marcador no definido.	
Gráfico 87. Implantación General. Fuente: Autor.	181
Gráfico 88. Planta primer piso. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor	181

Gráfico 89. Planta segundo piso. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor.	181
Gráfico 90. Planta de cubierta. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor.	182
Gráfico 91. Secciones Bloque Aprendizaje. Fuente: Autor.....	182
Gráfico 92. Planta primer piso. Bloque acopio. Fuente: Autor.....	182
Gráfico 93. Planta de cubierta. Bloque acopio. Fuente: Autor.....	182
Gráfico 94. Planta primer piso. Bloque de servicios. Fuente: Autor.	183
Gráfico 95. Planta segundo piso. Bloque de servicios. Fuente: Autor.....	183
Gráfico 96. Planta de cubierta. Bloque de servicios. Fuente: Autor.	183
Gráfico 97. Planta primer piso. Bloque valorización. Fuente: Autor.	184
Gráfico 98. Planta de cubierta. Bloque valorización. Fuente: Autor.	184
Gráfico 99. Planta primer piso. Bloque compostaje. Fuente: Autor.....	184
Gráfico 100. Planta segundo piso. Bloque compostaje. Fuente: Autor.	184
Gráfico 101. Planta cubierta. Bloque compostaje. Fuente: Autor.....	184
Gráfico 102. Planta primer piso. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.	185
Gráfico 103. Planta segundo piso. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.	185
Gráfico 104. Planta de cubierta. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.	185
Gráfico 105. Secciones. Bloque tratamiento RSF.	186
Gráfico 106. Planta primer piso. Bloque tratamiento RSU. Fuente: Autor.....	186
Gráfico 107. Planta segundo piso. Bloque de tratamiento RSU. Fuente: Autor. .	186
Gráfico 108. Planta de cubierta. Bloque tratamiento RSD. Fuente: Autor.....	187

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Variantes moderadoras, Fuente: Autor, a partir de (Valencia, et al, 2010).	24
Tabla 2. Acuerdos internacionales en los cuales Colombia esta inscrito. Fuente: Autor.	57
Tabla 3. Legislación nacional y distrital. (Parte 1). Fuente: Autor.	59
Tabla 4. Legislación nacional y distrital. (Parte 2). Fuente: Autor.	60
Tabla 5. Parámetros para la caracterización físico química. Fuente: Autor.	103
Tabla 6. Caracterización de residuos sólidos. Fuente: Autor.	104
Tabla 7. Separación de residuos no peligrosos. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.	105
Tabla 8. Separación de residuos peligrosos. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.	106
Tabla 9. Separación de residuos especiales. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.	107
Tabla 10. Preselección y calificación de los posibles sitios de emplazamiento. Fuente: Autor.	136
Tabla 11. Complejidad del sistema. Fuente: Autor, a partir de Título F RAS 2000.	139
Tabla 12. Metodología para la pre selección del sitio de emplazamiento, parte 1. Fuente: Autor, a partir de Decreto 838 de 2005.	143
Tabla 13. Metodología para la pre selección del sitio de emplazamiento, parte 2. Fuente: Autor, a partir de Decreto 838 de 2005.	144
Tabla 14. Calificación lote 1. Parte 1. Fuente: Autor.	145
Tabla 15. Calificación lote 1. Parte 2. Fuente: Autor.	146
Tabla 16. Calificación lote 2. Parte 1. Fuente: Autor.	146
Tabla 17. Calificación lote 2. Parte 2. Fuente: Autor.	147
Tabla 18. Calificación lote 3. Parte 1. Fuente: Autor.	147
Tabla 19. Calificación lote 3. Parte 2 Fuente: Autor.	148
Tabla 20. Clasificación de los resultados.	149
Tabla 21. Valor según variante. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.	149
Tabla 22. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.	150
Tabla 23. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.	151
Tabla 24. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.	151
Tabla 25. Ponderación.	152
Tabla 26. Matriz DOFA de aspectos sistémicos. Fuente: Autor.	156
Tabla 27. Matriz analítica de formulación de estrategias. Fuente: Autor.	157
Tabla 28. Relación economía circular y espacios arquitectónicos. Fuente: Autor.	158
Tabla 29. Programa arquitectónico. Parte 1. Fuente: Autor.	159

Tabla 30. Programa arquitectónico. Parte 2. Fuente: Autor..... 160

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a mi tutor Javier Francisco Peñalosa, por brindarme su apoyo durante la elaboración de mi proyecto de grado, por su infinita paciencia ante temas que no eran sencillos de comprender y el sin número de aportes y correcciones realizados durante este proceso.

En segundo lugar, agradezco a la Universidad de Pamplona, por brindarme los conocimientos requeridos en mi carrera, prepararme para ser un profesional que represente la ética laboral de su oficio y principalmente por permitirme ser parte de su selecto grupo de estudiantes y de su institución.

Por último, pero no menos importante, agradezco infinitamente a mi familia, primeramente, a mis padres por brindarme la posibilidad de crecer intelectualmente y dar un paso muy importante en mi vida, ya que sin su apoyo este logro no sería posible. Agradezco a mis hermanos por brindarme su confianza incondicional, por tenderme su mano de ayuda en cualquier circunstancia, especialmente en los momentos en los que más los necesite y por sus palabras de animo, las cuales me motivaban a seguir adelante. Finalmente, agradezco a mi pareja y compañera sentimental por ofrecerme su apoyo y ayuda a lo largo de mi estadía en el campus, por su compañía y sus consejos.

RESUMEN.

El desarrollo de este proyecto de investigación se lleva a cabo a partir del diseño metodológico con enfoque mixto, cuyas variantes se centran en la parte cualitativa para determinar las necesidades y problemáticas que están afectando a la población en cuanto a la generación y manejo de los RSD, y, en la parte cuantitativa para determinar cuales son las personas que se ven más afectadas, y donde se centra gran parte de la problemática de residuos en la ciudad de Bogotá. Haciendo una aproximación a las localidades cuya problemática se encuentra por encima del resto.

Dentro de los hallazgos mas importantes obtenidos, esta la información sobre la forma correcta de separar los RSD en la fuente y como esta influye en el proceso de la economía circular, la cual juega un papel fundamental en la disminución de los residuos que diariamente tienen como destino de disposición final el relleno sanitario Doña Juana.

Finalmente, se realiza una propuesta de diseño de una planta para la valorización de estos residuos con el fin de disminuir el volumen que se entierra en el relleno, y de esta forma obtener un beneficio tanto económico como ambiental para toda la ciudad. Con esto se busca mejorar considerablemente la calidad de vida las personas que viven tanto en las inmediaciones del relleno sanitario, como de las personas que viven en las localidades que son afectadas indirectamente por esta situación.

Palabras clave: Residuo sólido, calidad de vida, beneficios.

INTRODUCCIÓN.

El presente documento investigativo, se encuentra dividido en 4 capítulos, en los cuales se encuentra en primer lugar, una aproximación a la problemática que tiene la ciudad de Bogotá, Colombia y el mundo entero en cuanto al manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, siendo esta una problemática que se presenta desde que el hombre comenzó una industrialización y que hoy en día a raíz de la globalización se ve reflejada en mayor proporción.

En segundo lugar, se realiza una aproximación a las teorías económicas y de mejoramiento en la calidad de vida de las personas que se ven afectadas por la situación descrita anteriormente, dando las bases teóricas de lo que podría ser una solución para disminuir la cantidad de residuos mientras se mejoran las condiciones de vida de los habitantes, desde la parte económica hasta la parte cualitativa.

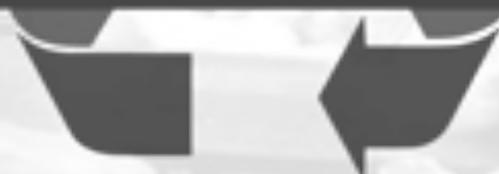
En tercer lugar, se realiza una contextualización del problema para identificar cuales son las ciudades del país que mas se encuentran afectadas por el mal manejo hacia estos residuos y en donde se debe actuar con mayor prontitud, así mismo, se determina la cantidad de residuos que se genera diariamente por las personas y como este problema de generación se puede convertir en una potencial solución.

Finalmente, se realiza una propuesta de diseño de una planta industrial, para el manejo, transformación y valorización de estos residuos, como alternativa para la cantidad de residuos que se generan diariamente en la ciudad y sus alrededores.

DISEÑO DE ANTEPROYECTO DE PLANTA INTEGRAL PARA
EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO INSTRU-
MENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.
Caso Bogotá D.C.



FASE PRELIMINAR



1

CAP.

CAPÍTULO I. FASE PRELIMINAR.

1.1. Identificación de la problemática.

La mayoría de ciudades contemporáneas y en vía desarrollo presentan la misma situación en común, el impacto ambiental negativo procedente del mal manejo y disposición de residuos sólidos domiciliarios (RSD) que diariamente tienen como destino de disposición final un relleno sanitario, un vertedero a cielo abierto, incineración de manera ilegal, incluso el océano. Según (Abbate, 2017) el 23.3% de la población de América Latina, sigue disponiendo sus residuos de forma inadecuada.

La práctica de disponer los RSD en rellenos sanitarios cada vez es más obsoleta debido a los múltiples avances tecnológicos para realizar esta labor, sin embargo, esta forma de disposición final se sigue ejecutando porque resulta ser más económica en términos monetarios, sin tomar en cuenta los altos niveles de contaminación que son producidos y el alto costo ambiental que esto genera (Noguera, Verbel, 2010). Colombia no es el único país de Sudamérica que dispone sus RSD en rellenos sanitarios países como Chile, Argentina, Perú y Ecuador presentan el mismo método.

Esta situación es causada en primera instancia por, el incremento en la población mundial o explotación demográfica que se presenta desde hace varios años provocando que aumente la demanda en recursos naturales que son requeridos para satisfacer las necesidades de la población (Aguilar, Taboada, Armijo, Aguilar, 2010). En segunda instancia por, los modelos de crecimiento que se han implantado durante algunas décadas, donde el incremento en el ámbito económico primaba sobre lo demás, y en tercera instancia por, la población consumidora, la cual no es responsable con los residuos post consumo provocando que gran parte de estos sean enviados a un relleno sanitario o sitio de disposición.

1.2. Justificación.

En Bogotá, esta tendencia es más notoria, a causa de la centralización se convierte en la ciudad del país con más cantidad de habitantes y, por lo tanto, la ciudad que más RSD genera, (Aguilar, et-at, 2010) además, para el Banco Mundial (BM) la sexta a nivel latinoamericano, solo después de metrópolis como Ciudad de México, Brasilia y Buenos Aires. (Banco Mundial, What a Waste 2.0, 2018).

Se puede señalar de acuerdo con (Varón, Orjuela, Manyoma, 2015) que, debido a esta situación se han presentado varios problemas de carácter ambiental, los cuales están afectando la calidad de vida de la población, dado que se ha incrementado la producción de gases efecto invernadero (GEI), acidificación en los suelos, impacto en la vida submarina, producción de dióxido de carbono CO₂, entre otras. De la misma forma, trae consigo problemas de carácter social que están directamente asociados a esta práctica como, por ejemplo: malas condiciones de vida de las personas que viven cerca al relleno sanitario, incremento en las zonas de arrojío clandestino y aumento de la exclusión social, además, presenta problemas de carácter económico como: bajos índices de reciclaje, pérdida de recursos, estancamiento económico y bajos niveles de producción.

Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) la capital del país es la ciudad que posee mayor cantidad de estaciones de aprovechamiento y clasificación, pero presenta un índice de aprovechamiento de 3.5%, bastante bajo con relación a otros municipios del país como por ejemplo Carmen de Carupa-Cundinamarca, donde el índice de aprovechamiento es del 38.1% (DNP, informe nacional de aprovechamiento, 2016). Debido a esto, se indica que Bogotá presenta el índice de aprovechamiento más deficiente de las grandes ciudades de América Latina.

Esta situación es causada por diferentes factores que influyen de manera directa como la cantidad de RSD que se generan, la ausencia de políticas que regulen el manejo que se les brinda a estos, pero, sobre todo, se debe a la ausencia de espacios articulados y diseñados para la separación, transformación y aprovechamiento de estos residuos.

Lo planteado hasta el momento, es ocasionado sobre todo, por la inexistencia de planes pensados estratégicamente para mejorar las condiciones de vida de las personas en los sectores aledaños a la afectación y el resto de la ciudad con enfoques en el reciclaje, que promueva el cambio en la percepción que la ciudad tiene sobre los RSD, pero sobre todo, por los escasos niveles de modernización e implementación de tecnología de punta a raíz de la ausencia de espacios integrales para ejecutar procesos industriales de separación, tratamiento y aprovechamiento de RSD.

La cantidad de residuos sólidos que se producen en la ciudad de Bogotá y otros municipios de la región que diariamente tienen como sitio de disposición final el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) se convierte en un escenario de alerta, el cual hay que afrontar inmediatamente, debido a que, según, el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS Bogotá, 2013) cerca del 85% de los residuos que se generan en la ciudad de Bogotá, tienen como destino de disposición final el RSDJ, a esto se suma los residuos de los 7 municipios de Cundinamarca a los que la ciudad presta el servicio. (PMIRS Bogotá, 2013).

Aunque se evidencia que la tendencia a reciclar viene aumentando en los últimos años, no ha generado el impacto que se requiere para cambiar la percepción que se tiene sobre los RSD y sigue siendo muy baja la cantidad que se puede aprovechar, lo que trae como consecuencia mayor cantidad de residuos que tendrán una disposición final en el RSDJ. (Aguilar, et-at, 2010).

Los problemas que trae disponer los RSD en rellenos sanitarios, no solo se evidencia en las localidades inmediatamente aledañas a este, sino que también en las que se encuentran más alejadas como Suba y Usaquén, esto se debe principalmente porque el proceso de recolección y movilización de estos, se ve entorpecido por los largos trayectos que deben realizar los vehículos encargados de realizar esta labor. Cabe mencionar que la ciudad de Bogotá y los municipios a los que se presta el servicio adquieren una mayor vulnerabilidad, ya que al existir un solo relleno sanitario en la ciudad y a su vez contar con una única planta de tratamientos de residuos sólidos, en caso de una eventualidad como la ocurrida en el año 1997, no existe un plan de contingencia para cubrir con la demanda de residuos que se generan. Al mismo tiempo, lo que más preocupa a los expertos en materia de reciclaje es la cantidad de Materiales Potencialmente Reciclables (MPR) que se desperdicia en la ciudad, que es cerca del 60%. (Pérez, et al, 2010).

Se puede concluir que, es necesario abordar el estudio sobre el manejo que se le está brindando a los RSD en la ciudad de Bogotá, con el fin de proporcionar una solución viable al problema que se enfrenta la capital del país y en especial las localidades más perjudicadas con la implementación de un proyecto que este enfocado en el aprovechamiento y la vinculación al ciclo productivo de los materiales que no son separados en la fuente, que a su vez cumpla con las teorías económicas y socio económicas de mayor relevancia para la planificación de un proyecto que responda de manera integral a las necesidades requeridas.

Con base en lo anterior se puede decir que, el presente proyecto responde a los núcleos sistémicos asociados al ámbito ambiental en aspectos tales como,

insostenibilidad, vulnerabilidad, contaminación y deterioro; así como al ámbito económico en temáticas asociadas a productividad y competitividad y, aunque en menor escala, al ámbito social en asuntos relacionados con, baja calidad de vida y bajo desarrollo humano.

1.3. Objetivos.

De acuerdo con lo planteado hasta el momento, a lo largo del presente proyecto de investigación se desarrollarán los siguientes objetivos:

1.3.1 Objetivo general.

Como objetivo general se plantea formular el diseño de un espacio arquitectónico que responda a las necesidades de la región Bogotá-Cundinamarca, en cuanto al manejo adecuado de los RSD con el fin de mitigar el impacto ambiental causado por la mala disposición estos en el RSDJ, en el cual se incorporen de manera industrial los MPR que son desperdiciados.

1.3.2. Objetivos específicos.

Para alcanzar el cumplimiento óptimo de este objetivo se plantean 3 objetivos específicos, los cuales son:

-Investigar sobre algunas teorías y sus principios, normatividad y legislación vigente y, tendencias relacionadas con el proceso del diseño de espacios enfocados a la separación y transformación de RSD de una manera eficiente y responsable con el medio ambiente.

-Reconocer y jerarquizar las determinantes ambientales y sociales del entorno que deben ser tenidas en cuenta para mitigar el problema de separación y transformación de RSD que son generados, de tal manera que se aporte a la mejora en la calidad de vida de los habitantes y la reducción en el impacto ambiental que produce esta práctica.

-Definir parámetros de diseño arquitectónico con criterios de bioclimática, de localización y de confort laboral, que estén enfocados en la separación, transformación y aprovechamiento de RSD a escala industrial.

De modo que, al cumplirse a cabalidad los objetivos propuestos el proyecto se convertirá en un detonante en los ámbitos socio-económico y un referente ambiental para la región, siendo un modelo a seguir no solo a nivel local, sino nacional. Por lo cual, se puede replicar en distintos escenarios realizando los estudios de localización previos, los cuales se definen en el capítulo 3.

1.4. Metodología del proyecto.

Para realizar el proyecto, se llevará a cabo una metodología con enfoque mixto, ya que de acuerdo con (Rengel, Giler, 2018), se tendrán que estudiar aspectos de tipo cuantitativo como la cantidad de residuos sólidos y la cantidad de personas que los generan, y de tipo cualitativo, para entender que consecuencias trae este tipo de prácticas sobre el medio ambiente y la salud de las personas, también se utilizará para determinar las características y propiedades de los residuos.

Así mismo, se plantea que la investigación tendrá un alcance de tipo descriptivo, ya que, en primer lugar, se realizará una formulación y aproximación de la problemática que existe en la ciudad de Bogotá, respecto a la disposición final de residuos. Luego, se establecerán los objetivos del proyecto, los cuales están centrados en la disminución de los residuos que tienen como destino de disposición final el RSDJ. Posteriormente, se realizará la recolección y análisis de información, la cual será de fuentes primarias, como páginas oficiales, ensayos, libros, publicaciones científicas, entre otras. Finalmente, como parte de las conclusiones, se realizará una propuesta de diseño arquitectónico enfocado en la disminución de residuos donde se establezcan las variables tanto de localización, sociales, económicas y ambientales.

DISEÑO DE ANTEPROYECTO DE PLANTA INTEGRAL PARA
EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO INSTRU-
MENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.

Caso Bogotá D.C.



**CONCEPTUALIZACION
DEL PROYECTO**



22

CAP.

CAPÍTULO II. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO.

2.1. Antecedentes.

Con el fin de mitigar el impacto ambiental que se presenta en la ciudad de Bogotá causado por la cantidad de RSD que se dispone en el RSDJ, se analizarán algunas investigaciones que se han realizado en el país con énfasis en la manera de minimizar los residuos y el riesgo que causa esta práctica de disposición.

De esta manera se encontró que (Valencia, Arias, Vanegas, 2010), implementaron una metodología la cual se complementa con el Decreto 838 de 2005, para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos. Esta metodología surge principalmente porque el decreto 838 de 2005 presenta falencias en la manera que plantean sus criterios para la localización, debido a que este únicamente toma en cuenta temas territoriales de localización, más no se enfoca en los temas socio ambientales del impacto del mismo. Por tal razón, la metodología propone una serie de criterios que se basan en principio en 3 aspectos, dimensión sociocultural, nivel de impacto ambiental y económicos. (Valencia, et al, 2010).

Para llevar a cabo la metodología propuesta, en primer lugar, se deben pre-seleccionar los sitios que se someterán a la evaluación del decreto 838 de 2005. Luego, de acuerdo a la calificación que se le asigne a cada uno de estos sitios, se organizarán de mayor a menor puntaje, seleccionando los mayores puntajes para llevar a cabo la segunda calificación. Esta calificación, como se mencionó anteriormente se compone de tres aspectos principales, los cuales contienen aspectos como, modificación de las dinámicas productivas, proximidad a asentamientos poblacionales, potencial de afectación visual y por olores, potencial afectación del paisaje, entre otras.

Con estos criterios se busca un equilibrio entre los aspectos de localización, planteados en el decreto mencionado y los planteados en la metodología, para de esta manera reducir significativamente el impacto negativo socio-económico y ambiental en el momento de asignar un emplazamiento para el sitio de disposición y/o planta de tratamiento de residuos

Tabla 1. Variantes moderadoras, Fuente: Autor, a partir de (Valencia, et al, 2010).

DIMENSIÓN	SOCIOCULTURALES	Modificación en las dinámicas productivas
		Proximidad a asentamientos poblacionales
		Desplazamiento de población generada por el emplazamiento del PTRS
		Alteración de los patrones culturales y de identidad (turismo, patrimonio)
	NIVEL DE IMPACTO AMBIENTAL	Potencial afectación al recurso hídrico (por cercanía de fuentes hídricas a la descarga de lixiviados)
		Potencial afectación al paisaje
		Potencial afectación por olores ofensivos (en dirección predominante de los vientos hacia centros poblados)
		Potencial afectación visual y por olores, por el número de rutas de transporte hasta el sitio de disposición
	ECONÓMICOS	Costo transporte de residuos
		Valor de la tierra
		Costo de adecuación
		Relación costo/Beneficio

Estas variables se abordarán con más profundidad en el capítulo 3, debido a su importancia durante el proceso de selección del lote donde se llevará a cabo el proyecto.

La siguiente investigación se realizó en el municipio de Facatativá-Cundinamarca, y con ella se quería aportar a la solución que presentaba el departamento frente al manejo y disposición de los residuos, debido a que relleno sanitario Mondoñedo, el cual es el sitio de disposición de 78 municipios de Cundinamarca, había sido cerrado en el año 2005 por agotar su capacidad. Así fue como (Pérez, Valencia, Rubiano, Feo, Cuellar, 2010), plantearon la utilización de los residuos como fuente de energía térmica, por medio de la tecnología conocida como **termólisis**, la cual consiste en: la descomposición de la materia orgánica en compuestos más simples, obteniendo carbón y una mezcla de gases como producto final.

La tecnología permite el tratamiento simultaneo de diferentes tipos de residuos sólidos de diferentes orígenes, sin embargo, para que esta técnica se pueda desarrollar, primero hay que conocer la composición de los residuos y el poder calorífico que posee cada uno de ellos. Por tal razón, el primer paso para llevar a cabo este proceso es realizar una correcta separación en la fuente y un adecuado proceso de clasificación.

El resultado de este proceso es la generación de energía, gas y una amplia gama de materiales como granulados, que pueden ser utilizados en la industria de la construcción, además de otras disciplinas. Los materiales que pueden ser aprovechados son el papel, cartón, materia orgánica y los plásticos, haciendo énfasis en estos últimos considerando que, según cifras del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, plásticos de un solo uso, 2018) solo el 9% del plástico que se ha producido en el mundo a sido reciclado, por tal razón es uno de los materiales en los que hay que enfocarse.

Finalmente, se halló que (Martínez, Montoya, Sierra, 2014), en colaboración con la Universidad de Castilla la Mancha, encontraron la forma de generar bioalcohol a partir de los residuos sólidos orgánicos, por medio de la fermentación y posterior destilación de estos residuos. Esta investigación se realizó con el fin de solventar la crisis petrolera que se está presentando en el mundo de manera que pueda servir como una alternativa a los combustibles fósiles, aportar una solución al problema de aprovechamiento de residuos sólidos y, por último, aportar una nueva técnica al proceso de aprovechamiento de estos residuos orgánicos.

Para llevar a cabo dicha labor es necesario obtener la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) la cual se obtiene al separar los materiales orgánicos del resto de materiales que son depositados en contenedores, luego estos son convertidos en una biomasa la cual puede ser fermentada con facilidad utilizando moléculas de azúcar, donde posteriormente se produce alcohol que al ser destilado, se obtiene la pureza que sea requerida, el proceso de destilado se realiza la cantidad de veces que se requiera para lograr más pureza. Sin embargo, a pesar de la pureza que se obtenga en paso anterior, será necesario la utilización de ácidos o digestión alcalina para modificar la composición de estos residuos, de manera que se pueda producir el combustible deseado.

2.2. Fundamentación teórica.

Para empezar, es necesario entender la ciudad de Bogotá como un universo complejo, que este compuesto por diferentes sistemas los cuales la modelan y le dan forma, por lo tanto, es necesario abordar las situaciones planeadas anteriormente desde una ciencia que permita identificar el problema en todas sus dimensiones, de modo que, se pueda hacer énfasis en determinados sistemas para elaborar un análisis más profundo. (Sarabia Ángel, 1995). Se puede decir que, para analizar el problema en su totalidad, hay que hacerlo desde un campo multidisciplinar asociando cada sistema con una rama del saber humano, logrando así dar una descripción más detallada del mismo. Sin embargo, también es posible abordar el problema desde un campo en particular, para lograr esto, se utiliza un enfoque reduccionista, que consiste en tomar cada sistema como si fuese un nuevo universo, que se conforma igualmente por diferentes sistemas (Bertoglio Oscar, 1993).

De esta manera, (Mosquera Jemay, 2006) plantea la visión sistémica del territorio, lo cual, como su nombre lo indica es un método de análisis del territorio, desde los sistemas que lo componen, así mismo, estos sistemas se encuentran compuestos por sub-sistemas que son los pilares de cada uno de estos. Los sistemas que se mencionan son ambiental, social, económico, cultural, político administrativo y por último ciencia e innovación.



Gráfico 1. Visión sistémica del territorio. Fuente: Autor, a partir de grupo GIT.

Así pues, para dar una solución a las situaciones que se presentan en la ciudad de Bogotá, en primer lugar, se realiza una jerarquización de los enfoques que se ven afectados negativamente, realizando un reconocimiento de lo que se quiere alcanzar en cada uno de ellos, partiendo de la visión sistémica mencionada anteriormente. Como resultado, se obtiene lo siguiente:

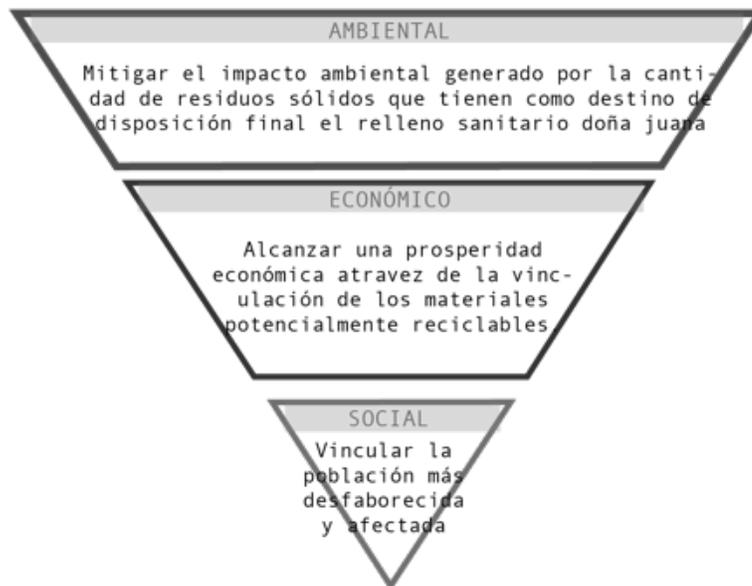


Gráfico 2. Jerarquización de enfoques. Fuente: Autor. a partir de Matriz de delimitación de proyectos del grupo de investigación GIT.

Teniendo en consideración la visión sistémica del territorio, se puede concluir que, cada uno de los sistemas que conforman el territorio se ven afectados directa e indirectamente con la problemática de RSD en la ciudad de Bogotá, sin embargo, para el caso de la presente investigación se tendrán en consideración los enfoques afectados directamente, los cuales son el ambiental, económico y social. De esta manera, se abordarán teorías que se relacionen con estos sistemas en el marco de las situaciones descritas anteriormente.

De modo que, para el ámbito ambiental se tratarán aspectos como: la sostenibilidad, amenaza, vulnerabilidad-riesgo, contaminación y deterioro, para el ámbito económico en temas como la productividad y competitividad territorial, mientras que para el ámbito social aspectos como desarrollo humano, de tal manera que se tratarán conceptos como el desarrollo colectivo, desarrollo territorial.

2.2.1. Economías creativas, un modelo económico inclusivo.

La economía creativa, según el Banco Interamericano de Desarrollo, (BID, 2017) es el conjunto de actividades que de manera encadenada permiten que las ideas se transformen en bienes o servicios, cuyo valor está basado en la propiedad intelectual de este. El universo de la economía creativa está compuesto por dos grupos fundamentales, la economía cultural y las industrias creativas y, las áreas de soporte para la creatividad.

El objetivo del primer grupo esencialmente es, aprovechar y fomentar la creatividad de las personas para de esta forma utilizarla como una herramienta de cambio desde el ámbito cultural, es por eso, que se encuentra conformada por las siguientes categorías: creatividad artística, creatividad científica y creatividad económica (BID, 2017). En cada una de ellas se desarrollan diferentes aspectos ligados a los mismos objetivos que son, disminuir el cambio climático, demostrar que es posible un cambio hacia economías prósperas con este modelo y generar conciencia en las personas para que pasen de ser un grupo de personas reactivas a convertirse en personas proactivas. Por lo cual, sus beneficios se ven reflejados en el aumento de las riquezas, en la generación de empleos y en el impacto social que genera.

Es de esta manera como se pueden vincular los materiales potencialmente reciclables dentro de un nuevo campo de innovación y/o creatividad, convirtiendo los residuos sólidos domiciliarios y en algunos casos urbanos, en materia prima fundamental para la fabricación de nuevos productos. Así mismo, abre campo para la aplicación de nuevas y más eficientes tecnologías para el tratamiento y eliminación de estos residuos, de manera que no causen el impacto negativo sobre el medio ambiente, sino por el contrario que contribuya al desarrollo social, cultural y humano de determinada población.

2.2.1.1. Economía azul.

Uno de los principales movimientos que han surgido es **la economía azul**, una teoría económica que describe que las innovaciones están determinadas a cambiar nuestros hábitos de producción y consumo con un fin específico que es “cero emisiones”. La economía azul, además puede denominarse como una economía amigable con el medio ambiente, la cual propone modelos de negocio que estén enfocados principalmente en el cuidado de las especies, la naturaleza y los seres vivos. Esta economía plantea principalmente que hay muchos campos de acción económica, en los cuales se pueden enfocar los seres humanos, para extraer los

recursos sin perjudicar el planeta ni afectar la salud de sus habitantes. Se puede decir, que la economía azul funciona como una herramienta para llegar a un crecimiento económico sostenible, a su vez un modelo de desarrollo rentable y amigable con el medio ambiente.

Esta economía, trata de impulsar principalmente la utilización de los recursos existentes, de tal manera que, no sea necesario la extracción de recursos naturales para la creación de nuevos productos, además de eso, busca aprovechar al máximo los materiales locales, es decir, potencializar el campo económico local de mayor importancia, de manera tal que se pueda obtener el máximo beneficio de esta labor, ya que al haber más demanda se incrementa la oferta, es así como plantea la generación de nuevos puestos de trabajo.

Así mismo, la economía azul, brinda un aporte desde la percepción que se tiene del residuo, en razón que estos son vistos como una parte importante en el proceso de producción, al ser percibidos como materia prima y no como desperdicio, a partir de la incorporación de los residuos en el ciclo productivo, se genera una economía basada en este tipo de material y por lo tanto será requerido mayor cantidad de mano de obra y mano de obra especializada. Un claro ejemplo de lo anterior se encuentra en Japón, en donde gracias a su disciplina, los residuos no son percibidos como desperdicios, por el contrario, los habitantes de este país, realizan una separación en la fuente, tan eficiente que los materiales no se contaminan al ser mezclados de manera indebida, sino que también aumenta la cantidad de materiales que pueden ser incorporados al ciclo a un costo más rentable, debido a que no requieren la implementación de maquinaria, la cual tiene un costo de manejo bastante elevado.

2.2.1.2. Economía verde.

Por otra parte, se aborda el término de **economía verde**, el cual, se puede definir como una estrategia a escala global, que nace a partir de las crisis económicas que tuvieron origen a principios de la década de los 90. Este término surge con el fin de implantar un modelo económico que priorice una economía amigable con el medio ambiente y que sea socialmente incluyente, además de esto, que priorice la equidad en todos los aspectos con el fin de contribuir a la construcción de un hábitat colectivo en el que se puedan desarrollar cada uno de los individuos.

El programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD), define la economía verde como aquella que se compromete a mejorar el bienestar humano a la vez que erradica la pobreza en todas sus dimensiones y minimiza los impactos ambientales

(PNUD, 2011). Posteriormente en el documento final de la conferencia de las naciones unidas sobre el desarrollo sostenible (el futuro que queremos, 2012) menciona que el cambio hacia una economía verde es crucial para erradicar la pobreza y contrarrestar el cambio climático, con acciones que aseguren que los bienes naturales seguirán proporcionando recursos y generando nuevas oportunidades económicas. De esta manera, en la economía verde el incremento de empleos y la dignificación del mismo son derivados de las inversiones privadas y públicas, las cuales están destinadas a disminuir las emisiones de carbono y contaminación. Se puede decir que, la economía verde se utiliza como un instrumento el cual busca reducir los riesgos ambientales ocasionados por un indiscriminado y abusivo modelo económico, al mismo tiempo que disminuye las emisiones de carbono y se utilizan los recursos de forma eficiente.

2.2.1.3. Economía circular.

Finalmente, se aborda el universo de la **economía circular**, la cual es una teoría económica que se relaciona con la sostenibilidad y cuyo objetivo es determinar o darle un valor a los productos, materiales y recursos, con el fin de alargar la vida de estos antes que sean enviados para disposición final, así, estos materiales pueden ser incorporados en el ciclo económico y productivo durante más tiempo (Prieto, Jaca, Ormazabal. 2017).

La economía circular surge a partir de la necesidad de cambiar el sistema lineal de economía que cumple el siguiente ciclo: Extracción, fabricación, utilización y eliminación. Claramente es una manera de abuso hacia el medio ambiente y una manera de crecimiento insostenible, puesto que la gran cantidad de residuos que se producen no tienen ningún uso post consumo aumentando de manera significativa la cantidad de desperdicios que tienen disposición final en un relleno sanitario. Por lo tanto, la economía circular propone un nuevo modelo de sociedad que utiliza y optimiza los residuos y los flujos de materiales, energía y residuos y su objetivo es la eficiencia del uso de los recursos.



Gráfico 1. Ciclo de vida de un producto en el modelo de producción lineal. Fuente: Autor.

La economía circular se fundamenta en alcanzar la mínima cantidad de residuos sólidos, al mismo tiempo, que reduce la huella ambiental generada por la contaminación que viene como producto de la implementación del actual modelo (lineal) de crecimiento económico, en el cual un residuo, no tiene ningún valor después de haber terminado su uso.

Como afirma (Espaliat Mauricio, 2017), se trata de transformar la figura del actual modelo económico una nueva figura, en este caso la circular, en el cual el principio fundamental es no cerrar el ciclo de vida de los productos, de tal manera que los residuos, materiales e incluso los recursos como el agua y la energía, pueden ser utilizados en nuevo proceso, reduciendo costos y dando oportunidad para alcanzar mayor productividad.



Gráfico 2: Ciclo empresarial con modelo de economía circular. Fuente: Autor.

Como plantea el autor, en este modelo económico se crea un nuevo ciclo para cada empresa conformado por: materia prima, ingresos y mano de obra, el cual se desarrollaría de la siguiente manera. Una empresa tiene mayor utilidad al conseguir materia prima a menor precio, la cual puede ser utilizada para emplear más mano de obra que aumentaría considerablemente la productividad lo que nuevamente generará más ingresos, y así sucesivamente.

Con esta mejora en el rendimiento, las empresas deben aportar al desarrollo social y sostenible de determinada población, aportando mejores puestos de trabajo, condiciones dignas, salarios dignos y la capacitación que sea requerida para que el individuo desempeñe de manera eficiente su labor.

Con la transformación hacia la economía circular como nuevo modelo económico, se vincula y se beneficia una nueva parte de la población que no era tomada en cuenta en el modelo lineal, como, por ejemplo, la población recicladora, la cual juega un papel crucial dentro de la economía circular (DNP, 2016). Además, con la incorporación y capacitación de la población recicladora se genera una red de beneficios, que empieza con la vinculación de los materiales reciclados en un nuevo proceso productivo, reutilizando ciertos residuos o ciertas partes de los mismos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.

Así mismo, (Prieto, et al. 2017), afirman que la economía circular se fundamenta en la incorporación de las tres erres, que son esencialmente **Reutilizar**, **Reducir**, **Reciclar**. Sin embargo, además de esto, abarca 7 (siete) aspectos, los cuales se enfocan en extraer el máximo aprovechamiento de un producto a lo largo de su vida útil y que la industria encargada de este proceso, sea autónoma con la energía empleada para tal labor.

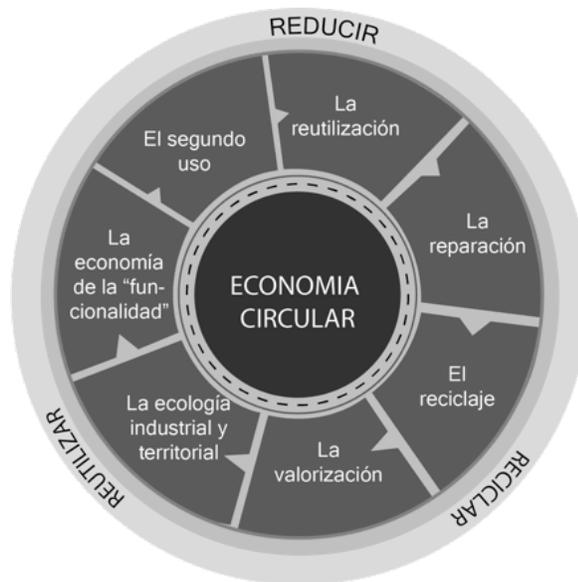


Gráfico 3. Ciclo de vida de un producto en el modelo de producción circular.
Fuente: Autor, a partir de: https://economiecircular.org/wp/?page_id=62

De acuerdo con lo anterior se puede decir que, el proyecto estará vinculado con los 7 (siete) aspectos de la economía circular considerando que, dentro de cada uno de estos se desarrollan diferentes actividades enfocadas en introducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores y la reincorporación de los materiales potencialmente aprovechables, por consiguiente, se vincularán con el programa arquitectónico, a modo de enfatizar en cada una de ellas para obtener el máximo beneficio y que responda con las condiciones requeridas para desarrollar estas actividades, este programa será desarrollado en el capítulo 4.

Las teorías mencionadas, tienen como principal objetivo implantar un cambio de modelo de desarrollo, basado en la cultura del máximo aprovechamiento, generar cero emisiones y aumentar la producción, al mismo tiempo que se genera un

bienestar económico, y se vincula la población desfavorecida o en condición de vulnerabilidad, de tal manera, que para alcanzar los objetivos se vinculan una serie de conceptos económicos y de otras índoles, como, por ejemplo:

2.2.1.4. Desarrollo.

En principio, para hablar de desarrollo se debe entender que este término a tenido varios significados y que ha presentado mutaciones a lo largo del tiempo, ya que, en sí mismo es un término voluble, dicho esto, se presenta una serie de definiciones que han moldeado el término a lo que se conoce hoy en día. El término desarrollo, según la Real Academia Española, (RAE) significa “mejorar el estado actual de algo determinado”.

Sin embargo, esto es termino de debate para algunos autores como, por ejemplo: (Gallopín, 2003), quien plantea que el desarrollo además de medirse por la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, implica un cambio en la manera que se percibe el progreso proponiendo que el desarrollo es el despliegue cualitativo de potencialidades, al mismo tiempo que se mejora la condición humana.

Por otra parte, (London, Formichella, 2006), mencionan que el desarrollo es el cambio cuantitativo de un individuo y de una sociedad en la cual se habita. Así mismo, (Castells, 2016) afirma que se puede decir que el desarrollo es la capacidad de las personas de pasar de un estado, a la mejora del mismo, enfocado a las necesidades que sean requeridas, potencializando las capacidades y atributos de las personas que intervienen en el ejercicio. De esta manera, todas las acciones que se realicen en la actualidad, tendrán un impacto sobre las generaciones futuras, si se parte de la idea que el desarrollo generara un bienestar y una autonomía económica y social, se puede afirmar que las generaciones futuras gozarán de estos beneficios. Pero como se mencionó anteriormente, este significado puede modificarse considerablemente al acompañarlo de palabras como, *social*, *sostenible*, *sustentable*, entre otros. Así, se obtienen las siguientes definiciones.

2.2.1.5. Desarrollo sostenible.

También conocido como desarrollo duradero, como es nombrado en el (informe Brundtland, 1987). fue la primera vez que se incorporó este término, el cual se define como “el desarrollo capaz de asegurar que se satisfagan las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras”, lo que quiere decir que permanece durante un determinado tiempo.

De acuerdo con (López, López, Ancona, 2005), el desarrollo sostenible busca principalmente el uso racional de los recursos, para no generar un agotamiento y posterior daño irreversible al medio ambiente. Se habla de desarrollo sostenible cuando se agrupan los tres enfoques ambiental, económico y social, creando así un impacto visto desde todas las perspectivas.

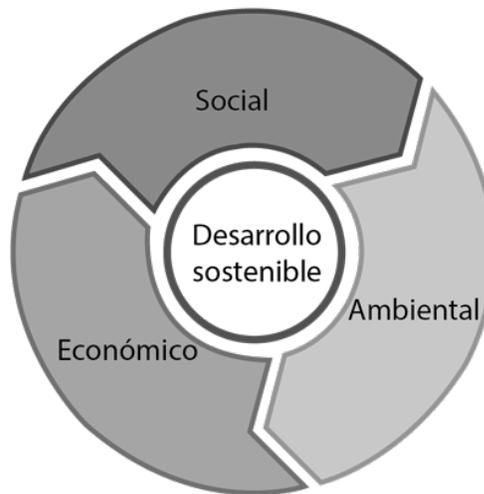


Gráfico 4: Relación de sistemas. Fuente: Autor

2.2.1.6. Desarrollo sustentable.

Si bien en la mayoría de ocasiones se suele utilizar ambos términos para referirnos a lo mismo, son dos conceptos que, aunque tienen cosas en común son diferentes, según (López et al, 2005), el desarrollo sustentable es aquel que su principal objetivo es la satisfacción de las necesidades, en este caso su principal fin es acabar con la pobreza extrema, y para acabar con la pobreza se deben generar cerca de un 50% más de empleo, lo que es posible siempre y cuando se vinculen nuevos modelos económicos, en pro del desarrollo sostenible, lo cual se logra en el momento que se consigue un equilibrio entre las partes, económica, ecológica y social.

Sin embargo, (Ortiz, 2018) plantea que la sustentabilidad va más allá de simplemente un esfuerzo por conservar el medio ambiente, ya que esto se convirtió en una campaña publicitaria para las grandes empresas, las cuales invierten un gran capital en comerciales que disfrazan la información y con esto hablan de sustentabilidad por crear un producto que se degrada en menor tiempo, al mismo

tiempo que generan mayores ingresos. Es por esto que plantea una resignificación del término el cual funciona como mecanismo de construcción social, en vista de que puede ser entendido por el conjunto de acciones que realizan diariamente los miembros de una comunidad, a fin de mejorar sus condiciones. De manera que funciona para que las comunidades se organicen y regular sus actividades y su territorio, de manera que no tenga repercusiones directas hacia los miembros de su comunidad.

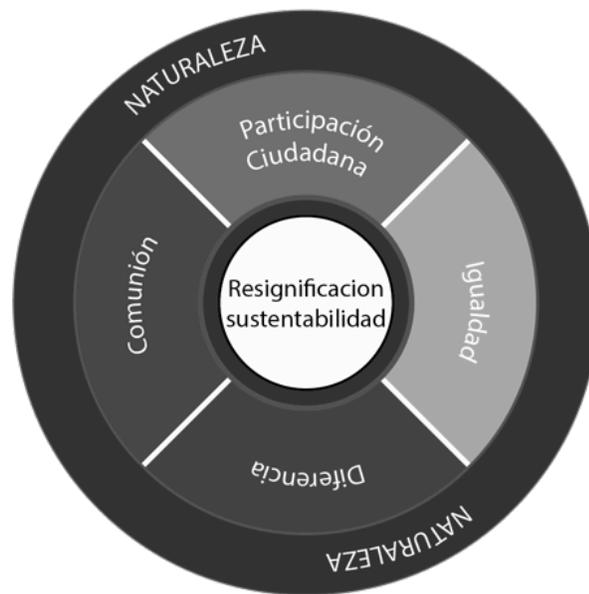


Gráfico 5: Elementos de la resignificación. Fuente: Autor, a partir de

Esta resignificación se compone de 4 elementos o dimensiones esenciales, las cuales son en primer lugar, participación ciudadana, en el cual cada miembro de la comunidad sin exclusión alguna, tiene la decisión de pertenecer a los procesos, planes o proyectos sobre el manejo del territorio.

En segundo lugar, la igualdad, en donde cada miembro de dicha comunidad debe generar un aporte o idea de mejora y organización del entorno, esto se debe principalmente porque todos los habitantes de manera empírica han adquirido conocimientos sobre un tema determinado el cual aporta para el aprendizaje de los demás miembros de la comunidad.

En tercer lugar, la diferencia, en la cual lo fundamental es el respeto mutuo, funciona también como una herramienta para potencializar las capacidades de las personas, teniendo en cuenta el punto anterior.

Por último, la comunión, el autor la plantea como “la autoconciencia de sentirse parte de un todo y entender y vivir el conjunto de valores intangibles que dan sentido a nuestra vida personal y social”, se trata de la sensación de sentirse aceptado dentro de un determinado grupo y tener la misma importancia y valor que los demás, de esta manera cada individuo se sentirá acogido y se creará el sentido de pertenencia que los hace obrar en pro del desarrollo comunitario.

2.2.1.7. Desarrollo social.

El desarrollo social surge cuando se mejora los índices de bienestar colectivo en un determinado grupo de individuos. (Uribe, 2004) afirma que se puede hablar de desarrollo social, en momento que todo un grupo de personas mejoran significativamente sus condiciones de vida para alcanzar un bienestar social óptimo, de manera que se mejoran índices o aspectos tales como, la esperanza de vida, mortalidad infantil, acceso a servicios sociales, entre otros.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el desarrollo sostenible, social y sustentable, se fundamentan principalmente en conseguir que un determinado grupo de personas mejoren las condiciones de vida, asegurando que quienes participan en el proceso potencialicen significativamente sus capacidades, haciendo especial énfasis en garantizar que los recursos naturales que se utilizan actualmente, puedan ser utilizados en un futuro, sin comprometer ni alterar el medio ambiente. De esta manera, se logra impactar sobre más sistemas de los que esta compuesto el territorio.

Los conceptos descritos anteriormente, son vinculados y ajustados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo conformando una nueva definición en la que engloba estas definiciones consiguiendo un nuevo concepto conocido como:

2.2.2. Desarrollo humano.

El desarrollo humano es entendido como un punto de inflexión en el pensamiento, ubicando a las personas en el centro del desarrollo, por tal razón, su medición va más allá que simplemente un incremento económico. Según el (PNUD, desarrollo humano informe, 1990) el desarrollo humano este compuesto por dos aspectos, el primer lugar, está la formación de las capacidades humanas, en las que se

encuentran, por ejemplo, mejorar el estado de salud, conocimientos y destrezas. Y, en segundo lugar, se encuentra, como las personas hacen uso de las capacidades adquiridas en pro del progreso personal y grupal. Para alcanzar un desarrollo humano, se deben superar los obstáculos que tienen en su camino las ciudades en vía de desarrollo, como es el caso de la pobreza extrema.

El principal objetivo que tiene el desarrollo humano es lograr que las personas incrementen sus oportunidades y capacidades, para lo cual establecen tres objetivos principales los cuales son: asegurar que las personas puedan disfrutar de una vida prolongada y saludable, tener acceso a los recursos para lograr un nivel de vida decente y tener acceso a nuevos conocimientos, haciendo énfasis especial en este último (PNUD, 1990), de manera que si los habitantes de determinada región potencializan e incrementan sus conocimientos, capacidades y talentos, lograrán tener un progreso sostenible de acuerdo con sus propias aspiraciones, reduciendo los índices de pobreza extrema y desigualdades sociales, generando un impacto directamente proporcional en su calidad de vida y sus oportunidades para alcanzar el bienestar humano, por tal razón, su medición y seguimiento deberá ser a través de un campo multidisciplinar y pluridisciplinar, con el fin de profundizar y priorizar en los propósitos enfocados a incrementar la riqueza humana por encima de la material.

2.2.2.1. Calidad de vida.

El concepto calidad de vida se ha usado durante años como sinónimo de medición del bienestar, sin embargo, no existe una definición clara de lo que es, ya que abarca múltiples enfoques que deben ser evaluados desde un campo multidisciplinar. Este término empezó a utilizarse en los Estados Unidos y en el marco de la pos guerra para promediar si tenían buena vida, mala vida y la sensación de seguridad de las personas, desde este momento, se desencadenó una serie de investigaciones con el fin de dar una definición más precisa en el que han incluido aspectos socioeconómicos, nivel de educación y estado de vivienda entre otros (Urzúa, Caqueo, 2012).

La definición de calidad de vida puede variar de acuerdo al contexto que se quiera evaluar, de manera que se encuentran diferentes definiciones de diferentes autores, pero la mayoría coinciden en que la calidad de vida se define como, la satisfacción de las necesidades que un individuo pueda requerir para alcanzar su bienestar, evaluado y calificado desde unos parámetros cuantitativos y cualitativos.

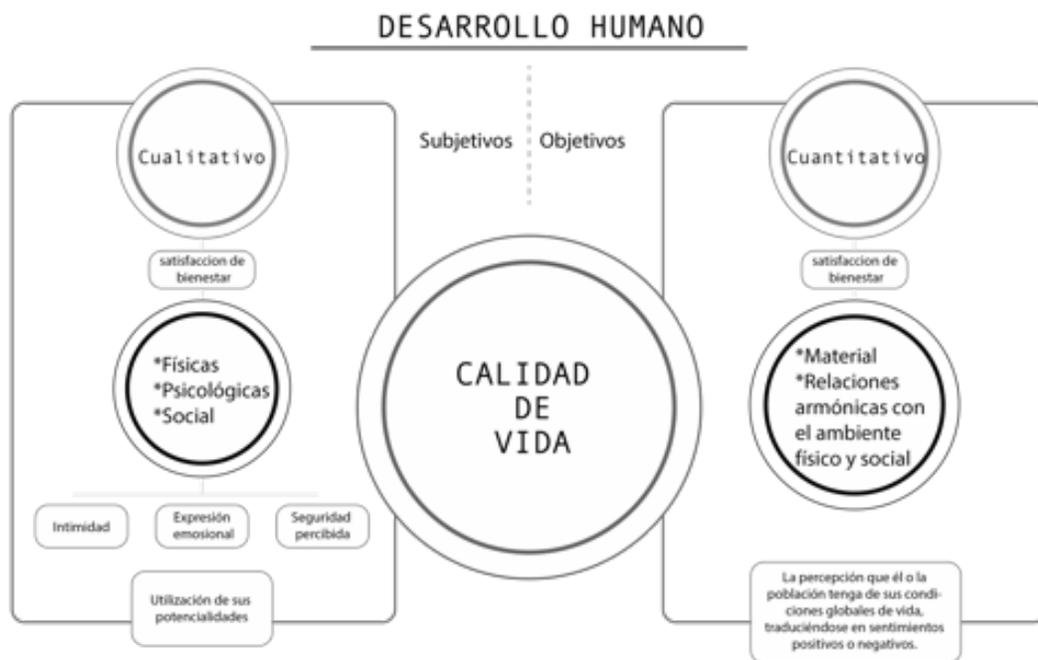


Gráfico 6. Componentes calidad de vida. Fuente: Autor.

De acuerdo con (Ardila, 2003), la calidad de vida puede definirse como la satisfacción general en la que se encuentra un sujeto, que ha podido emplear sus capacidades y potencialidades de manera óptima. La cual posee aspectos subjetivos conformados por, bienestar físico, psicológico y social, además incluye aspectos como la intimidad, la expresión emocional, la seguridad percibida y la productividad personal, y aspectos objetivos como, bienestar material, relaciones armónicas con el ambiente físico y social y, con la comunidad.

Según esta definición, la calidad de vida se obtiene cuando un individuo logra alcanzar el desarrollo humano, el cual se da en el momento que éste disfruta de las comodidades y las plasma en nuevas formas de convivencia o de expresiones las cuales se moldean de acuerdo al entorno en el que habita.

Es por esta razón que la calidad de vida sirve para medir la satisfacción de determinado individuo dentro de una sociedad o grupo de personas que conforman un hábitat colectivo y en donde cada uno de ellos desempeña un rol distinto, acompañado de una obligación y/o deber al que está sujeto desde el momento que se vincula. También, en este marco se encuentra todo lo que define al ser humano y lo que lo hace ser y sentirse bien, agrupando aspectos objetivos como la satisfacción de las necesidades físicas, psicológicas, aspectos subjetivos como la espiritualidad y las aspiraciones personales.

En términos generales se puede decir que la calidad de vida es la integración de aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, y el contenido de estos aspectos depende del enfoque de la disciplina y del contexto en que sea empleada.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el presente proyecto investigativo, responde a las condiciones tanto cualitativas como cuantitativas, que conforman la calidad de vida, puesto que plantea una mejora dentro de las condiciones tangibles como la disminución en la cantidad de residuos sólidos que tienen destino de disposición final el RSDJ y paralelamente se reducen los impactos que estos traen sobre la salud y las implicaciones al medio ambiente que causa esta práctica. Y de manera intangible, ya que mejorará la percepción que se tiene acerca de los barrios y zonas más afectadas por esta práctica.

2.2.2.2. Bienestar social.

Al igual que la calidad de vida, el bienestar puede estar ligado a diversos significados, sin embargo, para ser más precisos, se ha organizado en dos grupos, el bienestar hedónico y el bienestar eudaimónico, el primer grupo, se encuentra lo relacionado con la felicidad, mientras que, en el siguiente grupo, se encuentra todo lo que esta enlazado al desarrollo humano y potencialización de las capacidades. (Blanco, Díaz, 2005).

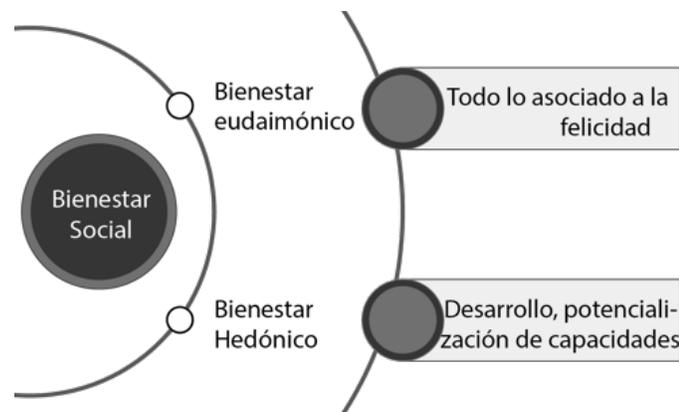


Gráfico 7: Componentes del bienestar social. Fuente: Autor, a partir de

Según (Blanco, Díaz, 2005), el bienestar social es el conjunto de acciones que realiza un individuo dentro de una sociedad, las cuales pueden ser medidas de

acuerdo con 5 aspectos que engloban, lo que es el ser y las necesidades de este dentro de la sociedad, estas acciones están enfocadas al mejoramiento del entorno y la percepción del individuo en cuanto a las mismas, de manera que el bienestar social es la mejora en la calidad de vida de una persona, la cual al potencializar sus capacidades generará un cambio en su entorno.

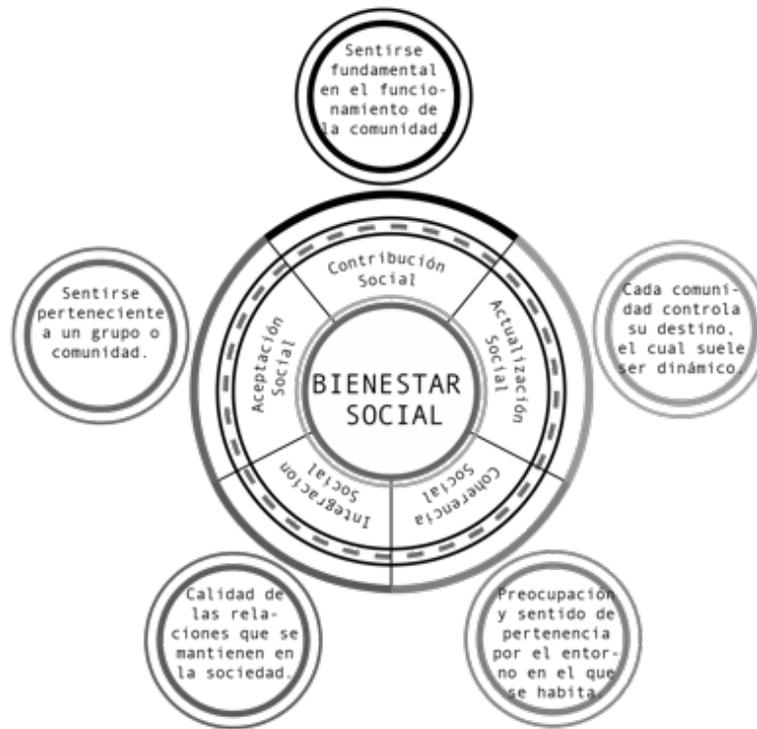


Gráfico 8. Bienestar social. Fuente: Autor, a partir de (Blanco, Díaz, 2005)

De acuerdo al gráfico anterior, se puede decir que el bienestar social inicia cuando el individuo realiza alguna de las actividades que se muestran, de manera que sin importar por donde empiece y hacia qué dirección vaya el objetivo será el mismo. Sin embargo, para (Blanco, Díaz, 2005), lo ideal es que el individuo tenga una interacción como primer paso, pero, puede existir el caso en el que un individuo que ya ha potencializado sus capacidades llegue a una nueva sociedad y mediante acciones, contribuciones incluso por su preocupación por el entorno, la aceptación y la integración son el resultado de las buenas acciones.

Teniendo en cuenta lo planteado hasta el momento se puede decir que, al concluir el proyecto se aportará a la mejora en la calidad de vida de las personas que se ven

afectadas por la cantidad de residuos sólidos que son producidos y depositados en el relleno sanitario, a partir de la integración y participación de más actores aportando sus conocimientos e influyendo sobre los demás, el bienestar social es el fruto de la disminución en los residuos que serán depositados, desde la práctica de incorporación de los MPR empleados en distintos usos, que se determinarán de acuerdo a los requerimientos de la población.

De esta manera, para que el bienestar social y la calidad de vida puedan ser optimas se debe adoptar la cultura del máximo aprovechamiento, vincular economías como las mencionadas anteriormente, que aporten a mitigar el impacto ambiental negativo de las emisiones, pero lo más importante de todo es adoptar una cultura ambiental, que permita que los residuos puedan ser separados en la fuente antes de ser contaminados, así mismo, que permita generar conciencia acerca de la situación que se presenta por el modelo económico y el desinterés de la mayor parte de la población hacia este tema pero sobre todo, que permita a los habitantes de la ciudad tener un desarrollo en todas las dimensiones mencionadas, convirtiendo lo que actualmente es un problema en un potencial de desarrollo.

2.3. La educación ambiental como herramienta creadora de conciencia.

Se puede decir que la educación ambiental es uno de los ejes estructurantes y transversales del proyecto, puesto que es la herramienta más eficiente con la que se puede llegar a concientizar a las personas respecto a que es posible mejorar las condiciones de calidad de vida, haciéndolas entender la importancia de perseverar el medio ambiente y conservar los recursos naturales.

Para (Severiche, Gómez, Jaimes, 2016) la educación ambiental, es la herramienta que mas fácil y directo llega a las personas, por lo tanto, con una adecuada educación ambiental a los estudiantes, estos formarán una cultura ambiental enfocada en proteger el planeta y sus recursos, que logra permear a las personas de su entorno para que estés cambien sus hábitos y costumbres.

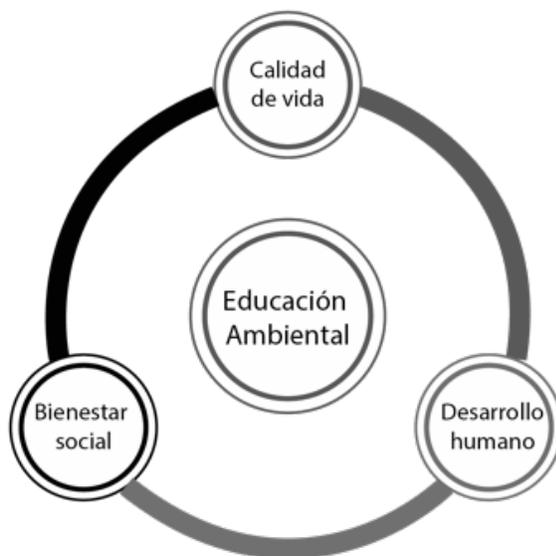


Gráfico 9. influencia de la cultura ambiental Fuente: Autor.

Además, con la potencialización de las capacidades de las personas aparecerán nuevas e ingeniosas formas de percibir los residuos sólidos, pasando de ser una molestia a un potencial material con el que se pueden elaborar gran cantidad de artículos, de manera que se contribuye a la disminución de gases contaminantes que posteriormente afectarán a la capa de ozono y contribuyen al calentamiento global.

La cultura ambiental es el punto de partida de una comunidad para que las personas cambien la perspectiva entorno al tipo de desarrollo que deben emplear, puesto que el propósito de esta es generar un desarrollo humano, sostenible a partir de la potencialización y educación de la población.

2.4. Gestión de residuos a nivel global.

Teniendo en lo cuenta lo dicho anteriormente, en primer lugar, se hablará sobre los países que han adoptado la cultura ambiental como un eje principal hacia el desarrollo sostenible, sobre las políticas que utilizaron para alcanzar los niveles de calidad de vida que poseen sus habitantes, cuales han sido sus métodos empleados para tratar los residuos sólidos generados y como han logrado alcanzar tan altos niveles de aprovechamiento, así mismo, se realizará una descripción de los planes que ha realizado la república de Colombia a fin de mitigar el impacto ambiental producido por el manejo inadecuado de residuos sólidos, haciendo énfasis en la ciudad de Bogotá.

2.4.1. Japón.

Como señala (Tron, 2011), Japón, es uno de los pioneros en implementar métodos diferentes a los rellenos sanitarios para solucionar el problema de residuos, esto se debe en principio por su ubicación geográfica, ya que, al ubicarse en una isla y encontrarse en una zona de alta actividad sísmica, cuentan con espacio limitado para la creación de estos, además el transporte de los residuos hacia un sitio de disposición genera costos excesivos, razón por la cual sus residuos sólidos son transportados hacia una planta de incineración, en donde son depositados en grandes hornos.

De la misma forma, este país ha sido uno de los primeros en reconocer el cambio climático e implantar nuevos modelos de crecimiento económico como la economía circular, a su vez, son promotores de la utilización de energías limpias y renovables, trayendo consigo múltiples beneficios tanto ambientales como culturales a la población, dado que con este cambio se pasó de, desperdiciar la energía producida al momento de la incineración a, ser aprovechada en labores domésticas y la manutención de la planta, ahorrando una cantidad importante de energía que se representa en utilidad y en posibilidades de seguir innovando y de esta manera aportar ampliamente al desarrollo humano y sostenible de sus habitantes y regiones.

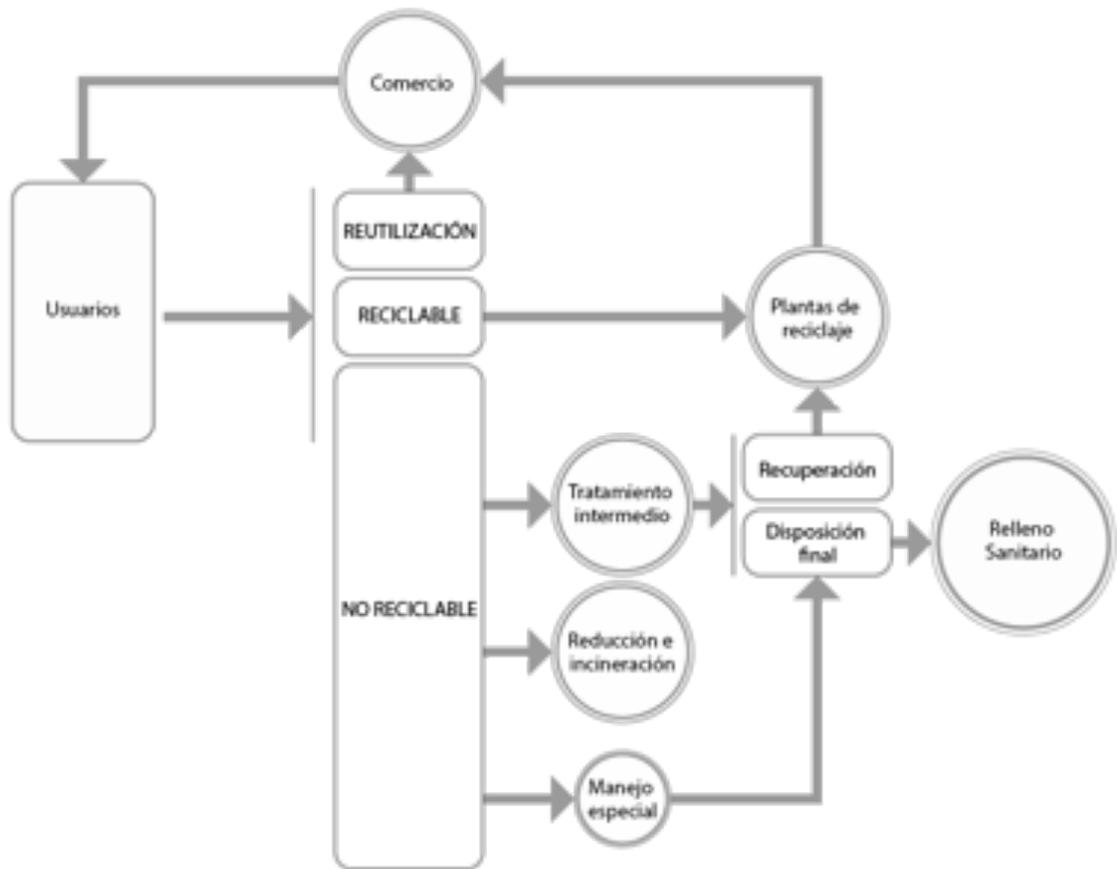


Gráfico 10. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Japón. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parís y México, 2011.

De igual manera, uno de sus más grandes logros es el adecuado manejo que han tenido con los residuos sólidos, puesto que, los habitantes se han adaptado a las nuevas políticas que se han ejecutado, comprometiéndose con un gran esfuerzo y disciplina a hacerse cargo de sus propios residuos, es así como surge el modelo de separación en la fuente que al día de hoy siguen empleando y con el que llegan a separar y aprovechar cerca del 97% de los residuos generados.

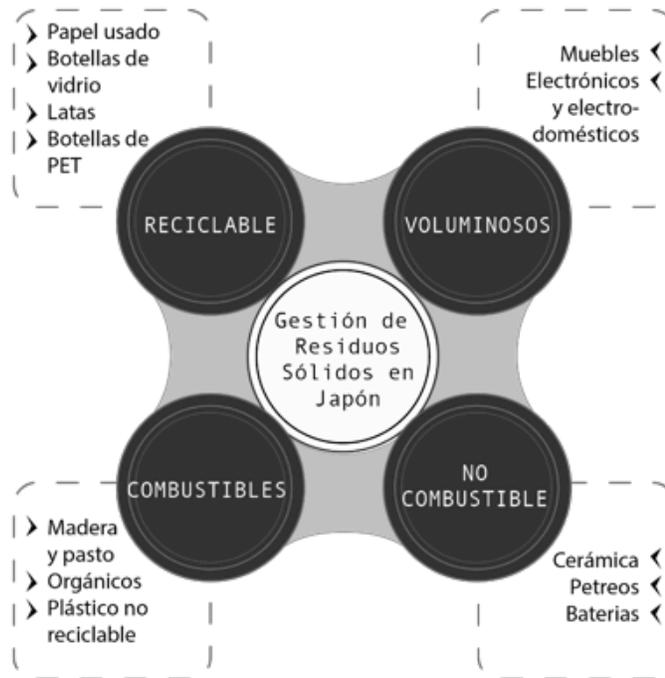


Gráfico 11. Modelo de separación en la fuente, Tokio. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, París y México, 2011.

El ciclo productivo de un residuo sólido en el caso de Japón, está muy claro puesto que, con la separación en la fuente tan eficiente que realizan sus habitantes, los residuos ya tienen un determinado lugar al que serán dirigidos para el adecuado tratamiento.

Este modelo de separación en la fuente, consiste en agrupar los residuos en cuatro conjuntos, lo reciclable, lo combustible, lo no combustible y los voluminosos, así pues, logran aprovechar y obtener el mayor beneficio de estos, antes de enterrar las cenizas que se generan como resultado de la incineración.

De acuerdo con el autor, el principal beneficio obtenido es energía, gracias a la gran cantidad de residuos combustibles producidos, lo que facilita la incineración de estos para producirla a base de calor, de esta manera lograron alcanzar el 28% de residuos que tendrán disposición final, debido a que la mayor parte de este porcentaje son cenizas del proceso de incineración. Esta práctica se realiza desde que se aprobó la ley de gestión de residuos en el año 1970.

El modelo de separación y aprovechamiento de los residuos sólidos, resulta ser tan eficiente que, en la ciudad de Tokio, a pesar de ser una de las ciudades que más residuos genera y contar una densidad poblacional bastante alta, los camiones de recolección circulan máximo dos veces por semana.

2.4.2. Noruega.

Al igual que la mayoría de países industrializados, Noruega también presentaba problemas en cuanto al manejo de residuos sólidos, por lo tanto, desde la primera cumbre de las Naciones Unidas ocurrida el año de 1972, comenzaron el proceso de adoptar políticas en pro del desarrollo sostenible, haciendo énfasis principalmente en generar energías limpias que ayuden a mitigar el impacto medioambiental y mejorar la calidad de vida de las personas a través de un medio ambiente sano y libre de residuos.

Actualmente Noruega es un ejemplo muy claro de lo que se puede hacer con políticas y esfuerzo por parte de los consumidores. En este país, gracias a sus sofisticados mecanismos de clasificación y tratamiento, logran aprovechar el 99% de los residuos que generan, incluso teniendo la necesidad de importar basura de otros países como Italia e Inglaterra para satisfacer la demanda de residuos que son requeridos para el funcionamiento de sus plantas energéticas, que proporcionan energía a la tercera parte de la población.

Cabe mencionar que este índice de aprovechamiento, es en gran parte gracias a la separación que realizan en la fuente, ya que lo hacen en contenedores por colores, en donde se depositan de acuerdo a sus características.



Gráfico 12. Método de separación en la fuente, Noruega. Fuente: Autor.

La separación en Noruega funciona de acuerdo a las características de sus residuos, de modo que son separados en colores y cada localidad o ciudad escoge los colores que serán usados, sin embargo, la mayor parte de puntos ecológicos que se encuentran en este país presentan los siguientes colores. Azul para los residuos de plástico, verde para los residuos orgánicos o restos de alimentos, amarillo para vidrio y cristal, rojo para los residuos tóxicos, morado para los residuos electrónicos y blanco para el resto. Esta separación por colores facilita la valorización de los residuos, debido a que no son contaminados al ser mezclados entre ellos.

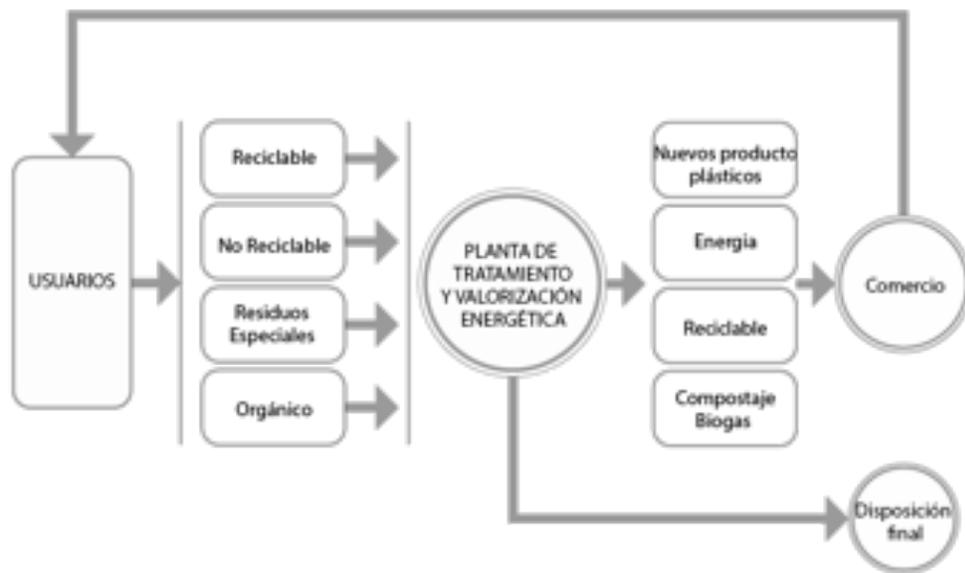


Gráfico 13. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Noruega. Fuente: Autor.

Posteriormente estas bolsas son enviadas a las plantas, donde se realiza un proceso denominado *Termovalorización*, que consiste en generar energía mediante la incineración de los residuos sólidos urbanos producidos, una vez dentro de la planta, el proceso es el siguiente: Las bolsas recolectadas llegan a la planta y son depositadas en la fosa de descargue, luego un brazo mecánico agarra los residuos y los lleva hasta una banda transportadora donde un lector óptico separa las bolsas de colores enviándolas a diferentes procesos.

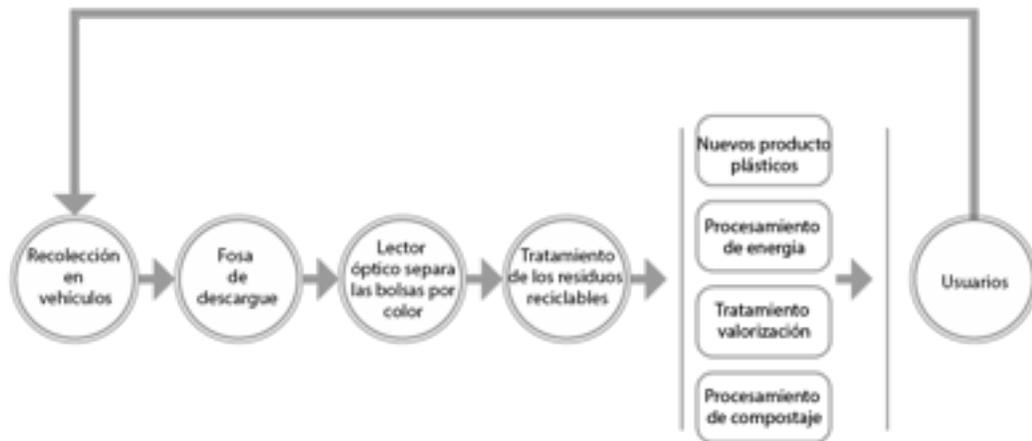


Gráfico 14. Flujograma planta de valorización de Noruega, Fuente: Autor.

Las bolsas con materiales plásticos son dirigidas para la elaboración de nuevos productos plásticos, mientras que las bolsas blancas son dirigidas a incineración en un horno a 850°C, este calor hierve el agua de un contenedor, el vapor producido es usado para mover una turbina que produce electricidad la cual alimenta la red de calefacción urbana. Este servicio es cobrado a los ciudadanos por medio de una tarifa, que puede bajar conforme los habitantes lleven residuos a los puntos ecológicos. Así mismo, grandes empresas del sector privado incentivan a los usuarios a llevar sus residuos a sus almacenes con el fin de recibir beneficios.

Como se puede observar, estos países han optado por modelos económicos en los cuales los residuos sólidos que generan son parte de él y no es el fin de un ciclo, por tal razón, su producto interno bruto (PIB) en los últimos años ha incrementado considerablemente y la calidad de vida de sus habitantes.

2.4.3. México.

En la ciudad de México, la capital del país que lleva este mismo nombre, el manejo de los residuos, es muy diferente a los dos anteriores ejemplos, en primer lugar, porque es una ciudad en vía de desarrollo y en segundo lugar porque no cuenta con la fluidez económica de estos (Tron, 2011). Sin embargo, posee una economía bastante sólida y se encuentra entre las 8 ciudades del mundo con mayor producto interno bruto (PIB) por persona. Así mismo, el Distrito Federal de México, es la ciudad de América que más habitantes alberga y más aún si se tiene en consideración su área metropolitana, la cual llega a superar los 23 millones de

habitantes. Es por esta razón, que el manejo de los residuos en esta ciudad es tema de estudio.

De acuerdo con (Tron, 2011), debido a la cantidad de residuos que son generados diariamente en esta zona del país, en el año 2003, se toma la iniciativa de clasificar los residuos sólidos de en 4 tipos, orgánicos, inorgánicos, mezclados y reciclables.

Es importante mencionar, que esta acción no fue realizada sino hasta el año 2004, en donde hubo incidencias de orden administrativo, políticos y económicos.

Con esta iniciativa, se dio apertura a las primeras plantas de compostaje y tratamiento de los residuos orgánicos, así mismo, se invirtió en publicidad sobre la forma correcta de separar estos residuos, llegando a más personas y permitiendo que la separación fuera adecuada para ejecutar otro tipo de proyectos. Así mismo, se logró reducir la cantidad de residuos orgánicos que son depositados en el relleno sanitario Peña de gatos, uno de los más grandes de américa.

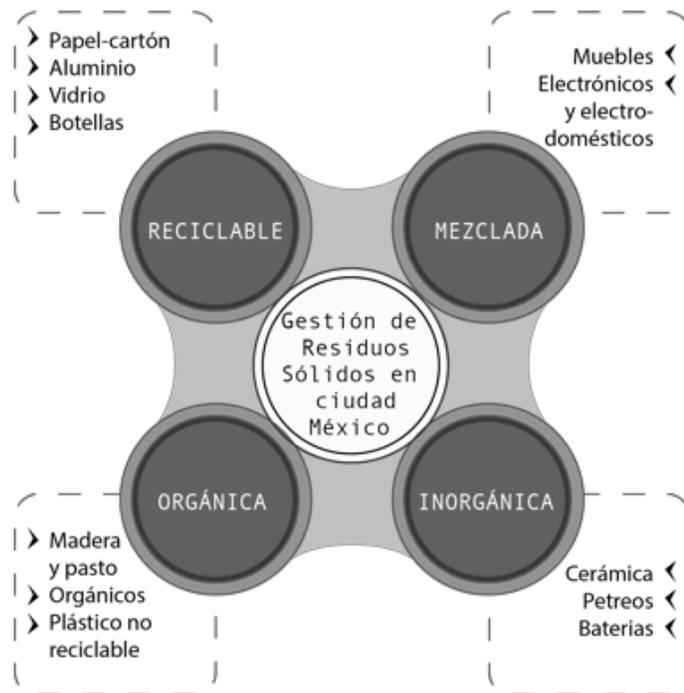


Gráfico 15. Caracterización de residuos en Ciudad de México. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, París y México, 2011.

Estos residuos según sus características tienen un destino distinto en cada caso, dado que, los materiales reciclables y los materiales inorgánicos, son enviados para las plantas de tratamiento en donde son clasificados y procesados para luego comercializarlos. Lo mismo pasa con los residuos orgánicos, los cuales son enviados a las plantas de compostaje.

Por otra parte, los residuos mezclados, se considera una sub categoría creada desde el mal manejo de los residuos de los hogares o la fuente generadora, en esta sub categoría, se encuentran los residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables que no fueron separados en la fuente, por tal razón su destino es el relleno sanitario.

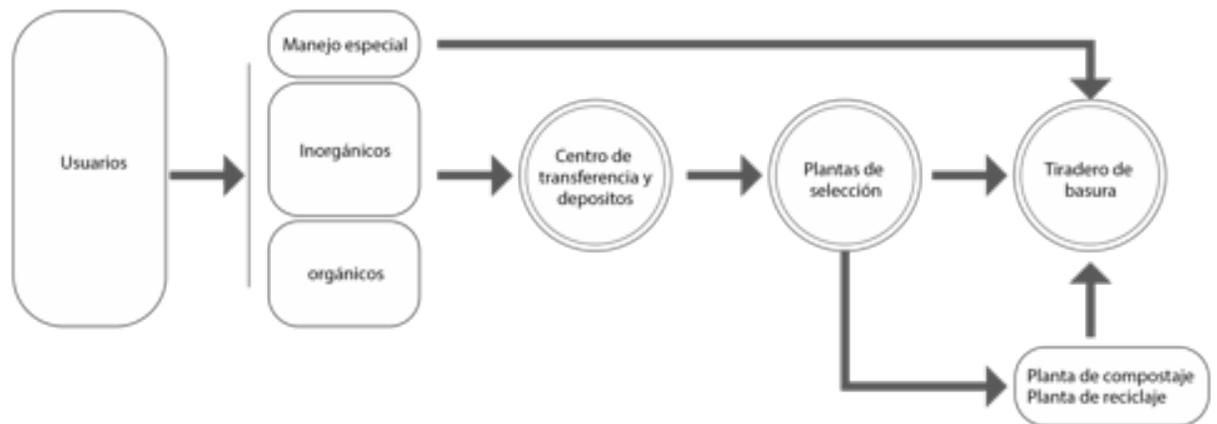


Gráfico 16. Manejo de los residuos en Ciudad de México. Fuente: Autor, a partir de la gestión de residuos sólidos en Tokio, Madrid, parir y México, 2011.

2.4.4. Manejo de residuos en Colombia.

En el país, también se han llevado a cabo acciones para mitigar el impacto ambiental producido por la mala disposición de los residuos sólidos, los cuales no han tenido los resultados esperados, principalmente porque a diferencia de los países europeos y asiáticos, gran parte de los habitantes desconocen o se muestran indiferentes con la separación en la fuente, razón por la cual, la mayoría de ciudades se encuentran al borde del colapso. Para contrarrestar esta dinámica, cuya constante es a agravar, el gobierno nacional impulsó la política de crecimiento verde, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND, Todos por un nuevo país, 2014–2018), en el cual se define como una estrategia envolvente y, por ende, envuelve otras cinco estrategias que son propuestas para alcanzar sus principales

pilares, paz, equidad y educación. Esta estrategia promueve un modelo de desarrollo económico sostenible que busca generar un bienestar económico y social de todos los ciudadanos de las generaciones actuales y futuras, partiendo de principios como el respeto, protección hacia el medio ambiente y la salud de las personas.

La política de crecimiento verde a largo plazo plantea los objetivos y metas de un crecimiento económico sostenible, que a su vez genere una competitividad dentro de los ámbitos en los que sea aplicada, yendo de la mano con las líneas de estrategia, ciencia, tecnología e investigación, adicionalmente, esta política será implementada durante un plazo de 13 años es decir (2018-2030), facilitando su libre desarrollo y operación. Esta política se encuentra relacionada con los acuerdos internacionales como lo son la agenda 2030 y los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Además, con la incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) el gobierno nacional a partir del año 2015, se compromete al año 2030 en materia de la gestión adecuada de los residuos sólidos y la dignificación del trabajo a los siguientes objetivos y metas: **ODS 1.** Poner fin a la pobreza en todas sus formas, al que se le suman las metas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5. **ODS 4.** Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos, con las metas 4.4, 4.5 y 4.7. **ODS 6.** Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, con las metas 6.2, 6^a y 6b. **ODS 7.** Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, con las metas 7.2, y 7a. **ODS 8.** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, que incluye las metas 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 y 8.8. **ODS 9.** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación, con las metas 9.1, 9.2 y 9.4. **ODS 10.** Reducir la desigualdad en los países y entre ellos, con las metas 10.2 y 10.3. **ODS 11.** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, con las metas 11.1, 11.3 y 11.6. **ODS 12.** Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, con las metas 12.2, 12.5 y 12.8. **ODS 13.** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, con las metas 13.2 y 13.3, y por último, **ODS 14.** Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, con la meta 14.1.

En el plan de desarrollo propuesto para el periodo de (2018-2022) la política de crecimiento verde sigue teniendo tal grado de importancia y de protagonismo, así

que es incluida dentro de los pactos que son planteados, como pacto de sostenibilidad, el cual se fundamenta en consolidar acciones que permitan lograr equilibrio entre conservación y producción, de tal manera que se puedan explotar los recursos físicos, sin comprometerlos y que se conviertan en potencial para el país. De la misma manera, el gobierno nacional promovió la creación, implementación y actualización de los Planes para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) cuyas metas están enfocados en aportar al país en su desarrollo sostenible y en materia de aprovechamiento y manejo adecuado de estos residuos.

Los PGIRS, son creados por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y ambiente y desarrollo sostenible y adicionalmente fueron incorporados en los planes de ordenamiento territorial (POT) para asegurar que el distrito aporte los recursos para realizar el seguimiento de las acciones. Estos PGIRS, se realizarán de acuerdo a los intereses y contextos de cada municipio, trazando los objetivos, metas, programas y proyectos que están encaminados a la disminución en la cantidad de residuos que tienen destino de disposición final el relleno sanitario y en aumentar el aprovechamiento de los mismos, mediante estrategias de participación.

2.5. Régimen legal en relación a los residuos sólidos.

Teniendo en cuenta lo descrito hasta el momento, se analizará la legislación internacional y nacional con énfasis especial en lo referente a residuos sólidos, las normas que promueven la mejora en la calidad de vida de las personas y que están encaminadas a reducir la cantidad de residuos que tienen disposición final, con lo cual, se realizará la apropiación de estas normas, forjando las bases legales del proyecto, para su posterior aplicación.

2.5.1. Legislación internacional.

En primer lugar, se abordará la normativa internacional en las cuales Colombia está inscrito por ser parte de las Naciones Unidas, en segundo lugar, se abordará la normativa nacional, empezando por la constitución política del 91 hasta los acuerdos y resoluciones locales.

De acuerdo con lo anterior, en primer lugar, se halla el Protocolo de Montreal, el cual nace a partir del convenio de Viena acordado en marzo del 1985, este convenio fue la primera iniciativa mundial ambiental, que tenía como fin investigar, reconocer y poner fin a las sustancias que podrían afectar la capa de ozono. El principal objetivo del protocolo de Montreal fue eliminar y controlar la producción de gran variedad de sustancias que eran responsables de la debilitación en la capa de ozono.

Colombia en el año de 1992 firma el protocolo de Montreal y con esto, acepta los objetivos y metas propuestos, además, con ayuda de las Naciones Unidas, el año de 1994 se crea la Unidad Técnica Ozono, que es la encargada de la implementación de este Protocolo en el país.

Posteriormente, se organizó el convenio de Basilea, sobre el control de los residuos transfronterizos, el cual vela por la aplicación de controles estrictos sobre los desechos peligrosos, desde su generación hasta el fin de su ciclo de productivo. Con esto se obliga a los países que hacen parte, manejar y eliminar de forma responsable estos residuos, de manera que no sean una molestia a la salud humana ni al medio ambiente.

Tabla 2. Acuerdos internacionales en los cuales Colombia esta inscrito. Fuente: Autor.

TÍTULO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE FIRMA	FECHA DE VINCULACIÓN
PROTOCOLO DE MONTREAL	Control de sustancias que agotan la capa de ozono	1987	1992
CONVENIO DE BASILEA	Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación	1989	1996
CONVENIO DE ROTTERDAM	Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto de Comercio Internacional	1998	2007
CONVENIO DE ESTOCOLMO	Contaminantes Orgánicos persistentes	2001	2008

Más tarde, en la conferencia mundial sobre medio ambiente y desarrollo sostenible, **Agenda 21 o Cumbre de la Tierra**, se propone a las naciones inscritas, apoyar e implementar planes nacionales regionales y locales, con el fin de mitigar algunas de las principales causas que ocasionan el cambio climático. Esta conferencia se llevó a cabo el año de 1992 en la ciudad de Rio de Janeiro.

En la conferencia, se plantea un cambio y estrategias en los modelos de producción y consumo insostenibles que se presentan desde hace más de 200 años con miras al desarrollo sostenible desde sus tres aspectos, ambiental, social y económico. Con lo cual, en el año de 1998, surge el convenio de Rotterdam, sobre ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos, que tiene como objetivo promover la responsabilidad y el esfuerzo por parte de los países que son miembros, con el fin de proteger la salud humana y ayudarlos a protegerse contra determinados productos químicos.

2.5.2. Legislación nacional.

La Constitución política de Colombia en el **Art 49**. Manifiesta que es obligación del estado prestar de manera óptima el servicio de saneamiento básico junto con la

atención de salud, ya que es derecho de los ciudadanos. Así mismo, en el **Art. 79**. Declara que todos los ciudadanos deben gozar de un ambiente sano, por lo tanto, el estado debe garantizar la integridad del medio ambiente y la diversidad, al mismo tiempo que fomenta y asegura la educación para el logro de esto.

Del mismo modo, en el **Art. 365**, se declara que es deber del estado asegurar la prestación de los servicios públicos de manera eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Por último, el **Art. 366**. De la carta magna, expresa que es compromiso del estado asegurar el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, partiendo de la solución de necesidades insatisfechas de salud, educación, saneamiento ambiental y agua potable, por tal razón los recursos para tales fines son prioridad.

Tabla 3. Legislación nacional y distrital. (Parte 1). Fuente: Autor.

Tipo de legislación	Título	Tema
Constitución política de Colombia	Artículo 49	Atención de salud y saneamiento básico
	Artículo 79	Todas las personas deben gozar de un ambiente sano
	Artículo 365	Servicios públicos
	Artículo 366	Bienestar y mejoramiento en la calidad de vida
Leyes nacionales	Ley 30 de 1886	Creación de juntas de higiene
	Ley 9 de 1979	General
	Ley 29 de 1992	Ambiental
	Ley 99 de 1993	General
	Ley 142 de 1994	Servicios públicos
	Ley 253 de 1996	Ambiental
	Ley 388 de 1997	Ordenamiento y uso del suelo
	Ley 430 de 1997	Residuos sólidos
	Ley 632 de 2000	Regimen tarifario
	Ley 1159 de 2007	General
	Ley 1196 de 2008	General
	Ley 1252 de 2008	Residuos peligrosos
	Ley 1454 de 2011	Ordenamiento y uso del suelo
	Ley 1523 de 2012	Gestión del riesgo
Ley 1537 de 2012	Desarrollo urbano	
Ley 1955 de 2019	Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022	
Decretos nacionales	Decreto 511 de 1888	Administración de aseo
	Decreto 2011 de 1974	General
	Decreto 605 de 1996	Regimen tarifario
	Decreto 2676 de 2000	Residuos hospitalarios
	Decreto 958 de 2001	Comisión intersectorial de servicios públicos domiciliarios
	Decreto 1713 de 2002	Servicio público de aseo
	Decreto 838 de 2005	Disposición final de residuos
	Decreto 2981 de 2013	Aprovechamiento
	Decreto 1077 de 2015	Decreto único reglamentario
	Decreto 596 de 2016	Aprovechamiento y formalización de recicladores
Decreto 1784 de 2017	Modifica el decreto 1077 de 2015	
Resoluciones nacionales	Resolución 2309 de 1986	Residuos especiales
	Resolución 189 de 1994	Residuos peligrosos
	Resolución 541 de 1994	Escombros y materiales de construcción
	Resolución 1096 de 2000	Reglamento técnico RAS 2000
	Resolución 058 de 2002	Normas para incineradores y hornos de residuos sólidos
	Resolución 1045 de 2003	Elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
	Resolución 754 de 2014	Metodología para la implementación del PGIRS
	Resolución 720 de 2015	Metodología tarifaria
	Resolución 276 de 2016	Aprovechamiento y formalización de recicladores
Resolución 330 de 2017	Deroга el RAS 2000	

Tabla 4. Legislación nacional y distrital. (Parte 2). Fuente: Autor.

Otras autoridades nacionales	Documento CONPES 3530 de 2008	Estrategias para fortalecer el servicio público de aseo
	Documento CONPES 3866 de 2016	Desarrollo productivo
	Documento CONPES 3874 de 2016	Gestión integral de residuos sólidos
	Documento CONPES 3934 de 2018	Crecimiento verde
	Guía técnica Colombiana 53-3 de 1998	Aprovechamiento de envases de vidrio
	Guía técnica Colombiana 53-5 de 1999	Aprovechamiento de residuos metálicos
	Guía técnica Colombiana 53-6 de 1999	Aprovechamiento de papel, cartón y otros compuestos
	Guía técnica Colombiana 53-4 de 2003	Reciclaje de papel y cartón
	Guía técnica Colombiana 86 de 2003	Implementación de la gestión integral de residuos
	Guía técnica Colombiana 53-2 de 2004	Aprovechamiento de residuos plásticos
Legislación distrital	Guía técnica Colombiana 53-7 de 2006	Aprovechamiento de residuos sólidos no peligrosos
	Guía técnica Colombiana 53-8 de 2007	Minimización de los impactos por envases y embalajes
	Guía técnica Colombiana 24 de 2009	Guía para la separación en la fuente
	Acuerdo 30 de 1958	Creación de la empresa distrital de aseo
	Decreto 782 de 1994	Creación de la Unidad Ejecutiva de servicios públicos
	Acuerdo 114 de 2003	Aprovechamiento de residuos sólidos en entidades distritales
	Decreto 190 de 2004	Plan de Ordenamiento territorial
	Decreto 400 de 2004	Aprovechamiento de residuos sólidos en entidades distritales
	Resolución 132 de 2004	Adopción del PGIRS
	Decreto 312 de 2006	Adopción de Plan de Manejo de Residuos Sólidos en Bogotá
	Acuerdo 287 de 2007	Inclusión de recicladores de oficio
	Decreto 620 de 2007	Normas urbanísticas
	Acuerdo 344 de 2008	Ejecución del PGIRS en Bogotá
	Decreto 456 de 2010	Se complementa el PMRS en Bogotá
	Resolución 1754 de 2011	Adopción del PGIRS
	Acuerdo 489 de 2012	Plan de desarrollo 2012-2016
	Decreto 113 de 2013	Se complementa el PMRS en Bogotá
	Decreto 469 de 2015	Normas arquitectónicas y urbanísticas para bodegas de reciclaje
Decreto 548 de 2015	Adopción del PGIRS (Gustavo Petro)	
Decreto 495 de 2016	Adopción del PGIRS (Enrique Peñalosa)	
Acuerdo 645 de 2016	Plan de desarrollo 2016-2020	
Decreto 652 de 2018	Ajuste de datos del PGIRS	

La **ley 9 del año 1979**, Código Sanitario Nacional, artículo 1o del Título 1, de la protección al medio ambiente, establece por primera vez en el país los parámetros para mejorar las condiciones de salud humana y los procedimientos que se deben realizar para el control en los descargues de residuos que afectan las condiciones sanitarias del ambiente. Así mismo, del artículo 22 al 35, establece las directrices para el manejo adecuado de estos residuos en cuanto al almacenamiento, volumen de residuos, sitios de disposición y lugares en los que se debe realizar la separación.

En el año de 1993, un año después de la Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo, el gobierno nacional dictó la **ley 99 de 1993**, en esta se crea el Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Con esto determina que el sector público es el responsable de la gestión y coordinación del medio ambiente. Esta ley además traza el grado de jerarquía y las funciones que deben asumir las entidades públicas que estén vinculadas al Sistema Nacional Ambiental (SINA). La jerarquía en este caso está definida de la siguiente forma. En primer lugar, el MMA, en segundo lugar, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y, en tercer lugar, departamentos y distritos o municipios.

En el artículo 5, sobre las funciones del ministerio, están definidas las obligaciones y responsabilidades que asume el MMA, de las cuales se pueden resaltar las siguientes.

El numeral 13, del presente artículo, establece como deber del estado ejecutar programas para contribuir al aprovechamiento, conservación y protección de los recursos naturales, así como adelantar proyectos de saneamiento del medio ambiente. Además, en el numeral 32, se determina como deber del MMA, establecer mecanismos para formular planes que ayuden a mitigar factores contaminantes, entre los que se encuentra realizar un adecuado tratamiento de los residuos sólidos.

Un año después, el gobierno nacional dictó la **ley 142 de 1994**, con lo que establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios en el marco de los artículos 334, 336, 365 y 370 de la constitución política de Colombia, con esta ley, se determina que el estado es el encargado de la prestación de los servicios públicos, por tal razón, debe garantizar en primer lugar, la mejora en la calidad de vida de los usuarios, partiendo de una adecuada gestión de residuos, en segundo lugar, brindar atención especial a las necesidades insatisfechas en materia de saneamiento básico y agua potable, en tercer lugar, garantizar la prestación de servicio de forma ininterrumpida y eficiente, y por último, es deber del estado establecer un régimen tarifario proporcional a los ingresos de la población.

Así mismo, en el artículo 4º, se define como servicios públicos esenciales los que están determinados en la presente ley.

En el año de 1996, se crea el **decreto 605 de 1996**, el cual establece las normas encaminadas a regular la prestación del servicio público domiciliario de aseo. En las que se hace referencia a los niveles socioeconómicos, clases, modalidades y calidad. Además, en el artículo 1, se plantean algunas definiciones como, por ejemplo, **aprovechamiento**, que es definido como la acción de utilizar los residuos y obtener un beneficio de estos ya sea económico o social, reduciendo los impactos ambientales y el riesgo a la salud humana, que estén asociados al manejo, producción y disposición final de estos residuos. Otra definición de que encuentra es la de **separación en la fuente**, que es definida como la separación de los residuos en el lugar en el que se generan, para de esta manera, facilitar su recolección y posterior aprovechamiento.

Ley 388 de 1997, conocida como ley de desarrollo territorial, es la ley que establece que los municipios del país deben tener una descentralización y formular cada uno sus respectivos planes de ordenamiento territorial. Con el ordenamiento territorial del municipio y/o distrito, se pretende alcanzar una mejora en la calidad de vida de

la población actual y degeneraciones futuras, con principios como, el uso racional del territorio y el manejo adecuado del suelo. Así mismo, el municipio para alcanzar estas metas, establecerá las estrategias territoriales encaminadas a orientar su desarrollo sostenible.

La **resolución 1096 de 2000**, expedida por el ministerio de desarrollo económico, adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua potable y Saneamiento Básico RAS, el cual tiene como objetivo señalar los requerimientos técnicos que deben ser tomados en cuenta para la elaboración de proyectos, diseños y procedimientos relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico. Esta resolución, es derogada en el año 2017, mediante la **resolución 0330** de este año, con esto, se actualizan los requisitos y procedimientos que deberán cumplir las empresas prestadoras del servicio público del sector de agua potable y saneamiento básico, con el fin de presentar una mejora en la prestación del servicio con miras en la calidad y la optimización de estos procesos.

Años después el decreto 605 de 1996 es parcialmente modificado por el **decreto 1713 de 2002**, el cual establece las normas encaminadas a reglamentar el servicio público en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Sin embargo, este decreto ha sido modificado parcialmente en diferentes ocasiones como, por ejemplo.

El **decreto 1505 de 2003**, que propone dos nuevas definiciones, “aprovechamiento en el marco de la gestión integral de los residuos” y “aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo”. La primera definición hace referencia a los procesos mediante el cual un residuo puede ser incorporado en el ciclo productivo, de manera que se generen beneficios ambientales, sociales y económicos. Mientras que la segunda definición, hace alusión a las actividades encaminadas a realizar la recolección, transporte y separación de residuos sólidos, que posteriormente serán sometidos a procesos de reciclaje, reutilización u otra modalidad que acarree beneficios sanitarios en los tres enfoques mencionados.

Además, en el artículo 8º del presente decreto se establece que, a partir de la entrada en vigencia, es obligación de todos los municipios y distritos elaborar y mantener actualizado el Plan de Gestión Integral de Residuos.

También en el artículo 81, establece dentro del marco de la gestión integral de residuos sólidos, la participación de los recicladores en las actividades de aprovechamiento. Otra modificación fue realizada por el **decreto 838 de 2005**, en donde se establece la reglamentación de los sitios de disposición final de estos residuos. En el decreto se establece promover y facilitar la construcción, operación y planificación de sistemas de disposición final, como actividad complementaria al servicio público de aseo.

Con la **resolución 1045 de 2003**, por medio de la cual se adopta la metodología para la elaboración de planes de gestión integral de residuos. En esta resolución, se define el PGIRS como un conjunto de acciones, metas, programas y objetivos con el fin de asegurar un adecuado tratamiento en los residuos sólidos. En estos PGIRS, se debe tener en consideración la viabilidad del proyecto desde el ámbito financiero, costo de inversiones, administración y mantenimiento del mismo.

El mismo año, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) emite la guía **GTC 86** denominada “guía para la implementación de la gestión integral de residuos”, en este documento busca promover las directrices orientadas a la gestión integral de los residuos desde todas sus etapas de manejo, empezando por la generación, la separación en la fuente, presentación diferenciada, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento, transporte y disposición final. Esta guía promueve, incita y aplica a los sectores residencial, comercial, industrial, institucional entre otros.

Documento **CONPES 3530 de 2008**, en el cual se establecen los lineamientos para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos. Este documento, tiene como objetivo establecer los lineamientos de política para el sector de aseo, con el fin de dar solución a los problemas ambientales que se presentan en el país. El documento hace énfasis en algunos objetivos que se buscan fortalecer para lograr mejorar el servicio, en los cuales están, usar adecuadamente la normativa, establecer las normas técnicas adecuadas para las actividades que competen al servicio público de aseo y establecer programas de aprovechamiento y reciclaje de residuos sólidos.

En el año 2009, dentro del marco de la gestión integral de residuos el ICONTEC, emite una nueva guía, la **GTC 24**, esta vez sobre la separación en la fuente, la cual había sido descrita en la GTC 86 como unas de las actividades a la que se tenía que hacer énfasis, de esta manera, si se logra una buena separación en la fuente, mayor cantidad de materiales podrían ser reincorporados al ciclo productivo o

trasladarlos a sus respectivos sitios de tratamiento en donde se obtendrán diferentes beneficios.

Con la **Ley 1454 de 2011**, ley orgánica de ordenamiento territorial se busca establecer los lineamientos de administración político administrativa, de manera que se pueda generar un desarrollo más descentralizado, partiendo del principio de que cada región o área metropolitana son sumamente diferentes y afrontan situaciones diferentes, por eso cada uno debe establecer los lineamientos de ordenamiento territorial. Esta ley tiene como objetivo establecer y dinamizar las asociaciones entre entes territoriales.

En el año 2012, y a raíz de los desastres ocurridos en el país, entre los que se encuentra incluida la emergencia ambiental y sanitaria ocasionada por el derrumbe en el RSDJ el año de 1997, el gobierno nacional dicta la **ley 1523 de 2012**, con lo cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres, la cual busca prevenir, reducir y mitigar el resultado de desastres naturales, biológicos y antrópicos que impacten de manera directa en la salud de las personas, de manera que se enfoca en políticas de reducción de riesgo y desastres, para con esto mejora la calidad de vida de los habitantes.

En el artículo 30 del **acuerdo 489 de 2012**, por el cual se adopta el plan de desarrollo económico social y de obras públicas en la ciudad de Bogotá, como parte del programa de gobierno del entonces alcalde de la ciudad Gustavo Petro, se creó el programa basura cero, el cual se encuentra definido en el segundo eje estratégico denominado “un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua” como un programa que busca minimizar el impacto de los escombros y los residuos sólidos. Este programa cuenta con 6 proyectos prioritarios, que hacen énfasis en la sostenibilidad, la resiliencia, implantar la cultura de separación en la fuente y fortalecer el modelo de reciclaje de la ciudad.

Con el **decreto 2981 de 2013**, se reglamenta la actividad de aprovechamiento de los residuos sólidos como una actividad complementaria al servicio público de aseo, con esto los residuos sólidos reciclables que son separados en la fuente, tienen como destino las estaciones de clasificación y aprovechamiento, y no al relleno sanitario.

El **decreto 1077 de 2015**, compila una serie de normas que reglamentan el ministerio de vivienda ciudad y territorio, que tienen como objetivo, formular, supervisar y monitorear programas y proyectos en el marco del desarrollo territorial y urbano, en el cual, en cada uno de ellos se debe garantizar el acceso a los servicios básicos y saneamiento básico. Con la implementación del decreto 1077 de 2015, se propone a los municipios implementar, actualizar y monitorear el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (PGIRS), con el fin de beneficiarse de un adecuado manejo de residuos. Estos PGIRS son descritos como un complemento al servicio público de aseo, los cuales tienen entre otras funciones asegurar el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos.

El año 2016, en el plan de desarrollo 2016-2020 del ex alcalde Enrique Peñalosa, (Bogotá mejor para todos) establecido por el **decreto distrital 645 de 2016**, el cual en el artículo **43**, en el que se define el segundo eje transversal planteado, el desarrollo económico basado en el conocimiento el cual busca promover condiciones y programas necesarias para que los negocios prosperen, estos programas deben estar enfocados en mejorar la calidad de vida de las personas, el desarrollo y en la competitividad contemporánea. Así mismo, el artículo **45**, con el programa “generar alternativas de ingreso y empleo de mejor calidad”, se busca la mejora en las condiciones de trabajo de las personas, por medio de la formalización y potencialización de las capacidades.

Por otra parte, el artículo **54**, sobre la gestión de la huella ambiental urbana, que es parte del tercer eje transversal de la sostenibilidad ambiental basado en la eficiencia energética, se determina que es obligación y prioridad del distrito establecer programas que estén enfocados en disminuir los impactos ambientales producidos por las actividades antrópicas de desarrollo en la ciudad como la generación de residuos.

Además, en el artículo **86** se establece que la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), diseñará e implementará un proyecto distrital para el manejo de residuos sólidos, el cual debe garantizar la prestación eficiente del servicio, debe fomentar la producción y el consumo responsable y la cultura de separación en la fuente, así como otros programas que reduzcan la cantidad de residuos que tienen destino de disposición final el RSDJ. Finalmente, el artículo **87** propone el Proyecto de Reciclaje y Aprovechable Sostenible (PRAS), el cual tiene como fin articular y desarrollar los proyectos planteados en el plan de desarrollo, el PGIRS y la política distrital de servicio público, de tal manera que garantice la sostenibilidad, a través de acciones como el reciclaje y aprovechamiento de residuos de demolición y llantas.

Con el fin de optimizar y promocionar la labor de la separación en la fuente, el gobierno nacional formula el 27 de diciembre el 2019 la **resolución 2184**, con el fin de unificar los colores para la presentación de los residuos.

DISEÑO DE ANTEPROYECTO DE PLANTA INTEGRAL PARA
EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO INSTRU-
MENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.

Caso Bogotá D.C.



CONTEXTUALIZACIÓN



3

CAP.

CAPÍTULO III. CONTEXTUALIZACIÓN.

3.1. El manejo integral de residuos, una tarea pendiente.

Todas las actividades humanas desde sus inicios han sido generadoras de residuos, no obstante, cuando nuestros antepasados eran nómadas el problema no era tan delicado, ya que al estar en constante desplazamiento sus residuos quedaban en el camino, pero con el paso al sedentarismo, este problema comenzó a ser más evidente. Como la historia describe, nuestros antepasados se ubicaron en los márgenes de los ríos para hacer prosperar sus cultivos y alimentar a sus animales, por ende, la forma más fácil y directa para eliminar los residuos generados fue durante años arrojarlos al río o cuerpo de agua más cercano, sin embargo la composición de estos residuos al ser en su mayoría partes de animales y madera, no significaba un problema, pero con el avance de estos asentamientos y el descubrimiento de nuevos materiales, la composición de los residuos varió, lo que comenzó a traer problemas para la eliminación. Estos residuos demoraban más tiempo en degradarse y en descomponerse, lo que trajo una inminente acumulación y con ello plagas, enfermedades, infecciones y muerte.

Una de las peores demostraciones de lo que puede suceder por el mal manejo de los residuos, se presentó en la Europa medieval, donde se proliferó una enfermedad desconocida para la época, pero que hoy en día se conoce como la peste negra o peste bubónica, este virus, fue transmitido por los roedores que se transportaban en los barcos desde Asia, estos poseían las pulgas que infectarían a más del 50% de la población. La propagación de esta enfermedad, fue asistida principalmente por las malas condiciones de salubridad, la falta de acueducto y alcantarillado, por la mala disposición de los residuos sólidos, entre otras cosas, puesto que, al no existir alcantarillado, las deposiciones humanas, eran arrojadas a las calles, al igual que los restos de comida y los desperdicios, lo que hacía el ambiente propicio para el hábitat de estos animales. A causa de esta calamidad, los gobiernos y regímenes de la época empezaron a tomar medidas para eliminar los residuos como medida preventiva para evitar algo similar, entre esas están, la incineración, los vertederos a cielo abierto y transportarlos al océano y arrojarlos.

Más tarde, con el acelerado avance tecnológico, la explotación demográfica y la revolución industrial en marcha, nuevamente el manejo de los residuos se tornaría complejo, ya que, con la nueva producción en masa, la cantidad de productos que eran comercializados aumentó y con ello también se presenta un cambio en las necesidades de los usuarios los cuales buscaban y estaban seducidos con los nuevos productos ofrecidos. De esta forma, empezaría un modelo consumista y

totalmente dependiente de estos productos, los cuales gracias a la obsolescencia programada tienen un periodo de vida corto, creando en los usuarios la necesidad de adquirirlos nuevamente.

Los años posteriores, con el imprescindible aumento en la cantidad de residuos generados como el plástico, por ejemplo, no tardarían en colapsar las ciudades que se dedicaron a estas prácticas, lo que se convertiría en un problema para la salud humana, ya que no fue sino hasta el siglo XX, en el que creció el interés por abordar este tema, a causa de las graves consecuencias que traía depositar los residuos en vertederos a cielo abierto, quemarlos de manera indebida y arrojados al mar (Molano, 2019).

Así fue como en el año 1920, surge en Gran Bretaña el concepto de relleno sanitario, el cual según (Molano, 2019), consiste en enterrar la basura compactada, bajo capas de arcilla y tierra las cuales tiene que ser cubiertas diariamente para evitar la propagación de olores y vectores de contaminación. Sin embargo, este método de eliminación de los residuos se consolida durante la segunda guerra mundial, ya que permitió a los soldados estadounidenses deshacerse de estos a un costo muy bajo y en teoría sin ningún tipo de complicación. Al finalizar la guerra, esta técnica se fue perfeccionando, con lo cual se controlaban los flujos de lixiviados y los gases emitidos.

3.1.1. Nivel global.

Alrededor del mundo, varios países implementaron la práctica de disponer los residuos en rellenos sanitarios, ya que como se menciona anteriormente, es una técnica que resulta ser muy económica y eficiente, sin embargo, aún existen países que utilizan métodos no tecnificados, según cifras del Banco Mundial (BM) en el informe (*What a Waste 2.0*, 2018) el 33% de los países del mundo, siguen disponiendo sus residuos en vertederos a cielo abierto. Esta práctica es más común en los países de bajos ingresos, la mayoría de estos ubicados en África, el problema en estos casos es que no poseen los recursos para construir y mantener un relleno sanitario, por lo que optaron por seguir de esta manera.



Gráfico 17. Disposición final a nivel mundial. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0

Como se puede observar, los vertederos a cielo abierto y los vertederos no especificados alcanzan más del 50%, lo que quiere decir que más de la mitad de los países, están implementando métodos no aprobados por las organizaciones de la salud ni del medio ambiente.

Por otro lado, la generación de residuos a nivel mundial es algo realmente alarmante, ya que, según cifras del BM, en el año 2016 se generaron alrededor del mundo, cerca de 2,01 billones de toneladas de residuos (What a Waste 2.0, 2018), cifra que es más alarmante si se tiene en consideración que para el año 2050 se estima que la generación de residuos sea de 3.40 billones de toneladas.

Los países de ingreso medio alto y medio bajo, aumentarán su nivel de ingreso, lo que representa un incremento del 30% en la cantidad de residuos generados y más, si se considera que la producción per cápita de residuos por persona aumenta considerablemente según su nivel económico, por ejemplo, en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos, un estado con nivel económico alto, cada habitante genera alrededor de 4.46 Kg de residuos diarios.

Cabe mencionar que el sistema de tratamiento de los residuos en cada país es directamente proporcional a sus ingresos, es decir, a mejores ingresos, mejor será

el método de tratamiento, sin embargo, no siempre se repite esta constante, lo cual termina por desbordar de residuos este territorio, obligado a enviar sus residuos a otros países.

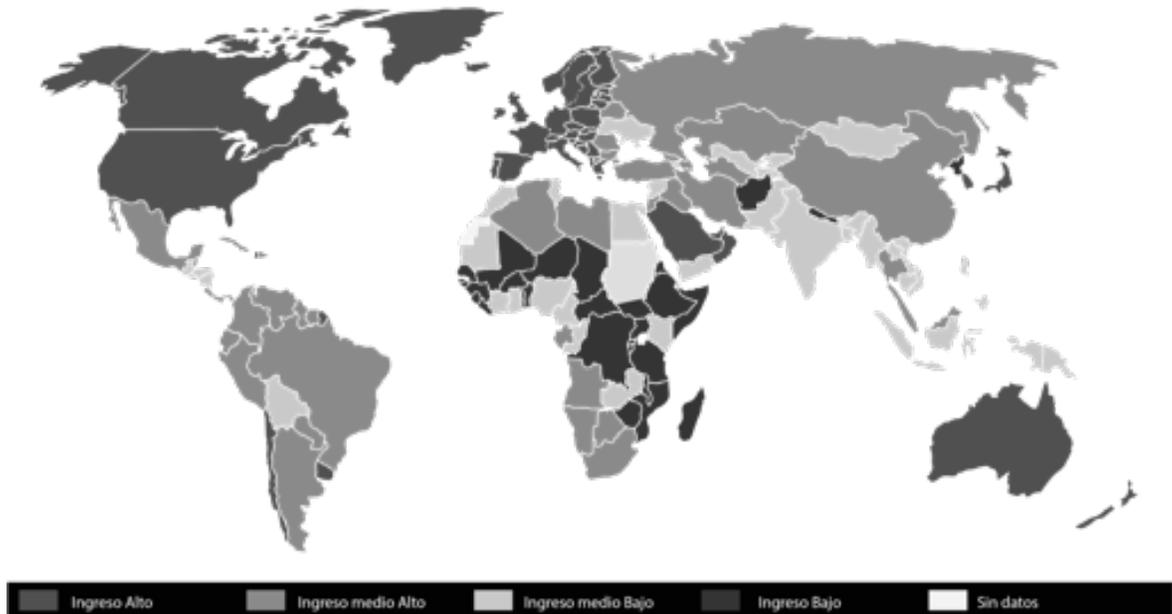


Gráfico 18. Nivel económico por país. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0

Controlar la producción y desarrollar la reutilización de los plásticos, es uno de los mayores retos que se presentan a nivel mundial y más, si se tiene en consideración que la cantidad de plástico en el mundo representa el 36% de la cantidad de residuos producidos. (ONU, 2018, plásticos de un solo uso). El plástico es un material sintético que se elabora como derivado de materiales pétreos, por tal razón su degradación puede tardar años, incluso milenios, no es de extrañar que el incremento de estos residuos sea el que mayores problemas a traído a los países.

El mal manejo que se le está dando a los residuos sólidos en el mundo es tan grave que, incluso se está amenazando la vida de las especies submarinas las cuales se alimentan de los fragmentos de estos plásticos en descomposición.

El problema de la generación de residuos está altamente ligado con la producción en masa, la obsolescencia programada y el consumismo, debido a esto muchos de los productos que se comercializan se mantienen en uso por aproximadamente 10 minutos. Este tema es más complejo, si se tiene en consideración que las grandes compañías evaden su responsabilidad ambiental, creando fundaciones que

simplemente hacen ver al consumidor como el responsable del producto post consumo y que la mejor forma de aliviar al mundo del plástico y los residuos, es reciclar, sin embargo, no tratan el tema de la producción en masa y tienen camino libre para seguir produciendo productos, lo que resulta ser una estrategia de negocio, ya que al no tener que hacerse cargo del ciclo de vida completo de un producto, las compañías se ahorran el trabajo y tiempo de la disposición final.

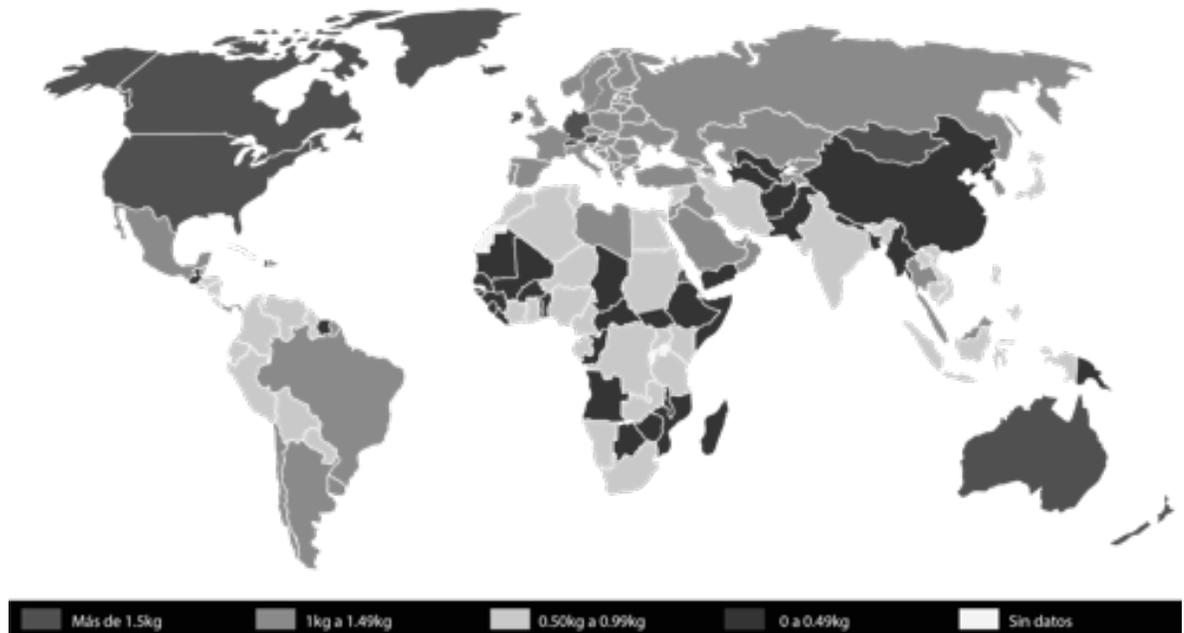


Gráfico 19. Generación de residuos por persona. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0

A demás de generar implicaciones en el medio ambiente y la salud de las especies sub-marinas y terrestres del mundo, el plástico y en general los residuos sólidos, están contribuyendo para que el cambio climático sea más evidente en los últimos años, por lo cual uno de los principales objetivos de las Naciones Unidas es modificar los hábitos de consumo de los habitantes, para que la constante de generación por persona sea menor y los productos comercializados puedan ser procesados correctamente. De la misma manera, controlar los vertederos a cielo abierto y los sitios de disposición no tecnificados es otra tarea indispensable si se quiere salvar especies submarinas y los ecosistemas terrestres en donde la basura es acumulada.

3.1.2. América latina.

La región de América latina y el Caribe (ALC), es una de las regiones del mundo que más retos presenta hacia la gestión integral de residuos sólidos, en primer lugar, por su exponencial crecimiento demográfico, ya que según cifras de las Naciones Unidas, se estima que para el año 2050 albergue aproximadamente 810 millones de personas, del mismo modo, se espera que la región aumente considerablemente sus ingresos per cápita por persona, lo que de acuerdo con la constante, representa un aumento en la cantidad de residuos sólidos generados. Esta constante, se evidenciará más en los países con ingresos medio bajo.

De la misma manera, uno de los mayores retos que se presenta en América latina, es controlar la urbanización y el desplazamiento hacia las grandes ciudades, ya que se estima que alrededor del 78% de los habitantes de esta región viven en el área urbana, mientras que el 22% restante lo hace en el área rural. La tendencia a migrar a las ciudades principales sigue en aumento. Según el BID, en la región para el año de 2009, existían 58 áreas metropolitanas de las cuales siete de ellas contaban con una población de más de cinco millones de habitantes. (BID, Manejo de residuos sólidos. Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo, 2009), y según las proyecciones, se espera que estas aglomeraciones sigan aumentando. A la fecha, la lista de las ciudades más densamente pobladas de Latinoamérica, la lidera Ciudad de México, con una población aproximada de 24 millones de personas, seguido de cerca por Sao Paulo con 22.4 millones y más atrás Buenos Aires, con 16.4 millones de habitantes.

Actualmente, la región se encuentra conformada por 42 países, en los que se incluyen las islas del Caribe, además, cuenta con una población de aproximadamente 640 millones de personas, lo que representa alrededor del 13% de la población mundial.

La gestión incorrecta de los residuos sólidos en la región es un tema alarmante, ya que según estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) se demostró que, aunque varios países han avanzado en el manejo integral de estos residuos, falta mejorar en varios ámbitos, en los que se destacan: Tecnificar los sitios de disposición final, mejorar las condiciones laborales de las personas dedicadas a labores de separación y reciclaje dentro de los sitios de disposición final, ampliar la cobertura en recolección y barrido de calles, aunque para el área urbana es del 85% del territorio, en las zonas rurales

únicamente llega al 30%, (What a waste 2.0, 2018), mejorar los niveles de reciclaje e introducir una economía circular y por último, el cierre definitivo de los botaderos a cielo abierto, ya que estos son los principales focos de contaminación, además facilitan la propagación de infecciones y vectores de contagio, causados por el acumulamiento y descomposición de estos residuos. (Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios, 2016).



Gráfico 20. Generación de residuos en América latina. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0.

Estos puntos, en los que la región presenta falencias están produciendo incalculables daños hacia el medio ambiente y la salud humana, ya que, muchos de

los residuos que se generan, son directamente depositados al océano, otra gran parte es quemada de manera ilegal, provocando graves problemas respiratorios a los habitantes y solo una pequeña parte es reciclada y aprovechada correctamente.

Para divisar con mayor claridad la gravedad del problema de residuos sólidos, según (Informe de la evaluación regional del manejo de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe, 2010), es necesario establecer la cantidad de residuos per cápita por persona, de esta manera se pueden hacer los cálculos y las especulaciones respecto al sistema de tratamiento que requiere cada país y posteriormente cada ciudad. Según el informe del BM (What a Waste 2.0, 2018), en Latinoamérica se generaron en el año de 2016, alrededor de 231 millones de toneladas de residuos sólidos y con un promedio de generación de 0.99Kg/per cápita por día. Este mismo informe menciona que en América Latina solo se recicla el 4.5% de los residuos generados.

En la región, la producción per cápita por persona es de alrededor 0.93kg/diarios, sin embargo, se puede observar, la mayor parte de países en los cuales su generación per cápita es mayor a 1.5Kg, son las islas del Caribe, los cuales no cuentan con sistemas tecnificados para tratar los residuos y son enviados a otros países para que reciban un adecuado tratamiento, incluso su disposición final.



Gráfico 21. Disposición final en América Latina. Fuente: Autor, a partir de What a waste 2.0.

Como se menciona anteriormente, la falta de aplicación tecnología de punta para la disposición final en la región dificulta que los residuos reciban un correcto tratamiento, se estima que el 23,3 % de la población disponen sus residuos en vertederos a cielo abierto. Así mismo, se estima que el 45% de los residuos, no reciben un tratamiento o disposición final adecuada.

Como se puede observar, el relleno sanitario es la técnica de disposición de residuos que más se emplea en esta región, ya que, al ser la forma más económica de disponer los residuos, los gobiernos optan por vincularla dentro de sus PGIRS. Así mismo, se evidencia que, en Latinoamérica, los índices de reciclaje y aprovechamiento de estos residuos, son casi nulos, lo cual es causado principalmente porque se presenta un bajo índice de vinculación y formalización de la población recicladora, los cuales siguen desempeñando esta labor de manera informal, sin obtener los beneficios correspondientes.

Uno de los principales avances que se ha realizado en América latina, es la prohibición en la comercialización y distribución de algunos plásticos de un solo uso entre los que se encuentran pitillos, bolsas plásticas, algunos países como, México, Chile, Argentina entre otros, prohibieron la comercialización y distribución de plásticos de un solo uso, cabe mencionar que este proceso de cambio es paulatino, por lo que, en muchos casos se puede tardar años. También, se ha comenzado con la implementación de los Planes de Gestión Integral

3.1.3. Colombia.

La república de Colombia, ubicada en la esquina superior izquierda de América del sur, es uno de los pocos países en el mundo que posee una ventaja geográfica, ya que cuenta con costas en el océano pacífico y atlántico, lo que le brinda la oportunidad de explotar campos económicos alternos como el turismo y la pesca, actividades que aportan la mayor parte del sustento económico de los habitantes de la zona norte del país.

Es catalogado por el BM como un país de ingreso medio alto, sin embargo, el salario mínimo en Colombia no es comparable con otros países de América latina, con cerca de 230 dólares mensuales, el país se ubica en el puesto 13 en un escalafón de 15 países que lideran Panamá, con US\$ 529; Costa Rica, con US\$ 520, y Argentina, con US\$ 445. Su generación de residuos promedio es de 0.76 kg per

cápita al día, la cual se espera que ascienda alrededor de 0.93kg al día para el año 2030.

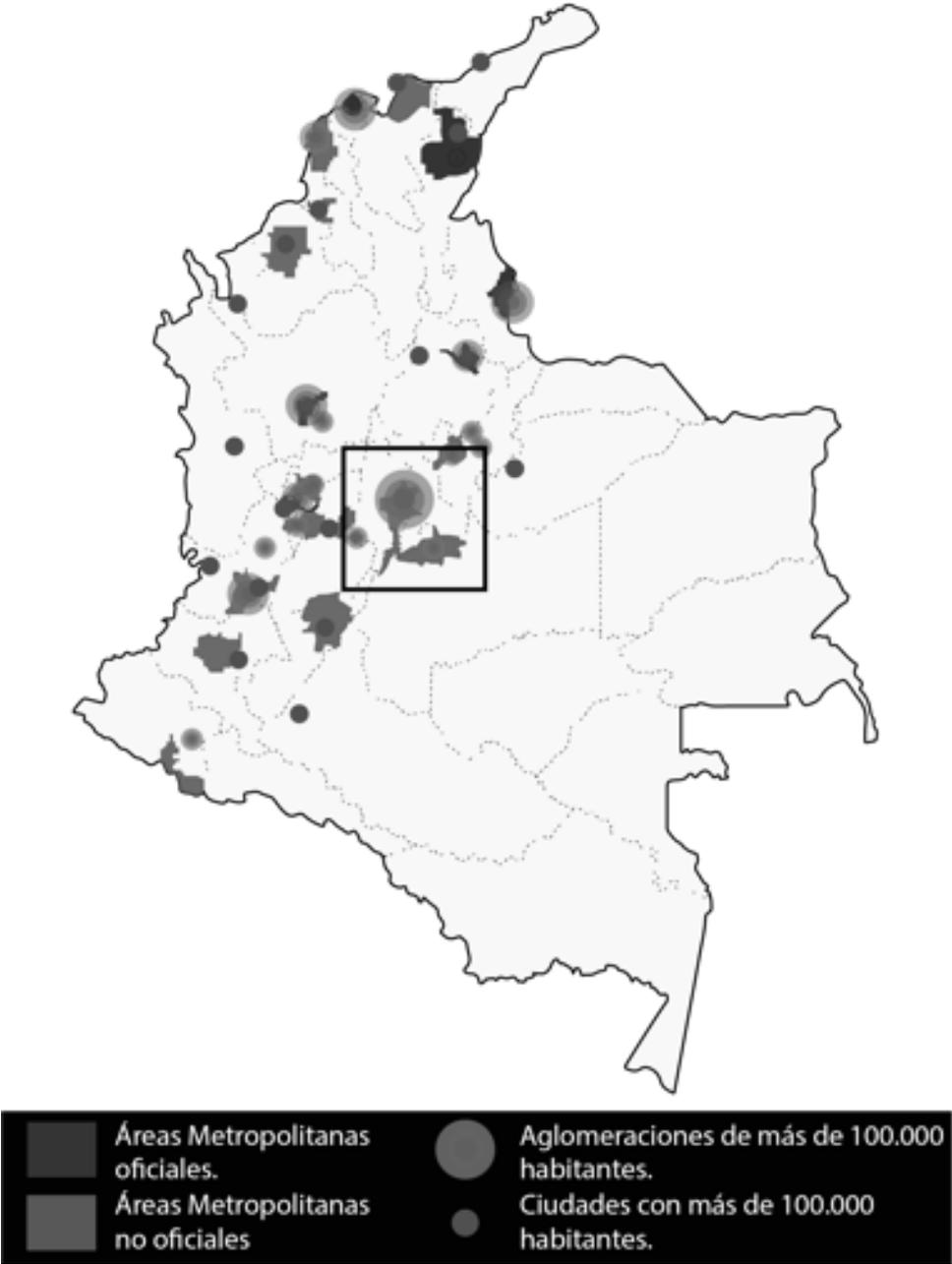


Gráfico 22. Áreas metropolitanas de Colombia y aglomeraciones urbanas. Fuente: Autor, a partir de

Con una población de aproximadamente 50 millones de habitantes, es actualmente el país de América del sur con mayor cantidad de habitantes, y, el cuarto de todo el continente, solo después de Estados Unidos, Brasil y México, quienes superan los 100 millones. Esta población se encuentra distribuida en los 32 departamentos y 1123 municipios en los cuales se divide políticamente el territorio colombiano. Así mismo, según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) el 77.1% de la población vive en las cabeceras municipales, el 15.8% vive en las zonas rurales, mientras que solamente el 7.1% de la población vive en centros poblados. Esto se debe principalmente por el fenómeno de centralización que se presentó en el país durante las décadas anteriores, ya que como la mayoría de países de América, Colombia también se vio marcada por el conflicto armado y los enfrentamientos internos, lo que ha obligado por más de 50 años a las familias de las zonas rurales migrar a las principales ciudades.

La centralización en Colombia está marcada por diferentes factores entre los que se encuentra el ya mencionado conflicto armado, el cual es la principal causa de migración del país, y por otro lado se encuentra el abandono por parte del gobierno a las personas de las zonas más desfavorecidas y de escasos recursos, quienes en busca de nuevas oportunidades de empleo, educación y mejorar su calidad de vida se ven forzados a establecerse por lo general en las ciudades principales y en los barrios de la periferia, que a menudo son barrios en estado de informalidad. Del mismo modo, estas personas se asentaron en los municipios cercanos a los núcleos o ciudades principales, contribuyendo para que posteriormente se presenten conurbaciones y se de paso a la conformación de áreas metropolitanas.

En Colombia actualmente existen reglamentadas 6 áreas metropolitanas, sin embargo, existen aglomeraciones urbanas con cantidades considerables de población, como, por ejemplo, el caso de Bogotá y los municipios de Soacha, Chía, Funza Mosquera, entre otros, la cual alcanza aproximadamente 10.5 millones de habitantes. Actualmente en Colombia existen 47 ciudades con más de 100 mil habitantes y para el año 2050 se estima aumente 14.5 millones la población que vive en las zonas urbanas, así mismo, se estima que la cantidad de ciudades con más de 100 mil habitantes aumente a 69.

3.1.3.1. Gestión de residuos a nivel nacional.

Según el documento CONPES 3874, la gestión de residuos sólidos en el país abarca las siguientes acciones: Generación, separación en la fuente, recolección, transferencia y transporte, aprovechamiento, tratamiento y su disposición final. De

tal manera que, cada municipio al formular un PMIRS, deberá dar cumplimiento a las acciones nombradas, para ello, deberá realizar estudios de viabilidad de los proyectos y dispondrá recursos para tales fines. Así mismo, se plantea una jerarquía en la gestión de residuos sólidos, a fin de indicar el orden de preferencia y realizar las acciones y medidas oportunas para adecuado manejo.

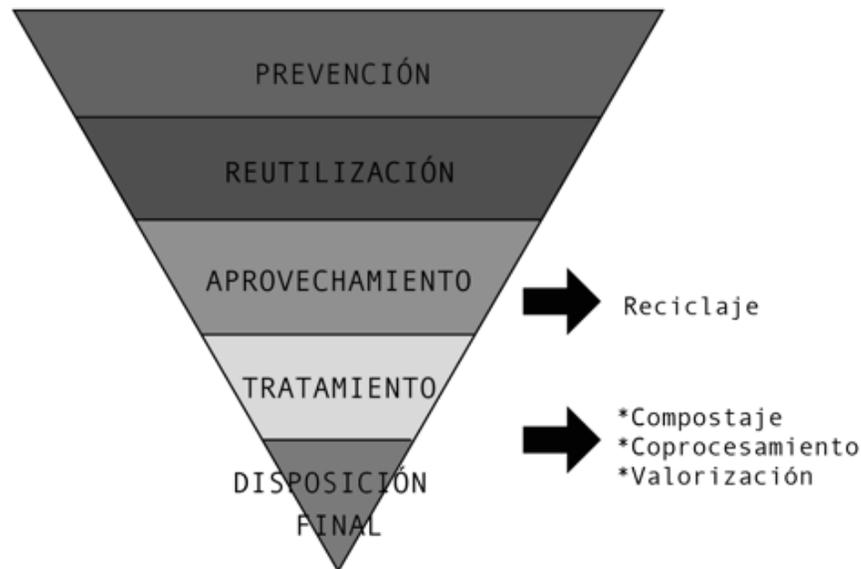


Gráfico 23. Pirámide de gestión de residuos en Colombia. Fuente: Autor, a partir de Documento CONPES 3874.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, la prevención está en el primer eslabón de la pirámide, con lo cual se busca evitar la generación de residuos sólidos que viene en constante aumento, las dos siguientes, reutilización y aprovechamiento, se relacionan con la economía circular y lo que tiene que ver con la vinculación de los residuos al ciclo productivo. El tratamiento de los residuos es el último paso antes de disponer los residuos finalmente en un relleno sanitario o en el sitio de disposición que exista en cada caso.

Este tratamiento, puede realizarse de diferentes maneras obteniendo siempre resultados favorables. Como, por ejemplo, el tratamiento de compostaje, el cual se realiza sobre los residuos orgánicos y sirve para transformar los restos de comida, residuos del corte de césped entre otros, en abono orgánico de alta calidad. Finalmente, la disposición final, tiene el último lugar de protagonismo en este nuevo sistema, en el que los residuos que son depositados e incinerados en estos sitios,

son simplemente la sobra de los procesos anteriores, aliviando la carga ambiental que se presenta en estos sitios de disposición.

3.1.3.2. Generación de residuos.

Según los datos suministrados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018) en Colombia, para el año de 2018 se generaron cerca de 11.5 millones de toneladas.

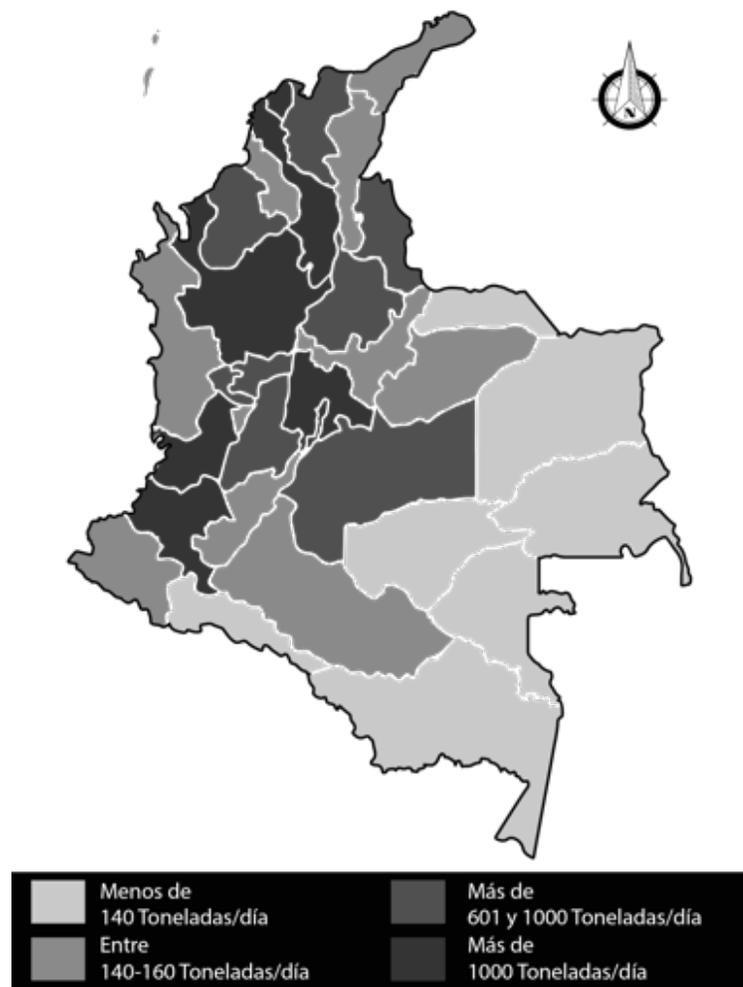


Gráfico 24. Generación de residuos por departamento. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.

La generación de residuos en el país al igual que en el resto del mundo, está estrechamente ligada con el ingreso promedio por persona, razón por la cual se estima que el 51.41% del total de los residuos generados, fue de las 4 principales ciudades, Bogotá, con un aporte de 2.3 millones de toneladas, seguido por Cali, con 756 mil toneladas, luego Medellín y Barranquilla con 659 y 526 mil toneladas, respectivamente. Como se puede apreciar, la generación de residuos en el país se concentra en los municipios donde existe una aglomeración urbana importante o un área metropolitana. También se puede apreciar que los departamentos del sureste del territorio colombiano, no presentan datos claros ni la información completa, lo que dificulta realizar la estimación.



Gráfico 25. Generación de residuos por persona. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.

Frente a estos patrones, se puede decir que, la generación de los residuos se evidencia en mayor proporción en las zonas donde se encuentra ubicada un área metropolitana, sin embargo, la actividad económica de cada municipio determina la cantidad de residuos sólidos generados, pero en el caso del departamento Atlántico es una excepción, el cual presenta una aglomeración importante de personas, pero su ingreso promedio es similar al de la capital del país.

Como se puede apreciar, en el departamento del atlántico se generan alrededor de 0.85kg de residuos al día por habitante, pero cabe resaltar, que este departamento depende principalmente del turismo, por lo cual, un porcentaje importante de esta generación es de turistas extranjeros.

3.1.3.3. Disposición final.

A partir de la constitución del 91, Colombia se cataloga como un país descentralizado, con lo cual se da autonomía y poder judicial a los municipios, los cuales deben elegir a través de voto popular a sus gobernantes y representantes.

Así mismo, se determina que cada municipio es responsable de las acciones realizadas para el manejo adecuado de sus residuos, por tal razón deberá ejecutar un PGIRS, acompañado de un PMIRS, el cual será elaborado de acuerdo a las necesidades y complejidad de cada población. A pesar de ello, según la SSPD, 26 departamentos del país, presentan más del 60% de los municipios con sitios de disposición autorizada, mientras que los 6 restantes, presentan menos del 60%. (SSPD, Informe de disposición final de residuos sólidos, 2018).



Gráfico 26. Disposición no autorizada en Colombia. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.

Como se puede observar, el departamento del Guainía presenta un promedio de menos del 30% de los municipios con disposición final autorizada y se debe según el (SSPD, Informe de disposición final de residuos sólidos, 2018), por la falta de información que se tiene de este departamento, ya que, al estar conformada por municipios con poco tiempo de fundados, menos del 60% del total, no presenta ni reporta información.

También se aprecia que los departamentos de bajos ingresos son los que poseen más problemas para disponer sus residuos sólidos, como el caso de los departamentos de Choco, Sucre, Amazonas, entre otros, los cuales siguen empleando métodos como la incineración, los botaderos a cielo abierto y arrojarlos a cuerpos de agua.

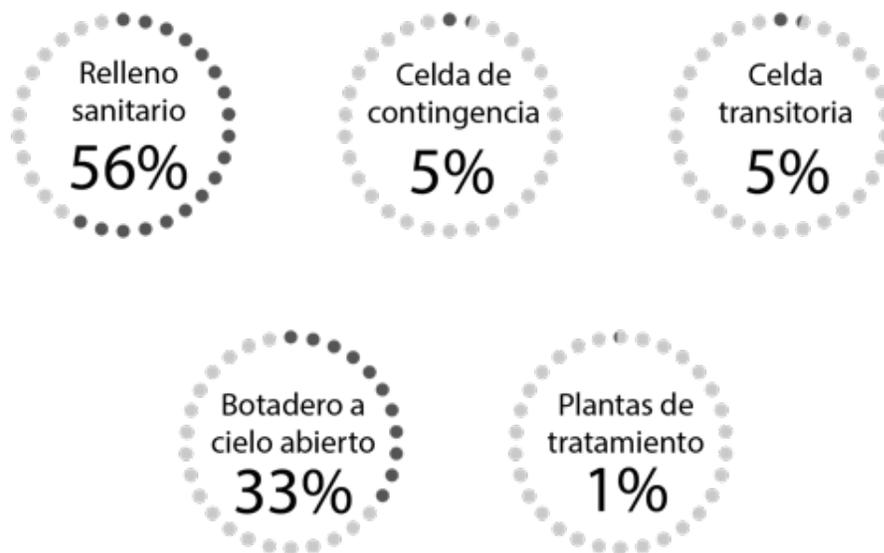


Gráfico 27. Disposición final en Colombia. Fuente: Autor, a partir de SSPD, informe de disposición final de residuos sólidos, 2018.

El relleno sanitario es la práctica de disposición final que más se emplea en el país, ya que su costo de operación por tonelada es el más económico junto con el compostaje. (CONPES 3874. Política para la gestión integral de residuos sólidos).

Del mismo modo, como señala la Asociación Nacional de Industriales, el 17% de los municipios del país disponen sus residuos en botaderos a cielo abierto o de manera inadecuada, los casos más graves se encuentran en Guapi-Cauca, Jericó-Antioquía y Inírida-Guainía. Cabe señalar que los cálculos que se realizan en estos estudios se realizaron sobre la información proporcionada por 1110 municipios (ANDI, Visión y perspectivas del servicio público de aseo. 2018-2022).

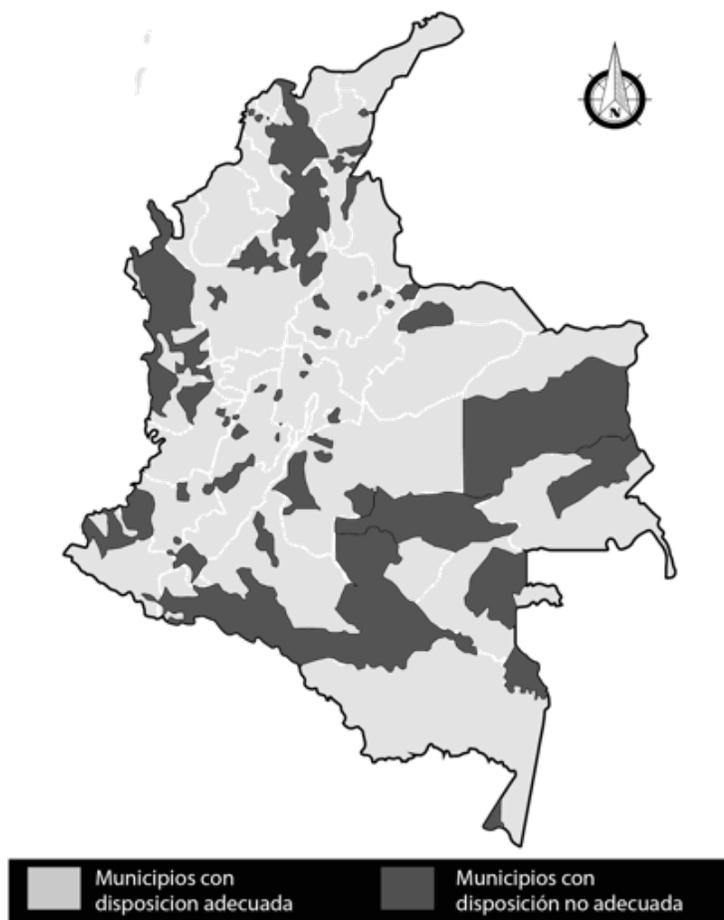


Gráfico 28. Municipios con disposición no adecuada en Colombia. Fuente: Autor, a partir de (ANDI, Visión y perspectivas del servicio público de aseo. 2018-2022)

Además, se estima que el 36% de los rellenos sanitarios existentes país, se encuentran en estado crítico, de los cuales 15 de ellos ya agotaron su vida útil y 31 de ellos tienen menos de tres años. Un tema de alerta, si se tiene en consideración que la adquisición de terrenos para esta práctica es cada vez más compleja.

Controlar la disposición final en Colombia es uno de los principales retos en materia de la gestión integral de residuos sólidos, pues se estima que estos sitios no adecuados para la disposición son los que más cantidades de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emiten a la atmósfera, causando daños irreparables en varios sectores del país. Adicionalmente, el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, (CONPES 3874, Política para la gestión integral de residuos sólidos) señala que aparte de prolongar la vida de los sitios de disposición final, se debe tratar el problema de la generación de residuos desde el origen, por tal razón,

dentro de sus retos esta disminuir la cantidad de residuos sólidos que tienen destino de disposición final, para esto se plantea la incorporación de las teorías económicas mencionadas anteriormente, con especial énfasis en la economía circular.

Para que esta reducción sea progresiva, se debe trabajar de la mano con los usuarios del servicio, los cuales deben adoptar la cultura de separación y clasificación en la fuente, a fin de optimizar el trabajo y la labor de los trabajadores del sector de recolección.

3.1.4. Manejo de residuos en Bogotá.

Como afirman (Castro, Vásquez, Jaramillo, 2011), el manejo de los residuos sólidos en el país, se ha caracterizado por estar concebido bajo un concepto de saneamiento básico, lo que quiere decir que, la principal labor del prestador del servicio es la de mantener las ciudades limpias para evitar la generación de problemas de salubridad, sin importar el tratamiento y la disposición final que se le brindara a estos, razón por la cual, los residuos eran depositados al aire libre o directamente en cuerpos de agua, asimismo, el tema del reciclaje era un tabú en la sociedad y la labor de aprovechamiento no era tomada en consideración. No obstante, este no fue el único suceso que formaría el modelo de gestión a lo que se conoce actualmente, por lo cual para entender y conocer cómo se han manejado los residuos desde los inicios se elaborará un recorrido histórico que se centrará en las acciones realizadas por el distrito a fin de solucionar esta problemática.

3.1.4.1. Evolución histórica del servicio de aseo en Bogotá.

Las dinámicas erróneas en cuanto al manejo de los residuos sólidos en la capital del país, se remontan a la época de la colonia, precisamente porque es en este periodo donde se describe la primera información sobre el manejo de los residuos sólidos y el estado en el que se encontraba la ciudad. (Garay, 2012), señala que, la ciudad de Santa fe de Bogotá (Nombre de la época) presentaba graves problemas por el mal manejo de los desechos sólidos, ya que el aseo en esa época no era una prioridad, se presentaba acumulación de desechos tanto de humanos como de animales.

En el siglo XVII, los desechos y los residuos eran arrojados a corrientes de agua, pero esto terminaría por doblegar la capacidad de los ríos y riachuelos para desplazarlos, lo que posteriormente traería problemas de salubridad.

Para el siglo XVIII, el servicio de aseo, como expresa (Garay, 2012), se llevaba a cabo por 4 agentes de policía, quienes eran los encargados de mantener limpias las calles de los desechos de los animales que en ese entonces transitaban por la ciudad, sin embargo, esto claramente no fue suficiente y en el año 1808, el virrey encarga a las reclusas de las cárceles de mujeres a recoger las basuras y mantener limpios los sitios públicos, pero debido a la cantidad de desechos y desperdicios que se generaban, no contar con un sistema de alcantarillado, una organización tecnificada y destinada para esta labor, el problema continuó y una de las soluciones que implementaron fue de empedrar las calles, asegurándose que tuviera el desnivel adecuado para cuando lloviera, el agua lluvia removería los desechos hacia los flujos de agua más próximos y no se mezclaría con el lodo de la ciudad, de esta manera se realizaría una auto limpieza que evitaría los malos olores.

A finales del siglo XIX, se presentó en la ciudad una serie de inversiones privadas en el servicio público y para el año de 1884, se adjudicó el primer contrato a particulares con el fin de que estos prestaran el servicio de aseo, que para ese entonces, era realizado por 15 carros con tracción animal. Ante el inminente colapso de este primer ensayo, la ciudad nuevamente vuelve a entrar en crisis, lo que obligaría al gobierno nacional a crear las Juntas de Higiene, las cuales pasarían a ser las encargadas del servicio de aseo de la capital y los demás departamentos.

Dos años después, en 1888 de nuevo se presenta un cambio de prestador de servicio, el cual pasaría a ser cargo de los Ramos de aseo, los cuales eran los encargados de mantener limpios los sitios públicos como plazas y locales, la recolección de desechos provenientes de animales, así como de los desechos humanos y la basura generada, el transporte de estos y su eliminación mediante incineración.

El siglo XX iniciaría nuevamente con problemas debido a que, en el año 1900, con el comienzo de la guerra de los mil días, miles de familias se vieron forzadas a migrar a la capital y asentarse en la mayor parte de los casos de manera informal, estas acciones hacen que la ciudad entre en crisis, ya que la recolección solo se hacía en los lugares que estaban reglamentados, sin embargo, estos asentamientos informales seguían acumulando residuos a tal punto que colapsaría con el sistema de aseo y para solventar esta crisis, en el año de 1902, se crea el impuesto de aseo, alumbrado y vigilancia, el cual fue destinado junto con otras inversiones privadas y

públicas para la compra de maquinaria y el pago del personal. Este mismo año, se crea la Dirección del Ramo de Aseo, una nueva administración que sería la encargada de manejar los capitales que se recaudaban y hacer la contratación con las empresas prestadoras de servicio.

El exponencial aumento en la población dejaría en evidencia que la ciudad y la Dirección del Ramo de Aseo no estaban preparados para esto, puesto que para el año de 1909 una nueva crisis se presenta en la capital con causas y consecuencias similares a los presentados años atrás, baja cobertura tanto en el servicio de recolección y el barrido de calles y una inminente acumulación de residuos en zonas públicas, este inconveniente provocó la disolución de la Dirección del ramo de aseo y la administración pasa a ser de la Dirección de Obras Públicas. Así mismo, la gobernación se ve obligada a incrementar el impuesto de aseo, con el fin de contratar con más particulares y aumentar la cobertura del servicio. Sin embargo, el problema continuó y para el año 1911 se decide organizar y reestructurar el servicio de aseo por medio de la Administración General de Aseo, quien es el nuevo encargado del barrido y el transporte de las basuras, que para ese entonces se realizaba en botaderos.

En el año de 1926, se genera un cambio significativo en el transporte de residuos de la ciudad, ya que la administración quedaría en manos de la Junta Administradora de Aseo y estos autorizarían la compra de los primeros vehículos recolectores, de esta manera se optimizaría la velocidad y cobertura en el servicio. Así mismo, comienza el funcionamiento del primer horno crematorio de residuos de la ciudad. Durante casi una década el concejo municipal autorizó al ente administrativo adquirir los lotes para la localización de hornos crematorios dentro de la ciudad, que harían las veces de estaciones de transferencia, de esta manera se evitarían los largos viajes hasta el sitio de disposición final.

En el año de 1935, se hace más evidente la relación existente entre residuos y salubridad, por lo que el concejo municipal aprueba la creación de la Administración de Higiene con el fin de ser los encargados de la vigilancia y monitoreo de los hornos crematorios y la limpieza de la ciudad. Para el año de 1940, se construye un horno crematorio, para eliminar los residuos, ya que este método resultaba ser el más eficiente, puesto que no generaba malos olores y no permitía la acumulación, sin embargo, esto no funcionó debido a que la recolección de basura en el momento era precaria, aun se realizaba con vehículos de tracción animal y a causa de la segunda guerra mundial, era difícil conseguir las ruedas y las partes para la fabricación y arreglo de los vehículos. Por lo que la disposición final continuó

realizándose en botaderos, esto terminaría por desbordar la problemática y en el año de 1941 la administración pasaría a la Dirección Municipal de Higiene,

Posteriormente en el año de 1946, el concejo municipal daría la aprobación para la formación de una nueva entidad, la Secretaría de Higiene, Salubridad y Aseo, con el fin de delimitar las funciones de la administración, con lo cual pasaría a hacerse cargo de la salud pública, que incluía desde la vigilancia de los alimentos hasta evitar la propagación de enfermedades, no obstante, en esta entidad el aseo pasa a ser un asunto por resolver, es por eso que, en el año de 1958, se funda la Empresa Distrital de Aseo, quien sería la nueva autoridad delegada de la prestación del servicio público de aseo, encargada entre otras cosas del barrido de calles la recolección de basura a domicilio y su disposición final. Sin embargo, para ese entonces, la capital del país contaba con aproximadamente un millón y medio de habitantes, además había aumentado considerablemente su superficie con la vinculación de municipios como Bosa, Engativá, Suba y Usaquén, su crecimiento demográfico tendría una explosión significativa que provocaría serios cambios en el sistema.

Para el año de 1960, y con el fin de establecer una administración unificada, el concejo municipal aprobó la conformación de la Empresa Distrital de Servicios Públicos (EDIS), quien sería la encargada de gestionar los servicios de aseo tanto en vías públicas como en mataderos, plazas de mercado y cementerios, que para ese entonces estaban a cargo de la Secretaría de hacienda y la Secretaría de Obras Públicas.

Al igual que las anteriores administraciones, la EDIS, también presentó problemas desde el primer momento, que en la mayor parte de los casos eran causados por la falta de especialización de los prestadores del servicio, ya que, el barrido de las calles no estaba siendo realizado como se tenía estipulado, alcanzando una cobertura del 32%, además de eso, solo prestaban el servicio de recolección a los barrios de mayor estrato, dejando a los barrios humildes sumergidos bajo toneladas de residuos. Por otra parte, los botaderos del momento no contaban con las condiciones de seguridad ni de salubridad y el sistema de recolección en algunas zonas se veía altamente afectado por los largos trayectos que estos debían realizar. En el año de 1971, la ciudad contaba con dos botaderos, el cortijo en el norte y Gibraltar al sur, de esta manera se cumplía con la cobertura sin enfrentar el problema del transporte a largas distancias.

Para principios de la década de los 80, la ciudad de Bogotá, contaba con cerca de cuatro millones de habitantes, lo que rápidamente rebosaría la capacidad de estos botaderos, por lo que la EDIS, a finales de los 80, abrió una licitación para la construcción de un relleno sanitario. Para el año de 1985, el botadero del Cortijo fue clausurado, dejando toda la carga de residuos al botadero de Gibraltar, el cual contaba con una extensión de 70Ha, fue construido sobre una zona inundable lo que traería afectación a las fuentes hídricas de la zona, sin embargo, seguiría en funcionamiento hasta el año 1988.

El 1 de noviembre del mismo año, se inauguraría el Relleno Sanitario Doña Juana, el cual fue presentado como un novedoso método de eliminación de residuos a un bajo costo, no obstante, este relleno presentaría todo tipo de inconvenientes desde ese momento. Uno de los principales problemas fue la inadvertencia del tratamiento y captura de los líquidos lixiviados que este tipo de método produce, los cuales terminarían en la cuenca del río Tunjuelito, lo que traería un impacto desastroso para el medio ambiente. Si bien, en la ciudad se evidenciaban cantidad de problemas relacionados al mal manejo de estos residuos, esta empresa fue la encargada de manejar y gestionar lo relacionado con el servicio de aseo hasta el año de 1993, dejando como saldo dos emergencias sanitarias y una ciudad al borde del colapso.

Al año siguiente, en 1994, se decidiría privatizar por completo el servicio de aseo de la ciudad vinculando empresas extranjeras como por ejemplo Limpieza Metropolitana (LIME) de Argentina y Aguas de París. Con la inversión de empresas particulares en el servicio de aseo se vio una clara mejora, la cobertura tanto en el barrido de calles como en la recolección y limpieza de sitios públicos se amplió.

Con la ciudad intentando salir de una emergencia y la anterior liquidación de la EDIS, los mandos gubernamentales deciden dejar a cargo las funciones administrativas a la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UESP). Así mismo, se completa la concesión con particulares para la prestación del servicio en la ciudad.

El 27 de septiembre del año 1997, se presenta en la ciudad de Bogotá una de las peores emergencias ambientales, de salubridad y que más impacto traería para los habitantes de los sectores aledaños al relleno sanitario, ya que una de las zonas de disposición explotó por la acumulación de gases, provocando una erupción de toneladas de residuos y materiales en descomposición,

El año de 2002 la UESP, abre la licitación para la adjudicación de contratos con objeto de limpieza y barrido de calles, recolección, transporte y disposición final de residuos. Para este caso, lo hace por medio de 6 Áreas de servicio exclusivo (ASE), con el fin de abarcar más cobertura, pero manteniendo la calidad en el servicio. De la misma manera, la empresa contratada, deberá hacerse cargo del corte de césped y poda de árboles como también de los materiales recuperados en su ASE. Así mismo, es la primera vez que se tiene en cuenta la población recicladora por lo que hace explícito en el pliego de condiciones.

En el año 2004, por medio de la Resolución 132 de 2004, la UESP, adopta el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), como carta de navegación, permitiendo a las empresas que están vinculadas con el sistema de aseo acoplarse a los alcances y metas planteadas por el distrito, además permitió el inicio de los programas distritales de reciclaje.

Para el año de 2006, la UESP, se transformaría en la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y con ello se adoptaría por medio del decreto 312 de 2006, el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS), con el fin de planificar y reglamentar el sistema de saneamiento básico en la capital del país. Este PMIRS, establece las directrices que deben tomarse para manejar los diferentes tipos de residuos. Este mismo año, se abriría en Bogotá el Centro Distrital de Reciclaje la Alquería, el cual iniciaría como una prueba piloto y sería el primero de 6 parques que estaban planteados para la ciudad, sin embargo, este fue el único que se ejecutaría. Este parque de reciclaje fue desarrollado con fondos del distrito y operado en una colaboración de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con la UAESP. (UAESP, 2015)

En el año 2008, mediante el acuerdo 344, se determina que la ciudad debe diseñar y ejecutar un programa de aprovechamiento y reutilización de residuos sólidos orgánicos de origen urbano, con el fin de reducir paulatinamente la cantidad de estos que tiene destino de disposición final el RSDJ. Este plan de aprovechamiento empezaría a dar frutos, ya que a través de una ruta selectiva se recogían los materiales previamente separados en la fuente, sin embargo, este servicio era especialmente en barrios estratos 4, 5, y 6. Este mismo año, se crea la ley 1259, con la cual se determina la implementación de un comparendo ambiental como instrumento de cultura ciudadana, a las personas que manejen inadecuadamente los residuos y los escombros.

El año siguiente, en 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formula la política nacional de producción y consumo sostenible. Con esta política, se quería impulsar el desarrollo de proyectos enfocados al aprovechamiento de residuos, la mitigación de impacto a la capa de ozono y mejorar una competitividad empresarial.

Hasta el año 2012, el servicio público de aseo estaba en manos de empresas privadas, sin embargo, con la posesión a la alcaldía del señor Gustavo Petro, esta responsabilidad pasaría a manos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), con esto se vincularía una nueva firma para la prestación del servicio y de esta manera empezaría la puesta en marcha del programa Basura Cero, que estaba contemplado en el artículo 30 del Plan de Desarrollo (2012-2016), el cual tenía como objetivo minimizar el impacto sobre el ambiente y la salud de los ciudadanos ocasionado por el mal manejo de escombros y los residuos sólidos, incluyendo los especiales y peligrosos generados por la ciudad. Este programa conllevaba un gran cambio cultural y de percepción por parte de la población, razón por la cual tuvo más obstáculos de los previstos.

Aguas de Bogotá S.A., sería a partir del 18 de diciembre de 2012, la entidad encargada de la prestación del servicio público de aseo en la ciudad, incorporando a la población recicladora dentro del esquema de servicio, pero, la empresa no tuvo la suficiente capacidad técnica ni operativa para esto, dejando a cerca de la mitad de la ciudad sin cobertura desencadenando una emergencia ambiental por la acumulación de residuos. Ante la inminente crisis sanitaria, el distrito decide nuevamente adjudicar contratos a las empresas privadas. Este inconveniente traería graves repercusiones para el entonces alcalde mayor.



Gráfico 29. Evolución histórica del servicio de aseo en Bogotá. Fuente: Autor

Con base en la anterior información, se puede decir que el actual sistema de recolección en la ciudad de Bogotá, es el resultado de acciones improvisadas por parte de los entes gubernamentales, los cuales, por no contar con la planificación adecuada, presentan problemas que los han llevado al cambio de varias administraciones. También se puede decir que el constante aumento en la población a dificultado la proyección de objetivos a largo plazo.

3.1.4.2. Parque de reciclaje Alquería.

Como se mencionó anteriormente, en el año 2006 como parte del entonces gobierno del ex alcalde Luis Eduardo Garzón y en colaboración con la UAESP, se planteó la construcción de 6 parques de reciclaje, iniciando con el Parque de Reciclaje la Alquería. Estos centros de reciclaje estaban planeados uno para cada Área de Servicio Exclusivo (ASE) con el fin de aumentar la cantidad de materiales aprovechados en la capital, al mismo tiempo que se disminuye la cantidad de residuos que son depositados en el RSDJ. Con la realización de este proyecto, se quería dar paso al aprovechamiento de los residuos sólidos vinculando personas en condición de vulnerabilidad, capacitándolas en competencias laborales (UAESP, 2015).

Desde que inició labores, el centro de reciclaje recibe los residuos recolectados en las rutas selectivas que según la (UAESP, 2015) es del 30% de cobertura de la ciudad y tiene como objeto el ingreso, la separación, la selección, aislamiento, acopio y comercialización de los MPR que son llevados. El centro de reciclaje desde el año 2014 está a cargo de la Organización de Recicladores Habilitada APREAM la cual es la encargada de las labores que se ejecutan allí. (UAESP, 2015).

3.1.4.3. Escenario actual de la recolección en Bogotá.

Adoptando un modelo de gestión de residuos similar al del país, basado en la priorización de actividades, en el PGIRS, formulado para la ciudad de Bogotá el año 2015, estableció que el servicio público de aseo, deberá estar conformado por cinco componentes, los cuales son esencialmente: Generación, Recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (PGIRS, 2015).

Así mismo, cada componente será constituido por un grupo de labores que se encaminan a la reducción en las toneladas de residuos que diariamente son

depositados en el relleno y la mitigación del impacto ambiental que ocasiona esta práctica.

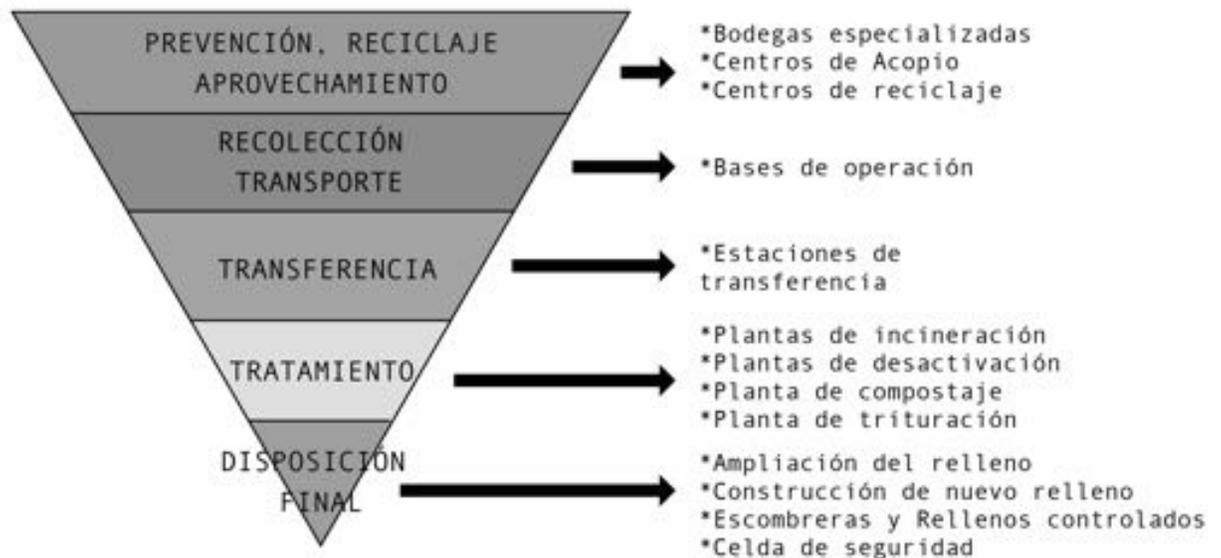


Gráfico 30. Pirámide de gestión de residuos en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de PGIRS Bogotá, 2015.

Lo que se busca fundamentalmente con la conformación de esta pirámide es cambiar el modelo lineal de consumo presente en la ciudad, donde cerca del 90% de los residuos que se generan son depositados en el RSDJ, perdiendo la posibilidad de obtener beneficios de ellos.

Por otra parte, a partir del 12 de febrero del 2018, inicio en la ciudad de Bogotá el nuevo esquema de recolección de residuos, en el cual se divide la ciudad en cinco zonas, que se denominan Áreas de Servicio Exclusivo (ASE). Este esquema es operado por cinco empresas del sector privado, las cuales, bajo la modalidad de concesión, en contrato entre, la Alcaldía mayor, la UAESP y estas, son las encargadas de la gestión integral de los residuos en ciudad

Como se menciona anteriormente, cada una de las ASE, se encuentra bajo el cargo de una empresa privada, que también está obligada a establecer las macro y micro rutas, para la recolección de residuos bien sea los MPR o los RSD que son dirigidos con destino al RSDJ.

Las empresas encargadas se distribuyen de acuerdo al siguiente gráfico.

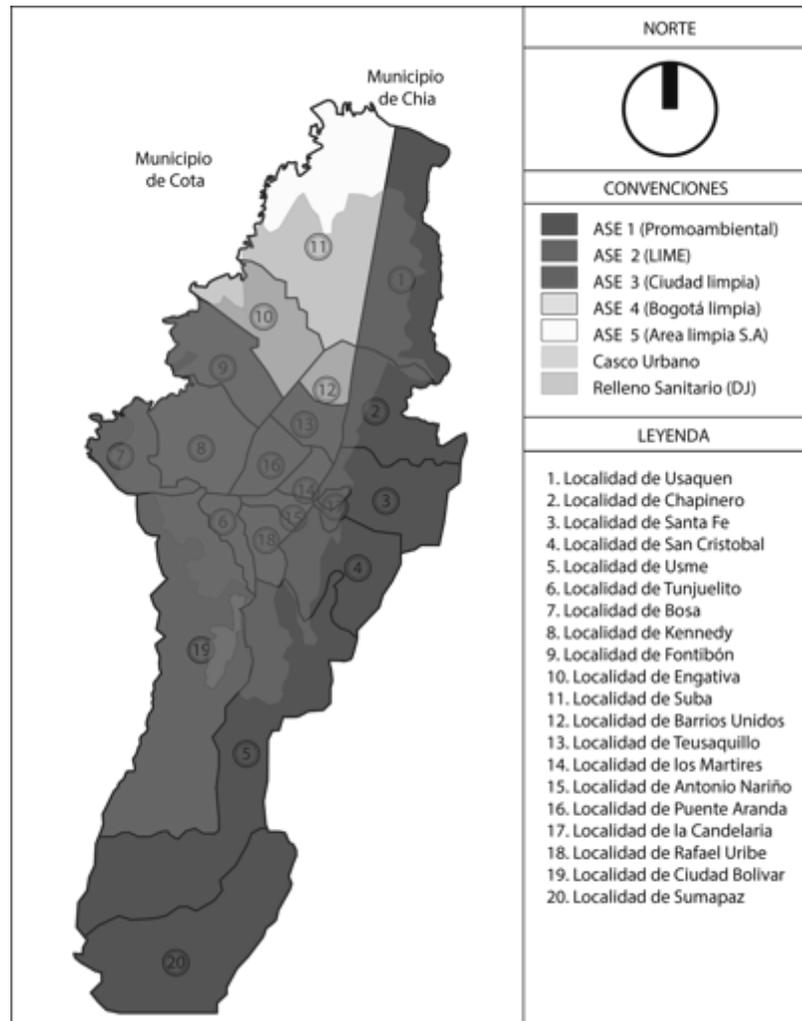


Gráfico 31. Prestadores de servicio por ASE en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de UAESP, 2018.

Cabe mencionar que, con el nuevo esquema de recolección, se incluye por primera vez la localidad de Sumapaz, la cual está a cargo de la empresa PROMOAMBIENTAL, que está desarrollando un plan para vincular la población recicladora de esta zona de la ciudad. Además, la localidad cuenta con un plan de aprovechamiento de residuos orgánicos, el cual se realizó por miembros de la misma.

Se puede señalar que, con el presente esquema de aseo, se ven perjudicadas varias localidades entre ellas, las dos más alejadas del RSDJ, la localidad de Suba y Usaquén, teniendo en cuenta que, en el actual sistema de aseo no se cuentan con estaciones de transferencia, los vehículos recolectores tienen que recorrer largas distancias, dificultando la labor y generando la aparición de puntos críticos (Decreto 652, 2018)

El modelo de recolección en la ciudad inicia en el lugar de origen, con los usuarios bien sea del sector residencial o del sector comercial, los cuales deben realizar la separación en la fuente y llevar las bolsas de colores a los sitios de recolección.

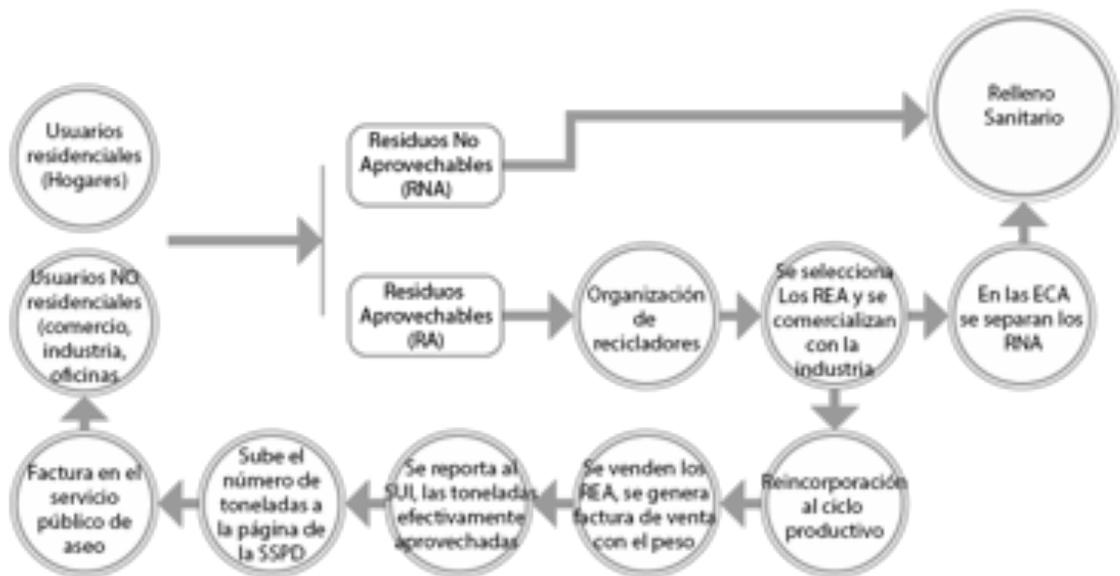


Gráfico 32. Ciclo de vida de los residuos sólidos en Bogotá. Fuente: Autor.

Una vez son presentados los residuos, los recicladores de oficio realizan la recolección de las bolsas blancas con los MPR las cuales son enviadas a las estaciones de aprovechamiento, mientras que, las bolsas negras son depositadas en camiones compactadores con destino al RSDJ.

Los materiales que son enviados a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, son nuevamente separados y el material útil es vendido a la industria, mientras que el material rechazado es enviado al relleno. Este modelo es

el mismo para todas las localidades, lo que varía en algunos casos es la hora y el día en la que se realiza la recolección.

La Norma Técnica Colombia GTC 24, propone dos formas de presentar los residuos sólidos, la primera consiste en hacerlo en bolsas de color blanco, negro y verde para uso o sector doméstico y residencial, mientras que para los sectores industrial, comercial, institucional y de servicios debe realizarse en bolsas de color azul, blanco verde, gris, naranja, café y crema, esto es causado principalmente por la complejidad en la composición de estos residuos y la variedad que se presenta.

En el caso del sector residencial y comercial a pequeña escala, la separación deberá realizarse de la siguiente manera: En las bolsas de color blanco, se depositarán los materiales que ya fueron separados en la fuente, es decir, los materiales reciclables como papel, cartón, vidrio, plástico, cuero, madera, entre otros, en las bolsas de color negro, se depositarán los materiales no aprovechables como papel higiénico, material de barrido, colillas de cigarrillo cerámicas, entre otros, y en las bolsas de color verde se depositarán los materiales orgánicos como los residuos de comida, cortes y podas de materiales vegetales.



Gráfico 33. Método de separación en la fuente uso doméstico. Fuente: Autor.

Este método de separación resulta ser ineficiente puesto que gran parte de los usuarios por lo general presentan los residuos sólidos en bolsas de color negro, por ende, los MPR son mezclados con los materiales de rechazo, ocasionando que estos materiales se contaminen, complicando y en algunos casos imposibilitando la separación por parte de los recicladores de oficio, por esta razón no pueden ser reincorporados al ciclo productivo y su destino final será RSDJ.

Para los usuarios del sector institucional e industrial, debido a la composición de sus residuos y la complejidad en el tratamiento de estos, la separación resulta ser más rigurosa por tal razón deberán presentar los residuos de la siguiente manera: En bolsas de color azul, residuos plásticos, en bolsas de color gris, residuos de papel y cartón, en bolsas de color blanco, vidrio, en bolsas de color crema, residuos orgánicos, en bolsas de color café, los residuos metálicos, en bolsas de color naranja, residuos de madera y en bolsas de color verde para los residuos ordinarios. Sin embargo, estos colores pueden variar de acuerdo al manejo interno de cada empresa.



Gráfico 34. Método de separación en la fuente uso institucional e industrial.
Fuente: Autor.

Con este método de separación, se refleja aún más, el interés por implantar una cultura ambiental en las personas que laboran en estos lugares, ya que, en la mayoría de los casos, la separación en la fuente, únicamente se realiza de manera efectiva en los puntos ecológicos ubicados en las zonas sociales de estos establecimientos, mientras que los residuos de las oficinas o zonas privadas, son depositados en cualquier bolsa indiscriminadamente sin previa separación.

Cabe resaltar que, a partir del 1 de enero del año 2021, empezará a regir el nuevo código de separación por color de acuerdo a lo estipulado en la resolución 2184, que deberá realizarse de la siguiente manera.

- **Color blanco:** Para depositar los residuos aprovechables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón.

- **Color negro:** Para depositar residuos no aprovechables como el papel higiénico; servilletas, papeles y cartones contaminados con comida; papeles metalizados, entre otros.
- **Color verde:** Para depositar residuos orgánicos aprovechables como los restos de comida, desechos agrícolas etc.

3.1.4.4. Cobertura.

Siguiendo la estrategia del distrito para optimizar las labores y aliviar cargas en las empresas prestadoras del servicio de aseo, la ciudad como se mencionó anteriormente se encuentra dividida en 5 ASE. Con esta división, se logró mejorar considerablemente la calidad del servicio y ampliar la cobertura en aspectos como recolección de residuos, barrido de calles, lavado de áreas públicas y, corte y poda de árboles. De la misma forma, se pretendía para el año 2010 lograr una cobertura del 100% en la recolección de residuos peligrosos y escombros (PGIRS, 2015).

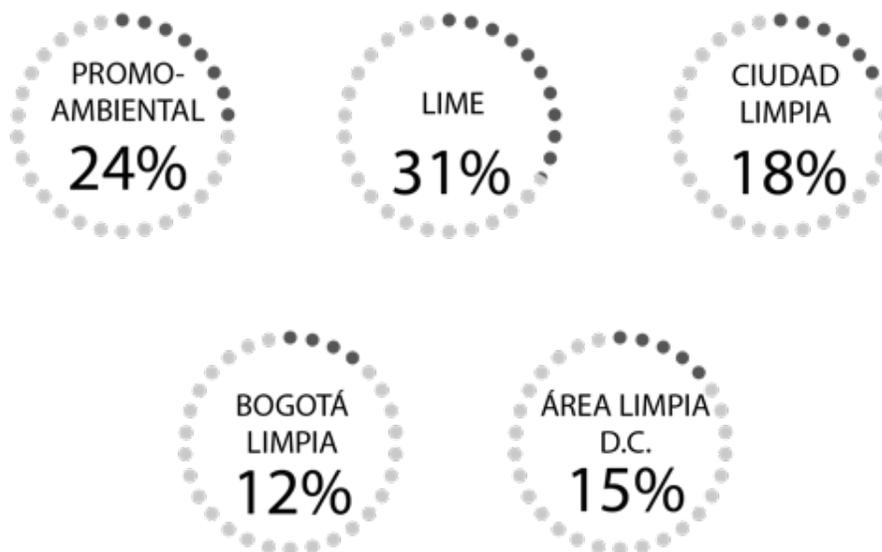


Gráfico 35. Cobertura por empresa. Fuente: Autor, a partir de línea base PGIRS Bogotá 2018.

Con base en los datos suministrados por las empresas prestadoras del servicio, compilados en el documento de (línea base PGIRS, 2018), se determina que el área urbana de la capital tiene una cobertura del 100% en recolección, sin embargo,

como se menciona en el (PGIRS, 2016), debido a la evolución en las dinámicas de ocupación en la ciudad y su constante expansión, la aparición de nuevos asentamientos formales e informales dificultan la toma de los datos, no obstante, los barrios que actualmente se encuentran en estado de legalidad, tienen cobertura completa.

Con el nuevo contrato de aseo efectuado por la alcaldía de Bogotá el 12 de febrero, se incluyó por primera vez la recolección de residuos en las zonas rurales de las siguientes localidades: Suba, Usaquén, Chapinero, Santa Fe, San Cristóbal, Usme, Ciudad Bolívar y Sumapaz. Siendo el ASE 1, la que más nivel de participación tiene en este campo, con un porcentaje del 75%. Mientras que el ASE 2 y 5 aportan una participación del 12.5% cada una (Línea base PGIRS, 2018).

3.1.4.5. Generación.

Según datos de la UAESP, en la ciudad de Bogotá, se generan alrededor de 6.5 mil toneladas de residuos sólidos por día, lo que la posiciona como la ciudad del país que más residuos produce (PGIRS 2016-2027). Es importante tener en cuenta que, al ser de las ciudades del país con un nivel económico alto, su generación parte de la base de ingresos de cada habitante.

De esta manera, se estima que para el año 2016, la producción per cápita (PPC) por persona en la ciudad fue de 0.80kg diarios, lo que quiere decir que diariamente se generaron cerca de 6.3 mil toneladas (UAESP, 2017), esto representa cerca de 2.1 millones de toneladas anuales, cifra que aumenta conforme pasa el tiempo, ya que para el año 2017, se estima que se produjeron aproximadamente 2.2 millones de toneladas, cerca de 6.8 mil toneladas al día, aumentando la PPC por persona a 0.855Kg diarios.

Para el año 2018 nuevamente se presenta un incremento en la PPC por persona, con una producción de alrededor de 2.5 millones de toneladas anuales, se puede decir que la generación por persona diaria fue de 0.93Kg. (informe de seguimiento PMIRS, 2018).

Con base en estos datos, se puede determinar la cantidad de residuos por localidad, realizando la multiplicación de la generación promedio por el número de habitantes de cada localidad.

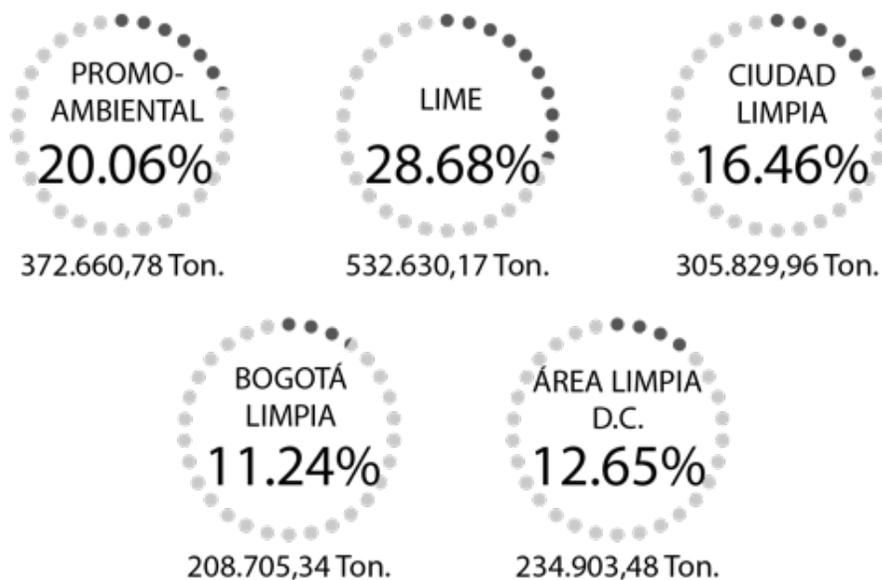


Gráfico 36. Generación de residuos por ASE. Fuente: Autor, a partir de informe de seguimiento PMIRS, 2018.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, durante el año 2018 las ASE que más cantidad de residuos sólidos aportaron fueron la ASE 2 y 1 respectivamente, con un estimado de 905.290, 95 toneladas, lo cual representa aproximadamente el 50% del total de la ciudad. Por otra parte, la ASE 4 fue la que menor cantidad de residuos reportó. (informe de seguimiento PMIRS, 2018). También se puede observar que, aunque la ASE 5, solo está conformada por la localidad de Suba, su porcentaje de participación es el más alto en comparación con las demás localidades.

3.1.4.6. Caracterización de residuos.

De acuerdo con el artículo 3 del decreto 1784 de 2017, el cual modifica parcialmente el decreto 1077 de 2015, la caracterización de los residuos es una actividad que se realiza para determinar las características físico químicas, cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, con el fin de determinar su tratamiento correcto.

Sin embargo, debido a la evolución en las dinámicas de consumo en los habitantes, actualmente, los residuos se componen de materiales cada vez más complejos y variados. Por tal razón, para establecer el tratamiento adecuado de cada uno de ellos, es necesario determinar sus propiedades y características, de manera que sea más sencillo separarlos en la fuente e incluirlos en las labores industriales.

A continuación, se muestra la caracterización físico química de los residuos, estos factores se deberán tener en cuenta para determinar la manera más eficiente y que menor riesgo de contaminación presente, para evitar posteriores daños al medio ambiente y la salud humana.

Tabla 5. Parámetros para la caracterización físico química. Fuente: Autor.

	PARÁMETROS
CARACTERIZA- CIÓN FÍSICO QUÍMICA	% Humedad total masa degradable
	% Humedad de residuos de alimentos
	% Humedad de residuos de jardín
	% Humedad de residuos de textil
	% Humedad de residuos de papel
	% Humedad de residuos de cartón
	% Cenizas
	% Hidrógeno
	% Oxígeno
	Perdidas por volatilización
	% Azufre total
	% Nitrógeno orgánico
	% Carbono orgánico oxidable total
	% Proteína
	% Grasa
	% Lignina
	% Celulosa
	% Hemicelulosa
	% Carbohidratos
	% Carbonatos
	% Sulfatos
	Boro (ppm)
	Arsénico
	Cadmio
	Cromo
	Mercurio
	Níquel
	Plomo
Poder calorífico superior e inferior	
Relaciones	
Lignina/Celulosa	
C/N	
pH	

Por otra parte, para tener un mayor control y realizar un análisis más detallado de la gran cantidad de materiales que actualmente componen los residuos sólidos

presentados por los usuarios, a continuación, se mostrarán diversas formas de efectuar la caracterización de forma eficiente, en función de determinar cuál es el proceso correcto para tratar dichos residuos.

Tabla 6. Caracterización de residuos sólidos. Fuente: Autor.

	De acuerdo a la fuente	De acuerdo a su naturaleza	De acuerdo a su grado de peligrosidad	De acuerdo a su poder calorífico	De acuerdo a sus características biológicas	De acuerdo a su composición química	Otras calificaciones de acuerdo a la peligrosidad
CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS	Domésticos Industriales Comerciales Institucionales Agrícolas De construcción Urbanos Hospitalarios	Aprovechables No aprovechables	Ordinarios Peligrosos	Bajo poder calorífico Alto poder calorífico	Inertes Patógenos	Orgánicos Inorgánicos	Inflamables Volátiles Tóxicos Corrosivos Reactivos Radioactivos Explosivos

De acuerdo a las propiedades mencionadas anteriormente, cada municipio deberá establecer dentro de su PGIRS, las acciones y estrategias encaminadas al aprovechamiento de estos, en el cual se tendrán en cuenta factores como, material predominante, tratamiento óptimo, cantidad de material, número de personas, entre otros. Así mismo, de acuerdo a la capacidad económica de cada uno de estos municipios, se determinará si el método de tratamiento es económicamente rentable o no.

Cabe destacar que en el decreto 1077 de 2015, la caracterización de los residuos fue realizada de acuerdo a la naturaleza, por tal razón se encuentran definiciones como:

Residuo sólido o desecho: Es aquel objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. A su vez, los residuos sólidos se dividen en dos, residuos aprovechables y no aprovechables.

Residuo sólido aprovechable: Es cualquier materia, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

Residuos sólido no aprovechable: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final, por lo tanto, generan costos de disposición.

Residuo o desecho peligroso. Es aquel que, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental.

También, son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Por otra parte, la norma técnica colombiana GTC 24, recomienda realizar la caracterización según su grado de peligrosidad, de manera que estos puedan clasificarse en peligrosos y no peligrosos, determinando así el número de contenedores que se requieren para realizar la separación de forma correcta.

Tabla 7. Separación de residuos no peligrosos. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.

	Aprovechable	No Aprovechable	Orgánico Biodegradable
RESIDUOS NO PELIGROSOS	Cartón y papel. Vidrio. Plásticos. Residuos metálicos. Textiles. Madera. Cuero. Empaques compuestos.	Papel Tissue. Papeles encerrados. Ceramica. Vidrio plano. Huesos material de barrido. Colillas de cigarrillo. Materiales de empaque sucios.	Residuos de comida. Cortes y podas de materiales vegetales. Hojarasca.

No obstante, la caracterización de los residuos no solo se emplea para determinar el tratamiento de los mismos, sino que de acuerdo con el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), este es un proceso indispensable en el servicio de aseo, ya que permite a los usuarios generadores conocer las propiedades de los materiales de estos materiales, para que realicen una correcta separación en la fuente, como fue mencionado anteriormente.

Al realizar una correcta separación de residuos peligrosos de los no peligrosos, se reducen considerablemente los riesgos al medio ambiente y la salud humana que se produce cuando estos reaccionan químicamente al contacto con otros materiales y compuestos, evitando las emisiones de gases tóxicos cuando estos son enterrados y compactados.

Tabla 8. Separación de residuos peligrosos. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.

RESIDUOS PELIGROSOS	Se compone de:
	Pilas, lamparas fluorescentes aparatos eléctricos y electrónicos. Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plagicidas fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterias de automotores y su respectivo empaque.

Por último, se encuentran los residuos especiales, estos son elementos de gran tamaño que por sus características requieren un tratamiento especial, como el caso de los residuos de construcción y demolición, los cuales deben ser tratados de manera diferente y más tecnificada que los residuos aprovechables.

Tabla 9. Separación de residuos especiales. Fuente: Autor, a partir de GTC 24.

RESIDUOS ESPECIALES	Se compone de:
	Escombros. Llantas usadas. Colchones. Residuos de gran volumen (mue- bles, electrodomésticos entre otros)

En la ciudad de Bogotá se realiza la caracterización de acuerdo a lo especificado anteriormente, sin embargo, por medio de la resolución 799 de 2012, la UAESP establece una lista con los materiales que deben ser separados en la fuente.

Esta misma resolución da las pautas para la labor de separación en la fuente en la ciudad, en la cual establece que los residuos deben ser presentados por los usuarios en bolsas de color negro y blanco, en las que serán depositados los materiales no aprovechables entre ellos los residuos orgánicos y los MPR, debidamente presentados.

Es por esta razón que se estima que más del 50% de los residuos, que equivale a aproximadamente 3 mil toneladas diarias, que se generan en la ciudad, son orgánicos. Siento los restos de alimentos los que mayor porcentaje aportan.

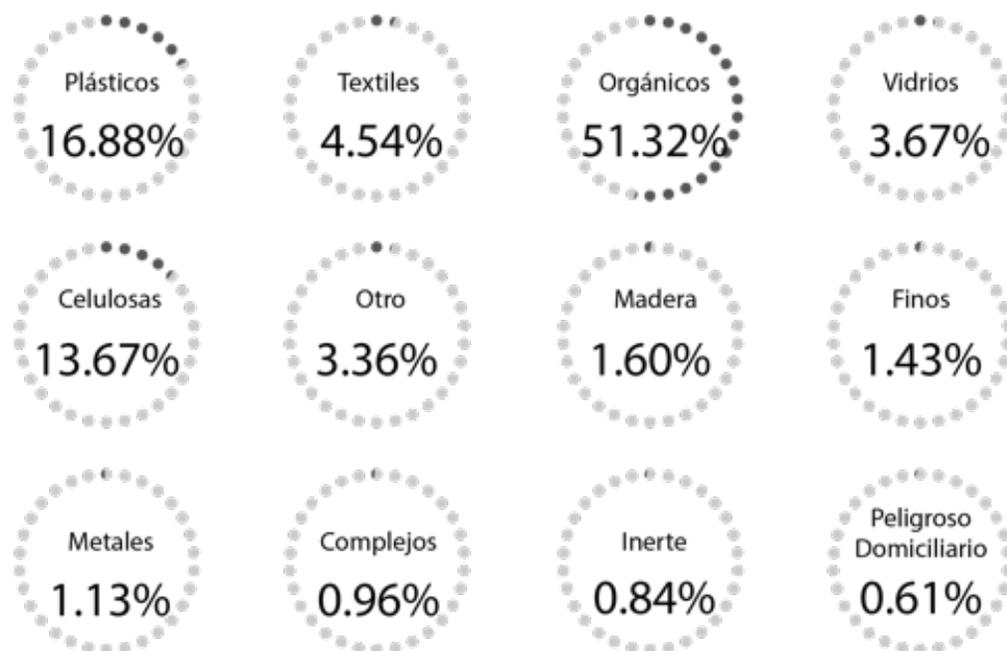


Gráfico 37. Caracterización de los residuos generados en la ciudad de Bogotá.
Fuente: Autor, a partir de UAESP 2018.

Esta caracterización se realizó durante el periodo de enero- diciembre del año 2017, y se evidencia que al no contar con un plan de recuperación de materiales orgánicos y no tener definida la labor de separación en la fuente, se puede decir que más del 80% de los materiales que diariamente son depositados en el RSDJ son MPR. También es importante destacar que, aunque este es el residuo que más se produce en la ciudad, no fue contemplado como MPA hasta el PGIRS 2016-2027. (UAESP, 2018).

3.1.4.7. Aprovechamiento.

Siendo los materiales orgánicos y los plásticos los de mayor aporte en la generación diaria, se han implementado diversas formas de lograr reducir la cantidad de residuos que son depositados en el RSDJ cada día.

Uno de los resultados más exitosos en materia de recuperación de los residuos sólidos aprovechables en la ciudad, sucedió en el periodo 2012-2015, tiempo en el que se puso en marcha el programa basura cero, con el cual se logró disminuir y aprovechar cerca de 1.3 mil toneladas diarias. Sin embargo, con la destitución del entonces alcalde, también se volvió al modelo anterior (PGIRS, 2016-2027).

Por otra parte, según el (PGIRS, 2016-2027), si se cumplen con los objetivos planteados se espera que para el año en que clausure el plan, se logren aprovechar cerca de 2.7 mil toneladas diarias, reduciendo cerca del 40% la cantidad de residuos depositados en el RSDJ.

Como se mencionó anteriormente, los materiales que son más susceptibles a ser aprovechados y posteriormente vinculados dentro de un nuevo ciclo productivo son en primer lugar, los residuos orgánicos, con lo cual se pueden llevar a cabo tratamientos como, la digestión anaeróbica, el compostaje, la lombricultura, el tratamiento biológico, entre otros.

En segundo lugar, el plástico, bien sea blandos o rígidos, los cuales abundan en envases PET, bolsas, empaques, envolturas, materiales desechables, entre otros, con lo cual para realizar su correcto tratamiento se deberá primero, efectuar un separado mecánico, luego, los materiales pueden ser molidos o transformados térmicamente. En tercer lugar, se encuentran los residuos de celulosa, papel y cartón, estos, son materiales propensos a ser reciclados y transformados de manera sencilla, realizando como primer paso una trituración de este material posteriormente una compactación y luego se vuelve a dar forma a estos materiales (UAESP, 2018).

Cabe señalar, que la mayor parte del porcentaje de aprovechamiento se realiza en las bodegas de reciclaje o estaciones de clasificación, estas son clasificadas según su tamaño en m². De esta manera, se haya que en la capital del país existen 1086 estaciones de clasificación de residuos, de las cuales 355 son pequeñas, con un área menor a 150 m², 724 son medianas y cuentan con un área entre 151 y 999 m² y 7 grandes con áreas superiores a 1000m².

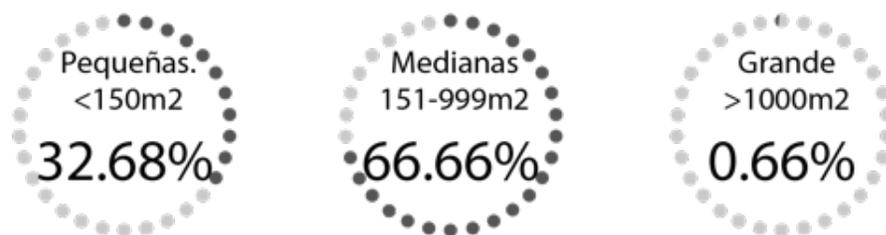


Gráfico 38. Porcentaje de estaciones de clasificación por tamaño. Fuente: Autor, a partir de decreto 652 de 2018

Las estaciones de clasificación y aprovechamiento, se encuentran distribuidas a lo largo y ancho del casco urbano de la ciudad, de esta manera, cada localidad cuenta con al menos una estación.

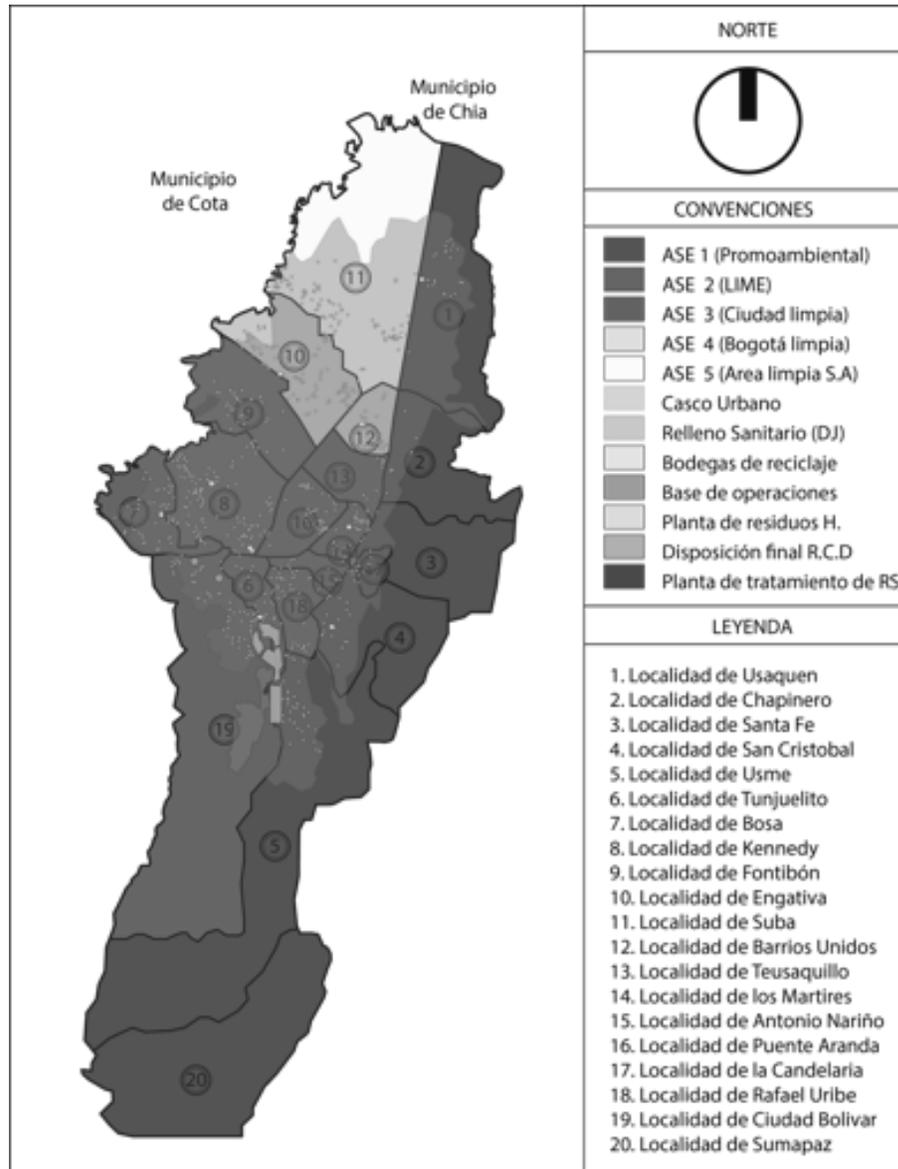


Gráfico 39. Distribución de las estaciones de aprovechamiento en la ciudad.
Fuente: Autor.

Según los datos presentados en el decreto 652 de 2018, el 16.92% de los residuos que se generaron en la ciudad fueron aprovechados correctamente, la otra parte fue depositada en el RSDJ (Decreto 652, 2018).

Es importante mencionar que la actividad de aprovechamiento en la ciudad de Bogotá, está reglamentado mediante el acuerdo 344 de 2008, con lo cual se dispone a y diseñar planes para la gestión de los residuos orgánicos, sin embargo, este nunca se llegó a realizar, ya que no se contaba con los estudios de suelos, con la disponibilidad de los predios y los usos del suelo no son los adecuados para estas labores (Documento Técnico de Soporte, POT Bogotá, 2018). También, cabe señalar que la actividad de aprovechamiento está contemplada como un complemento al servicio público de aseo, de acuerdo al decreto 2981 de 2013 y comprende las siguientes acciones: Recolección de residuos aprovechables separados en la fuente, transporte de estos hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o la planta de aprovechamiento, su clasificación y pesaje.

Por otra parte, el distrito en cabeza del exalcalde Enrique Peñalosa, dentro de su plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C. 2016-2020 (Bogotá mejor para todos) crea el Proyecto de Reciclaje y Aprovechamiento Sostenible (PRAS) como parte de las estrategias para reducir la cantidad de residuos que diariamente se depositan en el RSDJ y aumentar los índices de aprovechamiento de los MPA de la ciudad.

Este proyecto se encuentra contemplado en el artículo 87 del acuerdo 645 de 2016 y determina de la UAESP, deberá desarrollar el PRAS en la ciudad de Bogotá, establecer los lineamientos para la implementación de programas de reciclaje, así como también la vinculación de la población recicladora. De la misma forma, desarrollará las acciones contempladas dentro del PGIRS y deberá garantizar el aprovechamiento de materiales como llantas, residuos de construcción y demolición.

3.1.4.8. Disposición final.

La disposición final de residuos en la ciudad de Bogotá se realiza desde el año 1988 en el RSDJ, el cual desde que inició su operación ha sido el epicentro de varios problemas para la localidad de Ciudad Bolívar y algunas zonas de las veredas el mochuelo alto y bajo. El RSDJ, se encuentra dentro de los sitios de disposición final

en estado crítico, debido a que le quedan menos de tres años de vida útil, la cual tiene vigencia hasta el año 2022 (UAESP, 2017).

Este relleno, como se mencionó antes, se encuentra ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, en el Km 5 vía al Villavicencio y cuenta con un área de 864,46ha, de las cuales 479,86ha están destinadas para uso operativo, 14,76ha para la optimización, 100,26ha de aislamiento ambiental en el barrio Mochuelo bajo y 145,17ha para un aislamiento ambiental y de aprovechamiento en el barrio Mochuelo alto (Resumen del diagnóstico general, POT Bogotá, 2017).

Al RSDJ ingresan diariamente alrededor de 6.3mil toneladas de residuos, que provienen tanto de la ciudad como de los municipios de: Fosca, Cáqueza, Choachí, Chipaque, Une, Ubaque y Gutiérrez, a los que la ciudad les presta el servicio desde el año 2005. Además, se estima que para el año 2018, la disposición fue de 2.4 millones de toneladas, en las que estos municipios tuvieron una participación de 5.2mil toneladas aproximadamente (PMIRS, informe de seguimiento 2018).

Por otra parte, con base en los datos del decreto 652 de 2018, se puede decir que, la mayor parte de los residuos que son depositados en el RSDJ, son orgánicos y provienen del sector domiciliario, seguido por el plástico y las celulosas, estos últimos con bajas probabilidades de ser aprovechados, debido a la contaminación que adquieren al ser compactados con los demás materiales.

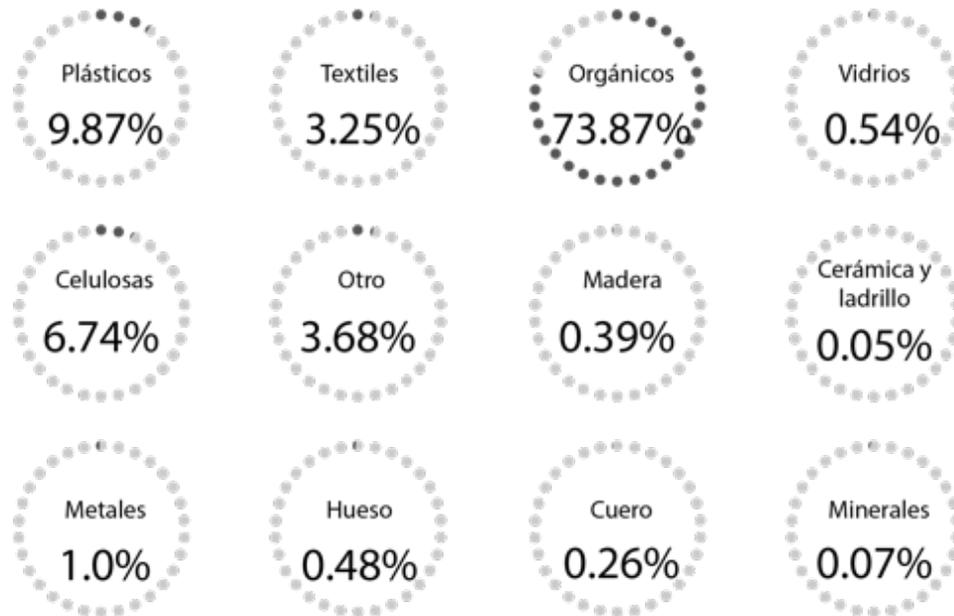


Gráfico 40. Porcentaje de residuos depositados en el RSDJ. Fuente: Autor, a partir de Decreto 652 de 2018.

La descomposición de estos residuos dentro del relleno es un tema bastante complejo, debido a la cantidad de materia orgánica, la producción de líquidos lixiviados y emisiones de gases efecto invernadero aumentan. Según la veeduría distrital de Bogotá, el problema más crítico que se presenta en el RSDJ, corresponde al manejo de los lixiviados, ya que la generación de este líquido es continua, además, se evidencia que en la planta de tratamiento de lixiviados existente en el RSDJ, no está operando adecuadamente y la capacidad de tratamiento de esta planta está desbordada (Diagnóstico del nuevo modelo de aseo en Bogotá: El nuevo PGIRS, 2018).

Otros problemas que se presentan dentro del RSDJ, son según la (SSPD, 2018) Deficiencias en la cobertura diaria de residuos, afloramiento y empozamiento de lixiviados en la masa de residuos, falta de control de la población vector mosca y la falta de disponibilidad de máquinas para garantizar la disposición adecuada (SSPD, acuerdo de gestión, 2018).

De la misma forma, en el interior del RSDJ, se realiza el tratamiento de algunos residuos especiales, como los residuos de demolición y construcción, llantas y

algunos elementos de gran tamaño que por sus características requieren mayor nivel de sofisticación para su correcta disposición. Actualmente la ciudad cuenta con tres instalaciones que tienen licencia vigente para el aprovechamiento de escombros.

El primero de estos sitios, es un predio propiedad de la empresa privada CEMEX, denominado la Fiscalía, este opera desde el año 2006 y es el primer parque minero industrial de la ciudad. El segundo, se denomina las Manas, se encuentra ubicada en la localidad de Ciudad Bolívar e inicio su operación a partir del año 2014. Por último, la fundación San Antonio, la cual se encuentra ubicada entre las localidades de Usme, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, e inicio su operación de disposición final de residuos de demolición a partir del año 2015.

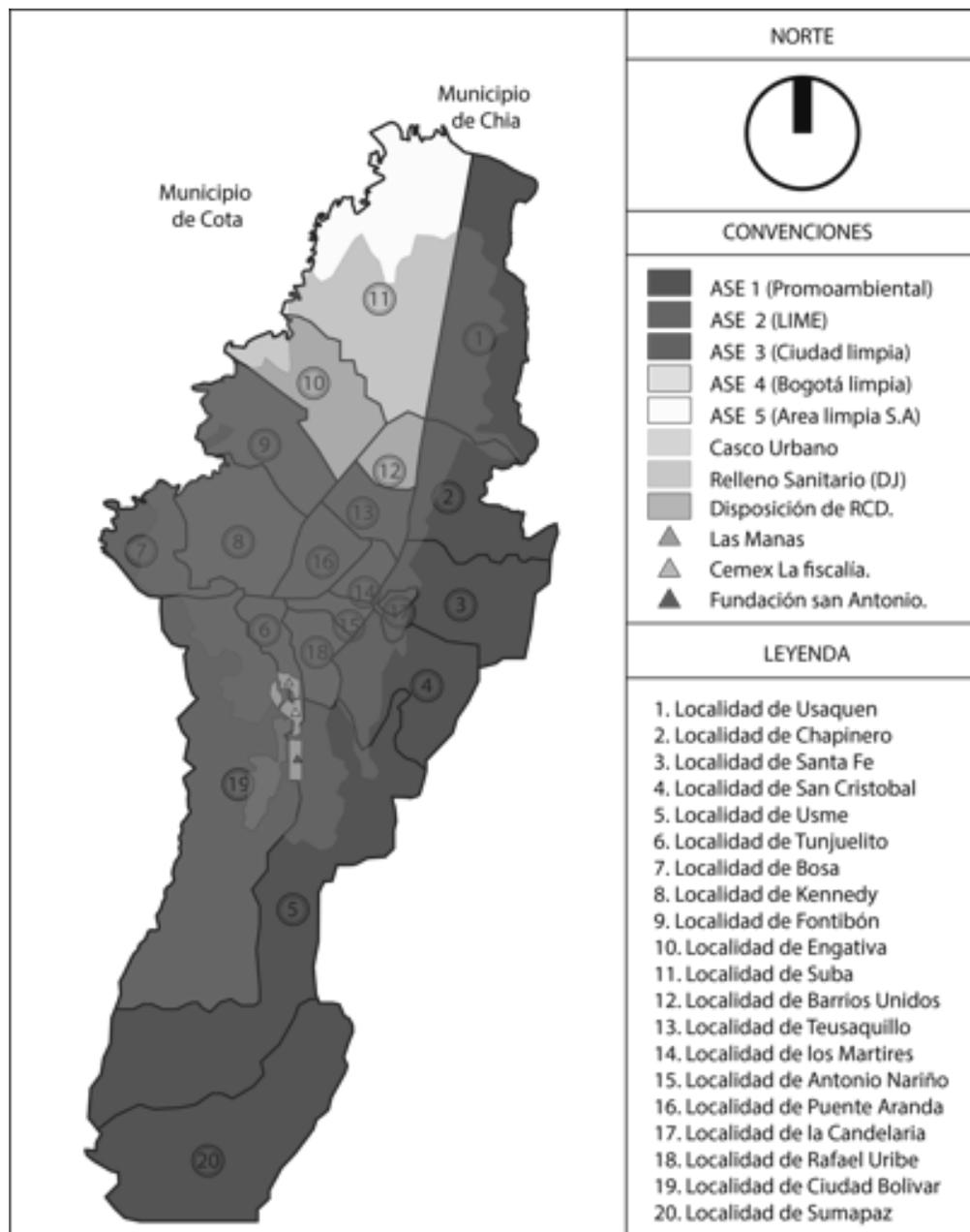


Gráfico 41. Sitio de disposición de residuos en Bogotá. Fuente: Autor, a partir de PMIRS informe de seguimiento 2018.

Como se puede apreciar, los sitios de disposición tanto de residuos domiciliarios como de construcción y demolición se concentran en las localidades de Usme, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, ubicadas al sur de la ciudad, a esto sumado que no existen estaciones de transferencia, las localidades que se encuentran al extremo norte se ven perjudicadas por los largos trayectos que deben recorrer los vehículos

para disponer los residuos, por otra parte, estas localidades presentan la aparición de nuevos focos de contaminación por la inevitable acumulación de residuos.

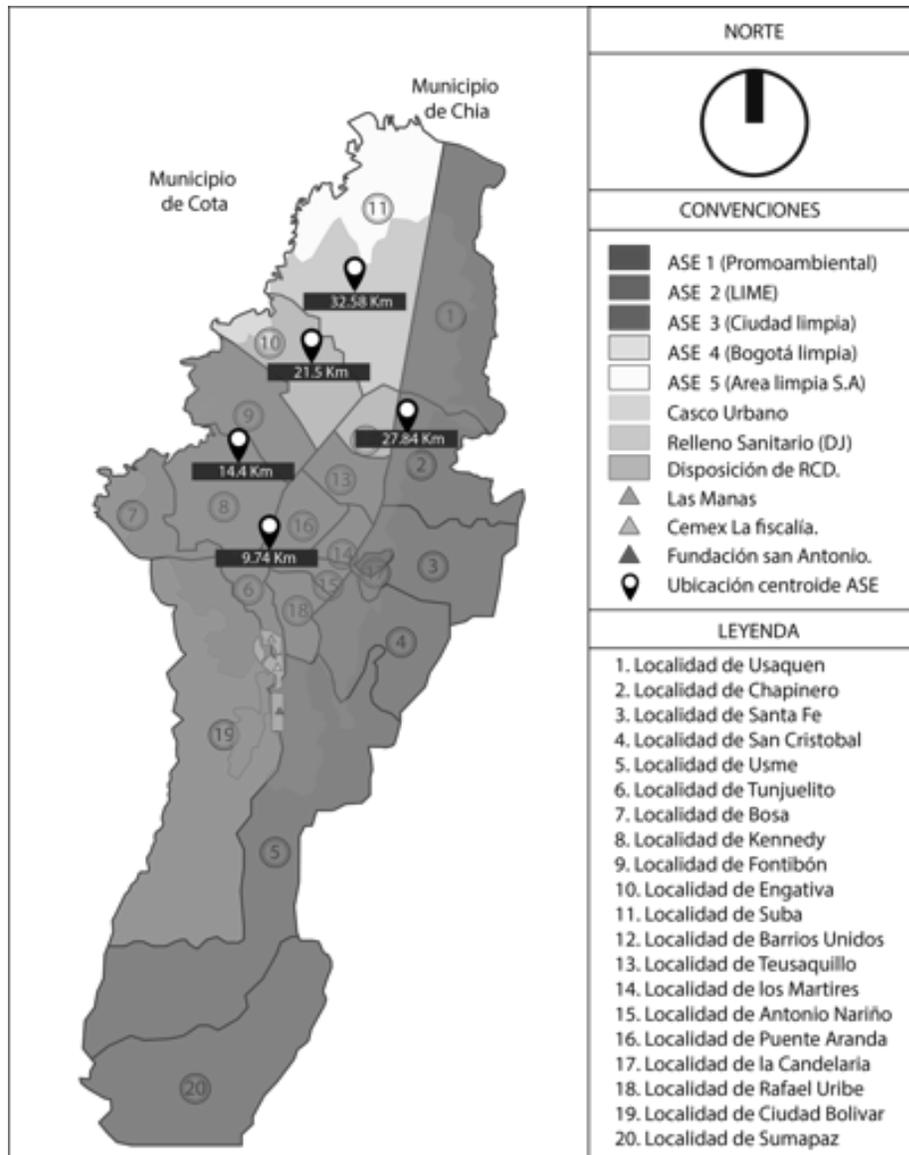


Gráfico 42. Distancia al sitio de disposición final por ASE. Fuente: Autor, a partir de Decreto 652 2018.

En el gráfico anterior, se pueden apreciar las distancias desde un punto céntrico en cada una de las ASE a los sitios de disposición final de la ciudad, como se puede observar, el ASE 5, bajo la operación de la empresa (ÁREA LIMPIA D.C.), es la que

más distancia debe recorrer para disponer los residuos, con un promedio de 33Km, seguido por la ASE 1, a cargo de (PROMOAMBIENTAL DISTRITO S.A.S. E.S.P.), la cual tiene que recorrer cerca de 28Km (Decreto 652, 2018).

3.2. Problemas asociados al modelo de disposición actual.

3.2.1. Análisis de aspectos sistémicos.

Es indiscutible que la mayor parte de las afectaciones que se presentan en la ciudad de Bogotá relacionadas con la práctica de disponer los residuos sólidos en el RSDJ son de carácter ambiental, sin embargo, el impacto ambiental, además de generar deterioro en la salud humana, afecta de manera directa la calidad de vida de las personas y también es el causante de diferentes problemas que se ven reflejados en los demás componentes de la ciudad, por esta razón, nuevamente se utilizará el enfoque reduccionista, aplicado a la visión sistémica del territorio, para con esto centrar el análisis en los sistemas perjudicados de forma directa e indirecta, vistos y aplicados desde el sistema ambiental.

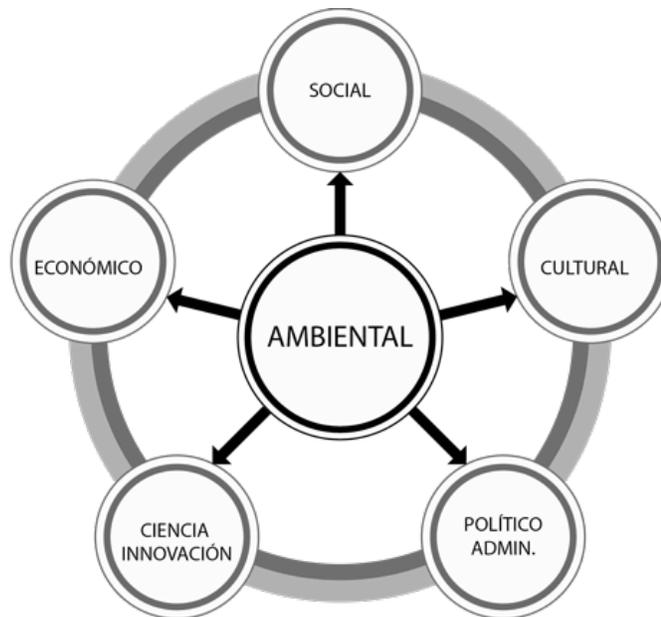


Gráfico 43. Delimitación sistémica. Fuente: Autor, a partir de grupo GIT.

3.2.1.1. Político administrativo.

Uno de los principales problemas que se presentan en la ciudad de Bogotá desde ya hace varios años, es según (Camargo, 2019), el clientelismo político al que ha sido llevado el servicio de aseo de la ciudad, en principio, por la incorporación de empresas privadas al sector, lo cual fue incluso una violación a la legislación

colombiana, también, porque el modelo de recolección actual, está diseñado para que el operador del relleno sanitario, que en este caso es la concesionaria (CGR S.A. E.S.P.) reciba beneficio económico, por cada tonelada de residuos depositados en el relleno. Así mismo, se ha convertido en centro de múltiples promesas de las alcaldías pasadas.

Por otra parte, la sectorización en la ciudad, dificulta la construcción de un proyecto de estas características, ya que como menciona (Camargo, 2019), desde los primeros estudios que se realizaron para la ubicación de un sitio de disposición que reemplazara el botadero de Gibraltar, se llegó a la conclusión que en la ciudad deberían existir mínimo 4 sitios de disposición, en primer lugar por su forma y en segundo lugar por la acelerada tasa de urbanización que se presentó en Bogotá en la década de los 80. Sin embargo, rápidamente fueron descartados los sitios que se ubicaban al norte de la ciudad, ya que como menciona el autor, son terrenos de las personas más acaudaladas e influyentes políticamente hablando. Incluso, se estima que el rechazo de estos proyectos en el sector se debió más a intereses personales que por viabilidad técnica.

Además, dentro del informe que determinó la ubicación del relleno, se describe la localidad de Ciudad Bolívar como un paisaje deteriorado, el cual no podría sufrir mayores afectaciones, por el contrario, el emplazamiento del proyecto, en esta zona de la ciudad ayudaría para intensificar las dinámicas económicas y serviría también como un pulmón para el sector (Camargo, 2019). De manera que, la opción más viable en ese entonces fue construir el relleno en la ubicación actual, ya que era una zona que se encontraba a las afueras de la ciudad y alrededor solo había enormes veredas.

Ante esta posición, hubo varios contradictores quienes afirmaban que la ubicación del relleno en esta zona tendría mayores inconvenientes ambiental y socialmente para la ciudad y en especial para la población aledaña, debido a que la distancia que necesitarían recorrer los vehículos recolectores para llegar a disponer los residuos, sería demasiado larga y se perdería la mayor parte del tiempo transportando, además, se necesitaría aumentar la flota para tener una cobertura y servicio óptimo, no obstante, el proyecto se desarrolló y en el año 1988, el entonces alcalde Andrés Pastrana, inaugura el RSDJ que es presentado como la solución definitiva ante el problema que asediaba la ciudad. Sin embargo, en el diseño del relleno sanitario no se tuvieron en consideración varios factores como, por ejemplo, la producción de líquidos lixiviados, que eran depositados directamente en un afluente del río Tunjuelito. Esto sucedería hasta el año 1992 en donde la CAR

intervino y contrato nuevamente a una empresa privada a realizar los estudios para la optimización y adecuación del RSDJ.

Esta empresa, opto por ensayar un método experimental en el RSDJ para el tratamiento de los lixiviados, pero ante la indiferencia del distrito se llevó a cabo y posteriormente, en el año de 1997 se presentaría el derrumbe en la zona II del relleno, que ocurriría por la acumulación de gases y lixiviados en el interior del sitio. Más tarde, se determinaría que la disposición de los residuos se estaba realizando de manera errónea y que el operador el relleno estaba incumpliendo varias medidas técnicas.

A pesar de lo ocurrido, se sigue presentando un aumento en la población aledaña a este sitio de disposición, ya que los campesinos que habitaban en esa zona, se vieron forzados a vender sus terrenos a privados, que posteriormente lotearon y urbanizaron ilegalmente. A pesar de la afectación y el alto grado de riesgo de estas personas, el distrito decidió legalizar estos barrios en el año de 1999, sin embargo, no tomo ningún tipo de medida preventiva ni de mitigación.

Por otra parte, aunque la vida útil del RSDJ, se tenía contemplada en un principio hasta el año 2003, pero, ante la dificultad en la adquisición de terrenos para la ubicación de un nuevo sitio de disposición final, la Corporación Autónoma Regional (CAR) y la Autoridad de Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se han visto forzados a ampliar en repetidas ocasiones la licencia de operación del RSDJ.

3.2.1.2. Socio ambiental.

Como se menciona anteriormente, en el sector se presenta un incremento acelerado en la cantidad de población a medida que se va urbanizando, así mismo, se incrementa la cantidad y el flujo de residuos que son depositados en el RSDJ, lo que posteriormente resultaría nocivo para los barrios que se estaban conformando en la periferia del relleno.

En estos asentamientos o barrios ilegales, se estableció por lo general población migrante de otras ciudades del país, ya que, debido al bajo precio de los lotes, fue la opción mas viable y rentable para ellos, aun sabiendo las implicaciones y riesgos que trae vivir cerca a un sitio de disposición, además, se tenía estipulado que al RSDJ le quedaban pocos años de vida útil y podría funcionar hasta el año 2003. Sin embargo, con el primer derrumbe que se presenta en el año de 1997, las personas

aledañas empezaron a padecer enfermedades por los altos niveles de contaminación que se encontraban presentes en el aire y en el agua (Camargo, 2019). Algo similar ocurriría años después, en el 2015, se desprendería un talud en una de las zonas de compactación de residuos, que afectaría nuevamente a los habitantes del sector. En el año 2017 volvería a ocurrir un derrumbe al interior del relleno, pero esta de menor escala, y la más reciente afectación de gran magnitud dentro del RSDJ ocurrió el 28 de abril del año en curso, con complicaciones similares.

Ante estas situaciones, el distrito simplemente a realizado esfuerzos por reducir los daños en la salud de la población luego que se presenta la emergencia o alerta amarilla, pero no se trata el problema de fondo.

Por otra parte, aunque en la ciudad de Bogotá, los índices de pobreza monetaria han disminuido en los últimos años, aun se presenta una brecha social que impide el libre desarrollo de las personas que viven en este sector de la ciudad. También se puede decir que en la ciudad existe una desigualdad urbana marcada desde la sectorización, donde los estratos 4,5 y 6 ubicados en el norte de la ciudad, son los que tienen acceso a las comodidades, mientras que los estratos 1,2 y 3 que por lo general se ubican en el sur, deben adecuarse a lo que tienen disponible. Esta es solo una de las razones por la cual se encuentra en el quinto lugar de las ciudades más desiguales de América Latina, después de Brasilia, Santo Domingo, La Paz y Santiago.

Esta desigualdad, se evidencia con el manejo que se le está brindando al RSDJ y todas las implicaciones que este ha tenido en las personas que residen cerca de él y de nuevas localidades como, Usme y Tunjuelito, que últimamente han reportado malos olores y la presencia de roedores y moscas. Frente a esta problemática, el distrito ha puesto en marcha el PGIRS, con el fin de contrarrestar las situaciones de precariedad que se presenta en estos sectores y mejorar la calidad de vida de estas personas.

Dentro de los pilares del PGIRS formulados para la ciudad, se encuentra impulsar la cultura de separación en la fuente, con el fin de maximizar los residuos que pueden ser aprovechados correctamente y reducir 2.7 mil toneladas de residuos que tienen destino de disposición el RSDJ. Para lograrlo, se han adelantado campañas que guían al ciudadano a tener mayor responsabilidad con los residuos, para con esto evitar su generación. Ya que como se mencionó anteriormente, la ciudad presenta un bajo índice de aprovechamiento de residuos sólidos.

3.2.1.3. Cultural.

El problema de residuos que se presenta en cualquier ciudad del mundo, pero en especial en Bogotá, es más un tema cultural que económico, ya que, si cada habitante fuera consciente del poder y la gran cantidad de materia prima que se puede obtener estos residuos, aumentaría su nivel de aprovechamiento.

De la misma forma, aunque parte de la solución radica en reducir la cantidad de residuos que son depositados en el RSDJ, en la ciudad, aun no se desarrolla una cultura de separación en la fuente, lo que impide que se apliquen nuevas tecnologías y procesos.

3.2.1.4. Económico.

Aunque el RSDJ se encuentra ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, su impacto negativo económico no solo se refleja en esta, sino que, de manera directa e indirecta, perjudica a las localidades que se encuentran más distanciadas. Esta afectación se refleja en varios aspectos, el primero de ellos es la devaluación de los terrenos ubicados en la zona de afectación del RSDJ, las localidades de Usme, Tunjuelito y Ciudad Bolívar, son las más afectadas por esto, sin embargo, el problema más grave se evidencia en los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, pertenecientes a esta última.

Por otra parte, los habitantes de las localidades que se encuentran más retiradas como Suba y Usaquén, reportan la aparición de nuevos focos de contaminación que se originan con el acumulamiento de los residuos a causa de la demora en la recolección. De la misma manera, reportan aumentos en la tarifa que aseo, la cual se incrementa constantemente.

También se puede decir que la ciudad pierde dinero a diario empleando este tipo de sistema en el que prima la disposición de los residuos, ya que aprovechando de manera correcta estos materiales, se podrían generar beneficios económicos en varios sectores, al mismo tiempo que impulsa la actividad industrial en la ciudad.

Con el cambio hacia un modelo de economías creativas, basado en un modelo económico circular, en el que el flujo de los residuos y nuevos productos sea constante, se puede generar nuevos puestos de trabajo, dignificados, tecnificados y con menores riesgos para los trabajadores. Sin embargo, esto es posible siempre

y cuando se adopte una cultura ambiental, basada en el aprovechamiento de los residuos para incorporarlos, bien sea como materia prima para la creación de nuevos productos, en el proceso de transformación térmica o en el proceso que se requiera conforme a los materiales y la cantidad de estos.

3.2.1.5. Innovación y tecnología.

La incorporación de nuevas tecnologías para el tratamiento de los residuos es indispensable para generar fuentes de ingresos alternas, es allí donde la economía creativa juega un papel importante en la gestión de los residuos, ya que, la creatividad e innovación son fundamentales para crear nuevos productos y métodos de tratamiento en donde se puedan aprovechar más estos materiales y se elaboren productos que se adapten a la evolución y nuevas necesidades de los habitantes.

Estos tratamientos deben tener un estudio de la caracterización de los residuos para determinar cuál es el método apropiado y en el que se obtienen mejores resultados. En la ciudad de Bogotá, con la implementación del Plan de desarrollo 2016-2020, se da inicio al aprovechamiento de los residuos orgánicos con el programa de la (guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura), con el que se busca principalmente reducir la cantidad de residuos orgánicos, aprovechándolos, empleando técnicas como la lombricultura y el compostaje, en las zonas rurales de las localidades. Sin embargo, existen otros métodos de tratamiento tanto para los residuos orgánicos y aprovechables, que no se pueden efectuar en la ciudad, debido a la inexistencia de los espacios.

Ante estas situaciones, se determina que la mejor forma de contribuir para mejorar la calidad de vida de las personas que residen cerca al RSDJ y aliviar la presión de la ciudad, es reducir la cantidad de residuos sólidos que se depositan en el relleno, con esto se planea una disminución en los niveles de contaminación ambiental y una mejor en el servicio.

3.3. Localidad de Suba.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que, el modelo que recolección ejecutado en la ciudad, no se ajusta con las dinámicas de la misma, por tal razón, se ven perjudicados varios sectores, unos en mayor proporción que otros, pero de acuerdo a las problemáticas descritas, se hace necesario abordar el estudio de la localidad de suba, para determinar soluciones alternas a este sistema de disposición y ofrecer un manejo adecuado de los residuos que allí se generan, de manera que estos no sean depositados en el RSDJ, sino, que sean tratados y aprovechados correctamente.

3.3.1. Generalidades.

3.3.1.1. Aspectos geográficos.

La localidad de Suba, se encuentra ubicada en el extremo norte de la ciudad, limitando al norte con el municipio de Chía y el río Bogotá, al sur con la calle 100 y el río Juan Amarillo, al occidente con el río Bogotá y limita con el municipio de Cota y al oriente, con la autopista norte y la localidad de Usaquén.

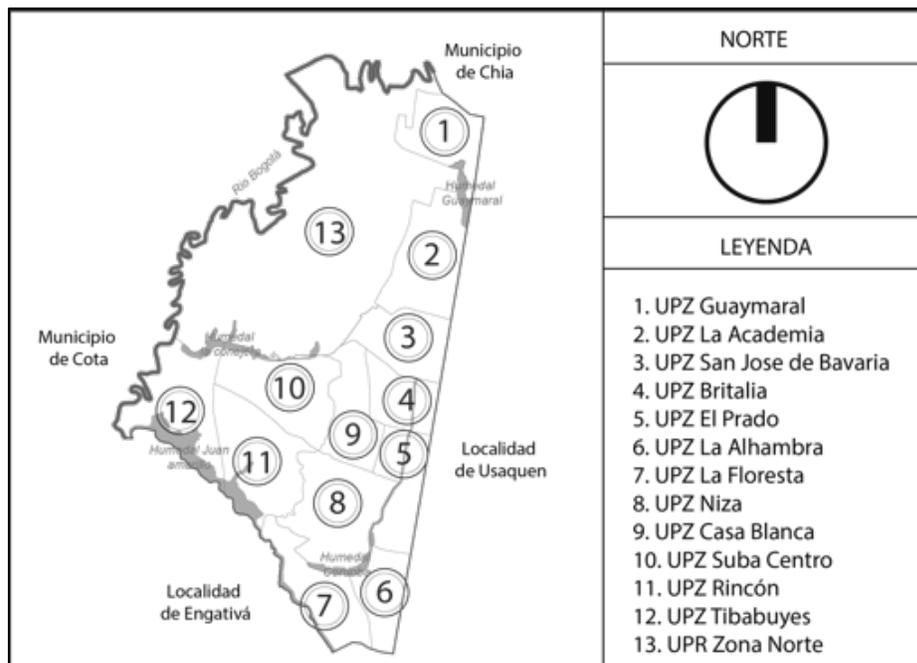


Gráfico 44. Distribución de UPZ en la localidad de Suba. Fuente: Autor.

Esta localidad, es conformada por 12 Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) y 1 Unidad de Planeamiento Rural (UPR).

También es una de las 8 localidades que cuenta con área rural, la cual representa cerca del 38% del área total, además es la cuarta localidad con mayor extensión, después de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar. Así mismo, cuenta con algunos de los ecosistemas mas importantes de la ciudad, como la reserva Thomas Van der Hammen, declarada por la CAR el 19 de julio de 2011, a la cual le pertenece una parte del suelo rural de la localidad, por otra parte, están los humedales, Juan Amarillo, La Conejera, Guaymaral y el humedal Córdoba, además, cuenta con dos zonas montañosas que son los cerros la Conejera y Suba.

3.3.1.2. Población.

Actualmente, la localidad de Suba es la que más población alberga de las 20 localidades que conforman el distrito capital, según la proyección del DANE, en el año 2019 contaba con una población de cerca de 1.4 millones de personas, cerca del 17% de la población total de la ciudad. El 49,3% de la población de la localidad, dice separar los residuos como cartón y papel de los demás residuos. Esta cifra se obtiene de una encuesta realizada por el distrito el año 2014, para monitorear el avance del programa basura cero.

Así mismo, es una de las localidades más densamente pobladas, con aproximadamente 232 hab/ha y una de las localidades con mayor número de aglomeración de habitantes, debido a esto, se ve seriamente afectada por el modelo de recolección y disposición actual, ya que al haber demora en la recolección, el acumulamiento de los residuos es inevitable. Esta población, también se encuentra ligada con la segregación y exclusión, ya que la ciudad tiene una percepción de inseguridad e insalubridad.

3.3.1.3. Clasificación del suelo.

En la localidad, 5.800ha pertenecen al suelo urbano, 3.762ha al suelo rural y 492ha pertenecen al área de expansión. Aunque la se puede decir, que la localidad es urbana, el área rural de su territorio representa el 38% del total, a pesar de esto, no cuenta con cobertura completa en los servicios de recolección, por tal razón, es común encontrar puntos críticos de escombros y quema de residuos en algunas veredas.

Por otra parte, el área de expansión de la localidad, se concentra en la UPZ de la academia, con en 10,7%.

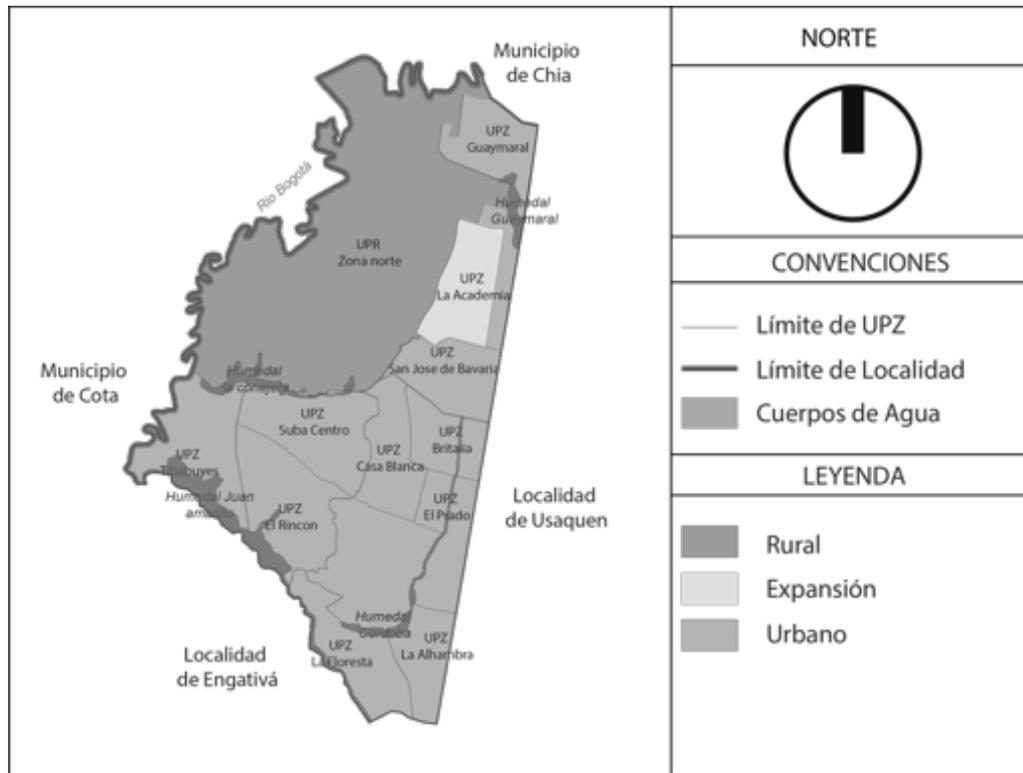


Gráfico 45. Clasificación del suelo. Fuente: Autor, a partir de revisión general del POT de Bogotá.

3.3.1.4. Estratificación.

Se podría decir que la mayor parte de la población de Suba se encuentra posicionada en el estrato 2, con el 44,1%, seguida por el estrato 3, con el 22,6%, luego el estrato 5 con 10,7%.

Por otra parte, los estratos con menor participación son el 1, con el 0,5% el estrato 6, con el 2,7% y el estrato 4 con 9,0%. También, existe el 10,3% que se encuentra clasificado sin estrato. También se puede decir que, es una de las localidades con un nivel socio económico medio alto, ya que, en esta localidad, se concentra el 75% de la población estrato 5 de la capital.

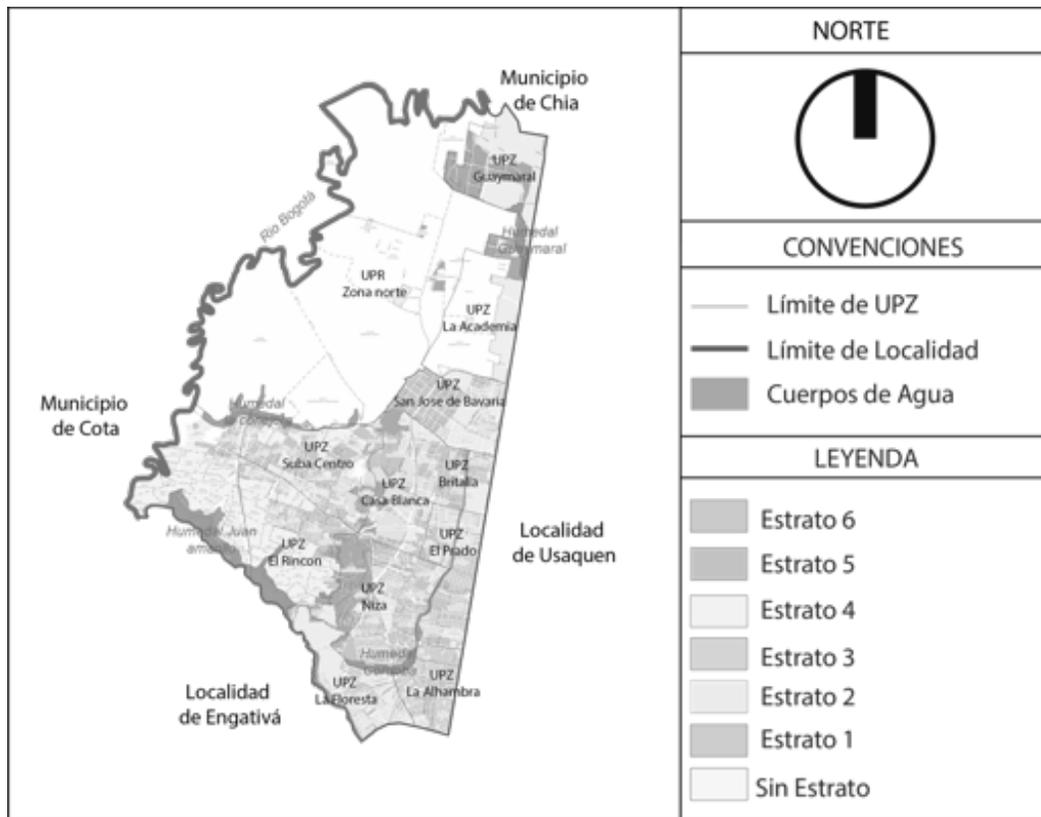


Gráfico 46. Estratificación de la localidad de Suba. Fuente: Autor, a partir de secretaria distrital de planeación (SDP).

3.3.1.5. Usos del suelo.

Como se mencionó anteriormente, al ser una de las localidades más densamente pobladas, es normal que su uso del suelo predominante sea el residencial, el cual aporta el mayor porcentaje.

De esta manera, los usos de suelo, dotacional, de servicios y comercio, son los encargados de suplir las necesidades de los habitantes, entre estos se destacan, los centros comerciales Santa fe, Plaza imperial y Centro Suba. Además, en la localidad, se encuentran localizados en mayor porcentaje de instituciones de educación primaria privadas de la ciudad (Informe de calidad de vida de Bogotá, 2016).



Gráfico 47. Porcentaje usos del suelo en la localidad. Fuente: Autor, a partir de monografía localidad de Suba, 2018.

Por otra parte, los usos del suelo en la localidad, se encuentran reducidos a 4, puesto que no se tienen áreas predestinadas para uso industrial.

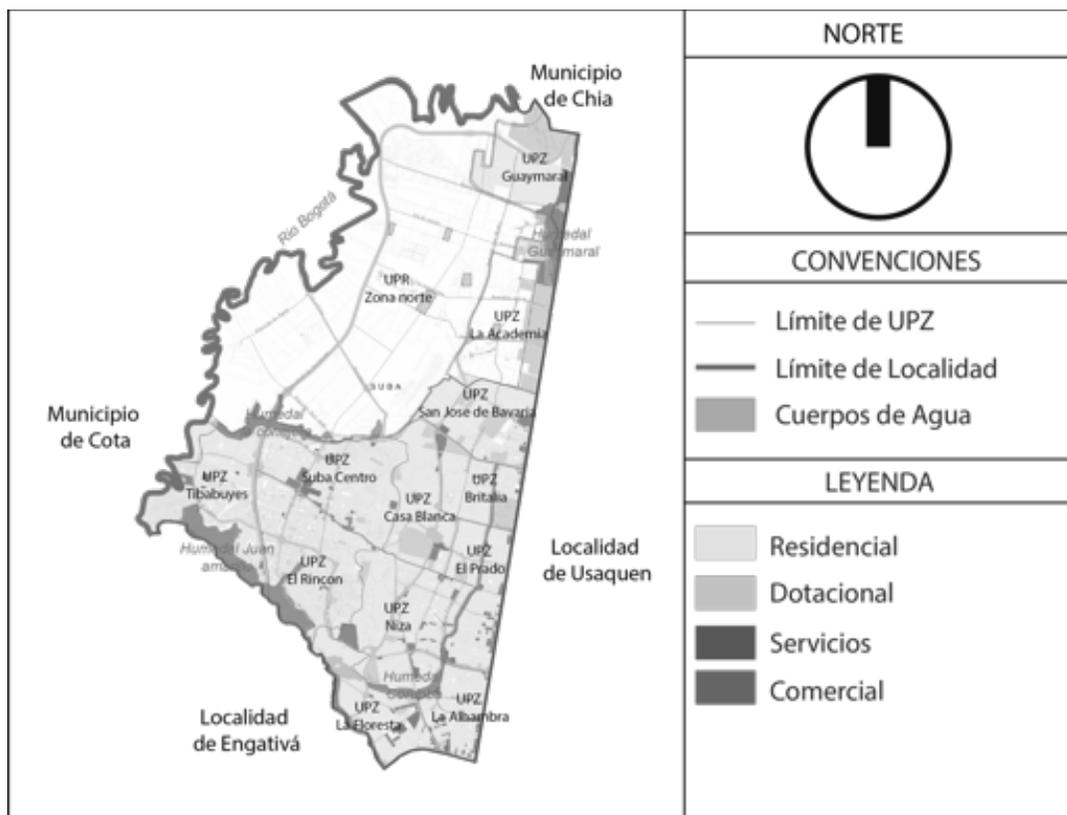


Gráfico 48. Usos del suelo localidad de suba, Fuente: Autor, a partir de monografía localidad de Suba, 2018.

3.3.2. Análisis de aspectos sistémicos.

3.3.2.1. Principales focos de contaminación.

Los focos de contaminación y focos de generación de residuos sólidos de la localidad de suba, se encuentran distribuidos a lo largo y ancho de la misma, siendo los equipamientos de bienestar social como, centros comerciales, almacenes de cadena, teatros, parques y lugares de encuentro, los principales generadores de residuos sólidos.

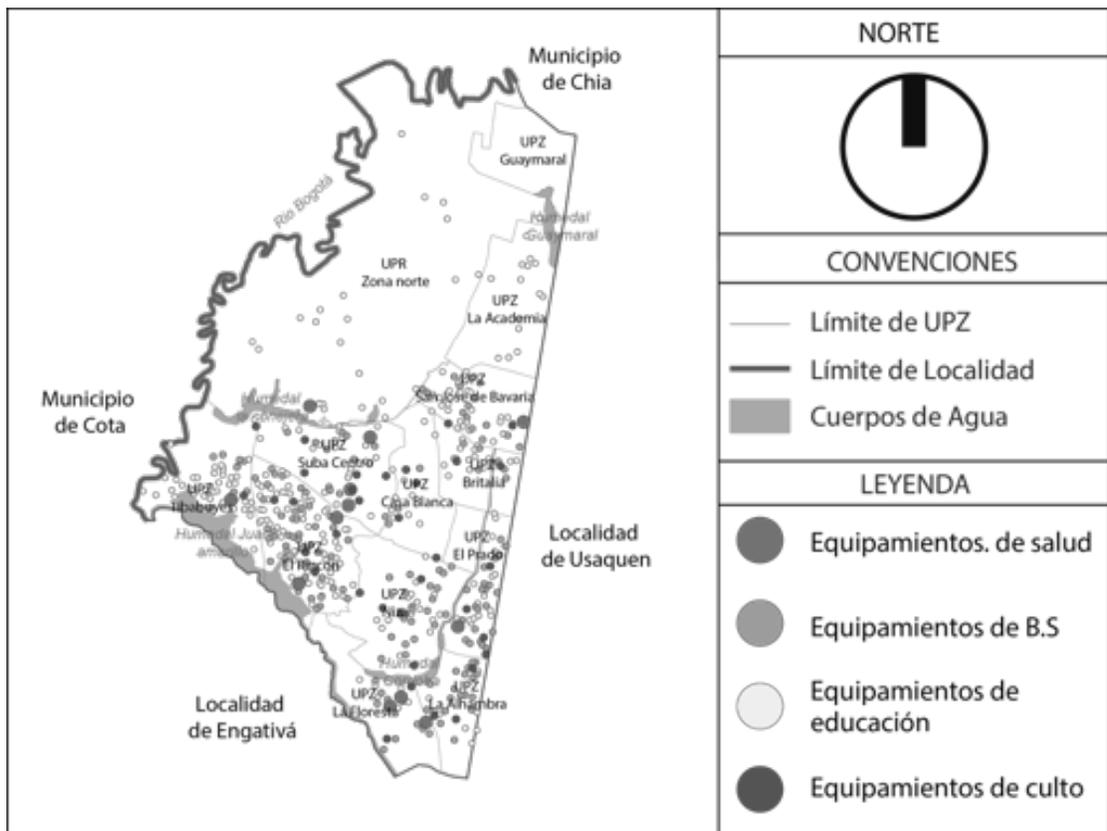


Gráfico 49. Principales generadores de residuos. Fuente: Autor.

Seguido por las instituciones educativas como, colegios, jardines y universidades. los equipamientos de salud como, los hospitales, clínicas, centros médicos odontologías, entre otros y los equipamientos de culto como, iglesias, congregaciones, incluso viviendas empleadas para estas prácticas, aunque estas últimas tienen más actividad los fines de semana, los días que generan residuos acumulan una importante cantidad. Los residuos generados en la localidad son directamente enviados para disposición final en el RSDJ, sin un tratamiento o clasificación previa.

3.3.2.2. Problemáticas ambientales.

Las problemáticas ambientales que se presentan en la localidad de Suba, están ampliamente ligados al manejo inadecuado que se les da a los residuos sólidos, principalmente, porque al tardar la recolección de los residuos, se genera un acumulamiento y los habitantes para evitar estos inconvenientes prefieren arrojarlos a los cuerpos de agua, los humedales y como se mencionó anteriormente, la incineración ilegal en algunos casos.

Estas situaciones se ven más marcadas en la riera del rio Bogotá y en las inmediaciones de los humedales Juan Amarillo y la Conejera. Además, se ha presentado un aumento en los niveles de sedimentación del canal de Córdoba por acumulación en los residuos sólidos.

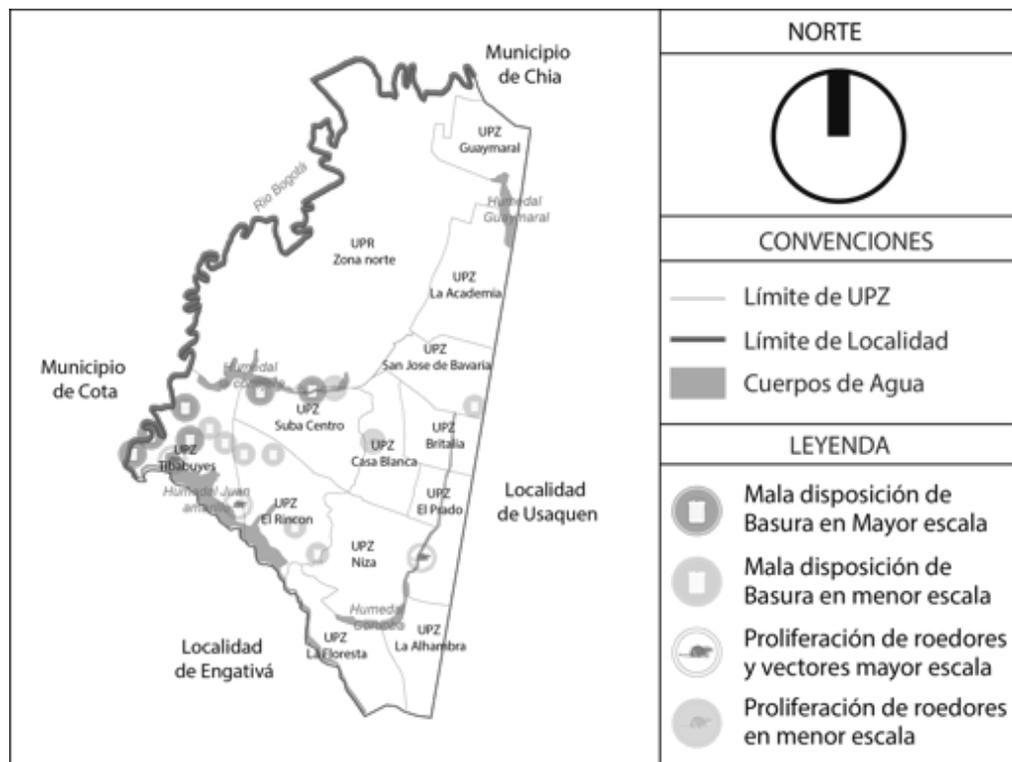


Gráfico 50. Problemas ambientales de la localidad de Suba. Fuente: Autor.

Las UPZ que se encuentran más afectadas por estas prácticas son: Tibabuyes y Suba centro, estas UPZ se encuentran conformadas en gran cantidad por barrios de estrato 2 y 3, aunque el estrato 1 también se presenta y es en las zonas donde más es notoria este tipo de prácticas, ya que de acuerdo con la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), en estos barrios se presentan asentamientos de desarrollo subnormal o en estado de informalidad (UAECD, 2013).

3.3.2.3. Sistema Vial.

La localidad presenta una característica especial y es que cuenta con dos terminales de Transmilenio, permitiendo movilizar un gran número de personas diariamente.

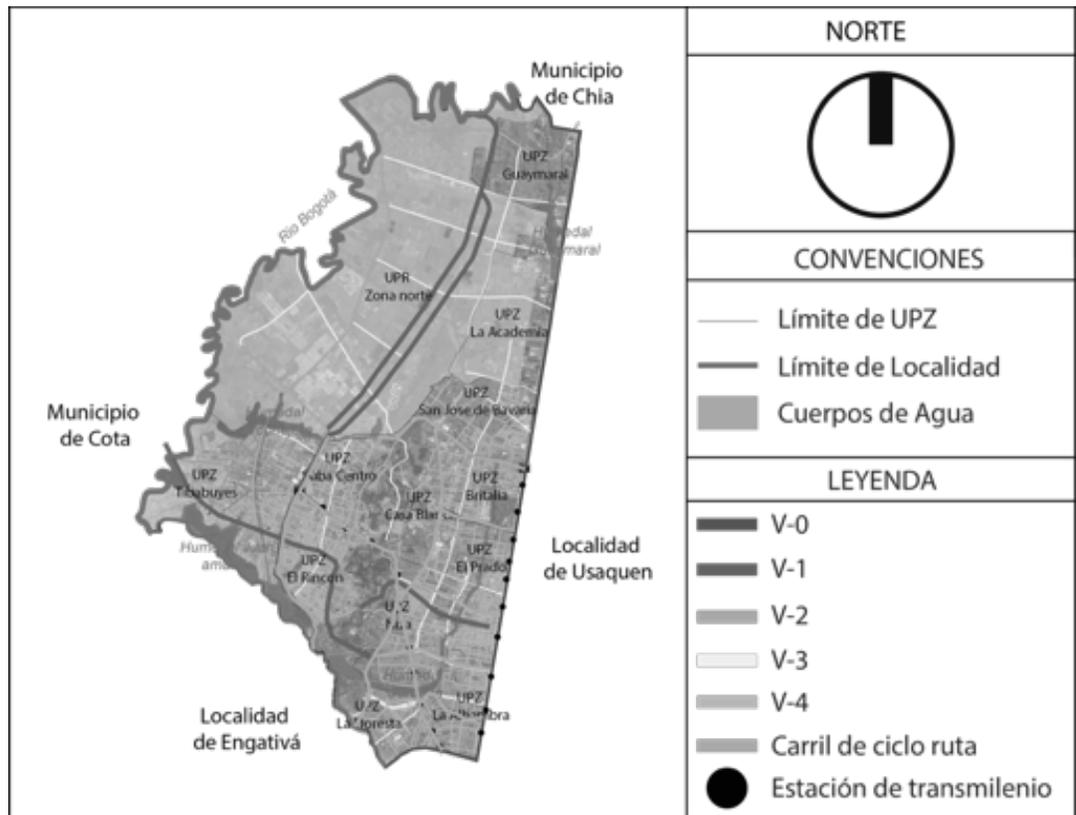


Gráfico 51. Sistema vial. Fuente: Autor, a partir de diagnóstico POT Bogotá

Sin embargo, uno de los principales déficits en materia de movilidad que se presentan en la localidad, es que su malla vial local, V-2, V-3 y V-4, se encuentra

en mal estado. Siendo estas vías los principales accesos a los barrios, se dificulta acceder a los barrios que se encuentran en la cuenca del río Bogotá, así mismo, se dificulta el acceso de los vehículos recolectores.

Por otra parte, algo que también dificulta que se realice la recolección de manera correcta, es que de los 123.7 Km lineales de vías con los que cuenta la ciudad, solo el 25,8% se encuentra construido, el 13,6% parcialmente construida y el 60,6% sin construir (Monografía localidad de suba, 2018).

3.4. Determinantes para la selección del lote.

Uno de los principales obstáculos para la ubicación de un proyecto de estas características, es el rechazo de la población aledaña, por el temor de sufrir los inconvenientes que ocasionan los sitios de disposición final.

Por esta razón, para establecer la localización pertinente a fin de ejecutar el proyecto, se aplicarán diferentes tipos de metodologías que complementan el Decreto 838 de 2005, y evalúan el impacto que este trae sobre la población desde distintos puntos de vista, además, se tendrán en cuenta aspectos técnicos y de operación, que darán como resultado el mejor sitio para el emplazamiento.

3.4.1. Diagnostico de condiciones arquitectónicas y urbanísticas.

La localización del proyecto debe ser estratégica para que de esta forma no se caiga en la ocurrencia de generar un foco de contaminación mayor al que se presenta actualmente o trasladar los focos de contaminación hacia un solo punto, por el contrario, se trata de generar un espacio articulado con la ciudad y en especial con la localidad, puesto que el equipamiento debe cumplir con la capacidad de recibir y tratar los residuos de esta.

Para iniciar con la delimitación de la zona más apropiada para situar el proyecto, en primer lugar, se pre-seleccionarán 3 lotes de acuerdo a los criterios, de carácter físico, en los que se encuentran accesibilidad, usos del suelo, área del lote y distancia, y se abordarán criterios de carácter humano, como, transporte y congestión vial.

De acuerdo a esta pre-selección, se elegirán los lotes que cumplan con las características, posteriormente se someterán a la siguiente evaluación. Con lo cual se establecerá el sitio más óptimo e ideal para emplazar el proyecto.

En segundo lugar, se realizará una evaluación de cada uno de los lotes de acuerdo a la tabla de resultados, asignando un valor a cada uno de ellos para finalmente, realizar la evaluación empleando la metodología planteada por (Valencia, et al, 2010) la cual fue descrita anteriormente.

De la misma forma, se tendrán en consideración las recomendaciones de Comisión económica para América latina y el caribe (CEPAL) de las naciones unidas, para el emplazamiento de proyectos de inversión pública.

Estas variantes son seleccionadas de la lista de recomendaciones del decreto 838 de 2005, debido a que son las que mayores inconvenientes presentan en proyectos de estas características.

Los terrenos pre seleccionados, serán de la zona norte de la ciudad, tomando en consideración que este debe cumplir con los parámetros del título F del RAS 2000, en donde se aclara que, para una instalación de aprovechamiento de residuos, debe ubicarse dentro del sector industrial o de servicios y, que un relleno sanitario debe estar en el área rural.

Además, teniendo en cuenta las recomendaciones estipuladas dentro del decreto 838 de 2005, en el cual se aborda el tema de la regionalización de los sitios de disposición final, se hace pertinente pre seleccionar un sitio de un municipio cercano que cumpla con las características establecidas previamente.

3.4.2. Factores físicos.

3.4.2.1. Accesibilidad.

Los lotes pre-seleccionados, deberán contar con acceso que facilite el ingreso a los vehículos recolectores y a los vehículos de carga que serán los encargados de alimentar la planta y de transportar los materiales procesados.

3.4.2.2. Usos del suelo.

El emplazamiento del proyecto estará sujeto a las indicaciones y recomendaciones del Título F del RAS 2000, en donde se determina que la ubicación de proyectos de estas características se realizará en sectores donde el uso del suelo sea compatible con industria o servicios, para no generar un conflicto de suelos.

De manera que, el proyecto de ninguna manera deberá alterar las dinámicas del sector, desde ningún aspecto, bien sea de carácter ambiental, social o económico.

3.4.2.3. Área del lote.

Los lotes que serán pre-seleccionados, deben contar con un área mayor a 10.000m², en los cuales se encuentran incluidos las zonas útiles, los aislamientos, las zonas de mitigación y las zonas de afectación.

3.4.2.4. Distancia al centro poblado.

La distancia al centro poblado más cercano, deberá ser superior a 1000m, de manera que no se generen afectaciones por ruido, vibraciones y demás afectaciones.

3.4.3. Factores humanos.

3.4.3.1. Transporte y congestión vial.

Para que el proyecto sea viable, se debe garantizar el acceso del personal desde cualquier punto de la ciudad, de tal manera que los lotes que se seleccionen, tendrán que contar con rutas de transporte y garantizar el fácil acceso al mismo.

3.4.4. Elección del sitio de emplazamiento.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que los lotes que cumplen con al menos una de las características mencionadas anteriormente son los siguientes.



Gráfico 52. Lotes pre-seleccionados para evaluación. Fuente: Autor, a partir de google earth.

A estos lotes, se les realizará una calificación de acuerdo a los criterios que se mencionaron anteriormente.

Tabla 10. Preselección y calificación de los posibles sitios de emplazamiento. Fuente: Autor.

BAJO		MEDIO		ALTO
ASPECTOS	CRITERIOS	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3
ASPECTOS FÍSICOS	ÁREA	>10.000m ²	>10.000m ²	>10.000m ²
	ACCESIBILIDAD			
	USO DEL SUELO			
	DISTANCIA			
ASPECTOS HUMANOS	TRANSPORTE			
	CONJESTIÓN VIAL			

3.4.4.1. Lote 1.

El primer lote seleccionado para estudio, esta ubicado en la calle 171 con carrera 111, en la vía a cota, al costado derecho, dentro de la zona rural de la localidad de Suba. Este lote tiene un área aproximadamente de 12ha, además cuenta con una vía tipo V-1, la cual se encuentra en buen estado, además, cuenta con transporte intermunicipal hacia el municipio de cota, la cual parte desde el portal de la 170.



Gráfico 53. Lote pre-seleccionado 1. Fuente: Autor, a partir de google earth.

3.4.4.2. Lote 2.

El siguiente lote seleccionado, esta ubicado sobre el eje industrial de la autopista Bogotá-Medellín, al costado izquierdo, en el límite del municipio de Funza con el municipio de Tenjo. Este lote tiene un área de aproximadamente 23ha, además, cuenta con dos vías principales, la que de Bogotá conduce a Medellín y de Cota a Funza, estas vías son de tipo V-1, y se encuentran en perfecto estado, sin embargo, la Calle 80, es propensa a congestión vial debido al alto flujo de vehículos que circular diariamente sobre este corredor vial.



Gráfico 54. Lote pre-seleccionado 2. Fuente: Autor, a partir de Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

3.4.4.3. Lote 3.

El tercer lote seleccionado también se encuentra ubicado sobre el eje industrial de la autopista Bogotá-Medellín, en el sector denominado la Punta, sobre la zona industrial del municipio de Tenjo-Cundinamarca y tiene un área de aproximadamente 28ha, también cuenta con una vía tipo V-1, la cual esta en buen estado. En este sector, la velocidad promedio es más alta.



Gráfico 55. Lote pre-seleccionado 3. Fuente: Autor, a partir de google earth.

Para continuar con la elección del sitio más óptimo para el emplazamiento del proyecto, se tendrá en consideración el nivel de complejidad que presenta cada municipio en cuanto a la generación de residuos sólidos, para esto, se deberá establecer cual es la producción per cápita por usuario y luego compararla con los promedios ya establecidos.

Tabla 11. Complejidad del sistema. Fuente: Autor, a partir de Título F RAS 2000.

NIVEL DE COMPLEJIDAD	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Bajo	0.30	0.75	0.45
Medio	0.30	0.95	0.45
Medio Alto	0.30	1.00	0.53
Alto	0.44	1.10	0.79

Como se puede apreciar, la localidad se encuentra ubicada en un nivel de complejidad medio, con una generación promedio de residuos de 0.45kg/día. Los cálculos se realizan de acuerdo al promedio de la ciudad, en la que se establece que se generan máximo 0,85kg.

A continuación, se describen los criterios planteados en el artículo 5 del Decreto 838 de 2005, los cuales, deben ser tenidos en cuenta para ubicar el sitio donde se ejecutará el proyecto, a cada uno de estos criterios, se le asignará un puntaje de acuerdo a las características del sitio.

Cabe resaltar que, aunque el proyecto no será un sitio de disposición final de residuos sólidos, si será evaluado bajo estos parámetros de localización.

En primer lugar, se debe tener establecida la capacidad de recepción del material, la cual debe ser suficiente para permitir que la vida útil de este sea compatible con la producción proyectada de residuos sólidos a disponer en el mismo.

En segundo lugar, se debe determinar la ocupación actual de área, con esto se determina las actividades que actualmente se vienen realizando, con el objeto de prever posibles impactos sobre la comunidad o los recursos naturales.

En tercer lugar, lo relacionado con la accesibilidad vial, este criterio corresponde a la facilidad y economía que la persona prestadora del servicio público de aseo en el componente de recolección y transporte, tiene para llevar los residuos sólidos al área en que se efectuará dicha disposición final, este criterio se compone de 6 puntos.

En cuarto lugar, se deben evaluar las condiciones del suelo y su topografía, con esto se determina la facilidad de construcción, operación y trabajabilidad en el área.

En quinto lugar, se deben fijar las distancias entre el perímetro urbano, respecto del área para la disposición final. Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurriría la persona prestadora del servicio público de aseo para llevar los residuos sólidos desde el perímetro urbano, incluida la zona de expansión urbana, al área en la que se efectuará la disposición final.

En sexto punto no se tendrá en consideración, pues no se requiere material de cubrimiento.

En séptimo lugar, la densidad poblacional, este criterio determina la posible afectación de la población ubicada en el área de influencia directa del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos.

En octavo lugar, la incidencia en la congestión del tráfico en la vía principal, este criterio determina la incidencia que puede tener sobre el tráfico de la vía principal, el desplazamiento de los vehículos que transportarán desde el perímetro urbano hasta el del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos.

En noveno lugar, distancias a cuerpos hídricos, este criterio establece la relación que tendrá el área en la que se efectuará la disposición final de residuos, respecto a las fuentes hídricas permanentes y superficiales existentes en la zona.

En décimo lugar, la dirección de los vientos, este criterio determina la incidencia que puede tener la dirección de los vientos con respecto al casco urbano, en la operación de la infraestructura instalada.

En undécimo lugar, geformas del área respecto al entorno, este criterio hace referencia a la incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno, calificándose respecto a la zona urbana, la operación de la infraestructura ubicada en el área en que se efectuará el proyecto.

Por último, las restricciones en la disponibilidad del área, este criterio hace referencia a las restricciones del área en que se efectuará la disposición final de residuos, con base en las definiciones del artículo 6 de este decreto.



Gráfico 56. Dirección de vientos y cuerpos de agua. Fuente: Autor, a partir de google maps, IDEAM.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el lote 1, presenta vientos predominantes en dirección suroccidental-nororiental. Mientras que los lotes 2 y 3, al ubicarse en las afueras de la ciudad en una zona más abierta, presentan dirección en varios sentidos, sin embargo, predominan los vientos que van de norte-sur y noroccidental-suroriental.

El siguiente paso será, evaluar y calificar estos sitios con la matriz que se muestra a continuación.

Tabla 12. Metodología para la pre selección del sitio de emplazamiento, parte 1.
Fuente: Autor, a partir de Decreto 838 de 2005.

ITEM	VARIANTE	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
1	Capacidad	Más de 0.5 veces la producción de residuos.	0
		Mas de 1.5 veces la producción de residuos.	200
2	Ocupación del área	Suel Rural	80
		Suelo sub urbano	60
		suelo de expansión urbana	40
		suelo urbano	20
		Otros suelos de protección	0
3	Accesibilidad vial	CONDICIONES DE LA VÍA PRINCIPAL	
		Pavimentada	20
		Sin pavimentar	8
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA PRINCIPAL	
		0-3%	20
		3.1-5%	12
		5.1-7%	8
		7.1 y mayores	0
		DISTANCIA DE LA VÍA DE ACCESO	
		0-5Km	20
		5.1 a 10Km	12
		10.1 a 15Km	8
		Mayor de 15Km	0
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA DE ACCESO	
		0-3%	20
		3.1-5%	12
		5.1-7%	8
		7.1 y mayores	0
		NÚMERO DE VIAS DE ACCESO	
		Dos o más vías	20
		Una vía	8
No hay vías	0		
CONDICIONES DE LA VÍA DE ACCESO			
Pavimentada	20		
Afirmado	12		
Carreteable	8		
Trocha-No existe	0		

Tabla 13. Metodología para la pre selección del sitio de emplazamiento, parte 2.
Fuente: Autor, a parir de Decreto 838 de 2005.

4	Condiciones del suelo y topografía	PENDIENTE PROMEDIO DEL TERRENO	
		0,1%-3%	40
	3,1%-7%	30	
	7,1%-12%	20	
	12,1%-25%	10	
	Mayor de 25%	0	
5	Distancia entre el perímetro urbano	2Km a 5Km	140
		5.1Km a 10Km	100
		10.1Km a 25Km	60
		25.1Km a 50Km	20
		Mayores a 50Km	0
7	Densidad poblacional en el área	0 Hab./ ha- 2Hab./ha	40
		2.1 Hab./ha-5Hab./ha	20
		Mayor de 5 Hab./ha	0
8	Incidencia en la congestión del tráfico en la vía principal	Ninguna	40
		Moderada	20
		Grande	0
9	Distancias a cuerpos hídricos	Mayor de 2000m	60
		1000m a 2000m	40
		500m a 999m	20
		50m a 499m	10
		Menor de 50m	0
10	Dirección de los vientos	Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano	40
		Dirección en sentido del casco urbano más cercano	0
11	Geoformas del área respecto a entorno	Zona quebrada y encajonada	40
		Zona en media ladera parcialmente encajonada	32
		Zona en media ladera abierta	20
		Zona plana y abierta	12
12	Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60
		Existe una restricción	40
		Existen dos restricciones	20
		Existen más de dos restricciones	0

El puntaje máximo de calificación que se puede obtener, será de 860 puntos, puesto que se omitieron algunos criterios que no eran de relevancia para este caso.

De acuerdo a lo anterior, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 14. Calificación lote 1. Parte 1. Fuente: Autor.

LOTE 1				
ITEM	VARIANTE	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	PUNTAJE ASIGNADO
1	Capacidad	Más de 0.5 veces la producción de residuos.	0	200
		Mas de 1.5 veces la producción de residuos.	200	
2	Ocupación del área	Suel Rural	80	80
		Suelo sub urbano	60	
		suelo de expansión urbana	40	
		suelo urbano	20	
		Otros suelos de protección	0	
3	Accesibilidad vial	CONDICIONES DE LA VÍA PRINCIPAL		
		Pavimentada	20	20
		Sin pavimentar	8	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA PRINCIPAL		
		0-3%	20	20
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		DISTANCIA DE LA VÍA DE ACCESO		
		0-5Km	20	20
		5.1 a 10Km	12	
		10.1 a 15Km	8	
		Mayor de 15Km	0	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA DE ACCESO		
		0-3%	20	20
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		NÚMERO DE VIAS DE ACCESO		
		Dos o más vías	20	8
Una vía	8			
No hay vías	0			
CONDICIONES DE LA VÍA DE ACCESO				
Pavimentada	20	20		
Afirmado	12			
Carreteable	8			
Trocha-No existe	0			
4	Condiciones del suelo y topografía	PENDIENTE PROMEDIO DEL TERRENO		
		0,1%-3%	40	40
		3,1%-7%	30	
		7,1%-12%	20	
		12,1%-25%	10	
Mayor de 25%	0			
5	Distancia entre el perímetro urbano	2Km a 5Km	140	140
		5.1Km a 10Km	100	
		10.1Km a 25Km	60	
		25.1Km a 50Km	20	
		Mayores a 50Km	0	
7	Densidad poblacional en el área	0 Hab./ ha- 2Hab./ha	40	0
		2.1 Hab./ha-5Hab./ha	20	
		Mayor de 5 Hab./ha	0	
8	Incidencia en la congestión del tráfico en la vía principal	Ninguna	40	20
		Moderada	20	
		Grande	0	

Tabla 15. Calificación lote 1. Parte 2. Fuente: Autor.

9	Distancias a cuerpos hídricos	Mayor de 2000m	60	40
		1000m a 2000m	40	
		500m a 999m	20	
		50m a 499m	10	
		Menor de 50m	0	
10	Dirección de los vientos	Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano	40	40
		Dirección en sentido del casco urbano más cercano	0	
11	Geoformas del área respecto a entorno	Zona quebrada y encajonada	40	40
		Zona en media ladera parcialmente encajonada	32	
		Zona en media ladera abierta	20	
		Zona plana y abierta	12	
12	Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60	60
		Existe una restricción	40	
		Existen dos restricciones	20	
		Existen más de dos restricciones	0	
TOTAL				748

Tabla 16. Calificación lote 2. Parte 1. Fuente: Autor.

LOTE 2				
ITEM	VARIANTE	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	PUNTAJE ASIGNADO
1	Capacidad	Más de 0.5 veces la producción de residuos.	0	200
		Más de 1.5 veces la producción de residuos.	200	
2	Ocupación del área	Suel Rural	80	80
		Suelo sub urbano	60	
		suelo de expansión urbana	40	
		suelo urbano	20	
		Otros suelos de protección	0	
3	Accesibilidad vial	CONDICIONES DE LA VÍA PRINCIPAL		
		Pavimentada	20	20
		Sin pavimentar	8	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA PRINCIPAL		
		0-3%	20	20
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		DISTANCIA DE LA VÍA DE ACCESO		
		0-5Km	20	20
		5.1 a 10Km	12	
		10.1 a 15Km	8	
		Mayor de 15Km	0	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA DE ACCESO		
		0-3%	20	20
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		NÚMERO DE VIAS DE ACCESO		
		Dos o más vias	20	20
Una vía	8			
No hay vias	0			
CONDICIONES DE LA VÍA DE ACCESO				
Pavimentada	20	20		
Afirmado	12			
Carreteable	8			
Trocha-No existe	0			

Tabla 17. Calificación lote 2. Parte 2. Fuente: Autor.

		PENDIENTE PROMEDIO DEL TERRENO		
4	Condiciones del suelo y topografía	0,1%-3%	40	40
		3,1%-7%	30	
		7,1%-12%	20	
		12,1%-25%	10	
		Mayor de 25%	0	
5	Distancia entre el perímetro urbano	2Km a 5Km	140	140
		5.1Km a 10Km	100	
		10.1Km a 25Km	60	
		25.1Km a 50Km	20	
		Mayores a 50Km	0	
7	Densidad poblacional en el área	0 Hab./ ha- 2Hab./ha	40	40
		2.1 Hab./ha-5Hab./ha	20	
		Mayor de 5 Hab./ha	0	
8	Incidencia en la congestión del tráfico en la vía principal	Ninguna	40	20
		Moderada	20	
		Grande	0	
9	Distancias a cuerpos hídricos	Mayor de 2000m	60	40
		1000m a 2000m	40	
		500m a 999m	20	
		50m a 499m	10	
		Menor de 50m	0	
10	Dirección de los vientos	Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano	40	40
		Dirección en sentido del casco urbano más cercano	0	
11	Geoformas del área respecto a entorno	Zona quebrada y encajonada	40	40
		Zona en media ladera parcialmente encajonada	32	
		Zona en media ladera abierta	20	
		Zona plana y abierta	12	
12	Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60	60
		Existe una restricción	40	
		Existen dos restricciones	20	
		Existen más de dos restricciones	0	
TOTAL				820

Tabla 18. Calificación lote 3. Parte 1. Fuente: Autor.

LOTE 3				
ITEM	VARIANTE	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	PUNTAJE ASIGNADO
1	Capacidad	Más de 0.5 veces la producción de residuos.	0	200
		Mas de 1.5 veces la producción de residuos.	200	
2	Ocupación del área	Suel Rural	80	80
		Suelo sub urbano	60	
		suelo de expansión urbana	40	
		suelo urbano	20	
		Otros suelos de protección	0	

Tabla 19. Calificación lote 3. Parte 2 Fuente: Autor.

3	Accesibilidad vial	CONDICIONES DE LA VÍA PRINCIPAL		20
		Pavimentada	20	
		Sin pavimentar	8	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA PRINCIPAL		20
		0-3%	20	
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		DISTANCIA DE LA VÍA DE ACCESO		20
		0-5Km	20	
		5.1 a 10Km	12	
		10.1 a 15Km	8	
		Mayor de 15Km	0	
		PENDIENTE PROMEDIO DE LA VÍA DE ACCESO		20
		0-3%	20	
		3.1-5%	12	
		5.1-7%	8	
		7.1 y mayores	0	
		NÚMERO DE VIAS DE ACCESO		8
Dos o más vías	20			
Una vía	8			
CONDICIONES DE LA VÍA DE ACCESO		20		
Pavimentada	20			
Afirmado	12			
Carreteable	8			
Trocha-No existe	0			
4	Condiciones del suelo y topografía	PENDIENTE PROMEDIO DEL TERRENO		40
		0,1%-3%	40	
		3,1%-7%	30	
		7,1%-12%	20	
		12,1%-25%	10	
Mayor de 25%	0			
5	Distancia entre el perímetro urbano	2Km a 5Km	140	140
		5.1Km a 10Km	100	
		10.1Km a 25Km	60	
		25.1Km a 50Km	20	
		Mayores a 50Km	0	
7	Densidad poblacional en el área	0 Hab./ ha- 2Hab./ha	40	40
		2.1 Hab./ha-5Hab./ha	20	
		Mayor de 5 Hab./ha	0	
8	Incidencia en la congestión del tráfico en la vía principal	Ninguna	40	20
		Moderada	20	
		Grande	0	
9	Distancias a cuerpos hídricos	Mayor de 2000m	60	60
		1000m a 2000m	40	
		500m a 999m	20	
		50m a 499m	10	
		Menor de 50m	0	
10	Dirección de los vientos	Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano	40	40
		Dirección en sentido del casco urbano más cercano	0	
11	Geoformas del área respecto a entorno	Zona quebrada y encajonada	40	40
		Zona en media ladera parcialmente encajonada	32	
		Zona en media ladera abierta	20	
		Zona plana y abierta	12	
12	Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60	60
		Existe una restricción	40	
		Existen dos restricciones	20	
		Existen más de dos restricciones	0	
TOTAL				828

El siguiente paso, será ordenar de manera descendente los puntajes obtenidos en cada uno de los lotes, con el fin de manejar la información de forma ordenada e identificar de manera más clara los sitios con mayores atributos.

Tabla 20. Clasificación de los resultados.

Orden de de mayor a menor	Calificación obtenida
Lote 3	828
Lote 2	820
Lote 1	748

Lo que se realizará a continuación, será evaluar estos sitios de acuerdo a la metodología planteada por (Valencia, et al. 2010), la cual, como se menciono anteriormente es un complemento a las variantes que el decreto 838 de 2005, no tiene en consideración para la localización de proyectos de este tipo, con ella se estudian criterios socioculturales, nivel de impacto ambiental y económicas a fin de tener una visión holística del tema.

En esta metodología, ya tienen establecidos unos porcentajes para cada uno de los criterios de acuerdo al grado de relevancia que este tiene para la selección del sitio de emplazamiento, como se muestra a continuación.

Tabla 21. Valor según variante. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.

Importancia de ponderación final	Parámetro-Criterio
0.52	Nivel de impacto ambiental
0.38	Sociocultural
0.10	Económicos

Como se puede observar, el criterio denominado Nivel de impacto ambiental, es el que posee un mayor grado de relevancia a la hora de seleccionar el lugar de emplazamiento.

Ahora, se calificarán las variantes que componen cada uno de los criterios de 1 a 10, donde 1 es muy poco relevante y 10 extremadamente relevante, de manera que, el escenario más óptimo es que obtenga la menor calificación.

De acuerdo a lo anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.

Evaluación lote 1			Calificación de 1-10	Calificación total	Peso en la calificación	Ponderación
DIMENSIÓN	NIVEL DE IMPACTO AMBIENTAL	Modificación en las dinámicas productivas	7	16	0,52	0,0832
		Proximidad a asentamientos poblacionales	5			
		Desplazamiento de población generada por el emplazamiento del PTRS	2			
		Alteración de los patrones culturales y de identidad (turismo, patrimonio)	2			
	SOCIOCULTURALES	Potencial afectación al recurso hídrico (por cercanía de fuentes hídricas a la descarga de lixiviados)	4	11	0,38	0,0418
		Potencial afectación al paisaje	3			
		Potencial afectación por olores ofensivos (en dirección predominante de los vientos hacia centros poblados)	2			
		Potencial afectación visual y por olores, por el número de rutas de transporte hasta el sitio de disposición	2			
	ECONÓMICOS	Costo transporte de residuos	2	12	0,10	0,012
		Valor de la tierra	4			
		Costo de adecuación	4			
		Relación costo/Beneficio	2			
	TOTAL				39	1

Tabla 23. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.

Evaluación lote 2			Calificación de 1-10	Calificación total	Peso en la calificación	Ponderación
DIMENSIÓN	NIVEL DE IMPACTO AMBIENTAL	Modificación en las dinámicas productivas	3	10	0,52	0,052
		Proximidad a asentamientos poblacionales	3			
		Desplazamiento de población generada por el emplazamiento	2			
		Alteración de los patrones culturales y de identidad (turismo)	2			
	SOCIOCULTURALES	Potencial afectación al recurso hídrico (por cercanía de fuentes hídricas a la descarga de lixiviados)	4	13	0,38	0,0494
		Potencial afectación al paisaje	3			
		Potencial afectación por olores ofensivos (en dirección predominante de los vientos hacia centros poblados)	3			
		Potencial afectación visual y por olores, por el número de rutas de transporte hasta el sitio de disposición	3			
	ECONÓMICOS	Costo transporte de residuos	2	12	0,10	0,012
		Valor de la tierra	4			
		Costo de adecuación	4			
		Relación costo/Beneficio	2			
	TOTAL				35	1,00

Tabla 24. Calificación de variantes moderadoras. Fuente: Autor, a partir de Valencia, et al. 2010.

Evaluación lote 3			Calificación de 1-10	Calificación total	Peso en la calificación	Ponderación
DIMENSIÓN	NIVEL DE IMPACTO AMBIENTAL	Modificación en las dinámicas productivas	2	6	0,52	0,0312
		Proximidad a asentamientos poblacionales	2			
		Desplazamiento de población generada por el emplazamiento	1			
		Alteración de los patrones culturales y de identidad (turismo)	1			
	SOCIOCULTURAL	Potencial afectación al recurso hídrico (por cercanía de fuentes hídricas a la descarga de lixiviados)	2	10	0,38	0,038
		Potencial afectación al paisaje	3			
		Potencial afectación por olores ofensivos (en dirección predominante de los vientos hacia centros poblados)	2			
		Potencial afectación visual y por olores, por el número de rutas de transporte hasta el sitio de disposición	3			
	ECONÓMICOS	Costo transporte de residuos	4	13	0,10	0,013
		Valor de la tierra	3			
		Costo de adecuación	4			
		Relación costo/Beneficio	2			
	TOTAL				29	1,00

Luego, se realizará una comparación de estos resultados entre sí, a fin de determinar cuáles son los pros y contras de cada uno de los sitios.

Tabla 25. Ponderación.

CRITERIO	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3
Nivel de impacto ambiental	0,0832	0,052	0,0312
Sociocultural	0,0418	0,0494	0,038
Económico	0,012	0,012	0,013

Como se puede observar, el lote 1 presenta ventajas en cuanto al aspecto económico, puesto que al encontrarse más cercano a los centros urbanos su costo de transporte se disminuye con respecto a los demás, sin embargo, presenta falencias en los otros dos aspectos, ya que se alteran las dinámicas del sector y el nivel de impacto ambiental es más directo a la población.

El lote 2, presenta un equilibrio en todos sus factores, sin embargo, tiene ventajas en el aspecto de nivel de impacto ambiental, ya que se encuentra ubicado sobre una zona en la cual no altera el paisaje y no se encuentra cercano a zonas donde se hallen recursos hídricos y zonas de afluencia.

Finalmente, el lote 3, es el que presenta mayores ventajas en los aspectos tanto socio cultural y en cuanto al nivel de impacto ambiental, debido a que igual que el anterior, se encuentra ubicado sobre una zona donde no se modifican ni alteran las dinámicas del sector. Así mismo, presenta la ventaja de encontrarse en una zona céntrica de los municipios de Funza, Cota, Tenjo y la ciudad de Bogotá.

El lote seleccionado para emplazar el proyecto de acuerdo con las anteriores descripciones será el lote 3, ya que debido a sus características tanto físicas como ambientales es el sitio más apropiado y es el sitio que menos inconvenientes trae sobre el entorno y sobre la población aledaña.

3.4.5. Generalidades del municipio de Tenjo.

Tenjo es un municipio ubicado en la provincia de la sabana centro, aproximadamente a 21km de la ciudad de Bogotá, sobre la autopista Bogotá-Medellín, el cual se caracteriza por su corredor industrial en el sector denominado la Punta y por ser uno de los municipios con más actividad de este tipo.

Este municipio hace parte de la aun no oficial área metropolitana de Bogotá junto con municipios como Chía, Mosquera, Soacha, entre otros. Posee una población de aproximadamente 20mil habitantes, los cuales se encuentran establecidos en la zona céntrica del municipio, que se ubica en la zona norte del mismo.

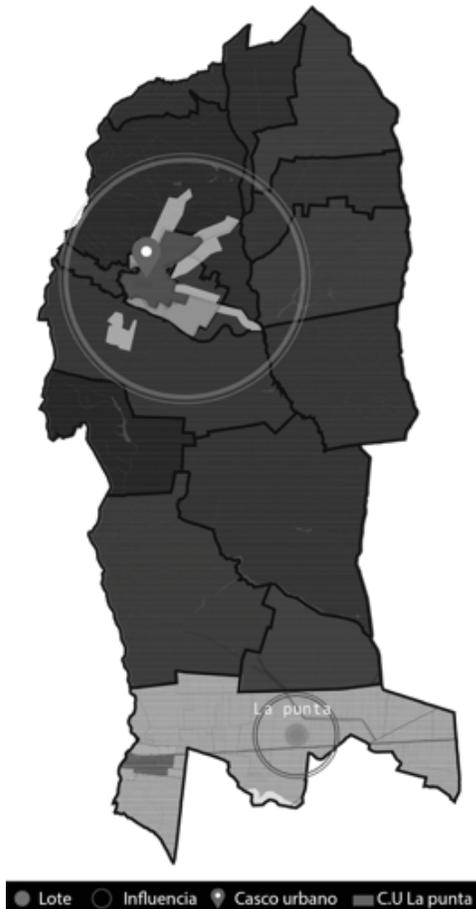


Gráfico 57. Tenjo. Fuente: Autor.

3.4.5.1. Cobertura.

El municipio para el año de 2017, contaba con una cobertura del servicio público de aseo del 98% en la zona urbana, la cual aumento al 100% en el año 2019. Sin embargo, en la zona rural se mantuvo estable en este mismo periodo (Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca, 2019). También, cuenta con PGIRS desde el año 2015, el cual fue realizado por la Corporación Autónoma Regional (CAR).

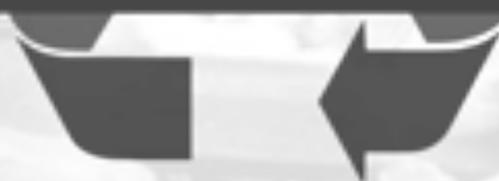
3.4.5.2. Generación y disposición final.

La generación de residuos en el municipio, es de aproximadamente 361 Ton/Mes, cantidad que según el informe (Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca, 2019), disminuyo con respecto al año 2017 10Ton/Mes. Estos residuos, son depositados en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo el cual se encuentra ubicado en el Km 9 vía Mosquera-La mesa en el municipio de Bojacá, a aproximadamente 35km del centro urbano de Tenjo.

DISEÑO DE ANTEPROYECTO DE PLANTA INTEGRAL PARA
EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO INSTRU-
MENTO PARA EL DESARROLLO LIMPIO.
Caso Bogotá D.C.



FORMULACIÓN



4

CAP.

CAPÍTULO IV. FORMULACIÓN PROYECTUAL.

4.1. Estrategias de intervención.

Para iniciar con la formulación del diseño de espacios y componentes que serán parte del proyecto, se realizará una matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA) que luego se complementará con una matriz analítica de formulación de estrategias (MAFE) con lo cual se determinarán los principales factores que se deben tener en cuenta para reducir el impacto del proyecto y se contribuya con el desarrollo del municipio y la región.

Posteriormente, se vincularán los aspectos de la economía circular con el programa arquitectónico y adicionalmente, se tendrán en consideración las cantidades de residuos y los materiales generados tanto en la localidad como en el municipio.

Tabla 26. Matriz DOFA de aspectos sistémicos. Fuente: Autor.

AMBIENTAL-SOCIAL-ECONÓMICO	
Fortalezas	Debilidades
La ubicación del proyecto cumple con los parámetros de localización establecidos en la normativa nacional.	Hay varios opositores a la construcción de un proyecto de estas características por las implicaciones ambientales que podría tener.
Se reducirá la cantidad de residuos sólidos depositados en el relleno sanitario Doña Juana.	No se ha implantado una cultura de separación en la fuente en los habitantes.
La ubicación del proyecto funciona como impulsor a la regionalización de sitios de tratamiento y disposición final de residuos sólidos.	Las personas no son consientes ni responsables de los residuos que generan.
El cambio hacia un modelo de economía circular contribuirá a la creación y formalización de nuevos puestos de trabajo.	El actual modelo de recolección de la ciudad, esta enfocada en la disposición final de residuos.
Generación de ingresos por la comercialización de materias primas derivadas de materiales aprovechados.	El mal manejo de los residuos sólidos esta perjudicando y alterando los principales ecosistemas de la zona de estudio.
Implementación de nuevos métodos de tratamiento y disposición final de residuos.	Mala calidad de vida de los habitantes por el mal manejo de los residuos sólidos.
Reducción del impacto ambiental ocasionado por el mal manejo de los residuos sólidos en el área de estudio.	
Posibilidad de vinculación de trabajadores informales.	
Oportunidades	Amenazas
Evaluación de factores y variantes de localización.	Aumento exponencial en la población y en la generación de residuos.
Acumulación de residuos por la demora en la recolección.	La forma de presentar los residuos sólidos, no es clara y los habitantes aun presentan confuciones.
En la ciudad no existen estaciones de transferencia.	
El modelo de recolección ejecutado no se ajusta con las dinámicas de la ciudad.	Aumento de asentamientos informales en la localidad

Tabla 27. Matriz analítica de formulación de estrategias. Fuente: Autor.

MATRIZ ANALITICA DE FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS		
	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	Estrategia (FO)	Estrategia (DO)
	Emplazar el proyecto de acuerdo a diferentes variantes de localización, de manera que se reduzcan los impactos negativos de este.	La ubicación del proyecto es estratégica para mitigar el riesgo ambiental y de salud de las personas aledañas.
	Diseñar espacios de trabajo con las condiciones dignas y adecuadas para óptimizar las labores.	Con la implementación del proyecto, se proyecta un cambio en la percepción de los residuos, así como la implantación de una cultura ambiental, basada en el aprovechamiento.
	Diseñar espacios en los cuales se puedan desarrollar los ejercicios de separación, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos a escala industrial.	Modelo de recolección basado en el aprovechamiento de los residuos sólidos
	Diseñar espacios donde se pueda comercializar la materia prima ya procesada.	Diseñar un espacio articulado con las dinámicas de la zona, de manera que no se presenten acumulaciones.
	Diseñar los espacios donde el tratamiento de los residuos sea efectivo y se adapte a las características de los materiales generados.	Articular el proyecto con la ciudad y los municipios de la región en la zona noroccidental, para con esto contrarrestar los efectos de los residuos.
	Diseñar los espacios de asilamiento ambiental, ruido y visual.	
Amenazas	Estrategia (FA)	Estrategia (DA)
	Diseñar espacios con la capacidad suficiente para almacenar y transformar los residuos sólidos del sector y el municipio.	Diseñar un espacio que cumpla con las condiciones espaciales y ambientales del sector y de la zona donde se emplazará.
	Articular planes y campañas con el distrito a fin de promocionar la forma de presentar los residuos, para obtener un mayor aprovechamiento de estos.	Diseñar un espacio que se articule de manera directa con la localidad, para con esto monitorear de forma más precisa y constante la formación de nuevos asentamientos informales.

4.1.1. Programa arquitectónico.

A continuación, se realizará una relación entre los aspectos de la economía circular y las necesidades espaciales que estos podrían tener, esta relación es la primera aproximación al programa arquitectónico.

Tabla 28. Relación economía circular y espacios arquitectónicos. Fuente: Autor.

ASPECTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	ZONA	ESPACIO
Reutilización	Zona de trabajo	Taller
Reparación	Zona de aprendizaje	Aulas didacticas
	Zona de experimentación	Almacen Laboratorios
Reciclaje	Zona separación	Patio de descarga Patio de separación
	Zona de almacenamiento	Bodega
	Zona de pesaje	Básculas
Valorización	Zona de incineración	Hornos de cremación
Segundo uso	Zona de ensayo	Talleres de reparación
		Taller de manualidades
Ecología industrial y territorial	Zonas de reuniones	Salón de conferencias
Economía de la funcionalidad	Zona de rectificación	Taller de adecuación

Como se puede observar, dentro de cada uno de los aspectos de la economía circular, se encuentran espacios que pueden ser tanto de una zona de producción, como una zona de oficinas, sin embargo, esto genera un problema de relación de espacios, por tal razón, la distribución del programa será en bloques que se distribuirán de acuerdo a sus características, en las cuales se desarrollaran diferentes tipos de actividades de manera que no se generen molestias auditivas, de ruido o de olores.

Se puede decir que el programa arquitectónico del proyecto, tendrá como eje articulador los aspectos de la economía circular, y para complementar esto, se realizará una relación entre estos aspectos y la metodología de distribución de plantas industriales planteada por Richard Muther, en la cual se plantean 6 principios básicos para que una planta industrial sea lo más eficiente posible, estos principios, son los siguientes: integración conjunta, mínima distancia recorrida,

circulación o flujo de materiales, espacio cúbico, satisfacción y seguridad y el principio de los espacios flexibles. De esta manera se obtiene el siguiente programa.

Tabla 29. Programa arquitectónico. Parte 1. Fuente: Autor.

BLOQUE	ITEM	ZONA	ESPACIO	SUB-ESPACIO	
ACCESO	ACCESO	Área de control	Baños	Baño hombres Baño mujeres	
			Báscula		
			Oficina de control		
			Caseta de peaje		
			Recepción	Caseta de vigilante	
PRODUCCIÓN	RECICLAJE	Área de descarga	Patio de descarga	Pozo 1 (Disposición transitoria) Pozo 2 (Disposición transitoria residuos separados)	
			Patio de separación		
		Área de lavado	Área de lavado de materiales	Cinta transportadora	
		Área de filtración	Separación mecánica	Cuarto de control de maquinaria Baño	
			Separación manual	Banda transportadora Cinta de clasificación de reciclables Cinta de clasificación circular	
	Área de trituración	Área de maquinaria	Trituración primaria Tamiz Trituración secundaria Tamiz Alimentador vibratorio		
	Área de compactación	Área de prensado	Prensa hidráulica		
	ECONOMÍA DE LA FUNCIONALIDAD	Área de rectificación	Taller de adecuación		
	REUTILIZACIÓN	Área de trabajo	Taller		
	REPARACIÓN	Área de aprendizaje	Aulas didácticas		
			Capacitación	Salón de charlas Salón de talleres complementarios	
	SEGUNDO USO	Zona de experimentación	Almacén Laboratorios		
		Área de ensayo	Talleres de reparación		
	SERVICIO	Área de lavado	Área de lavado de vehículos	Recepción de vehículos	
				Zona de enjuague	
				Zona de lavado general	
				Control de calidad	
	VALORIZACIÓN	Área de incineración	Área de hornos	Tolvas de carga	
				Alimentadores del horno	
				Cámara de combustión	
				Eyección de aire	
				Circuito de agua	
			Turbo generador		
Área de control			Sistema de control de emisiones		
			Sistema de evacuación de gases		
			Sistema de enfriamiento de escorias y cenizas		
			Sub estación eléctrica		
	Sala de control de la combustión				
Cabina para control y vigilancia ambiental					

Tabla 30. Programa arquitectónico. Parte 2. Fuente: Autor.

ACOPIO	ACOPIO	Área de oficinas	Oficinas administrativas	Oficina de coordinador
				Oficina de secretaria
				Oficina de contabilidad
				Oficina de ventas
				Recepción
		Área de control	Control interno	Seguridad laboral
				Almacén
		Área de servicios	Servicios generales	Recepción
				Pesaje
		Área de almacenamiento	Bóvedas de almacenamiento	Estacionamiento
Baño hombres				
Área de carga	Muelle de carga	Baño mujeres		
		Cuarto de control		
		Cuarto de herramientas		
		Cuarto de recepción		
		Zona de carga		
		Zona de báscula		
BLOQUE ADMINISTRATIVO	ECOLOGÍA INDUSTRIAL Y TERRITORIAL	Área de oficinas	Oficinas administrativas	Oficina coordinador
				Oficina de supervisor
				Oficina de encargado
				Recepción
				Gerencia
				Sala de espera
				Oficina jurídica
				Contabilidad
				Zona de reuniones
				Salón de conferencias
		Área de aseo	Baños	Área de archivos
				Baño hombres
			Vestieres	Baño mujeres
				Vestieres hombres
		Plazoleta de comidas	Restaurante	Vestieres mujeres
				Lockers
		Área de servicios	Área de estar	Cocina
				Área de comedores
				Sala
			Baños	Cafetería
Descanso				
Baño mujeres				
Áreas complementarias	Cuarto de servicios	Baño hombres		
		Enfermería		
	Estacionamiento	Visitantes		
		Administrativos		
BLOQUE DE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	Tramiento de residuos	Tratamiento de lixiviados	Cuarto de dotación

4.2. Lógica programática.

Teniendo en consideración las recomendaciones establecidas en los artículos 221, 222 y 225 del Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico, para el diseño de sistemas de aprovechamiento.

En primer lugar, se tiene que tener en consideración la composición de los materiales que ingresarán diariamente. De acuerdo con esto, se puede decir que los materiales que predominan son los materiales orgánicos, para lo cual se dispondrá de un espacio en el cual se pueda realizar compost de acuerdo con el volumen de ingreso.

Del mismo modo, se dispondrá de espacios en los cuales se puedan aprovechar los plásticos de tipo termoplásticos como: botellas PET, bolsas plásticas y productos de plástico desechables. Así mismo, se dispondrán espacios en los que se puedan recibir con completa normalidad y facilidad los materiales que han sido separados en la fuente, ya que estos tienen un ciclo diferente a los materiales mezclados.

En segundo lugar, se tendrán en consideración el tamaño y dimensiones de los vehículos recolectores y de los vehículos que hacen parte del proceso, con el fin de facilitar el acceso y la movilidad de estos dentro del proyecto.

Por último, se deben tener en consideración los materiales que se van a implementar, ya que estos deben facilitar el aseo y desinfección constante.

4.2.1. Esquema básico.

A continuación, se efectuará una relación espacial en cada una de los componentes del programa arquitectónico mostrado anteriormente, este esquema se realizará mediante un flujograma que muestra cómo sería el ciclo de un residuo en este tratamiento, el cual inicia con la recepción del material hasta la distribución de la materia prima y la comercialización de productos.

Como se menciona anteriormente, la distribución del proyecto será mediante bloques, a fin de mantener los espacios aislados entre sí, por tal razón estos organigramas serán de cada uno de los bloques.

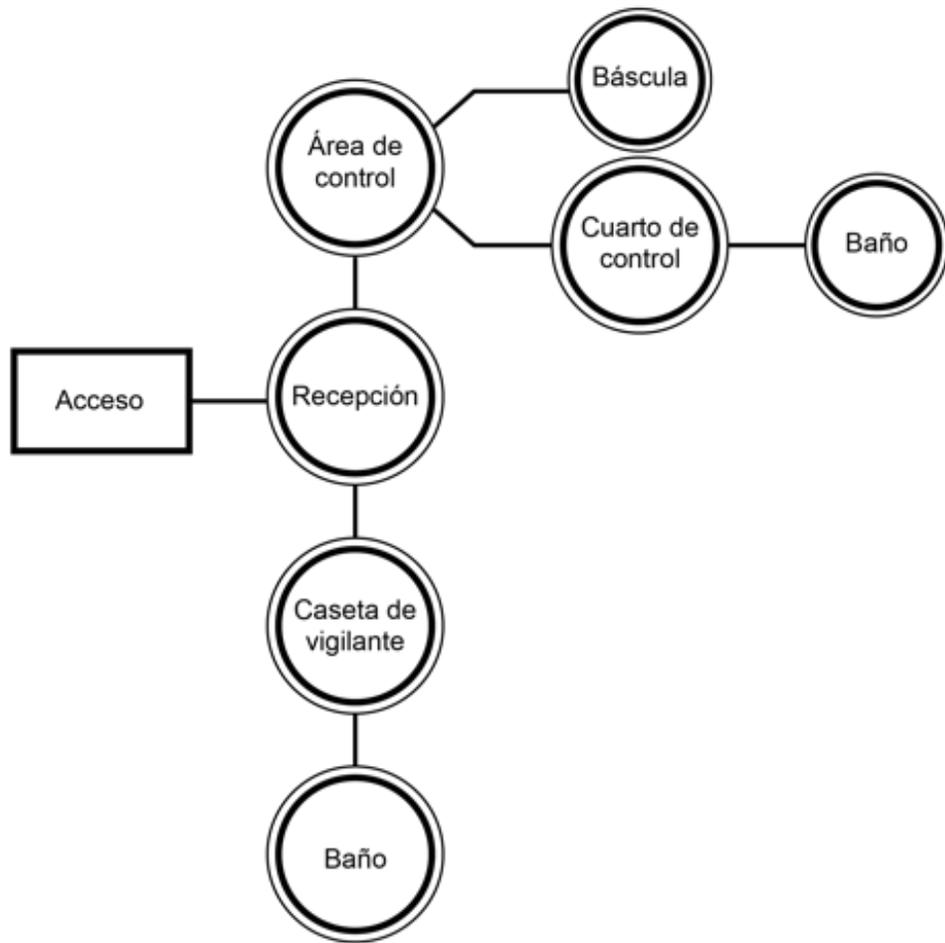


Gráfico 58. Organigrama bloque acceso. Fuente: Autor.

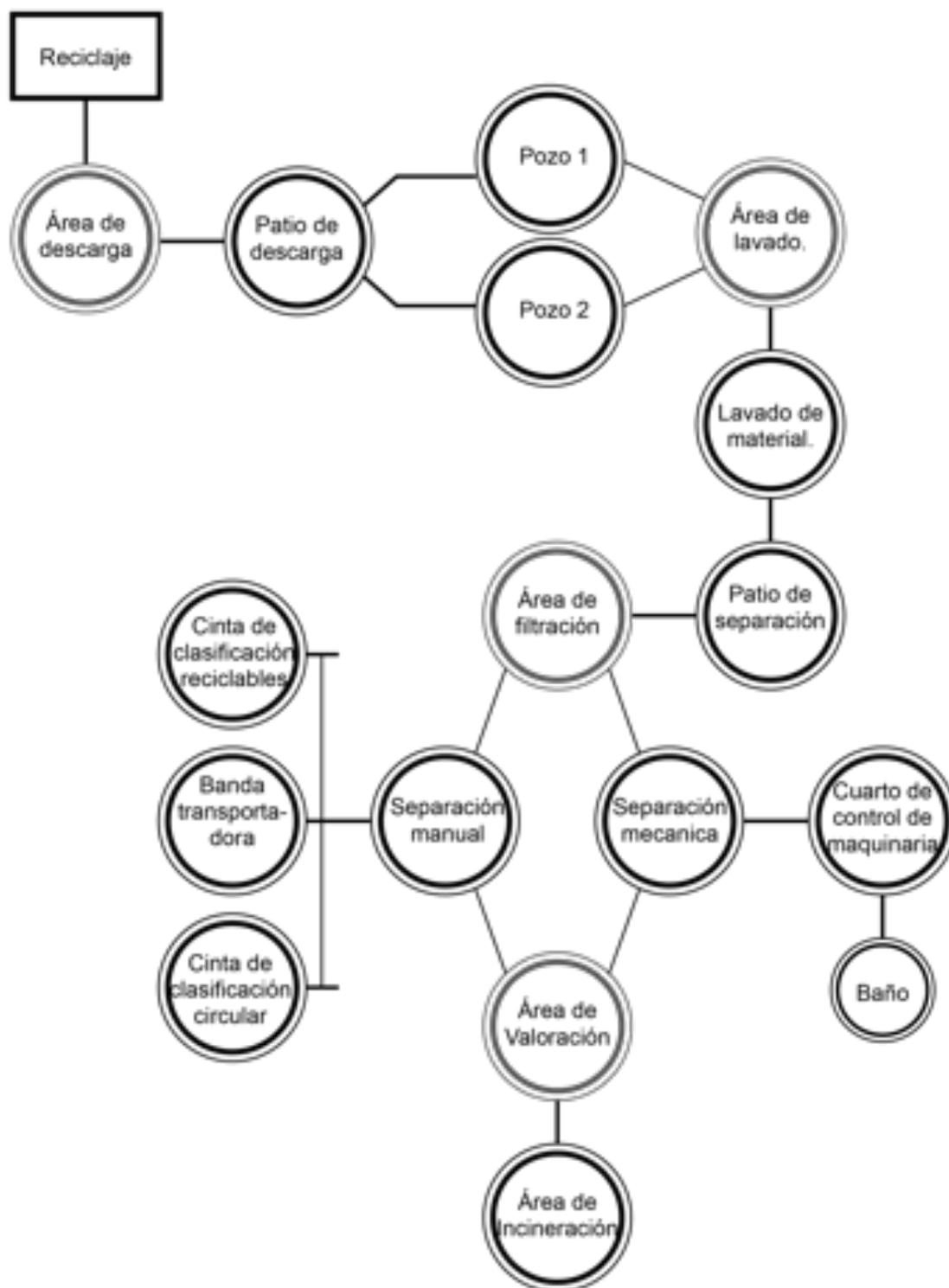


Gráfico 59. Organigrama bloque producción. Parte 1. Fuente: Autor.

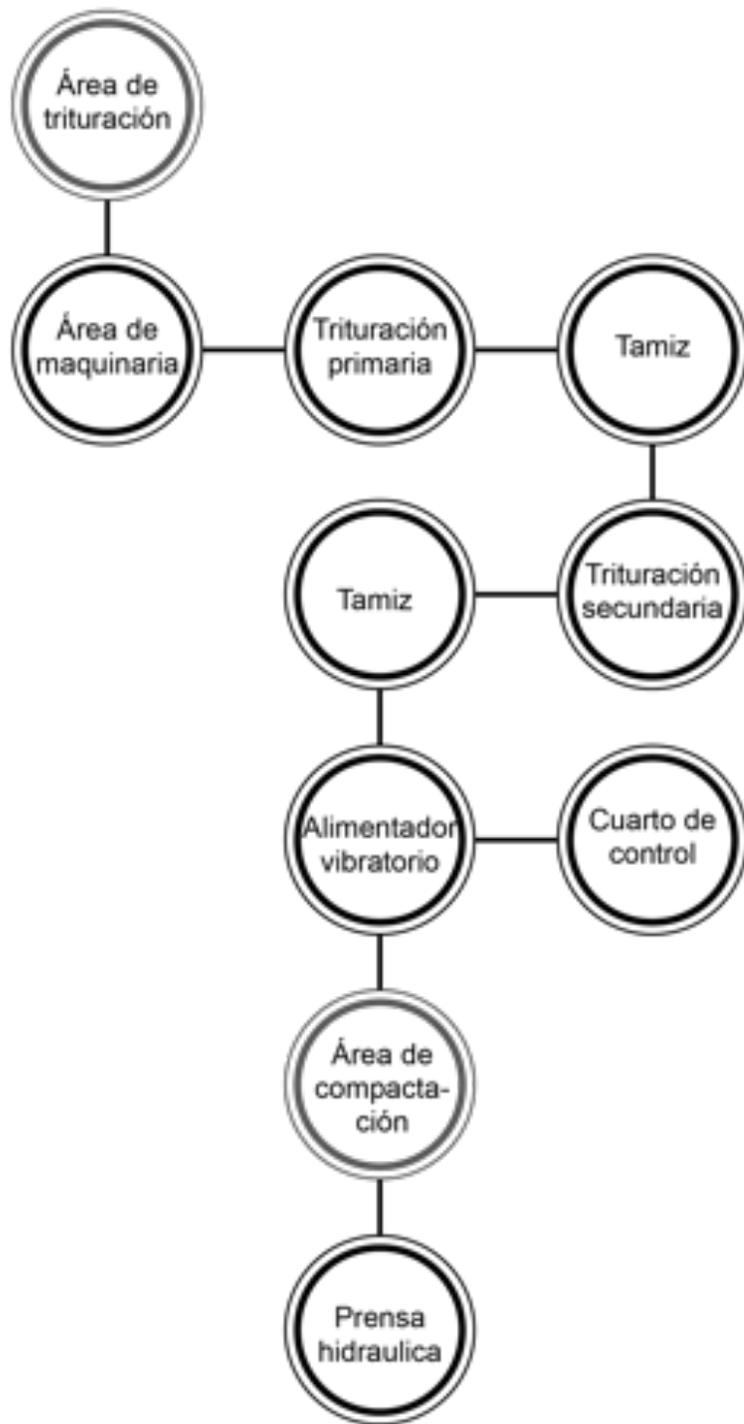


Gráfico 60. Organigrama bloque producción parte 2. Fuente: Autor.

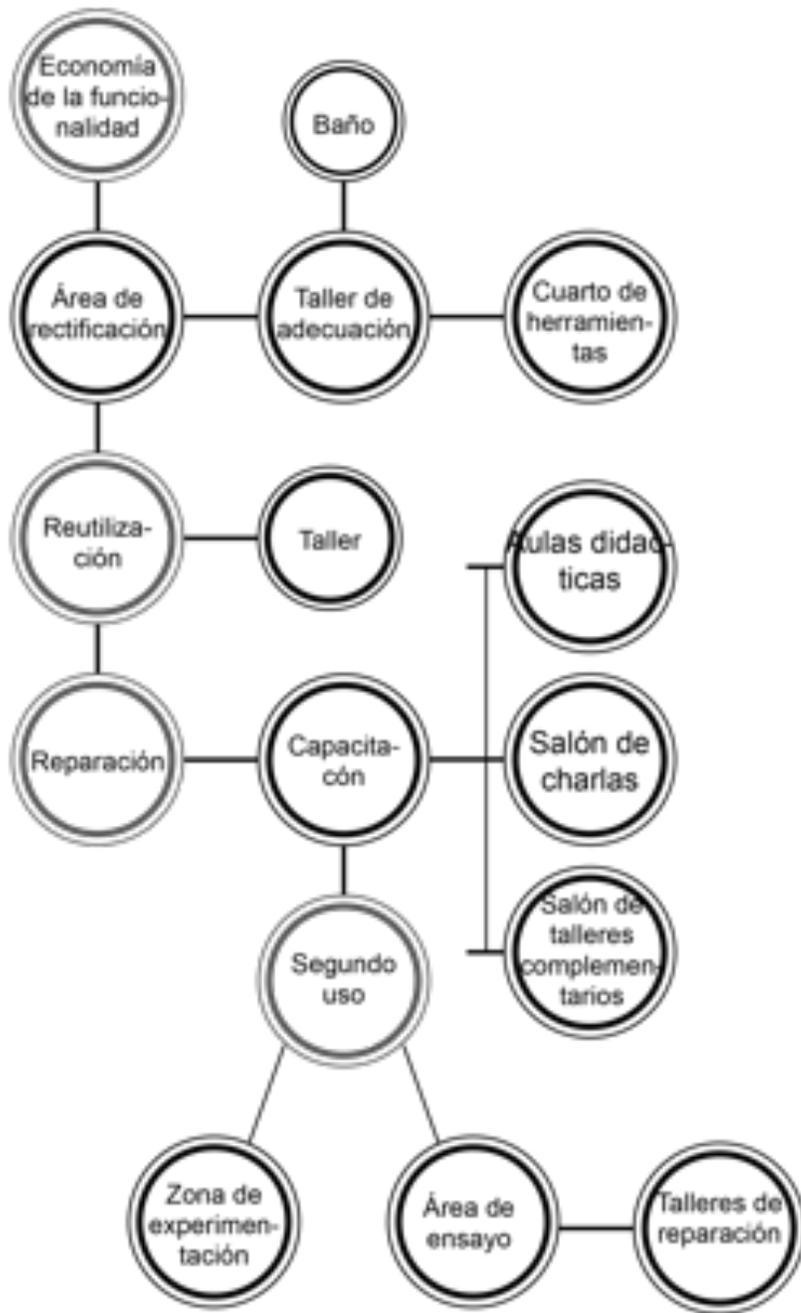


Gráfico 61. Organigrama bloque producción. Parte 3. Fuente: Autor.

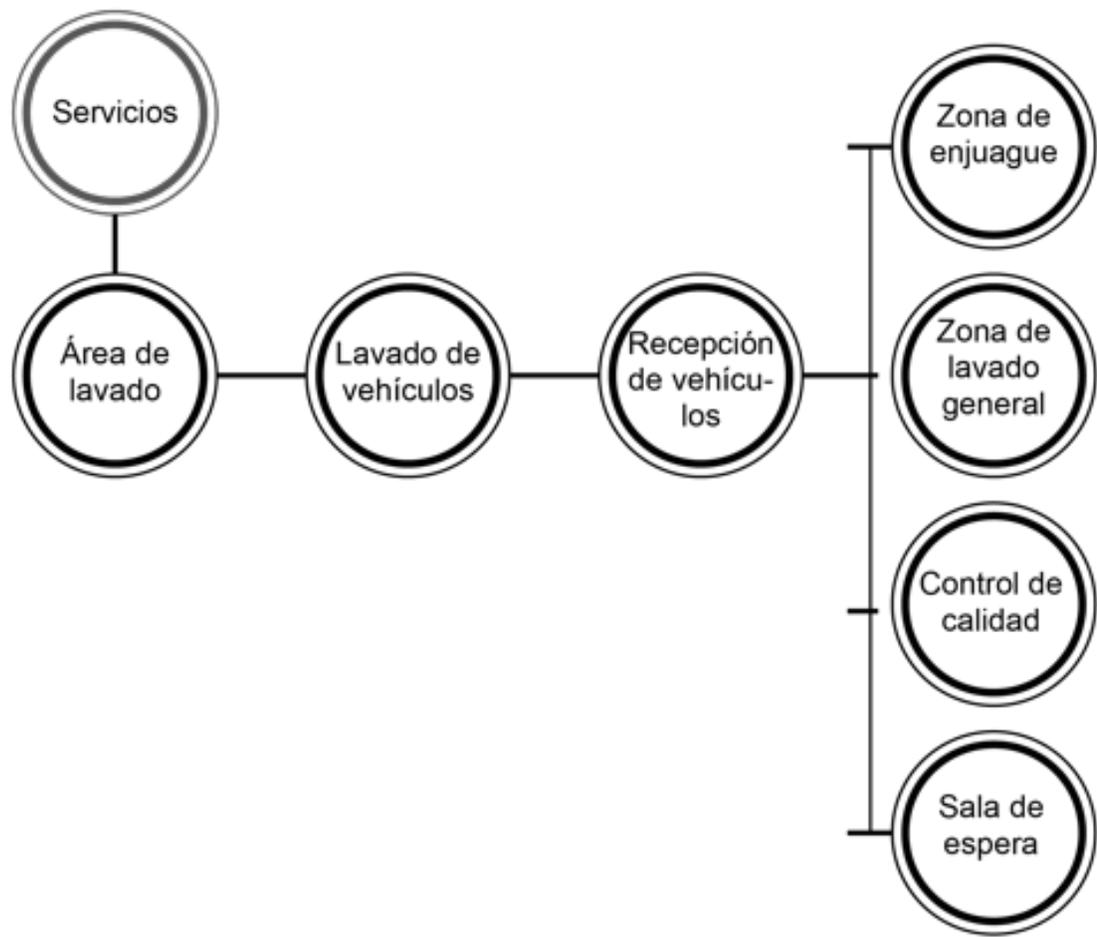


Gráfico 62. Organigrama bloque producción. Parte 4

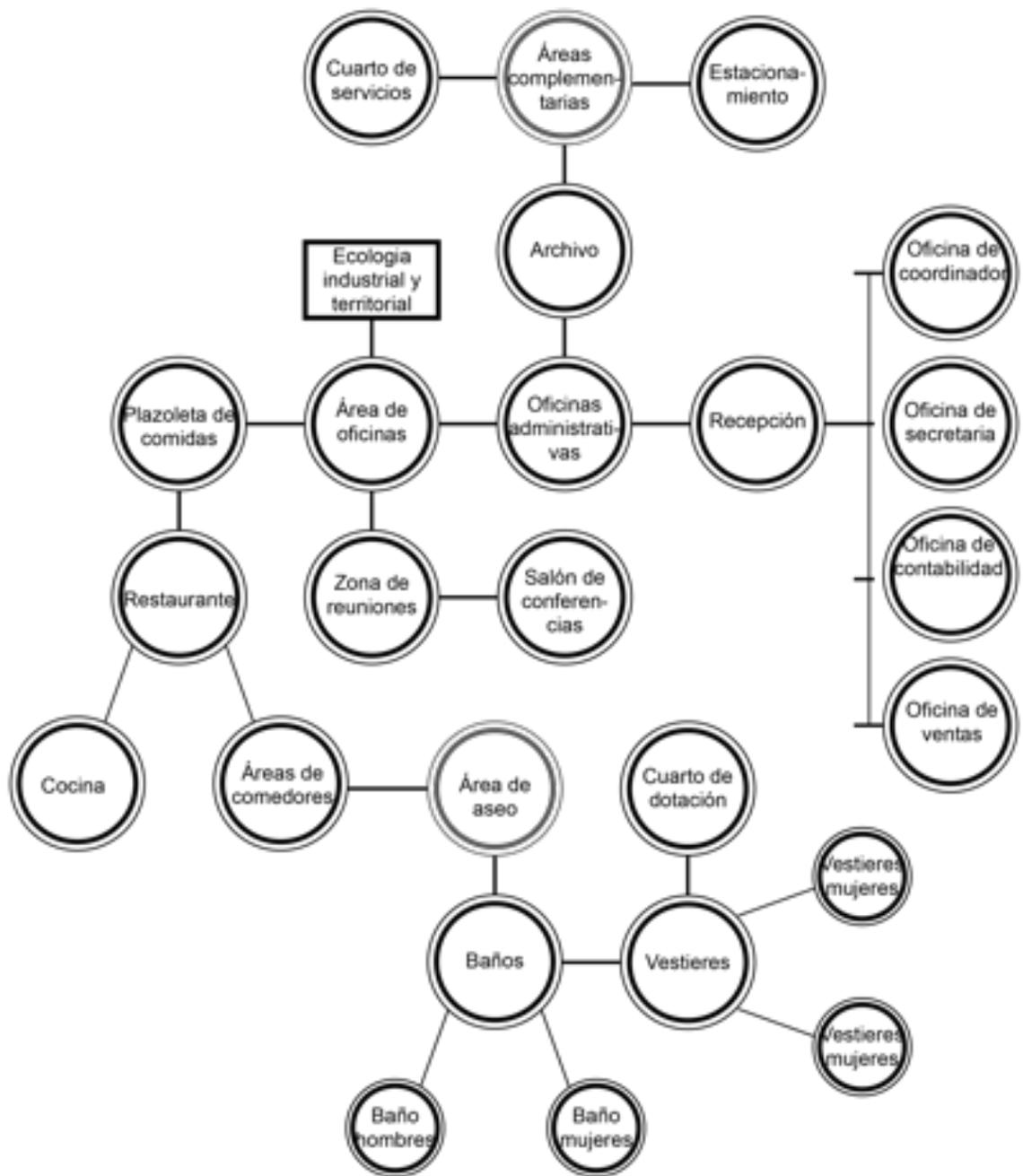


Gráfico 63. Organigrama bloque administrativo. Fuente: Autor.

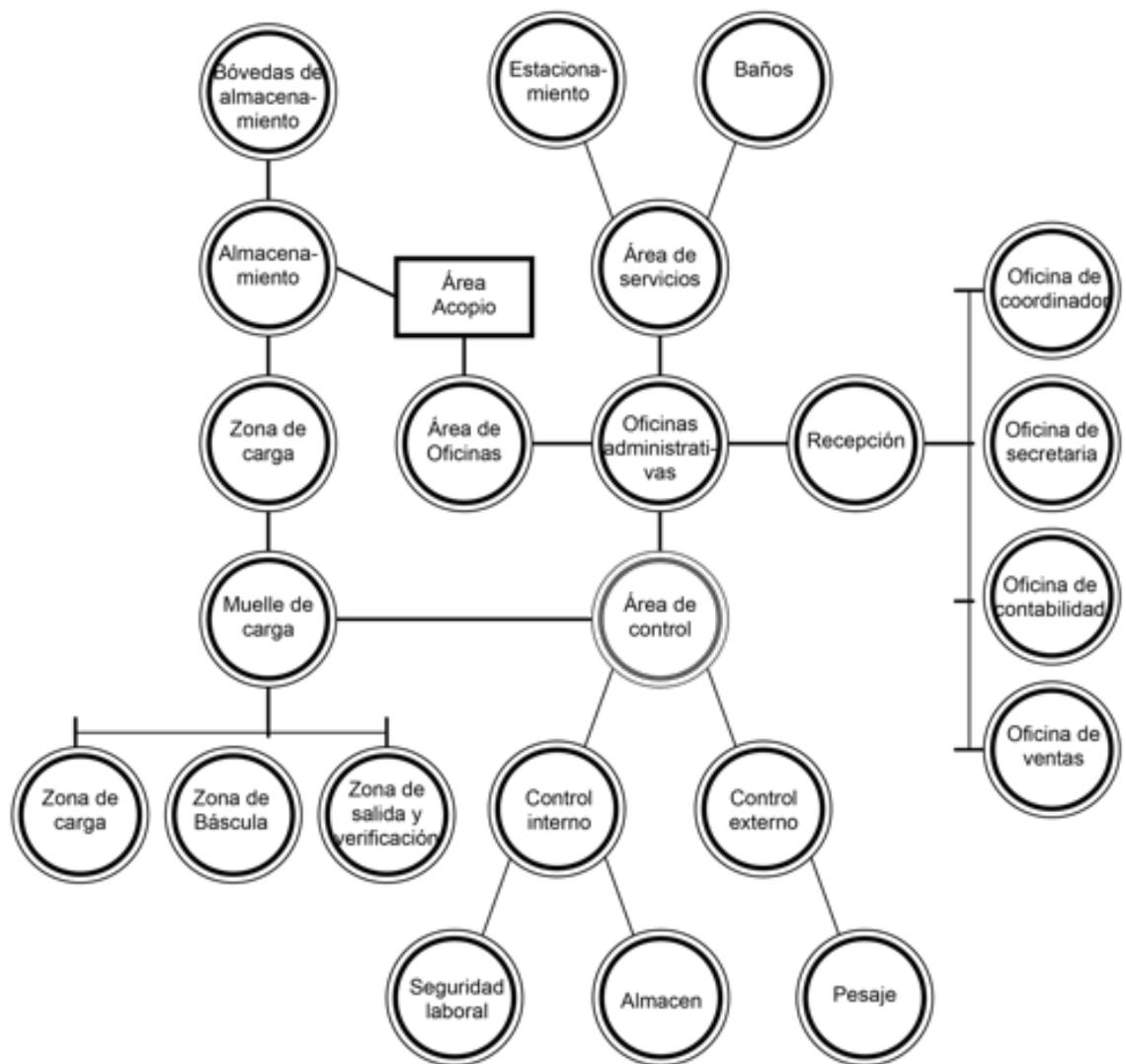


Gráfico 64. Organigrama bloque de acopio. Fuente: Autor.

4.3. Lógica proyectual.

Como concepto de diseño se tendrán en consideración los píxeles, ya que, al ser denominados la parte más diminuta de una imagen, permiten el trabajo desde una escala micro hasta una macro para formar una composición.

Además, estos elementos permiten trabajar con base en una retícula perfecta, también pueden ser modificados y combinados fácilmente para formar una figura compuesta.

Con la implementación de estos píxeles, se pueden definir los llenos y vacíos existentes dentro de una composición geométrica y dentro de una composición arquitectónica.

Según (Echeverri, Manrique, Moreno, Bravo. 2009) algunas de las principales combinaciones que se pueden realizar con los píxeles y sus diferentes tipos de ruido son:

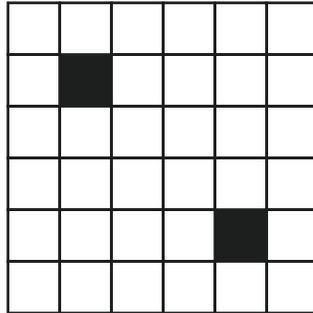


Gráfico 65. Pixel aislado. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.

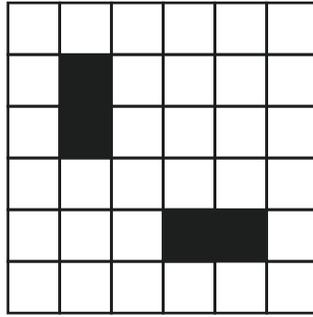


Gráfico 66. Dos pixeles adjuntos aislados. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.

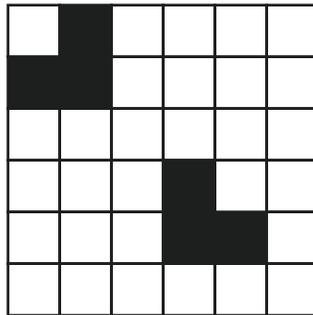


Gráfico 67. Tres pixeles adyacentes aislados. Fuente: Autor, a partir de mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial.

Por otra parte, implementando conceptos de diseño como, traslación, simetría, rotación y contraste, se puede dar movimiento a la composición.

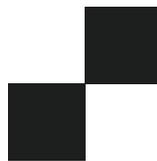


Gráfico 68. Traslación implementada en los pixeles. Fuente: Autor.

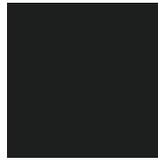


Gráfico 69. Simetría aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.



Gráfico 70. Rotación aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.

Además, estos conceptos se pueden combinar y mutar para crear nuevas composiciones y nuevos elementos.



Gráfico 71. Simetría y traslación aplicadas en los pixeles. Fuente: Autor.



Gráfico 72. Rotación y simetría aplicada en los pixeles. Fuente: Autor.

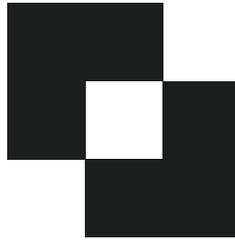


Gráfico 73. Rotación y traslación aplicada en los píxeles. Fuente: Autor.

De esta manera, se forman nuevos conceptos de diseño como, jerarquía, centralidad, contraste, anomalía, pauta y ritmo.

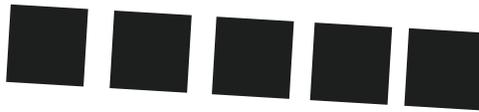


Gráfico 74. Ritmo aplicado en los píxeles. Fuente: Autor.

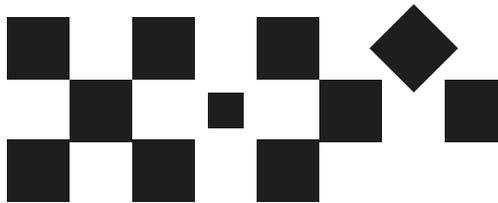


Gráfico 75. Anomalía aplicada a los píxeles. Fuente: Autor.

4.3.1. Lógica proyectual teórica.

Como complemento a lo dicho anteriormente, se tendrán en consideración las composiciones del neoplasticismo o constructivismo holandés, las cuales se fundamentan en la abstracción de los objetos, al punto que estos se convierten en líneas rectas y figuras simples como el cuadrado, estas obras se asemejan y relacionan con los píxeles. Adicionalmente, estas composiciones se complementan con el uso de los colores primarios, blanco y negro.

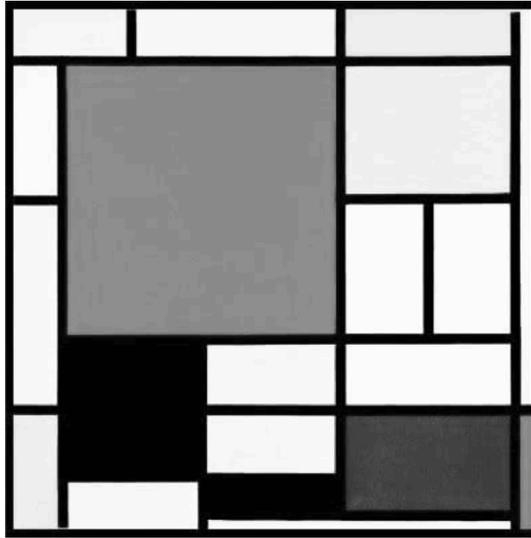


Gráfico 76. Composición en rojo, amarillo y azul. Fuente: Historia Arte.



Gráfico 77. Composición en blanco y negro. Fuente: Historia Arte.

El principal autor y precursor de este estilo, fue el artista holandés Piet Mondrian, quien se caracterizó por el uso del cubismo en sus obras más importantes, con lo cual se puede decir que sus obras son las pioneras y fundadoras del uso de píxeles dentro de una composición de arte y posteriormente de hechos arquitectónicos, ya que fundaron un estilo único para la época.

4.4. Proceso de diseño y obtención de la forma.

- El primer paso a realizar para iniciar con la construcción de la forma en la implantación, será tomar el lote como un lienzo, en el cual se ubicará una cuadrícula cartesiana de 10mx10m. Esta retícula será la guía de ubicación de los pixeles, con los que se empezará a realizar la composición.

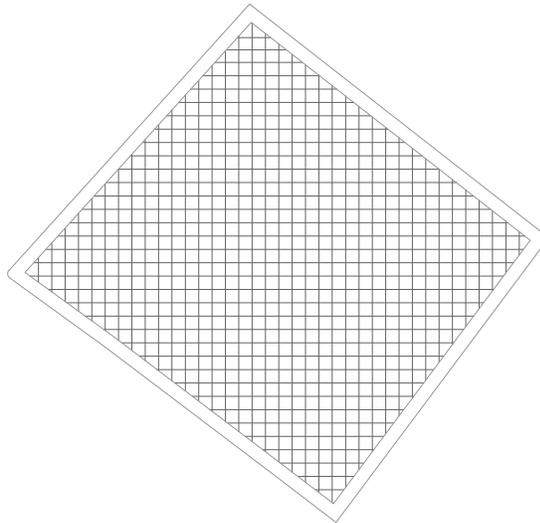


Gráfico 78. Proceso de diseño 1. Fuente: Autor.

- El siguiente paso será agregar pixeles en la retícula, teniendo como referencia las obras de Mondrian, en las cuales se emplean rectángulos, cuadrados y líneas rectas, de manera que con la agrupación de los pixeles se generen jerarquías, centralidades y demás conceptos de diseño mencionados anteriormente.

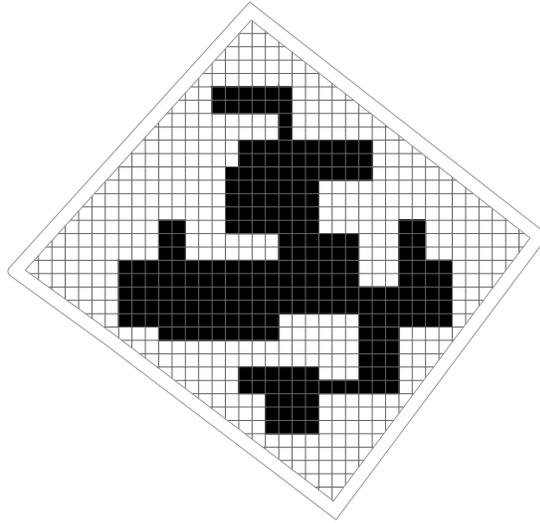


Gráfico 79. Proceso de diseño 2. Fuente: Autor.

Con este paso se obtiene una base de lo que podría ser la distribución y organización de la implantación, sin embargo, el volumen es muy pesado y denso, por tal razón, a este resultado se le aplicarán los conceptos de transformación y yuxtaposición.

También es en este momento donde se comienza a dar la abstracción de las formas geométricas para generar una composición en la que prevalezcan las simetrías con una forma homogénea como se muestra a continuación.

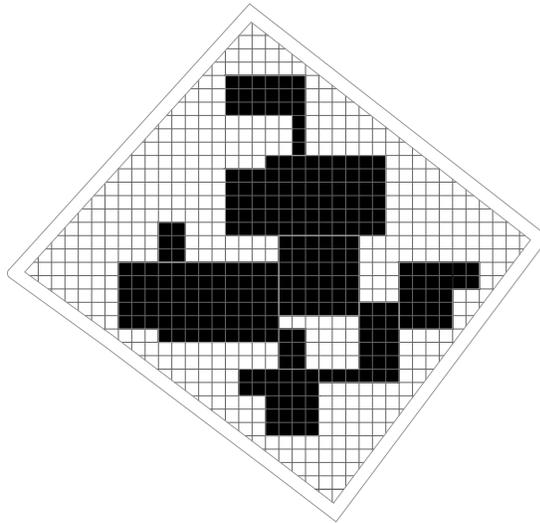


Gráfico 80. Proceso de diseño 3. Fuente: Autor.

- En este punto, se puede observar que en la composición hay una jerarquía y centralidad marcada por un cuadrado perfecto y alrededor de este una serie de figuras que se repiten en diferentes formas y posiciones. Esta jerarquía, se transformará en anomalía por contorno, al cambiar este cuadrado por un círculo para que el diseño tenga un poco de sinuosidad.

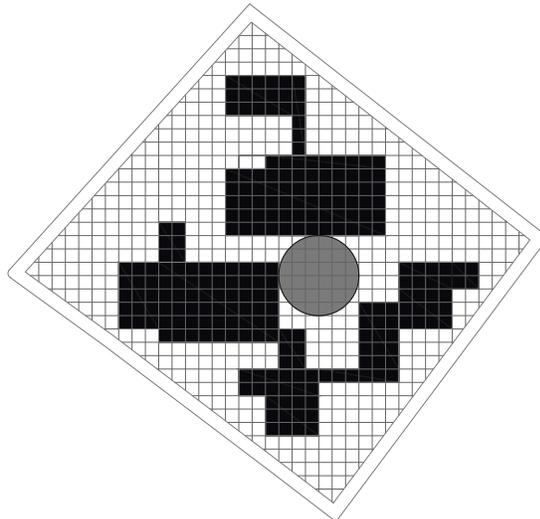


Gráfico 81. Proceso de diseño 4. Fuente: Autor.

- Para romper los bloques sólidos, se generará una expansión de la jerarquía y posteriormente se realiza una intercepción entre esta expansión y los pixeles ya existentes, para que, de esta manera se cree un espacio conexo, el volumen comience a perder densidad y se creen nuevos volúmenes o espacios.

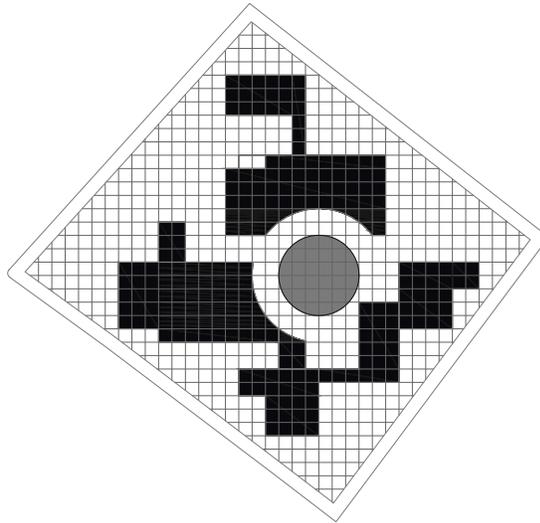


Gráfico 82. Proceso de diseño 5. Fuente: Autor.

- Como se puede observar, los volúmenes y/o espacios en los que se encuentran los pixeles, empiezan a tener un poco de sinuosidad y de pautas generadas a partir de la descomposición de sus líneas rectas.

Sin embargo, también se puede observar que la centralidad existente se encuentra muy pesada y rígida, por tal razón, se generará una intersección que se ve marcada por el eje de los vientos, teniendo en cuenta que estos son predominantes en sentido norte sur y noroccidental-suroccidental.

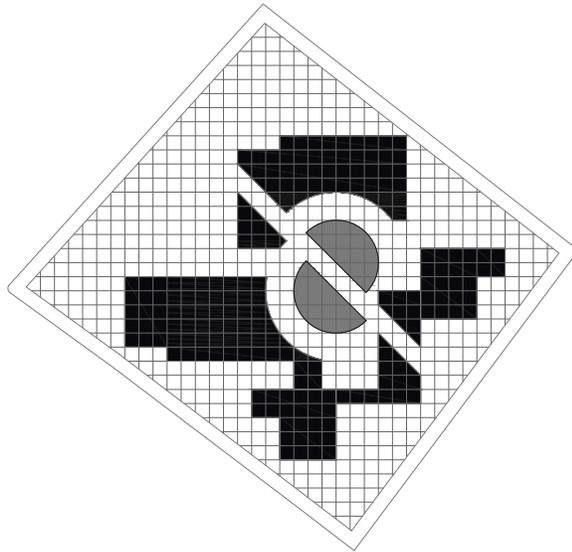


Gráfico 83. Proceso de diseño 6. Fuente: Autor.

- Para generar un efecto de más movimiento dentro de la composición, se duplicara la centralidad existente, para que de esta forma haya dos puntos jerárquicos dentro de la misma, y así el diseño tome un efecto de ligereza y abertura a partir de estos puntos céntricos. Así mismo, se combinaran los pixeles que no coincidan con la forma homogénea que se busca, unificándolos y fusionándolos con los grupos de mayor tamaño.

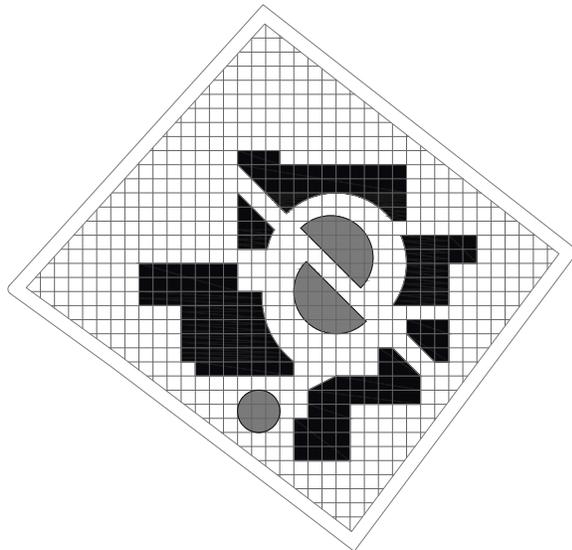


Gráfico 84. Proceso de diseño 8. Fuente: Autor.

- Teniendo la base de una composición, el siguiente paso será ubicar una franja verde alrededor, para que se forme un polígono en el cual se seguirá modificando el proyecto a una escala más micro.

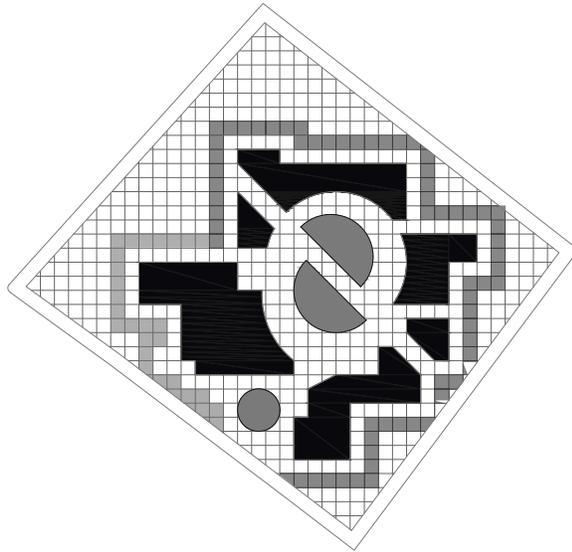


Gráfico 85. Proceso de diseño 9. Fuente: Autor.

- Estos polígonos, serán las primeras aproximaciones a los bloques y a los espacios que se requieren para el funcionamiento del proyecto, de tal manera que el siguiente paso será definir las áreas y dimensiones necesarias para cada uno de los bloques, teniendo como referencia las actividades que se desarrollaran en cada uno de ellos. Estas áreas serán tomadas del programa arquitectónico planteado anteriormente.

4.5. Propuesta de diseño.

4.5.1. Zonificación.

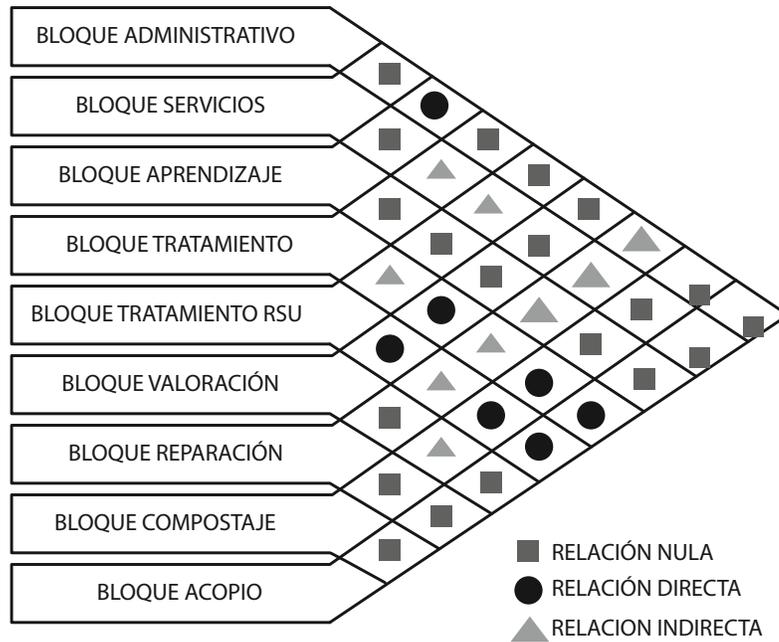


Gráfico 86. Zonificación general del proyecto. Fuente: Autor.

La zonificación del proyecto, se realiza de tal forma que todos los espacios queden conectados entre sí y mantengan una relación espacial parcialmente directa, de tal forma, que los recorridos y la producción sean intuitivos y sencillos.

Con esto, se origina un orden dentro del mismo proyecto dado que los bloques de producción y de tratamiento se encuentran continuos uno del otro y los demás bloques quedan retirados del proceso de transformación.

4.5.2. Esquema de relaciones internas.



4.6. Plantas arquitectónicas.

4.6.1. Implantación general.

Gráfico 87. Implantación General. Fuente: Autor.

4.6.2. Bloque administrativo-Aprendizaje.

Gráfico 88. Planta primer piso. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor

Gráfico 89. Planta segundo piso. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor.

Gráfico 90. Planta de cubierta. Bloque administrativo-aprendizaje. Fuente: Autor.

Gráfico 91. Secciones Bloque Aprendizaje. Fuente: Autor.

4.6.3. Bloque de acopio.

Gráfico 92. Planta primer piso. Bloque acopio. Fuente: Autor.

Gráfico 93. Planta de cubierta. Bloque acopio. Fuente: Autor.

4.6.4. Bloque servicios (lavadero de vehículos).

Gráfico 94. Planta primer piso. Bloque de servicios. Fuente: Autor.

Gráfico 95. Planta segundo piso. Bloque de servicios. Fuente: Autor.

Gráfico 96. Planta de cubierta. Bloque de servicios. Fuente: Autor.

4.6.5. Bloque de valorización energética.

Gráfico 97. Planta primer piso. Bloque valorización. Fuente: Autor.

Gráfico 98. Planta de cubierta. Bloque valorización. Fuente: Autor.

4.6.6. Bloque compostaje.

Gráfico 99. Planta primer piso. Bloque compostaje. Fuente: Autor.

Gráfico 100. Planta segundo piso. Bloque compostaje. Fuente: Autor.

Gráfico 101. Planta cubierta. Bloque compostaje. Fuente: Autor.

4.6.7. Bloque tratamiento Residuos separados en fuente (RSF).

Gráfico 102. Planta primer piso. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.

Gráfico 103. Planta segundo piso. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.

Gráfico 104. Planta de cubierta. Bloque tratamiento RSF. Fuente: Autor.

Gráfico 105. Secciones. Bloque tratamiento RSF.

4.6.8. Bloque tratamiento residuos sólidos urbanos RSU.

Gráfico 106. Planta primer piso. Bloque tratamiento RSU. Fuente: Autor.

Gráfico 107. Planta segundo piso. Bloque de tratamiento RSU. Fuente: Autor.

Gráfico 108. Planta de cubierta. Bloque tratamiento RSD. Fuente: Autor

5. CONCLUSIONES.

La falta de conciencia de los habitantes esta originando una problemática que, si no le ponemos fin y la mitigamos desde ahora, podríamos tener consecuencias devastadoras e irreversibles en un futuro, ya que se comprometen bastantes recursos naturales en la obtención de estos materiales que son desechados en la mayoría de los casos en minutos después de ser usados.

6. RECOMENDACIONES.

La principal recomendación, es también una invitación a todos los habitantes y consumidores del país y del mundo entero y es que cada uno debe hacerse responsable de sus propios residuos generados, de forma que cada persona esta en la obligación de darle un destino responsable a cada uno de los residuos que se generan, desde el empaque más pequeño hasta las grandes generaciones y escombros.

La segunda recomendación, es que seamos más conscientes del daño que le estamos ocasionando al medio ambiente y al planeta en el que vivimos, puesto que si se continua con este ritmo de consumismo y desperdicio, se verán comprometidos gran parte de los recursos naturales que conocemos actualmente.

Por otra parte, el gobierno, de la mano con los consumidores responsables, necesita regular la normatividad y crear campañas y programas innovadores y creativos que generen un estímulo para motivar al ciudadano a realizar la labor de separación en la fuente, ya que este es el primer paso para poder aprovechar correctamente y de manera optima mayor cantidad de residuos.

BIBLIOGRAFÍA.

Ardila Rubén. Calidad de vida: una visión integradora. En: Revista latinoamericana de psicología. ISSN. 0120-0534, Vol. 35, N° 2 (A 2003); 161-164 Pág.

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). "Plan de desarrollo nacional 2018 – 2022" DNP (2018) 1 – 13 Pág.

Becker, R. "Indicadores de economía verde y de las ODS." (2017), Recuperado de <https://tinyurl.com/yaqscbjm>.

Blanco Amalio, Díaz Darío. "El bienestar social: Su concepto y definición". En: Psicothema. ISSN. 1886-144X, Vol. 17, N° 004. (abril 2005); 582-589 Pág.

Campis Mar. La gestión de los residuos peligrosos en la comunidad europea. J. M. Bosch Editor, Barcelona. (1994); 847 – 851 Pág.

Castells, Manuel. "Modelos de desarrollo en la era de la información, globalización, tecnología y empresa red." conferencia Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI), Buenos Aires. 2016.

CEDDET, Fundación. "Gestión de rellenos sanitarios en América Latina." Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Martinez_Sepulveda/publication/323292343_Cuadernillo_de_rellenos_Sanitarios_en_America_Latina/links/5a8c5711458515a4068ad722/Cuadernillo-de-rellenos-Sanitarios-en-America-Latina.pdf

CEPAL, N. U. "Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe". 2018.

CEPAL, N. U. "La igualdad en el centro del desarrollo sostenible" Horizontes 2030, ISBN pdf: 978-92-1-057530-(Santiago, 2016).

DENU, N. U. "Indicadores de la economía verde y de la ODS". Guatemala, Time for Global Action. (Enero 2018).

Concejo de Bogotá, D. C. "Acuerdo 489. Por el cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá DC 2012-2016 'Bogotá humana'." (2012).

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Avances del acuerdo 344 de 2008 por el cual se dispone diseña y ejecuta un programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos y se dictan otras disposiciones". (2008).

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Ley 99 de 1993." [línea]. Disponible: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp>". (1993).

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Decreto 080 de 2016 Por medio del cual se actualizan y unifican las normas comunes a la reglamentación de las Unidades de Planeamiento Zonal y se dictan otras disposiciones."

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Decreto 1713 de 2002 por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la presentación del servicio público de aseo, y el decreto 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos." (2002).

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Decreto 652 de 2018 Por medio del cual se ajustan los datos de línea base contenidos en el Documento Técnico de Soporte - DTS del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos —PGIRS, Decreto Distrital 495 del 11 de noviembre de 2016". (2018).

De Bogotá, Alcaldía Mayor. "Política de producción sostenible para el distrito capital". DAMA. (diciembre 2003); 3 – 33 Pág.

De Bogotá, Alcaldía Mayor, UAESP. "Realizar el estudio técnico de la caracterización en la fuente de residuos sólidos generados en la Ciudad de Bogotá Distrito Capital por tipo de generador y establecer el uso de métodos alternativos de transporte para materiales aprovechables." (marzo 2018); 3 – 13 Pág.

De Bogotá, Cámara de Comercio. "Ley 9 de 1979 Medio Ambiente." (1979).

De Bogotá, Cámara de Comercio. "Plan Distrital de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas y el Plan Plurianual de Inversiones para Bogotá DC para el periodo 2020-2024." (2020)."

De Bogotá, Concejo. "Acuerdo 645 de 2016: por el cual se adopta el Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá DC 2016-2020 "Bogotá mejor para todos". Bogotá: Concejo Distrital (2016).

De Bogotá, Secretaria Distrital de Planeación. "Por medio del cual se modifica el artículo 1 del Decreto Distrital 130 de 2018." Recuperado de; http://planeacionbogota.gov.co/sites/default/files/proy_decreto_plazo_bodegas_vr_15042019_1.pdf

De Colombia, Constitución Política. "Constitución política de Colombia." (1991).

De Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. "Agenda 21". Bogotá, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, centro de documentación. ISBN: 978-958-8491-62-2; (2012).

De Colombia. Ministerio del Interior y Justicia. "Ley orgánica de ordenamiento territorial, por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones". Bogotá, Primera edición, Impresión nacional de Colombia (junio 2011); 7 – 34 Pág.

De Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. "Resolución 058 de 2002, enero 21, por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos." (2002).

De Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. "Política para la gestión integral de residuos" Bogotá (Julio 1998) 7 – 37 Pág.

De Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. "Resolución 1045 de 2003, septiembre 26, por el cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones." (2003).

De Colombia, Ministerio de Desarrollo económico. "Resolución 1096 de 2000, 17 de noviembre, por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico-RAS". (noviembre 2000).

De Colombia. Ministerio de Salud. "Decreto 02 de 1982 Por el cual se reglamentan parcialmente el título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto_ Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas sobre Emisiones Atmosféricas." (1983).

De Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Decreto 1073 de 2015, mayo 26, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio". (2019).

De Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Decreto 1784 de 2017, Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo". (2019).

De Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control, y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)". (septiembre 2015); 9 – 111 Pág.

De Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Decreto 596 de 2016, abril 11, "Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y

el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones". (2016).

De Colombia, Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial. "Decreto 1505 de 2003 Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión Integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones". (2003).

De Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Decreto 1785 de 2017 Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento. y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo." (2017).

De Colombia, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. "Decreto 0330 de 2017 Por el cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 del 2000, 0424 del 2001, 0669 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005, 2320 de 2009." (junio 2017).

De Bogotá, secretaria del Habitad "Proyecto de reciclaje y aprovechamiento sostenible –PRAS". Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2014).

De Colombia, Presidencia de la Republica. "Decreto 838 de 2005, modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre la disposición final de residuos sólidos y otras disposiciones." (2005).

De Colombia, secretaria del Senado. "Ley 29 de 1992 Protocolo Montreal" (octubre 2019)

De Colombia, secretaria del Senado, "Ley 99 de 1993, Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones." (1993).

De Colombia, secretaria del Senado. "Decreto 190 de 2004 Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003." (junio 2004).

De Colombia, secretaria del Senado. "Ley 388 de 1997 por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones" (septiembre 2019).

De Colombia, secretaria del Senado. "Ley 142 de 1994 por la cual se modifica la Ley 9a de 1989, y la Ley 3a de 1991 y se dictan otras disposiciones." (octubre 2019).

De Colombia, secretaria del Senado. “Ley 338 de 1997 Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.” (Julio 2018).

De Colombia, secretaria del Senado. “Ley 754 de 2014 Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.” (noviembre 2014).

De Colombia, secretaria del Senado. “Ley 1454 de 2011 por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.” (octubre 2019).

De Bogotá, secretaria del Habitad “Proyecto de reciclaje y aprovechamiento sostenible –PRAS”. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2014).

De Tenjo, Consejo Municipal de Tenjo. Acuerdo municipal No 18 de 2018; Por medio del cual se hace un ajuste excepcional al plan de ordenamiento territorial del municipio de Tenjo- Cundinamarca”. (noviembre 2018); 1 – 8 Pág.

De Tenjo, Consejo Municipal. “Acuerdo municipal No 14 del 2000; Por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas de los sectores urbanos, y se establece las reglamentaciones urbanísticas correspondientes y se plantean los planes complementarios para el futuro desarrollo territorial para el futuro desarrollo territorial del Municipio de Tenjo” (Julio 2000); 9 – 118 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Colombia hacia al crecimiento verde”. Bogotá D.C. 2018; 7 – 38 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Informe Nacional de Aprovechamiento: informe nacional 2016”. Edición No. 1. Bogotá D.C.: DNP, 2017; 8 – 69 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Lineamientos y estrategias para el fortalecer el servicio de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos”. Bogotá D.C.: CONPES, 2017; 8 – 69 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Política de crecimiento verde”. Bogotá D.C.: CONPES, 2018; 11 – 108 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Política nacional de desarrollo productivo”. Bogotá D.C.: CONPES, 2016; 10 – 108 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, “Política Nacional para la Gestión Integral de residuos sólidos”. Bogotá D.C.: CONPES, 2016; 9 – 69 Pág.

Departamento Nacional de Planeación, "Bases del plan nacional de desarrollo 2014 - 2018". (2014); 27 – 779 Pág.

Echeverri Jaime, Losada Bell, Moreno Francisco, Bravo Alejandro et al. "Mejoramiento de imágenes usando funciones de base radial." Revista Ingenierías Universidad de Medellín 8.15 (2009): 21-28.

Espaliat Mauricio. Economía circular y sostenibilidad: nuevos enfoques para la creación de valor. CreateSpace, ISBN 13: 978-1548165543. (2017).

Gallopín, Gilberto C. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. CEPAL, 2003. 7 – 37 Pág.

Gallopín Gilberto C. "El desarrollo sostenible desde una perspectiva sistémica." Sostenible Vol. 11, (noviembre, 2010): 17-35 Pág.

González-Cabanach Ramón, Valle Antonio, Arce Ramón, Fariña Francisca. Calidad de vida, bienestar y salud. 10.13140/RG.2.1.4446.4726. (junio 2010) 5-347 Pág.

Icontec. "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio (GTC53 – 3)" Icontec (mayo 1998); 1 – 8 Pág.

Icontec. "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el aprovechamiento de los residuos metálicos (GTC53 – 5)" Icontec (octubre 1999); 1 – 16 Pág.

Icontec, "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el aprovechamiento de los residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales (GTC53 - 6)". Icontec (octubre 1999); 1 – 23 Pág.

Icontec, "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos (GTC53 - 2)". Icontec (Julio 2004); 1 – 23 Pág.

Icontec. "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el reciclaje de papel y cartón (GTC53 – 4)" Icontec (diciembre 2003); 1 – 3 Pág.

Icontec, "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos (GTC53 – 7)". Icontec (abril 2006); 1 – 25 Pág.

Icontec, "Gestión ambiental, Residuos sólidos, Guía para la separación de la fuente (GTC24)". Icontec (mayo 2009); 1 – 10 Pág.

Icontec, "Guía para la minimización de los impactos ambientales de los residuos de envases y embalajes" (GTC53 – 8)". Icontec (septiembre 2007); 1 – 7 Pág.

Icontec, "Guía para la implementación de la gestión integral de residuos –GIR- (GTC86)". Icontec (octubre 2003); 1 – 14 Pág.

Instituto de Hidrología meteorología y estudios ambientales. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del subsistema de información sobre uso de recursos naturales renovables –SIUR- para el sector manufacturero. IDEAM, Subdirección de Estudios Ambientales. Anexo 1 (Principales normas ambientales para el diseño del registro único ambiental – RUA- para el sector manufacturero).

Johansen, Oscar. *Introducción a la teoría general de sistemas*. México: Limusa, 1993. 167p.

Kaza Silpa, Yao Lisa, Bhada-Tata Perinaz, Woerden Frank. "What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050". The World Bank, ISBN (electronic): 978-1-4648-1347-4. (2018).

London Silvia, Formichella María. "El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la Educación." *Economía y Sociedad*, Vol. XI, No. 017 11.17. Morelia (2006): 17-32 Pág.

López Carlos, López-Hernández Eduardo, Peniche Ignacio. "Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual." *Horizonte Sanitario* Vol. 4.2 ISSN: 1665-3262, Tabasco Villahermosa (2005).

Luzardo Alejandra, Pérez Kenderish. "Economía Naranja. Innovaciones que no sabías que eran de América Latina y el Caribe." *Kreatrópolis*. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/industrias-creativas/es/50-innovaciones-de-la-economia-naranja-que-no-sabias-que-eran-de-america-latina-y-el-caribe> (2017).

Mallarino, Consuelo. "Desarrollo social y bienestar." *Universitas humanística* Vol. XXXI, No. 58.58 ISSN: 0120-4807, Bogotá (2004). 11 – 25 Pág.

Ministerio de Cultura, ABC Economía naranja. Recuperado de: <https://economianaranja.gov.co/abc-economia-naranja/>

Mosquera Jemay. *Arquitectura y Desarrollo*. Revista Científica UNET. Vol.18 (2), ISBN 1316-869X11C San Cristóbal, Venezuela (2006). 47-56 Pág.

Murillo Luisa. "Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales." *Producción+ limpia* -. Vol.8, No.2.2 diciembre (2013). 94•105 Pág.

Naciones Unidas, *El futuro que queremos: El documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible*. Rio de Janeiro. Naciones Unidas, junio 2012.

Naciones Unidas. *Hacia una Economía Verde Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2011.

Naciones Unidas. "Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030." (2015).

Naciones Unidas. "Acuerdo de París". Diciembre, 2015; 1 – 18 Pág.

PNUD. *Desarrollo humano: informe 1990*. Tercer Mundo Editores ISBN 958-601-283-2, (1990).

Rosales Maritza. "El desarrollo humano: una propuesta para su medición." *Aldea mundo* Vol. 22.43. No. 43, ISSN 1316-6727, San Cristóbal (2017): 65-75 Pág.

Sarabia, Ángel A. *La teoría general de sistemas*. Edición No. 1. Madrid: c/Edison, 4, 1995.

Sierra Carlos, Gómez Edna, Jaimes José. "La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible." *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales* Vol. 18.2 ISSN-e 1317-0570, Maracaibo (2016): 266-281 Pág.

Uribe Eduardo. " Reformas fiscales y regulatorias en la gestión y manejo de residuos sólidos América Latina frente al cambio climático" CEPAL N.U. (Santiago, 2016). 9 – 62 Pág.

Urzúa Alfonso, Caqueo-Urizar Alejandra. "Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto." *Terapia psicológica*. Vol. 30.1 ISSN. 0718-4808, Tarapacá (enero, 2012): 61-71 Pág.