

DOCTORADO EN DISEÑO

TESIS DOCTORAL

**El Diseño de Productos en la Economía de
Servicios**

*Estudio de la operación de diseño de
sistemas de gestión integral de residuos
sólidos en Ecuador 2017-2020*

Autor

Carlos Torres de la Torre

Director

Federico Del Giorgio Solfa

Diseño en perspectiva

mayo 2021

CUERPO B



Facultad de Diseño
y Comunicación

Agradecimiento

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a Francisco de la Torre por el acceso al material y archivo de los proyectos y por las entrevistas concedidas. También a su equipo de consultores y colaboradores en especial a Alberto Castillo por sus observaciones. Por otra parte, agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por el otorgamiento de la beca que hizo posible este estudio. Finalmente, quiero expresar mi gratitud a Federico Del Giorgio Solfa, director de esta tesis, por su interés en el tema y en especial por sus lecturas y observaciones.

Contenido

1. Introducción	1
2. Conceptualización, estado de la cuestión y metodología	8
2.1. Problema de investigación	8
2.1.1. Pregunta de investigación	10
2.1.2. Preguntas secundarias	10
2.2. Hipótesis	10
2.2.1. Hipótesis de trabajo	11
2.3. Objetivos	12
2.3.1. Objetivo general	12
2.3.2. Objetivos específicos	12
2.4. Marco teórico	12
2.4.1. La economía de servicios	13
2.4.2. Los sistemas producto-servicio	25
2.4.3. El diseño de servicios	39
2.5. Estado de la cuestión	52
2.5.1. Los sistemas de gestión integral de residuos sólidos	53
2.5.2. Los sistemas producto-servicio	55
2.5.3. La economía de servicios	57
2.5.4. El diseño de servicios	60
2.5.5. Fundamentación	66
2.6. Metodología	68
2.6.1. Tipo de investigación	68
2.6.2. Diseño de la investigación	69
2.6.3. Unidades de análisis	70
2.6.4. Dimensiones de análisis o variables	75
2.6.5. Indicadores:	75
2.6.6. Instrumentos o técnicas	76
2.6.7. Matriz de instrumentos recogida de datos y análisis	81
2.6.8. Tratamiento de los datos	82
3. El diseño de un sistema de servicios complejo	83
3.1. El sistema de gestión integral de residuos sólidos	83
3.2. La gestión de residuos sólidos en Ecuador	84

3.3. Ciudades sostenibles y gestión de residuos	89
3.4. Gestión integral de los residuos	91
3.4.1. Sistemas de recolección	91
3.4.2. Tratamiento y valorización de residuos	93
3.4.3. Disposición Final	100
3.4.4. Manejo de otros residuos	100
3.5. Tratamiento de la información	102
Conclusiones del capítulo	104
4. Proyectos paradigmáticos	107
4.1. Objetivos de desarrollo y marco Legal	107
4.2. Mancomunidad Mundo Verde	109
4.2.1. Evaluación de los componentes del sistema	113
4.2.2. Operación de diseño	118
4.3. Gestión integral de residuos sólidos de Floreana, Galápagos	126
4.3.1. Evaluación de los componentes del sistema	131
4.3.2. Operación de diseño	137
4.4. Modelo asociativo de Gobiernos Autónomos Descentralizados	142
4.4.1. Evaluación de los componentes del sistema	145
4.4.2. Operación de diseño	147
4.5. Centro de Recuperación de Materiales de Rumiñahui	161
4.5.1. Evaluación de los componentes del sistema	168
4.5.2. Operación de diseño	173
Conclusiones a los casos	188
5. El diseño de productos en la economía de servicios	192
5.1. Conceptos propuestos	192
5.1.1. Bien de servicio	192
5.1.2. Modelo de adaptación constante	193
5.1.3. Servicio robusto	195
5.2. El diseño de servicios	197
5.3. El diseño de productos	206
Conclusiones Parciales	208
Conclusiones	209
Referencias bibliográficas	217

Índice de Tablas

Tabla 1	Elementos del sistema producto-servicio	47
Tabla 2	Matriz de instrumentos recogida de datos y análisis	81
Tabla 3	Residuos reciclables que se comercializan a nivel nacional.....	99
Tabla 4	División política de la Mancomunidad Mundo Verde	111
Tabla 5	Producción per cápita	114
Tabla 6	Población de Isla Floreana.....	126
Tabla 7	Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.....	145
Tabla 8	Generación de residuos sólidos por grupos de GADM al 2019	146
Tabla 9	Emisiones de CO ₂ en la disposición final de los GADM	147
Tabla 10	Servicios básicos (% de Viviendas).....	164
Tabla 11	Jerarquización de ámbitos	184
Tabla 12	Priorización de las alternativas analizadas	187

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1	Marco teórico	51
Ilustración 2	Pirámide invertida de gestión de residuos, promovida por la UE.....	90
Ilustración 3	Cadena de la GIRS, número de empresas	97
Ilustración 4	Cadena de la GIRS, producción.....	97
Ilustración 5	Balanza comercial de residuos sólidos	98
Ilustración 6	Contenido de los ejes del Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	108
Ilustración 7	Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030	108
Ilustración 8	Marco Legal.....	109
Ilustración 9	Curvas de proyección tendencial de población	113

Ilustración 10	Gradualidad del proceso.....	124
Ilustración 11	Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	125
Ilustración 12	Árbol de problemas.....	148
Ilustración 13	Estructura del diseño definitivo	158
Ilustración 14	Isla ecológica	170
Ilustración 15	Clasificación de gestores ambientales	171
Ilustración 16	Flujo de residuos	172
Ilustración 17	Esquema del sistema integrado de tratamiento	175
Ilustración 18	Flujo de Procesos de Alternativas Preseleccionadas.....	178
Ilustración 19	Cadena de intermediación Cantón Rumiñahui.....	179
Ilustración 20	Fases de la operación de diseño de un sistema como producto	206

Listado de abreviaturas y siglas

AME	Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
CAF	Corporación Andina de Fomento
CCAC	Climate and Clean Air Coalition
CDR	Combustible de Residuos
CGIRS	Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos
CNC	Consejo Nacional de Competencias
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
COA	Código Orgánico Administrativo
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
CRM	Centro de Recuperación de Materiales

DINSUCO EP	Empresa Pública para el Desarrollo Integral Sustentable Comunitario
EPA	Environmental Protection Agency
EPM	Empresa Pública Municipal
EPMAGAQ	Empresa Pública Municipal de Aseo y Gestión Ambiental de Quevedo
ET	Estación de Transferencia
GADM:	Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales
GCF	Green Climate Fund
GEI	Gases Efecto Invernadero
GIRS:	Gestión Integral de Residuos Sólidos
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GIZ IS	GIZ International Services
IEOS	Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INP	Instituto Nacional de Preinversión
MAE	Ministerio del Ambiente
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
NFU	Neumáticos Fuera de Uso
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PET	Poli Etilén Tereftalato
PNG	Plan Nacional Galápagos
PNGIDS	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos
PNUD	Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo.
PPC	Producción Per Cápita
PROMADEC	Programa de Saneamiento Ambiental para el Desarrollo Comunitario

RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RDF	Refuse Derived Fuel
REP	Responsabilidad Extendida al Productor
RSD	Residuos Sólidos Domésticos
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNC	Sistema Nacional de Competencias
TMB	Tratamiento Mecánico Biológico
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
W2E	Waste to Energy
WWF	World Wildlife Fund

CAPÍTULO 1

1. Introducción

En el presente trabajo de investigación se estudia la relación entre la operación de diseño de productos y la economía de la funcionalidad o economía de servicios. Para ello la investigación se enfoca en el diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos como objeto de estudio de un sistema de prestación de servicios que está conformado a su vez por varios subsistemas. Estos últimos se detallan ampliamente en el capítulo 3.

Es un asunto que concierne al diseño el que un producto se configure de una manera determinada. La operación de diseño de estos sistemas se efectúa con énfasis distinto según sea la especialidad del diseño desde la cual se aborde. El diseño industrial se concentra en bienes de consumo que pueden considerarse bienes puros o sistemas producto-servicio que tienden al extremo del producto en el continuum del servicio. El diseño de la experiencia por su parte se ha enfocado en las interfaces mediante las cuales el usuario interactúa con los objetos más específicamente se ha centrado en las interfaces multimedia de carácter digital. Por otra parte, el diseño de servicios como actividad nacida dentro del campo de la administración se ha concentrado en la estrategia y en los procesos de prestación de servicios. El diseño de servicio en esta tesis está encuadrado teóricamente en el concepto propuesto por Shostack (1982).

Sin embargo, la mayor parte de los productos no son bienes puros ni servicios puros más bien se ubican en alguna parte del continuum del servicio y se configuran como una combinación inseparable de bienes y servicios que se presentan al consumidor bajo la denominación de sistema producto-servicio.

La situación actual de la disciplina del Diseño de servicios presenta aspectos que merecen ser estudiados. Al momento de definir el tema se ha seleccionado como objeto de estudio la operación de diseño de algunos sistemas de gestión de residuos sólidos desarrollados en Ecuador. Se estudiarán estos proyectos como representativos del acto de diseñar productos en el entorno de la economía de servicios.

La intención de esta tesis es reflexionar sobre la función del diseño industrial en la economía de servicios y en particular en el diseño de sistemas

producto-servicio, mediante tres ejes de análisis: el diseño del servicio como parte del sistema producto-servicio, la operación de diseño de los sistemas de gestión integral de desechos sólidos y las características propias de la operación de diseño de servicios.

Por tanto, el marco teórico de esta investigación se articula bajo conceptos fundamentales que se derivan del campo de los estudios sobre el diseño de productos, los sistemas producto-servicio y el diseño de servicios.

Por otra parte, diferentes corrientes teóricas relacionadas con la protección al medio ambiente, destacándose entre ellas la economía circular, consideran entre sus principios al menos dos que conciernen directamente al diseño de productos. El primero el ecodiseño que está orientado a la mejora ambiental del producto durante las etapas que van desde la extracción y procesado de materias primas, pasando por la producción, el transporte y distribución, el uso, el mantenimiento, la reutilización del objeto o sus partes y piezas, hasta el reciclado de materiales o su disposición final como desecho; y cuya principal herramienta de gestión es el análisis del ciclo de vida del producto. El segundo La desmaterialización operativizada a través de la economía de servicios también llamada de la funcionalidad. En ella se pretende reducir la intensidad en el uso de materiales privilegiando la prestación de un servicio por encima de la venta de un bien.

Esta acción que pretende que el usuario comparta con otros y no sea el propietario exclusivo del bien que emplea para satisfacer su necesidad aporta a la creación de un entorno más sostenible. Esto se logra debido a que se utiliza de manera más responsable los recursos naturales, se reduce la emisión de contaminantes, se aumenta el nivel de innovación y competitividad en la producción y se evidencia una mayor responsabilidad social empresarial. Para ello los servicios, así como los bienes requieren ser configurados. De esta configuración se supone debería encargarse el diseño de servicios.

Sin embargo, el diseño de servicios tiene su origen dentro de la administración como una herramienta para la gestión por procesos. Esta es una actividad de gestión estratégica para asegurar que la organización funcione de manera coordinada en la que se identifican, seleccionan, describen y documentan los procesos que conforman las actividades de la empresa con el fin de organizar el trabajo en función del mejoramiento continuo de procesos

dentro de la organización. En este sentido el diseño de servicios se enfoca en estudiar, identificar y comprender los puntos de interacción con el cliente para en un diagrama analizar cómo se entrega el servicio, cómo se relacionan los actores, dónde se entrega el valor y crear un mapa de ideas con las posibilidades de mejora identificadas. Este proceso sigue siendo una metodología de diseño hilemórfica.

Si bien es cierto que las metodologías de diseño lineales son propias de la tradición de la disciplina y la teoría que las sustenta, estas resultan insuficientes cuando se trata de diseñar un sistema de servicios complejo puesto que las etapas de ideación, proyectación, fabricación o construcción y operación no están separadas y no se cierran completamente. Los servicios requieren ajustes que obligan a acometer la operación de diseño desde nuevos paradigmas. Sin embargo “Es difícil para cualquiera ver un trabajo basado en un paradigma diferente. Si la gente nota ese trabajo, a menudo se caracteriza por inspirar desviaciones de la norma” (Wheatley y Frieze, 2011, p. 7).

Por otra parte, los actuales paradigmas del diseño, muchos de ellos relativamente nuevos, como el diseño de experiencia del usuario o el ecodiseño, se especializan en los diferentes componentes de un sistema de prestación de servicios o de un sistema producto-servicio y no en la totalidad de este. Se ha mencionado ya que las subdisciplinas del diseño han puesto énfasis en los bienes de consumo, las interfaces o los procesos. Debido a estos enfoques se ha dejado poco atendido el diseño de equipamiento para la prestación de servicios recurriendo para hacerlo a ingenieros o diseñadores industriales, personal idóneo, aunque no experto en ello, con lo que se deja cierto vacío en los encargados de la operación de diseño de bienes para producir servicios. En otras palabras, se evidencia un vacío en la operación de configuración de la base material de la desmaterialización.

En este trabajo se procura llenar ese vacío gracias al estudio de la operación de diseño de sistemas producto-servicio con énfasis en el diseño de bienes de servicio mediante el estudio de las operaciones de diseño de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos. Este estudio se realizará sobre proyectos desarrollados en Ecuador a partir de la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. Plan que tiene un eje que propone poner a la economía al servicio de la sociedad y tiene como fin promover buenas

prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, incentivar la economía circular y bioeconomía. En este sentido, en este período se desarrollan los proyectos de gestión integral de residuos sólidos que intentan generar una mayor eficiencia administrativa y financiera. La primera se basa principalmente en la descentralización de la prestación de servicios lo que obliga a las administraciones locales a efectuar la gestión de diseño, ejecución y operación de estos servicios. La segunda procura optimizar el uso de recursos sobre la base de la gestión mancomunada. Por otra parte, esta periodización permite acceder durante la realización del presente trabajo, a documentación relativa a los proyectos en especial a sus fases de diseño. Lo que facilita estudiar y documentar procesos de diseño de servicios en sistemas que articulan a varios subsistemas con lo que se pretende dar cuenta de las operaciones de diseño que se efectúan y de las regularidades que en ellas aparecen.

Se parte de la descripción de los sistemas y el análisis de la operación de diseño que los proyectó. Los proyectos que se estudian fueron elegidos por ser representativos de sistemas producto-servicio complejos y por ser susceptibles de ser replicados en otras ciudades intermedias de Latinoamérica. En el mismo sentido, las regularidades encontradas en las operaciones de diseño de estos sistemas pueden ser identificadas en el diseño de otros servicios o de otros sistemas producto-servicio.

Desde aquí se plantea como la operación de diseño de los servicios tiene aspectos objetivos y subjetivos. El estudio se desarrolla desde el análisis objetivo de los sistemas hasta el estudio de los requerimientos subjetivos de los actores políticos y técnicos involucrados en cada proyecto. Para ello se toma como punto de partida el diseño de servicios como concepto nacido en la administración pero que también concierne al campo disciplinar del diseño.

Durante el desarrollo del estudio ha surgido la necesidad de definir algunos términos nuevos para aclarar conceptos que se utilizarán en el transcurso de la investigación. En este sentido el autor de esta tesis presenta los conceptos de bien de servicio, modelo de adaptación constante y servicio robusto con el fin de poner en claro las ideas que dan sustento a esta tesis. Primero se define al bien de servicio como aquel tipo de equipamiento requerido para prestar un servicio, que se encuentra en los puntos de contacto

y que está al alcance del usuario y puede, en caso de ser necesario, ser operado por éste. A continuación se define el modelo de adaptación constante como un modelo de prestación de servicios que representa de manera simplificada la realidad y que es susceptible de ser reproducido de manera no idéntica sino más bien con ajustes propios para cada proyecto que además deberán actualizarse a lo largo del tiempo de manera continuamente reiterada y finalmente el servicio robusto es definido como aquel servicio que no deja de prestarse o cuya prestación no se interrumpe porque responde a un modelo de adaptación constante cuya percepción de calidad se sostiene en la redundancia de los bienes de servicio principales.

La presente investigación se ubica en cuanto a su delimitación espacial en toda la República del Ecuador incluida su región insular. Para ello se incluye el proyecto de gestión integral de residuos sólidos de la isla Floreana en las Galápagos como un caso paradigmático debido a que, por su tamaño de población, 35 familias compuestas de un total de 111 personas en toda la isla, no comparte las mismas características del resto de los casos estudiados en poblaciones del Ecuador continental. Sin embargo, en este proyecto aparecen las mismas regularidades que en las otras operaciones de diseño estudiadas. Aun cuando el estudio está delimitado en un país, es posible establecer que el alcance de la presente investigación pueda trascender debido a que los temas relacionados con la operación de diseño de servicios como una generalización a partir del estudio de los sistemas de recolección de desechos son de interés universal.

Por otra parte, esta tesis se enmarca y justifica dentro de la línea temática de Diseño en perspectiva de la Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo. La definición dentro de este eje temático es posible toda vez que el presente proyecto no solo establece una analogía entre el diseño y la economía de servicios, sino que, además, por medio de esta relación se da cuenta de las operaciones de diseño en búsqueda de una alta eficiencia y eficacia en la prestación de servicios. Se logra así, reconocer tanto a los actores, como a las instituciones que estuvieron vinculadas en este proceso de relación entre servicios, economía y diseño.

La elección del tema pretende además llenar la vacancia cognitiva que aparece en el campo disciplinar del diseño de servicios ya que los estudios

sobre desmaterialización de la economía han dejado un vacío en el análisis de las operaciones de diseño de los servicios y en el estudio del diseño de la base material de la desmaterialización de la cual escasamente se puede encontrar estudios. Se trata de profundizar en el estudio de sistemas complejos para la prestación de servicios desde el diseño. Para ello se plantea reformular la teoría sobre diseño de servicios y diseño de la experiencia, que se ha concentrado casi exclusivamente en las interfaces virtuales, para abarcar la interfaz material y física del diseño de servicios.

Dado el problema esencial de esta investigación, el abordaje de esta es de tipo interpretativo; buscando la interconexión entre los fenómenos descritos y el funcionamiento de los sistemas durante su fase de operación. Por ello se recurre al uso de técnicas e instrumentos analíticos y descriptivos y se procesan los datos utilizando de métodos de triangulación.

Mediante el estudio de estas operaciones de diseño, no solo se contribuye a la generación de conocimiento en el campo del diseño de servicios, sino que, además, se pueden plantear nuevos datos reutilizables en otros proyectos de investigación que vinculen diseño y servicios.

Así mismo esta investigación es relevante y de utilidad no sólo para académicos involucrados en los procesos de diseño sino, también para quienes realizan abordajes en el campo de los servicios desde la gestión. Por medio de este trabajo se pueden conocer a mayor profundidad detalles de la práctica de quienes configuran sistemas para la prestación de servicios. En la misma línea, se aportan datos para comprender la forma de trabajo de algunas instituciones encargadas de la administración de servicios públicos.

Se puede así suponer el impacto social en una comunidad que reciba servicios públicos diseñados de manera adecuada a sus necesidades específicas, servicios por tanto más eficaces y eficientes.

En la misma línea se puede suponer el impacto científico de este estudio que se pretende sirva como recurso para fundamentar posteriores investigaciones del diseño de servicios y de sistemas producto-servicio complejos en torno a los límites de la disciplina y a su dimensión epistemológica.

Para finalizar se pone de manifiesto que la presente tesis está estructurada en cinco capítulos más las conclusiones.

En el primer capítulo es esta introducción.

En el segundo capítulo se ha procedido a informar sobre el problema, la hipótesis, los objetivos y los elementos que motivaron el desarrollo de esta tesis, así como el estado de la cuestión en el que se evalúan los avances logrados en el campo del objeto de estudio. En este mismo capítulo se presenta el marco teórico, para ello se presentan los fundamentos teóricos de las tradiciones consagradas para el diseño de servicios con el fin de tomar una posición ante estas.

En el tercer capítulo se aborda el diseño de los sistemas de gestión integral de desechos sólidos como objeto de estudio de las operaciones de diseño de sistemas de prestación de servicios compuestos a su vez por algunos subsistemas que van desde el almacenamiento temporal, la recolección y el transporte hasta la valorización, el tratamiento y la disposición final de los residuos.

En el cuarto capítulo se analizan de forma más detallada algunos proyectos de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos realizados en la República del Ecuador a partir de la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. Estos proyectos desarrollados en años consecutivos se destacan por alguna particularidad:

- Mancomunidad Mundo Verde por ser un proyecto que reúne a un número importante de ciudades pequeñas para operar un solo sistema de gestión común,
- Floreana un proyecto de gestión de residuos que es desarrollado como parte del programa de erradicación de especies invasoras,
- Modelo asociativo por su búsqueda de eficiencia económica y financiera,
- Rumiñahui por su planta de reciclaje de plásticos.

En el quinto capítulo se presentan términos nuevos desarrollados por el autor de esta tesis para aclarar conceptos derivados de la presente investigación. Por último, se generaliza a partir del objeto de estudio hacia el diseño de productos en la economía de servicios.

CAPÍTULO 2

2. Conceptualización, estado de la cuestión y metodología

2.1. Problema de investigación

Con cada habitante del planeta generando algo menos de 1 kg de basura al día (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020) se genera un impacto ambiental de grandes proporciones. El problema de la basura arrojada en botaderos o vertederos es un problema tanto económico como de salud pública. Un botadero es un lugar en el que se dispone la basura, ya sea en forma espontánea o programada, sin ningún tipo de control o protección ambiental mientras que un vertedero es un lugar de disposición de residuos que fue planificado para ese uso, pero que no cuenta con medidas sanitarias mínimas.

Los basurales son focos de infección, proliferación de enfermedades respiratorias, gastrointestinales, y micóticas, son un lugar de proliferación de plagas de roedores, moscas, mosquitos y otros animales que actúan como vectores para la transmisión de enfermedades. a más de los problemas de salud, se generan problemas de contaminación. Se produce contaminación del agua por lixiviados, esa sustancia líquida que resulta del proceso de descomposición y putrefacción de la materia orgánica. La contaminación del suelo se debe a la presencia de aceites, grasas, ácidos y metales pesados entre otras sustancias contaminantes que alteran las propiedades físicas, químicas y la fertilidad de los suelos.

Además de la contaminación del aire debida a la degradación de la materia orgánica presente en la basura que produce una mezcla de gases compuesta fundamentalmente por metano y dióxido de carbono. Se puede encontrar quema de basura cuyo humo también genera contaminación del aire. Adicionalmente a los problemas de salud y contaminación se une el consumo de energía y materiales para fabricar todo aquello que finalmente termina siendo desechado.

Tradicionalmente, la gestión de residuos se ha centrado principalmente en su eliminación, en ocultarla de la vista. Sin embargo, en la última década ya no se habla de basura. Según relata Francisco de la Torre en la entrevista

realizada (Anexo 26) en su lugar se prefiere emplear los términos residuo o desecho. Residuos para referirse a aquellos materiales que pueden ser recuperados como materia prima, aprovechados por su valor energético o empleados como nutriente biológico en el caso de los residuos orgánicos. Los residuos de unos se convierten en recursos para otros. Se emplea el término desecho para referirse a aquella parte de la basura que no es aprovechable en modo alguno. Como una forma de paliar todos estos problemas y sobre la base de la necesidad de conservar el entorno, de luchar contra el cambio climático y la de limitar los impactos medioambientales del uso de los recursos se ha desarrollado la idea de una nueva forma de gestionar los recursos denominada economía circular.

La economía circular es un concepto económico¹ que se incluye en el marco del desarrollo sostenible y cuyo objetivo es la producción de bienes y servicios al tiempo que reduce el consumo y el desperdicio de materias primas, aguas y fuentes de energía. Se trata de implementar una nueva economía circular, no lineal, basada en el principio de cerrar el ciclo de vida de los bienes, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía. La economía circular se fundamenta en una serie de principios entre ellos el diseño ecológico y la economía de la funcionalidad. El diseño ecológico y en particular la eco-concepción es una manera de diseñar que considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción. “El Diseño para la Sostenibilidad tiene el potencial de mejorar la eficiencia, la calidad del producto y las oportunidades en el mercado, local y de exportación, y al mismo tiempo mejorar el rendimiento ambiental” (Crul y Diehl, 2007, p. 3). Por su parte la economía de la funcionalidad promueve privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a la venta de un bien.

Cabe entonces preguntarse ¿cómo debe actuar el diseño frente a esta corriente? que prioriza la prestación de servicios sobre la producción de bienes de consumo. Es precisamente la configuración material de bienes de consumo

¹ Según Ángel Fernández patrono y presidente de la Fundación para la Economía Circular de España, durante una ponencia en primer seminario internacional de economía circular organizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el marco del foro nacional de economía circular en Ecuador en junio de 2019.

lo que ha definido el campo del diseño en especial el del diseño industrial. En este contexto, se hace necesario dirigir la mirada hacia el diseño de servicios no para sustituir al diseño industrial sino más bien para complementarlo.

Para profundizar en el conocimiento del diseño de servicios y de manera especial en la operación de diseño de servicios se ha seleccionado al diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos como representativo del diseño de servicios con la intención de encontrar regularidades en la operación de diseño de estos sistemas.

Por estas razones surgió la pregunta principal que orientó la investigación.

2.1.1. Pregunta de investigación

¿Qué relaciones se pueden estudiar en la operación de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos en Ecuador a partir de la vigencia del plan nacional de desarrollo 2017 – 2021 que pongan de manifiesto las cualidades propias del diseño de servicios?

2.1.2. Preguntas secundarias

¿Qué relación se observa entre las políticas públicas propiciada por el Estado y

y el diseño que adoptan los proyectos de gestión integral de desechos sólidos como un servicio público?

¿Qué regularidades aparecen al analizar algunas operaciones de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos que evidencian al diseño de servicios como una subdisciplina del diseño?

¿Qué conceptos aparecen como propios del servicio como un producto resultante de una operación de diseño?

¿Cuáles son las regularidades que aparecen en las operaciones de diseño de servicios que lo caracterizan?

¿Qué características propias del diseño de servicios lo diferencian de otras subdisciplinas del diseño?

2.2. Hipótesis

La operación de diseño de los sistemas de gestión integral de desechos sólidos como objeto de estudio del diseño de servicios pone de manifiesto que

este tipo de diseño tiene características propias que lo diferencian de otras subdisciplinas del diseño. Por ejemplo: el diseño da respuesta a la experiencia completa de los usuarios, estos deben estar involucrados a lo largo de todo el proceso de diseño, hay un proceso iterativo de mejora de las soluciones, la perspectiva multidisciplinar enriquece el proyecto. Estas características inciden tanto en la operación de diseño como en el proyecto. La experiencia del usuario se basa en el servicio en su conjunto. Por lo tanto, es importante considerar los vínculos y las acciones entre el usuario y los diferentes puntos de contacto durante el proceso de diseño de un nuevo servicio. Esto permitirá diseñar elementos que tengan un impacto en la experiencia integral del usuario del servicio.

2.2.1. Hipótesis de trabajo

En correlación con las preguntas secundarias, se establecen las siguientes hipótesis de trabajo enlazadas a los objetivos específicos:

- En el segundo eje del Plan Nacional de Desarrollo, Economía al Servicio de la sociedad, se encarga a los gobiernos seccionales que, sobre la base de la descentralización del Estado, asuman la gestión de los servicios públicos. En este contexto la operación de diseño de estos servicios toma en cuenta a la comunidad y sus necesidades particulares definiendo así la forma final del proyecto.
- Aun cuando los proyectos de gestión de servicios de manejo de desechos sólidos se den en lugares que difieren en población, actividad económica, extensión territorial, condiciones geográficas y climáticas, hay características propias del diseño de servicios que aparecen con regularidad en todos ellos.
- El diseño de servicios como subdisciplina del diseño requiere de términos para definir conceptos propios de su campo de acción.
- La operación de diseño de servicios no es hilemórfica y requiere metodologías distintas a otras formas de diseño, genera documentos distintos a los de otras disciplinas proyectuales y requiere herramientas de evaluación y control propias.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Interpretar la operación de diseño de servicios mediante el análisis del diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Ecuador a partir de la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.

2.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar y describir la operación de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos como un servicio público.
- Analizar y sintetizar las regularidades que se evidencian en algunos proyectos de gestión integral de residuos sólidos.
- Identificar y caracterizar conceptos propios del diseño de servicios como resultado de la operación de diseño.
- Analizar e interpretar la operación de diseño de productos en el contexto de la economía de servicios.

2.4. Marco teórico

El siguiente marco de referencia conceptual está estructurado en tres niveles, donde los conceptos y autores se entrelazan conformando una contención teórica en su conjunto. El primero de estos niveles trata acerca de la economía de la funcionalidad y profundiza en algunos aspectos de la economía de servicios como sector terciario. El segundo nivel, de carácter sustantivo, se enfoca en los sistemas producto-servicio, los conceptos principales que los definen y su clasificación. El último nivel, más analítico, trata las relaciones del diseño con estos sistemas.

Por tratarse esta de una investigación cualitativa, se basa principalmente en la información obtenida del análisis interpretativo de los casos, de modo que la teoría tiene una función de asistir en la comprensión de los datos recolectados, pero no es objetivo de este marco de referencia teórica el análisis exhaustivo de otros autores, la intención se centra en abordar los casos seleccionados y que la información emerja de este material. Se prosigue entonces a mencionar los autores cuyas teorías sustentan ciertas instancias de este estudio.

Comenzaremos por mostrar los aspectos del sector terciario de la economía que enmarcan a esta investigación.

2.4.1. La economía de servicios

Según sostienen Benqué, Tertre, y Vuidel (2014) el modelo económico actual no responde a los retos del desarrollo sostenible. En este contexto proponen el modelo de la economía de la funcionalidad y la cooperación para conseguir integrar los retos del desarrollo sostenible de mejor manera.

Esto implicaría el compromiso de los productores en:

- Pasar de las economías de escala a las economías de la reactividad, Y de la flexibilidad.
- Pasar de las economías de la integración técnica relacionadas con el progreso técnico, a las economías de la integración de bienes y servicios basadas en la pertinencia de su colaboración.
- Pasar de las economías de especialización del trabajo a las economías de la complementación promover las economías del aprendizaje hacia las economías de la adopción.
- Pasar de las economías basadas en la intensificación del trabajo directamente productivo a las economías dependientes de la profesionalización de las personas, de los equipos y de las empresas.

La economía de la funcionalidad está basada en el pago un servicio o por el uso de un bien y no en la posesión de este. Se basa entonces en modelos de negocio orientado hacia la función que da énfasis a los servicios por encima de los objetos, en vez de considerar a los productos como puntos finales en sí mismos, se trata de verlos como medios para proporcionar funciones a los consumidores y usuarios finales, se vende la función y el fabricante debe reasumir la posesión al final de la vida útil del mismo, el fabricante no abandona la propiedad, este arreglo proporciona un estímulo fuerte para diseñar productos con larga vida y de valor recuperable después del uso.

En última instancia, está cambiando al fabricante de la venta de productos a la oferta de capacidades. Es un cambio fundamental en la forma en que se acerca a los clientes, así como en la forma de facturarlos y fidelizarlos.

Aquí es donde el fabricante expande su línea de productos con implementación, mantenimiento, actualizaciones y un enfoque de ciclo de vida,

ofreciendo no solo un producto sino un resultado. “Existe una creciente conciencia de la importancia de la innovación en los servicios para la prosperidad de las economías avanzadas en el siglo XXI” (Chesbrouch y Davies, 2010).

Hay tres niveles de Modelo de negocio orientado hacia la función. El primer nivel es simplemente ofrecer piezas o consumibles que ya lo hacen todos los fabricantes. En el segundo nivel, los fabricantes se involucran en la programación, el mantenimiento y la supervisión de los equipos que venden. En el nivel más avanzado, el fabricante acude al cliente y le ofrece ayuda con productos y soluciones.

Un gran desafío es que la economía de la funcionalidad puede requerir un cambio radical en la forma en que los fabricantes ven sus costos, productos y clientes. Mientras que la mayoría de los fabricantes son impulsados por cantidades y costos, este modelo requiere que piensen más en la vida útil, el rendimiento y el uso.

En la economía de la funcionalidad, los objetos son representaciones de un servicio que es el que realmente da valor al producto. Dado que las diferentes formas de hacer diseño ecológico coinciden en valorar el beneficio ambiental que traen consigo los servicios, es necesario profundizar en el análisis de la relación que tienen con la economía de la funcionalidad y con la economía en general y el papel que en este contexto tiene el diseño de productos.

En economía, un servicio es una actividad económica donde ocurre un intercambio inmaterial de valor. Cuando se realiza un servicio como la mano de obra, el comprador no asume la propiedad exclusiva de lo que se compra, a menos que sea acordado entre el comprador y el vendedor. Los beneficios de un servicio de este tipo, si se valoran, se consideran evidentes en tanto existe la disposición del comprador para pagarlos. Los servicios públicos son aquellos que la sociedad en su conjunto paga mediante impuestos y otros medios.

Según defiende Viladás (2010) puesto que no se sabía calcular su valor y su producción no se sujetaba a las leyes de la economía industrial, los servicios han sido hasta épocas recientes *commodities*, bienes indiferenciados, en los que no valía la pena invertir.

Los proveedores de servicios benefician a los consumidores de servicios, al utilizar recursos, habilidades, ingenio y experiencia. De este modo, los

proveedores de servicios participan en una economía sin las restricciones de llevar inventario o la necesidad de preocuparse por las materias primas voluminosas. Además, su inversión en experiencia requiere un servicio consistente de marketing y actualización frente a la competencia.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE (2000) define a los servicios como:

Un grupo diverso de actividades económicas que incluyen a los subsectores de alta tecnología y aquellos intensivos en conocimiento a la vez que sectores intensivos en mano de obra y trabajo de baja cualificación. En varios aspectos los servicios se diferencian mucho de la manufactura, pero estas distinciones hoy en día se están disipando. Típicamente incorporan la prestación de valor añadido procedente de las personas en forma de trabajo, asesoramiento, habilidades de gestión formación, intermediación y similar.

Según lo definido en la norma ISO 9000, un servicio tiene como resultado llevar a cabo al menos una actividad en la interfaz entre el proveedor y el cliente, donde el servicio generalmente es intangible. La prestación de un servicio puede implicar:

- una actividad realizada sobre un producto tangible suministrado por el cliente (por ejemplo, reparación de un automóvil);
- una actividad realizada sobre un producto intangible suministrado por el cliente (por ejemplo, la declaración de ingresos necesaria para preparar la devolución de los impuestos);
- la entrega de un producto intangible (por ejemplo, la entrega de información en el contexto de la transmisión de conocimiento);
- la creación de una ambientación para el cliente (por ejemplo, en hoteles y restaurantes).

Según Viladás (2010) existen cuatro características principales de los servicios sobre las que todos los autores coinciden. Los servicios son intangibles, inseparables, perecederos y variables.

Los servicios son intangibles puesto que no se pueden conocer hasta que no se realizan, y su transacción entre las partes no entraña el cambio de propiedad de ningún bien.

La producción y el consumo de los servicios son inseparables ya que ocurren simultáneamente. En la medida en que ambas partes, proveedor y

cliente, tienen que estar presentes en el momento en que se presta el servicio, los dos influyen en su resultado.

Los servicios son perecederos ya que no se pueden almacenar ni transportar. El problema que esto comporta es que no se puede adaptar la capacidad instalada a la demanda en tiempo real. El control de los flujos es un tema que complica enormemente la gestión de los servicios en general.

Según Micheli (2011) desde los años 50 del siglo XX, las economías de los países más industrializados empezaron a mostrar un continuo crecimiento del sector de servicios, sin embargo, se otorgaba poca o nula importancia a las actividades económicas no manufactureras o agrícolas.

Los servicios según Esping- Andersen (2000) se originan en la transformación de las empresas en búsqueda de flexibilidad. Esta transformación da lugar a lo que se conoce como economía de servicios.

Fuchs (1968) hace un exhaustivo análisis de la economía de servicios en función de la fuerza de trabajo y sostiene que desde que se tienen registros el sector servicios muestra una tendencia creciente a generar plazas de empleo. Basado en este criterio cuestiona la atención casi exclusiva que han dado los economistas a los sectores agrícola e industrial, explica esta atención por cuatro factores: primero, el empleo en el sector terciario cobra mayor importancia solo cuando se alcanzan altos niveles de ingreso per cápita. Segundo, algunos economistas tempranos, en particular, Adam Smith, creían que solo los sectores primario y secundario eran productivos y que las otras industrias eran, en cierto sentido, parásitas. Tercero, por lo general, es mucho más difícil obtener datos para las industrias de servicios, muchas de las cuales se caracterizan por operaciones a pequeña escala. Cuarto, mucha de la producción terciaria es sin fines de lucro; El análisis económico se ha concentrado en actividades del mercado.

En esta crítica a la visión tradicional de la economía hacia el sector terciario muestra la importante incidencia del sector servicios y define una economía como de servicios cuando más de la mitad de la fuerza de trabajo es empleada por el sector servicios.

Según sostiene Spacey (2018) Una economía de servicios se da en una nación que genera más valor de los servicios que de otros sectores como la agricultura o la manufactura. Las economías avanzadas están atrapadas en

una tendencia a largo plazo en la que los servicios se están convirtiendo en el mayor porcentaje de la producción económica. Esto se asemeja al proceso de industrialización del siglo XIX, en el cual la manufactura reemplazó a la agricultura como el sector más grande de la economía en las naciones desarrolladas.

Schmidt-Bleek (como se citó en Osorio, 2014) presenta un concepto de La economía de servicios en función de la demanda y sostiene que una economía es de servicios cuando la estructura de la demanda se mueve hacia los servicios.

Osorio (2014) diferencia la economía de servicios de la economía de la funcionalidad definiendo a la primera como economías donde los productos son reforzados por servicios y a la economía de la funcionalidad como una economía con base en sistemas producto-servicio.

Los servicios son variables. En su prestación interviene una combinación de factores que los hacen distintos cada vez: la persona que los presta y la que los recibe, el entorno y el factor tiempo. Todo esto contribuye a modificar las experiencias de los usuarios.

Hay un grupo de industrias generalmente clasificadas como industrias de los servicios, cuyas producciones tienen muchas de las características propias de los bienes; es el caso de las industrias relacionadas con el suministro, el almacenamiento, la comunicación y la difusión de la información, el asesoramiento y el entretenimiento (en su sentido más amplio: la producción de la información general o especializada, las noticias, los informes de consultorías, los programas de computación, el cine, la música, etcétera). Las producciones de estas industrias, sobre las que se pueden establecer derechos de propiedad, se almacenan frecuentemente en objetos físicos —papel, cintas, discos, etcétera— que pueden comercializarse como los bienes ordinarios. (Martín y Torres, 2007, p.3).

Martín y Torres (2007) sostienen que asunto muy relevante entorno a los servicios es el tema de la innovación en este sector. ¿Cómo tiene lugar hoy día la innovación en las actividades de prestación de servicios? y ¿cómo se concibe la misma en términos de política por las distintas empresas, así como a nivel agregado en la economía? constituyen interrogantes claves para entender el comportamiento actual que exhibe el sector de los servicios, y permiten vislumbrar con mayor acierto cuál será su probable evolución en el futuro.

En cuanto a las principales tendencias que describen el comportamiento del sector servicios estos autores destacan la deslocalización de los servicios que puede ser entendida en sus dos variantes como:

- La deslocalización cautiva que describe una situación en la que los suministros futuros proporcionados a cierto país se obtienen de una empresa afiliada ubicada en el extranjero y
- La deslocalización no cautiva que se refiere a los casos en que el nuevo proveedor es una empresa no afiliada (no es sucursal) ubicada en el extranjero.

Este fenómeno posee una lectura diferente cuando se analiza su impacto para los países subdesarrollados, según explica la Organización Mundial de Comercio. En lo que respecta a los países en desarrollo, la deslocalización indudablemente parece ser beneficiosa para el empleo, las exportaciones y el crecimiento económico. En particular, se prevé que los países en desarrollo con una buena infraestructura de telecomunicaciones y abundante disponibilidad de especialistas en tecnología de la información obtendrán considerables beneficios en materia de empleo e ingresos gracias a estas nuevas posibilidades. Lo que resulta particularmente atractivo para esos países no es sólo el número de puestos de trabajo sino también su calidad. Estos nuevos empleos están relativamente bien remunerados, se encuentran en ramas de producción que no dependen de recursos naturales y pueden considerarse ecológicamente inocuas.

Si bien los países subdesarrollados resultan atractivos, al menos potencialmente, para la localización en ellos de determinados servicios cuyos costos pueden ser reducidos con relativa facilidad y de manera significativa, no resulta para este grupo de países una tarea tan simple el reunir los requisitos que se demandan (fuerza de trabajo calificada más barata; suministros e infraestructura adecuados; amplio dominio del idioma inglés; etc.), así como otros tantos de variada naturaleza (regulatoria, legal, institucional) igualmente necesarios para ser finalmente elegibles. El déficit en materia educacional que exhiben la inmensa mayoría de los países en desarrollo constituye una realidad que, por el contrario, plantean un reto muy grande para estos países, más allá

de las nuevas oportunidades que ciertamente surgen para estos en el contexto de las economías de servicios.

A modo de síntesis, la deslocalización de servicios y su ubicación en países específicos, dependerá de los siguientes elementos:

- los costos de la mano de obra
- los costos del comercio
- la calidad de las instituciones, en particular el ordenamiento jurídico
- el régimen de impuestos e inversiones
- la calidad de la infraestructura, en particular las telecomunicaciones
- el nivel de conocimientos, en particular lingüísticos y de informática

Los países huéspedes de actividades de deslocalización probablemente tengan costos relativamente bajos y una sólida infraestructura de telecomunicaciones, así como un historial razonablemente bueno de respeto de la legalidad. La proximidad física el idioma y la cultura, son puntos a favor.

El servicio cada vez es más exigente y cambiante, debido a la alta oferta y competencia entre las empresas de este sector, por lo tanto, las empresas deben ser flexibles al cambio, ajustando permanentemente su estructura organizacional para permanecer en el medio competitivo y lograr la fidelización de los clientes a través de sus procesos misionales. (Castrillón, 2013, p. 204).

Según Kastalli y Van Looy (2013) y Neely (2008) la estrategia de agregar valor, en la que han venido trabajando muchas compañías manufactureras, consistente en incrementar la participación de los servicios en su negocio se conoce como servitización.

Baines, Lightfoot y Smart (2011) entienden la servitización como el desarrollo de las competencias que necesitan las empresas manufactureras para proveer servicios y soluciones a sus clientes, más allá de su capacidad de fabricar un producto.

Una motivación estratégica para la servitización considera que los servicios son importantes para la diferenciación de la oferta de la empresa (Mathieu, 2001). Los servicios son más difíciles de imitar, y por lo tanto una fuente importante de diferenciación. Bozkurt y Kemer (2014) sostienen que la diferenciación del servicio tiene un impacto en la reducción de costos, mientras que un mayor uso de las capacidades de información y el compromiso de

exportar comportamientos tiene un impacto directo positivo en los ingresos por ventas.

Un fuerte énfasis en la diferenciación de servicios puede llevar a que las estrategias de una empresa de fabricación para centrarse en el cliente sean menos sensibles a las necesidades cada vez más complejas del cliente. (Gebauer, Gustafsson y Witell, 2011, p. 1270).

En este sentido Stoll, West, y Barbieri (2020) sugieren que la digitalización puede respaldar tanto la creación de valor interno como el desarrollo de nuevas propuestas de valor para el cliente con base en la servitización y permitir a las empresas no manufactureras desarrollar nuevas propuestas de valor a través de servicios inteligentes. Por otra parte,

Es preciso subrayar que la servitización no está relacionada con el auge del sector servicios en la economía, ni con la tercerización de la misma o con la desindustrialización de la economía. Más bien al contrario: la servitización es una vía para fortalecer la industria, ya que representa una apuesta para revitalizar y aumentar el valor añadido de las ofertas de la propia industria. (Kamp, 2016).

Por su parte, Iriarte et al. (2016) concluyen que el diseño de servicios, en lugar de ser un facilitador de la servitización, sirvió para facilitar y materializar los procesos existentes. Según Alter (2008) La innovación en el servicio ha sido discutida, pero generalmente no desde una perspectiva de sistema. Sostiene que los estudios sobre sistemas de servicio e innovación de servicios enfatizan las ofertas comerciales de socios múltiples, los ecosistemas de proveedores y consumidores que interactúan, la globalización y la naturaleza cambiante de las economías avanzadas. Por interesantes que sean estos temas a gran escala, las discusiones a ese nivel tienden a pasar por alto los problemas operacionales y organizacionales que los innovadores de servicios deben abordar para crear o mejorar sistemas específicos y localizados que brindan servicios a sus clientes. Sin embargo, a pesar de la clara ventaja competitiva de la servitización, la mayoría de los fabricantes siguen siendo reacios a aventurarse en ella (Baines y Lightfoot, 2013). Benedettini, Neely y Swink (2015) sugieren que añadir servicios genera nuevos riesgos para las empresas. “Las empresas se enfrentan a una ardua empresa y les resulta difícil servir de manera exitosa y rentable” (Vladimirova, 2012).

Steven Alter (2008) en su artículo sobre innovación en el sistema de servicio presenta algunas definiciones básicas que son de interés para este trabajo.

En primer lugar, interesa definir el término sistema de servicio que según este autor es un sistema en que participantes humanos y máquinas realizan trabajo usando para ello tecnología, información y otros recursos para producir servicios para clientes internos o externos. Para Alter (2008) la distinción entre bienes y servicios carece de importancia al momento de evaluar, analizar, diseñar o implementar sistemas en situaciones reales. En el mismo sentido Gadrey (2000) sostiene que una distinción definitiva que sea completamente aceptable entre bienes y servicios es algo que no se puede alcanzar.

Por su parte, Alter (2008) define la innovación en el servicio como la implementación de nuevos servicios o mejores modos para proporcionar servicios existentes. La innovación del servicio puede involucrar cualquier combinación de cambios en el sistema de servicios.

- Cambios que generan valor incremental para los clientes (pequeñas innovaciones que tienden a ser menos interesantes como innovaciones).
- Cambios que generan un valor sustancialmente mayor para los clientes (grandes innovaciones).
- Cambios que mejoran la eficiencia, el costo, la calidad o la confiabilidad del proveedor, ya sea que los clientes observen o no, las mejoras directamente.

Esta definición de innovación de servicio está relacionada con una situación particular y nada dice sobre si otros pueden haber creado innovaciones similares en otros lugares o si la innovación está vinculada a la competencia, la competitividad o la globalización. Desde este punto de vista, la innovación en el servicio se basa fundamentalmente en la creación de mejoras beneficiosas. No se trata de demostrar que el sistema de servicio resultante difiere o es mejor que otros sistemas de servicio en otros lugares.

Esta definición no asume que la Innovación en tecnología, la innovación del modelo de negocio, la innovación organizacional o la innovación de la demanda estén necesariamente involucrados en la innovación del servicio.

El concepto de innovación en el sistema de servicio nace de la combinación de los conceptos de servicio, sistema de servicio e innovación en el servicio y es especialmente raro en la literatura, que contiene muchas

discusiones sobre innovación de servicios, sistemas de servicios e ingeniería de sistemas de servicio.

Alter (2008) defiende tres formas de innovación en el sistema de servicio:

- La innovación en el sistema de trabajo
- La innovación de la estructura de la cadena de valor del servicio
- La innovación del ciclo de vida del sistema de servicio

Las ideas de innovación en el sistema de servicio pueden ser de mayor utilidad para las organizaciones que la sola idea de innovación en el servicio.

Desde el desarrollo del consumo masivo y las estrategias comerciales orientadas a productos tradicionales como medios para el crecimiento de la sociedad, el intercambio de artefactos físicos entre una empresa proveedora y un cliente receptor ha sido durante muchos años un mediador clave para proporcionar valor al cliente. Cuantos más productos pueda vender una compañía, más ingresos generará (Tan, McAloone y Andreasen 2006).

En la última década ha aumentado el interés y la conciencia entre la comunidad académica, los responsables de la industria y los políticos sobre el potencial de los sistemas de producto servicio orientados a la funcionalidad como modelo de negocio; especialmente para hacer un cambio hacia una sociedad sostenible (Mont 2002).

Por esto la economía de la funcionalidad se basa en un tipo de modelo de negocio, en el que el énfasis está en la venta de uso en lugar de la venta de producto, con la intención de llevar a una desmaterialización y a una visión del ciclo de vida extendida para todo el sistema de producción y uso, de ahí que tenga posibilidades de alcanzar objetivos de sostenibilidad.

Entre los beneficios desde una perspectiva productiva están las oportunidades para entregar una oferta de mayor valor y proporcionar una oferta diferenciada y personalizada, y desde el lado del cliente; la posibilidad de recibir mayor valor a precios más bajos, ya que la propiedad está ahora en manos del productor. Para la sociedad este enfoque aumenta la posibilidad de proporcionar beneficios a las personas al tiempo que reduce el impacto ambiental.

Cambiar del modelo de negocio tradicional a uno propio de la economía de la funcionalidad requiere nuevas definiciones de valor, así como nuevas metodologías para el desarrollo de productos. Además, a partir de su reciente desarrollo y sus características de nuevo paradigma como modelo de negocio, requiere de empresas con nuevas y mayores capacidades de innovación. Kamp y Alcalde (2014) sostienen que el grado en que las empresas industriales adquieren servicios externos para respaldar sus propuestas de valor es una primera vía, aunque parcial, para evaluar la preparación de una economía para adoptar los principios de servitización.

Según Aurich, Mannweiler y Schweitzer (2010) “Debido a la necesidad de servicios innovadores, las empresas de servicios, así como los productos, deben centrarse en productos y servicios orientados al servicio para mantener y / o mejorar su competitividad en el mercado” (p. 136).

Barras (1986) postuló la idea de la reversibilidad del ciclo del producto *Reverse Product Cycle*, según esta idea determinados bienes transformados en servicios podían volver a vivir un nuevo ciclo de vida del producto. Esto se puede lograr gracias al empleo de tecnologías informáticas en la fase de producción del servicio para aumentar la eficiencia, lo cual da lugar a aprendizajes que conducen al desarrollo de nuevos productos. A partir de esta idea de Barras, las tecnologías de información comenzaron a ser considerados motores de innovación en los servicios, en contraste con la visión inicial de tecnologías cuyo fin era exclusivamente el desplazamiento de trabajo humano.

Muchas empresas y ramas del sector servicios son innovadoras, aunque muchas parecen estar todavía retrasadas en cuanto a innovación. En especial, las nuevas Tecnologías de la Información (TI) constituyen un foco de innovación en el sector servicios. No obstante, aunque ello pueda estimular más la innovación, muchas ramas del sector parecen conservar una herencia derivada de periodos anteriores. La innovación en los servicios raramente está organizada según los modelos “estándar” de las estructuras de gestión de la I+D (Investigación y Desarrollo), y generalmente se realiza sobre una base ad hoc de gestión de proyectos. Esto puede tener alguna ventaja para los tipos de innovación, próxima al mercado, que a menudo se adoptan, pero suele significar que hay una coordinación limitada de las experiencias de aprendizaje: las innovaciones que se realizan no se suelen reproducir en proyectos subsiguientes. (Miles y Tether 2003).

En esa línea Yang y Sung (2016) sostienen que “una de las categorías clave de partes interesadas para el mecanismo de creación conjunta de valor sostenible es la categoría de diseñador, que incluye diseñadores profesionales

y otros profesionales con pensamiento de diseño que estén dispuestos a participar en proyectos” (p.30).

Spacey (2018) sostiene que es posible que algunos países en desarrollo se conviertan en países desarrollados sin desarrollar una gran base industrial. En otras palabras, una nación puede pasar directamente de ser una economía agraria a una economía de servicios. La fabricación de una u otra forma seguirá siendo una industria importante, al igual que la agricultura siguió siendo una industria importante durante todo el período industrial. Puede llegar a ser altamente automatizada con poco trabajo.

Según Barras (1986) En esta nueva economía, los servicios ocupan un sitio relevante en el desarrollo económico, la competitividad y la innovación. El factor determinante, en el plano tecnológico, ha sido la creciente integración de los servicios a las tecnologías de información y comunicación, y en especial los trabajos que emplean en un grado importante el conocimiento. Sin embargo, Gannon, Lynch y Harrington (2014) se preguntan si es posible mantener una ventaja competitiva sostenible.

Spacey (2018) defiende que la economía del conocimiento está altamente relacionada con la economía del servicio. Los trabajos de servicio tienden a requerir más conocimiento y, a menudo, producen conocimiento. Por ejemplo, la mayoría de los diseñadores, médicos y desarrolladores de software trabajan en el sector de servicios.

En la economía de servicios el conocimiento ocupa un lugar relevante. Solow (1957) sugirió la importancia macroeconómica de la generación y transmisión de conocimiento, junto con la acumulación de capital físico y trabajo, como variables que explicaban el crecimiento de la economía de Estados Unidos. El impacto en el mundo del trabajo y la empresa del paso de la economía centrada en la producción material a aquella en la que adquieren importancia la información y el conocimiento fue descrito por Peter Drucker (1968) quien señaló que la discontinuidad principal que caracterizaba a la sociedad contemporánea era la aparición del conocimiento como actor central de la economía. Bell (1973) describe este impacto desde una mirada sociológica avizorando el impacto social del conocimiento y los servicios relacionados con el mismo, como propulsor de nuevas tendencias, su obra popularizó la idea de una sociedad postindustrial.

Según defiende Viladás (2010) la economía de servicios ha proliferado sin cesar por la combinación de diferentes circunstancias:

1. La profesionalización de actividades que anteriormente pertenecían a la economía informal, como por ejemplo las labores domésticas, que hoy se ofrecen y se adquieren en el mercado (lavandería o cocina).
2. La especialización, fruto de la creciente complejidad de esta economía del conocimiento, que exige saberes específicos para cada cosa.
3. La deslocalización y la subcontratación de grandes organizaciones a unidades de producción más pequeñas y flexibles que, por lo tanto, proliferan.
4. La necesidad de introducir diferenciación en una oferta de productos cada vez más homogénea por la rápida difusión de las tecnologías.

El cambio hacia una economía de servicios supone que los nuevos productos creados con este enfoque serán: más personalizados y definidos por las preferencias del usuario, contextuales en entornos definidos junto con el usuario y participativos gracias a estrategias y enfoques desarrollados en forma colaborativa. Los servicios son en verdad experiencias, no procesos.

2.4.2. Los sistemas producto-servicio

En el segundo nivel de este marco conceptual, no se puede dejar de mencionar a Lynn Shostack quién entre 1982 y 1984 publica artículos en los que desarrolla los conceptos clave para definir los sistemas que abarcan bienes y servicios como un conjunto inseparable.

Shostack (1982) sugiere emplear un diagrama que denomina modelo molecular para ilustrar un sistema integrado por productos y servicios relacionados entre sí. En estos diagramas en los que cada producto o servicio del sistema ocupa el lugar de un átomo, se puede apreciar con facilidad la cantidad de producto y de servicio en el sistema. El modelo molecular hace evidente la inexistencia de productos o servicios puros sino más bien la

existencia de sistemas con del producto o sistemas con dominio del servicio y en algunos casos una relación equilibrada entre producto y servicio.

Queda claro que los bienes físicos y los servicios intangibles no son categorías discretas lo que hay es un continuo entre bienes y servicios puros, lo que algunos teóricos del mundo de los negocios denominan el continuum del servicio. “La evidencia parece sugerir que existen sinergias potenciales entre la fabricación y los servicios para mejorar tanto la competitividad a nivel de empresa como la satisfacción del consumidor” (Vendrell-Herrero y Wilson, 2017, p. 10).

Si bien los productos son artefactos físicos, tangibles y concretos, mientras que los servicios por otra parte son intangibles, para Morelli (2002). Un Sistema de Producto-Servicio es una combinación integrada de productos y servicios. Al incorporar servicios adicionales a un producto, amplía la funcionalidad tradicional del producto y las necesidades del cliente se satisfacen proporcionando funcionalidad o satisfacción en lugar de simplemente vender un producto (Tukker y Tischner 2006).

Hay muchas razones para que una empresa integre servicios en sus conceptos de productos. Por ejemplo,

Baines et al (2007) destacan que un sistema producto-servicio es una mejora en el valor total para el cliente. De acuerdo con Tukker y Tischner (2006) un sistema producto-servicio ofrece soluciones más personalizadas, reduce los costos del sistema, hace más eficiente el uso del producto, mejora la posición en la cadena de valor y por lo tanto tiene el potencial de mejorar la competitividad de una empresa.

Se puede identificar tres diferencias principales entre productos y servicios:

- Perspectivas de tiempo: los productos se producen primero, luego se usan, mientras que los servicios se producen y utilizan, al mismo tiempo (Morelli 2002). El diseño del producto tiene un ciclo de tiempo largo, mientras que el diseño de un servicio tiene tiempos de entrega cortos y, por lo tanto, los productos son difíciles de ajustar a un entorno cambiante; mientras que los servicios son fáciles de ajustar a un entorno inestable (Brezet et al 2001).
- Propiedad: los productos y los servicios son generados por diferentes áreas de destreza; los productos son realizado por

industriales y técnicos; mientras que los servicios son desarrollados por comercializadores, administradores de empresas y proveedores de servicios (Brezet et al 2001). La propiedad de un producto se transfiere al cliente cuando el producto se vende; mientras que la propiedad de un servicio generalmente no se transfiere (Morelli 2002).

- Diseño: Los sistemas producto-servicio se enfocan en proporcionar valor en uso al cliente (Baines et al 2007) a través de productos tangibles y servicios intangibles (Morelli 2002). Por lo tanto, un sistema producto-servicio tiene variables técnicas duras propias de un producto: material, dimensiones, etc. y las variables blandas asociadas a los servicios: hora, lugar, etc. (Brezet et al 2001).

La diferencia entre productos y servicios implica barreras para el desarrollo de sistemas producto-servicio. Brezet et al. (2001) señala las barreras con respecto a la generación de ideas, ya que la innovación de un sistema es compleja y tiene un nivel más alto de abstracción. Además, señalan que la transición de la idea al diseño puede ser difícil de traducir, ya que se deben incluir los requisitos para los productos y para los servicios, y el producto y las características del servicio se influirán mutuamente.

Shostack (1982) sostiene que los servicios suelen ir acompañados de objetos físicos que no pueden clasificarse como elementos de producto verdaderos. Estos objetos, o piezas de «evidencia», juegan el papel crítico de verificar la existencia o la finalización de un servicio. Un verdadero elemento de producto, por supuesto, nunca requiere evidencia, él es su propia evidencia.

Según sugiere la autora Hay dos tipos de evidencia de servicio. La primera es la evidencia periférica. Típicamente, mientras que la evidencia periférica se posee realmente como parte de la compra, tiene poco o ningún valor independiente. Un ejemplo de evidencia de servicio periférico es un talonario de cheques, el cual es inútil sin el servicio de transferencia y almacenamiento de fondos que representa. Otro ejemplo es el boleto de admisión a un parque de diversiones o teatro. Sirve sólo para confirmar el servicio; no es un sustituto para el servicio, ni se compra por su propio valor. En un modelo molecular, la

evidencia periférica debe ser listada y descrita completamente para cada elemento de servicio.

La evidencia esencial es el segundo tipo de evidencia de servicio. A diferencia de la evidencia periférica, la evidencia esencial no puede ser poseída por el consumidor. Sin embargo, puede ser tan dominante en su impacto en la compra y uso del servicio que debe considerarse prácticamente un elemento por derecho propio. Para un consumidor que compra transporte en forma de boleto de avión (evidencia periférica), la aeronave que facilita el servicio tiene un fuerte impacto en las percepciones del servicio e incluso en la compra.

En esta clasificación la autora omite bienes poseídos por el consumidor con valor independiente en ocasiones relativamente alto, determinantes en la compra y uso del servicio, por ejemplo, un teléfono celular que es parte inseparable del sistema de comunicación por vía telefónica.

Para Shostack (1982) ya sea periférica o esencial, la evidencia de servicio está en el corazón de la imagen del servicio, la publicidad y la promoción. La evidencia debe ser diseñada y administrada tan cuidadosamente como el servicio en sí mismo, ya que es la evidencia la que proporciona las pistas y las confirmaciones o contradicciones que el consumidor busca y necesita para formular una imagen mental del servicio. La gestión de la evidencia de servicio va más allá de lo que comúnmente se considera como embalaje. Se extiende al control y diseño de toda evidencia tangible de que el consumidor podría asociar con el servicio. Las personas, por ejemplo, a menudo son evidencia esencial de un servicio. La forma en que un servidor está vestido o habla puede tener un impacto material en la percepción del consumidor. Intuitivamente, muchas empresas de servicios reconocen este fenómeno; dando lugar a la prevalencia de uniformes de diversos tipos en industrias dominantes en servicio tales como aerolíneas, cadenas de comida rápida y hoteles.

El entorno en el que se presta un servicio es otro ejemplo de evidencia esencial. A menudo es controlable por el comercializador de servicios, y debe ser deliberadamente planeado y diseñado.

Shostack es también creadora del concepto de diagramar un servicio. “Lo que se requiere es un sistema que permita mapear la estructura de un servicio de manera objetiva y explícita, al mismo tiempo que se capture todas las

funciones comerciales esenciales; en otras palabras, un plano del servicio” (Shostack, 1982, p. 4).

Al describir la manera de trazar este plano de servicio la autora define el concepto de línea de visibilidad.

El elemento producto es un bien facilitador indirecto cuya calidad puede ser juzgada por el consumidor como parte de su juicio de todo el servicio. Este elemento se muestra siendo visible para el consumidor, pero no es parte del proceso de servicio. Ciertos procesos y evidencias que no son visibles para el consumidor también se pueden mostrar. Compra de suministros, por ejemplo, se muestra debajo de la línea de «visibilidad» del servicio como un subservicio, necesario, pero no visible para el consumidor. Para algunos servicios estos procesos «backoffice» son importantes, ya que un cambio en ellos puede cambiar el servicio o la entidad. Por lo tanto, estos también pueden requerir monitoreo y consideración por parte del comercializador. (Shostack, 1982).

Esta línea de visibilidad marca la diferencia entre lo que la autora llama frontoffice y backoffice. Lo hace en función de aquellos bienes y procesos que pueden ser vistos por el consumidor al momento de la prestación del servicio.

Una vez definido el concepto de sistema producto-servicio es necesaria una clasificación. Se han propuesto varias clasificaciones posibles para estos sistemas Behrend, Jasch, Kortmap, Hrauda, Firzner y Velte (2003); Brezet, Bijma, Ehrenfeld, y Silvester (2001); Zaring (2001) todas ellas proponen tres grandes categorías.

- Servicios orientados al producto. Aquí, el modelo de negocio es principalmente orientado a la venta de productos, pero se agregan algunos servicios adicionales.
- Servicios orientados al uso. Aquí, el producto tradicional todavía juega un papel central, pero el modelo de negocio no está orientado a la venta de productos. Los productos permanecen en propiedad del proveedor, y se pone a disposición en una forma diferente, ya veces compartida por un número de usuarios.
- Servicios orientados a resultados. Aquí, el cliente y el proveedor en principio se ponen de acuerdo en un resultado, y no hay producto predeterminado involucrado.

Tukker (2004) hace una categorización más detallada, divide estas categorías principales en subcategorías y presenta ocho modelos de negocio basados en sistemas producto-servicio arquetípicos.

- Servicios orientados al producto
 - *Servicio relacionado con el producto.* En este caso, el proveedor no solo vende un producto, sino que también ofrece los servicios que se necesitan durante la fase de uso del producto. Esto puede implicar, por ejemplo, un contrato de mantenimiento, un esquema de financiamiento o el suministro de consumibles, pero también un acuerdo de devolución cuando el producto llega al final de su vida útil.
 - *Asesoramiento y consultoría.* Aquí, en relación con el producto vendido, el proveedor aconseja sobre su uso más eficiente. Esto puede incluir, por ejemplo, asesoramiento sobre la estructura organizativa del equipo que utiliza el producto u optimizar la logística en una fábrica donde el producto se utiliza como unidad de producción.
- Servicios orientados al uso.
 - *Arrendamiento de producto.* Aquí, el producto no cambia en propiedad. El proveedor tiene la propiedad y, a menudo, también es responsable del mantenimiento, reparación y control. El arrendatario paga una tarifa regular por el uso del producto; En este caso, normalmente tiene acceso ilimitado e individual al producto arrendado.
 - *Producto alquilado o compartido.* Aquí también, el producto en general es propiedad de un proveedor, que también es responsable del mantenimiento, reparación y control. El usuario paga por el uso del producto. Sin embargo, la principal diferencia con el arrendamiento de productos es que el usuario no tiene acceso ilimitado e individual; otros pueden usar el producto en otra ocasión. El mismo producto es usado secuencialmente por diferentes usuarios.

- *Agrupación de productos*. Esto se parece mucho a alquilar o compartir productos. Sin embargo, aquí hay un uso simultáneo del producto.
- Servicios orientados a resultados
 - *Gestión de actividades /tercerización*. Aquí, una parte de una actividad de una empresa se subcontrata a un tercero. Dado que la mayoría de los contratos de subcontratación incluyen indicadores de rendimiento para controlar la calidad del servicio subcontratado, se agrupan como servicios orientados a resultados. Sin embargo, en muchos casos, la forma en que se realiza la actividad no cambia dramáticamente. Esto se refleja en los ejemplos típicos de este tipo, que incluyen, por ejemplo, la subcontratación de la restauración y la limpieza de oficinas, que ahora es un lugar común en la mayoría de las empresas.
 - *Pago por unidad de servicio*. Esta categoría contiene una serie de otros ejemplos clásicos de sistemas producto-servicio. El sistema producto-servicio todavía tiene un producto bastante común como base, pero el usuario ya no compra el producto, solo la salida del producto según el nivel de uso. Los ejemplos más conocidos en esta categoría incluyen las fórmulas de impresión de *pago por* ahora adoptadas por la mayoría de los productores de copiadoras. Siguiendo esta fórmula, el productor de la copiadora asume todas las actividades necesarias para mantener disponible una función de copia en una oficina, es decir, suministro de papel y tóner, mantenimiento, reparación y reemplazo de la copiadora cuando sea apropiado.
 - *Resultado funcional*. Aquí, el proveedor acuerda con el cliente la entrega de un resultado. Esta categoría se utiliza en contraste con la gestión / subcontratación de actividades, para un resultado funcional en términos bastante abstractos, que no está directamente relacionado con un sistema tecnológico específico. El proveedor es, en principio,

completamente libre en cuanto a cómo entregar el resultado. Los ejemplos típicos de esta forma de SPS son las compañías que ofrecen ofrecer un "clima agradable" específico en las oficinas en lugar de los equipos de gas o de refrigeración, o las compañías que prometen a los agricultores una pérdida máxima de cosecha en lugar de vender pesticidas.

Desde el primero al último de estos ocho tipos de sistema producto-servicio, la dependencia del producto como componente central del sistema disminuye, y la necesidad de un cliente se formula en términos más abstractos. En cada nivel el proveedor tiene un poco más de libertad para satisfacer la verdadera necesidad final del cliente. Sin embargo, las demandas abstractas a menudo son difíciles de traducir en indicadores concretos (desempeño de calidad), lo que dificulta que los proveedores determinen lo que tienen que suministrar y dificulta que los clientes sepan si obtuvieron lo que pidieron.

Para evitar esta pérdida de claridad, en estos días, el modelo de negocio está recibiendo una atención considerable a medida que las compañías logran éxito, o sufren fallas difíciles de recuperar, al cambiar su forma de hacer negocios. La mayor parte de la literatura sobre este tema ha buscado establecer la taxonomía, la arquitectura o los elementos constitutivos de los modelos de negocios, con el objetivo de aislar sus características clave. Sin embargo, solo unos pocos han tratado con metodologías de apoyo para el diseño de modelos de negocios. Lee, Shin, Hong y Kim (2011) presentan un estudio que tiene como objetivo proporcionar una metodología estructurada para el diseño de modelos de negocios. En el núcleo de la metodología se encuentra una plantilla de diseño con la que se puede analizar o reinventar un modelo de negocio existente de manera sistemática. La plantilla consiste en un conjunto de bloques de construcción predefinidos que describen los patrones estratégicos de un modelo de negocio y sus elementos constituyentes. Además de la plantilla de diseño, también se proporciona un marco para el diseño del nuevo modelo de negocio. Con la ayuda de los esquemas y procedimientos de

representación que se definen, se puede diseñar un modelo de negocio de un sistema producto-servicio de una manera más estructurada.

Como sostienen Browning, Deyst, Eppinger y Whitney (2002), las implicaciones para el diseño y desarrollo, de un sistema producto-servicio, dependen de la elección correcta en la fase de diseño preliminar la cual afecta a todo el ciclo de vida del producto en un orden de magnitud tal que podría abarcar desde hacer que el producto sea un éxito, hasta generar, en cambio, un fracaso empresarial total.

Para Panarotto y Larson (2012) esta afirmación gana cada vez más relevancia cuando el producto se caracteriza por un ciclo de vida largo, cuando la tecnología es muy intensiva en capital y cuando las modificaciones tardías al ciclo de vida implican grandes gastos en términos de dinero y mano de obra. En el esfuerzo de ser competitivos en el mercado globalizado, una estrategia común e intuitiva para las empresas es reducir costos mientras aumenta la eficiencia de la estructura (Stahl 1997). Sin embargo, este enfoque no siempre conduce al éxito. La competencia basada en una estrategia de costos no garantiza el valor agregado a largo plazo, debido al riesgo real de participar en una guerra de precios contra los seguidores del mercado Lewitt (como se citó en Panarotto y Larson 2012). Hasta ahora, lo que se convierte en un verdadero objetivo para cualquier empresa que quiera liderar, o seguir liderando, el mercado, es proporcionar el mayor valor al mercado en el que compite la empresa. Este concepto debe ser considerado no solo desde el vendedor del producto enfocado en el usuario final, sino también en todas aquellas compañías que son socios relevantes en la cadena de suministro del negocio. Collopy y Hollingsworth (2009) sostiene que para que un producto tenga éxito debería maximizar el valor generado para el cliente y para el sistema.

Al referirse a los beneficios y al valor esperado al momento de desarrollar un sistema producto-servicio, Panarotto y Larson (2012) refieren que las mayores posibilidades para el diseñador de mejorar los artefactos para aumentar el éxito del negocio están en las primeras fases de desarrollo. En un escenario ideal, las empresas siempre deben seleccionar conceptos de diseño capaces de aumentar el valor agregado para sus clientes y partes interesadas. Siendo capaces de calcular a priori, de manera transparente y repetible, el valor de una solución dada. “Una transición a una lógica de servicio dominante

implica mucho más que un mayor énfasis en los servicios; Implica un replanteamiento del propósito de la empresa y su papel en la co-creación de valor” (Kowalkowski, 2010, p. 285).

Sin embargo, no es un proceso sencillo. Según lo declarado por Anderson y Narus (1998) notoriamente son pocas las empresas que tienen el conocimiento y la capacidad para calcular realmente el valor y, por consiguiente, obtener un rendimiento económico equitativo por el valor entregado a los clientes. Esto se convierte en un problema especialmente, en las etapas preliminares de diseño (Browning et al. 2002).

Lindstedt y Burenius (2006) argumentan que la creación de un valor incomparable para el cliente lleva a un éxito empresarial. Definen el valor del cliente como:

$$\text{Valor para el consumidor} = \frac{\text{Beneficios percibidos}}{\text{Gasto total}}$$

El modelo propuesto por los autores se divide en tres procesos. El proyecto tiene que crear valor por:

- Maximizar la oportunidad de negocio (resultado: el socio contento)
- Desarrollo de productos con un valor para el cliente sin igual (resultado: el cliente satisfecho)
- Profundizar relación y conocimiento (resultado: el equipo exitoso)

La misma conclusión también es sacada por Allee (2000), quien sostiene que los stakeholders involucrados con una empresa (proveedores, cadena de suministro, clientes, etc.) intercambian valor en tres monedas:

- Bienes, servicios e ingresos.
- Conocimiento: intercambios de información estratégica, conocimiento de planificación, conocimiento de procesos, conocimientos técnicos, diseño colaborativo, desarrollo de políticas, etc., que fluyen y apoyan la cadena de valor del producto y servicio.
- Intangibles: Intercambios de valor y beneficios que van más allá del servicio real y que no son contabilizados en medidas financieras

tradicionales; tales como el sentido de comunidad, la lealtad del cliente, la mejora de la imagen, oportunidades de marca compartida.

El autor también destaca que en el negocio siempre hay valor proporcionado y valor devuelto entre los actores. Por ejemplo, al proporcionar un servicio a un cliente, una empresa puede obtener comentarios sobre el servicio en sí, mejorando así el know-how al respecto.

Para Panarotto y Larson (2012) el problema principal al considerar el valor en el diseño de sistemas producto-servicio, es que los responsables de la toma de decisiones tengan un análisis detallado para considerar los costos y los riesgos del concepto, pero carezcan de información sobre los beneficios proporcionados por el concepto propuesto (como fidelidad del cliente, oportunidades de reducción de costos en el futuro, imagen de marca, etcétera), a menudo de manera no intencional pueden matar la idea con el mayor potencial para crear una ventaja competitiva única para la empresa, y para superar a los competidores en el desafío.

Chesbrough (2003) sostiene que al diseñar sistemas producto-servicio esto sucede debido al desarrollo relativamente reciente de este tipo de modelo de negocio y a la falta de mecanismos de evaluación para estos sistemas.

Por lo tanto, hoy en día existen los riesgos más altos para que la solución de un sistema producto-servicio sea eliminada en las etapas de decisión temprana, prefiriéndose soluciones más conservadoras, pero eventualmente menos exitosas.

Isaksson, Larsson y Johansson (2011) argumentan que el concepto innovador de sistema producto-servicio requiere una mayor integración de aspectos de productos, así como aspectos de servicio en el proceso de diseño, que habitualmente al igual que en el pasado se diseñan de manera independiente entre sí. Los autores resaltan también la necesidad de involucrar más al cliente en el proceso de diseño, un desarrollo integral con socios y proveedores, así como el modelado y la simulación de todos los aspectos del sistema producto-servicio al principio del proceso de diseño. Además, la necesidad de nuevos métodos y herramientas para modelar, simular y comunicar valor en las primeras etapas de diseño se consideran un factor clave para diseñar sistemas producto-servicio exitosos.

Luego de considerar estos aspectos, se puede concluir que el problema es que las empresas ya saben que deben proporcionar un mayor valor para el cliente, y que deben considerar el valor en una perspectiva más amplia para lograr beneficios en un mayor lapso, y que se necesitan nuevos métodos y herramientas.

En el mismo sentido, Aurich, Fuchs y Wagenknecht (2006) sostienen que “las interrelaciones entre los productos físicos y los servicios no físicos deben considerarse de manera proactiva, lo que genera la necesidad de integrar los procesos de diseño de productos y servicios correspondientes” (p. 1480).

Por su parte, Mylan (2015) introduce el concepto de sistema de producto servicio sostenible y destaca que lograr la sostenibilidad requiere cambios tanto en la producción como en el consumo. Sin embargo, la atención se ha centrado principalmente en la producción.

En su artículo enriquece el enfoque de sistema de producto servicio sostenible con conocimientos de la sociología del consumo para proporcionar una comprensión más profunda del uso de productos y servicios en los contextos de la vida cotidiana.

Presenta tres ideas clave relacionadas con:

- La dinámica interna de las prácticas de los usuarios.
- La fuerza de los enlaces de los elementos que intervienen en la práctica de los usuarios.
- Enlaces externos a otras prácticas.

Estas ideas se utilizan para proporcionar una comprensión más profunda de la aceptación y difusión de los sistemas de producto servicio sostenibles.

Mont (2002) sostiene que los servicios no son necesariamente menos problemáticos para el medio ambiente que las industrias manufactureras, pero en una economía en la que dominan y sirven como algunos de los impulsores más dinámicos del cambio, es importante examinarlos directamente en busca de oportunidades para detener la degradación ambiental y mejorar su calidad ambiental.

Manzini, Vezzoli y Clarck (2001) sostienen que los sistemas producto - servicio, aunque no son nuevos, son relativamente nuevos en ser utilizados como un enfoque para alcanzar la sostenibilidad. Aseguran que un sistema

producto - servicio puede definirse como una estrategia de innovación empresarial que ofrece una combinación comercial de productos y servicios que pueden satisfacer los deseos y necesidades de un cliente, con mayor valor agregado y menor impacto ambiental en comparación con un sistema o producto existente. Posteriormente Vezzoli, Ceschin y Diehl (2015) redefinen a los sistemas producto-servicio sostenibles SPSS como la oferta de modelos que proveen una combinación integrada de productos y servicios que juntos pueden satisfacer una demanda particular del cliente para entregar una unidad de satisfacción, basado en interacciones innovadoras entre las partes interesadas del sistema de producción de valor *sistema de satisfacción*, donde el interés económico y competitivo de los proveedores busca continuamente una nueva solución ambiental. Social y éticamente beneficiosa.

Mont (2002) define a los sistemas de producto servicio sostenible como sistemas de productos, servicios, redes de soporte e infraestructura diseñada para ser competitiva, satisfacer las necesidades de los clientes y tener un menor impacto ambiental que los modelos de negocios tradicionales. Resalta que los sistemas de producto servicio sostenibles se centran en abordar la fase de uso para reducir la carga ambiental total del consumo. Sin embargo, es necesario considerar cuidadosamente el impacto de otras fases, como las actividades de producción y postproducción.

Por otra parte, Vezzoli et al (2018) se preguntan:

Dentro de la actual crisis social, ambiental y económica, ¿cuáles son las oportunidades para innovar hacia la sostenibilidad? ¿Conocemos alguna oferta o modelo de negocio capaz de crear (nuevo) valor, desvinculado del consumo de materiales y energía? En otras palabras, ¿existe alguna alternativa para reducir significativamente el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción y consumo? (p. 41).

Al respecto, Mylan (2015) sostiene que hay pocos ejemplos a gran escala en que los sistemas de producto servicio sostenible han reemplazado los modos existentes de entrega de necesidades del consumidor. Este autor presenta tres miradas para entender la falta de difusión de los sistemas de producto servicio sostenibles.

La primera mirada sugiere que sería mejor entender a los SPSS como transformadores en lugar de satisfactor de las necesidades del consumidor. Muchos estudios de sistemas de producto servicio sostenible se centran en

desarrollar formas nuevas y más sostenibles de satisfacer las necesidades de los clientes existentes, por ejemplo, la definición de Mont (2002) citada más arriba.

Las estrategias para aumentar la aceptación del usuario, por lo tanto, tienen como objetivo hacer coincidir el diseño de sistemas de producto servicio sostenible con las necesidades de los consumidores. El problema con este enfoque es el supuesto subyacente de que la necesidad en sí misma es estable y existe más allá del contexto práctico y cultural dentro del cual se cumple. Contrariamente a esta suposición, la práctica enfatiza la naturaleza heterogénea y recursiva de la creación y existencia de necesidades. También destaca que es probable que la difusión de sistemas de producto servicio sostenible coincida con la transformación de la práctica y la necesidad en sí. Por lo tanto, las innovaciones en sistemas de producto servicio sostenible no pueden asignarse directamente a las prácticas y necesidades existentes, sino que deben abordarse como un proceso de alineación transformacional en el que las prácticas y las necesidades se transforman junto con nuevos productos, modelos de negocios e infraestructuras.

La segunda perspectiva sugiere que las prácticas con elementos estrechamente acoplados probablemente sean más resistentes a la absorción de innovaciones, debido al requisito de acompañar las alternancias en habilidades o significados. En los casos en que esto implica la alteración de los significados, es probable que la difusión sea particularmente difícil. Cuando los elementos de una práctica están más débilmente acoplados, la difusión puede ocurrir con una interrupción relativamente pequeña en toda la práctica. Al llevar esta idea un paso más allá se podría argumentar que los significados a menudo proporcionan el enlace más profundo para el acoplamiento (apretado o suelto) entre elementos. El estímulo para de la difusión de sistemas de producto servicio sostenible dentro de las prácticas donde los significados están estrechamente relacionados requerirá una mayor inversión en la presentación de imágenes alternativas y visiones de lo que significa utilizar modos alternativos de provisión de servicios.

La tercera idea es que la difusión de sistemas de producto servicio sostenible se realizará más fácilmente dentro de las prácticas que están menos vinculadas a otras prácticas.

Podría decirse que la contribución de los sistemas de producto servicio sostenible a la sostenibilidad de la sociedad se basa en su difusión generalizada y el reemplazo de los modos de provisión existentes. Por lo tanto, es importante mejorar la comprensión de los procesos que influyen en la difusión y la adopción de los sistemas de producto servicio sostenible.

Por otra parte, hay que considerar que no todos los sistemas producto-servicio son ambientalmente amigables. Al respecto Vezzoli et al (2018) sostienen que “Es importante subrayar que no todos los cambios a sistemas producto-servicio dan como resultado beneficios ambientales: un sistema producto-servicio debe diseñarse, desarrollarse y entregarse específicamente para que sea altamente ecoeficiente” (p. 48).

Finalmente es necesario considerar la resistencia a implementar nuevos sistemas producto-servicio. En esta línea Richter, Glaser y Bulander (2019) identifican y examinan los modelos de diseño de sistemas producto-servicio y los comparan con los retos para desarrollarlos e implementarlos.

2.4.3. El diseño de servicios

A pesar del potencial en términos de sostenibilidad que tienen los servicios y por lo tanto la orientación hacia una economía de servicios, el diseño de servicios no ha tenido aun una aceptación amplia. Esto se debe principalmente a que en el diseño de servicios no se acostumbra a configurar objetos para su materialización. Al respecto Hoolohan y Browne (2020) sostienen que “Las intervenciones de sostenibilidad no se posicionan normalmente como actividades de diseño, hacerlo permite conocer las prácticas y las herramientas de las que dependen los profesionales para desarrollar iniciativas” (p. 124).

En el mismo sentido muchas actividades de planificación y gestión se excluyen del proceso de diseño. Hoolohan y Browne (2020) defienden la posición contraria al afirmar que “Es apropiado que la planificación de la intervención se enmarque como una práctica de diseño” (p. 125).

Regresando a los orígenes del diseño de servicios como disciplina se sostenía que:

Es evidente que, si los cambios en un servicio se producen al azar o sin el marketing como fuerza de control, el marketing no puede pretender ejercer más que influencia oral en cualquier servicio. Por otra parte, si no existe ningún diagrama y el comportamiento del cliente hacia el servicio cambia, el

comercializador no podrá dar cuenta del cambio ni modificar científicamente el servicio hacia la máxima eficiencia.

Tanto el modelo molecular como el diagrama del servicio pueden mejorar sustancialmente la capacidad del encargado de marketing para diseñar, administrar y modificar servicios, y es un paso importante hacia la racionalización del trabajo de ese encargado y el verdadero alcance de su responsabilidad. (Shostack 1982).

Es necesario observar que quién crea el concepto de diseño de servicios como parte de un sistema producto-servicio, coloca la responsabilidad de diseñarlos en el personal de marketing de una empresa.

Por otra parte, Goldstein, Johnston, Duffy y Rao (2002) sostienen que:

Una organización de servicios solo puede brindar un servicio después de integrar (o subcontratar) inversiones en numerosos activos, procesos, personas y materiales. Al igual que la fabricación de un producto compuesto por cientos o miles de componentes, los servicios también constan de cientos o miles de componentes. Sin embargo, a diferencia de un producto, los componentes del servicio a menudo no son entidades físicas, sino que son una combinación de procesos, habilidades de las personas y materiales que deben integrarse adecuadamente para dar como resultado el servicio planificado o diseñado. (p. 121).

Al tratar la necesidad de un modelo de Diseño distinto, Jørgensen, U. (2012) sostiene que los diseñadores como protagonistas del cambio actúan en todos los niveles de la sociedad y necesitan ayuda en términos de mapeo en su navegación a través de los sistemas de innovación, llenos de visiones conflictivas, instituciones e innovaciones en competencia.

La pregunta es ¿cómo los diseñadores pueden tener en cuenta estas relaciones mutuas y complejas durante sus actividades de diseño? y ¿qué enfoque sistemático, en términos de una primera categorización de múltiples ciclos de diseño en diferentes niveles de actividad social, podría potencialmente ayudar a los diseñadores a manejar efectivamente este proceso complejo, en términos de su posición y rol con respecto a las diferentes fases de diseño y niveles de actividad?

Para responder a esta inquietud, Joore y Brezet (2014) sugieren la necesidad de un modelo de apoyo al diseñador con características específicas: Primero, el modelo debe proporcionar información sobre el desarrollo de un nuevo producto físico o un nuevo sistema producto-servicio, así como en los desarrollos que se producen en la sociedad en su conjunto. En segundo lugar, el modelo debería proporcionar información sobre la relación entre los problemas y los objetivos funcionales y operativos, por una parte, y los

problemas y objetivos sociotécnicos y sociales más abstractos, por otra. En tercer lugar, el modelo debería ofrecer información sobre estos procesos de cambio de tal manera que los procesos de diseño, los procesos de cambio o los procesos de transición se describan de una manera coherente y mutuamente comparable que pueda utilizarse para estructurar futuras iniciativas basadas en el diseño.

El modelo de diseño multinivel (MDM) propuesto por Joore y Brezet (2014) combina dos características que se encuentran en los modelos de diseño e innovación actualmente existentes y que no se han combinado anteriormente. Primero, un enfoque de diseño cíclico e iterativo que sea lo suficientemente genérico para describir tanto el proceso de diseño de nuevos productos tangibles como los nuevos sistemas de producto-servicio, así como para describir de manera simplificada la forma en que pueden tener lugar los procesos complejos de cambio social. Segundo, un enfoque de sistema jerárquico, donde se aplica una descripción similar del proceso de diseño, cambio o transición en cada nivel del sistema.

Es necesario notar que dada una ampliación del alcance del diseño es necesario un papel cambiante del diseñador. Este rol jugado por el diseñador ha pasado del desarrollo de objetos tangibles a sistemas de productos y servicios combinados al desarrollo de sistemas complejos. Por su parte, Markussen (2013) propone el activismo para el diseño y lo define como la representación del papel central del diseño en promover cambio social incrementando la atención acerca de valores y creencias y cuestionándose las restricciones que la producción y el consumo producen en la vida diaria.

En 1959, el Consejo Internacional de Sociedades de Diseño Industrial definió a un diseñador industrial como alguien que está calificado por capacitación, conocimiento técnico, experiencia y sensibilidad visual para determinar los materiales, mecanismos, forma, color, acabados de superficie y la decoración de los objetos que se reproducen en cantidad por procesos industriales (ICSID, 1959).

La definición actual describe el diseño como una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetos, procesos, servicios y sus sistemas en ciclos de vida completos. Por lo tanto, el diseño es el factor central de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crucial de intercambio cultural y económico. (CIADI, 2010).

CIADI (2010) explica además que el objetivo del diseño es mejorar la sostenibilidad global y la protección del medio ambiente, brindar beneficios y libertad a toda la comunidad humana, individual y colectiva, y apoyar la diversidad cultural a pesar de la globalización del mundo. Hoy en día, el importante papel que los diseñadores pueden tener en los procesos de innovación hacia una sociedad sostenible también está respaldado a nivel político.

Eso significa que los diseñadores están evolucionando de ser los autores individuales de objetos o edificios, a ser los facilitadores del cambio entre grandes grupos de personas (Thackara, 2006).

Sin embargo, los procesos de diseño no siempre son los mismos. La siguiente cita lo ejemplifica.

El proceso de diseño de un producto, por ejemplo, un vehículo nuevo, es algo diferente al diseño de un servicio de transporte. Sin mencionar el desarrollo de un sistema de transporte regional completamente nuevo que incluye infraestructura innovadora y regulaciones gubernamentales adaptadas. El nuevo vehículo puede ser parte del servicio de transporte e incluirse en el sistema de transporte regional, pero el límite del sistema de cada uno de estos diseños varía considerablemente. (Joore y Brezet 2014).

Es importante darse cuenta de que cada tipo de diseño requiere una experiencia específica. Un diseñador gráfico es diferente a un diseñador de moda, y un diseñador de paisajes necesita habilidades diferentes en comparación con un diseñador de juegos. El diseño industrial es una especialidad en sí misma, donde los especialistas están capacitados para desarrollar nuevos productos o artefactos físicos que se originan a partir de una acción humana o un proceso de maquinado. Igualmente, el diseño de los sistemas de productos y servicios es una especialidad de diseño específico con sus propias características, herramientas, métodos y conocimientos.

Por su parte Wetter-Edman (2011) sugiere adoptar una perspectiva del diseño desde la lógica de los servicios. Sostiene que la relación entre gestión de servicios y diseño de servicios es complementaria, particularmente en herramientas y métodos para la participación del usuario y la cocreación, y por lo tanto la relación es mutuamente productiva. Además, sostiene que la práctica del diseño puede ayudar a aplicar lo que denomina lógica del servicio dominante, y una perspectiva del servicio puede ayudar a abrir nuevas posiciones para la práctica del diseño. Por otra parte, Wetter-Edman (2014)

concluye que los diseñadores cambian dimensiones fundamentales en las narrativas a través de su interpretación.

Un análisis de los métodos que se emplean actualmente para el diseño de sistemas producto-servicio se hace necesario para profundizar en la manera como se entiende el ámbito de acción de los diseñadores de estos sistemas.

Shostack (1982) establece un método de cinco pasos en el que los primeros cuatro aportan los elementos para el quinto que los sintetiza. El método empieza por identificar los elementos de servicio y los productos que forman parte de la oferta al consumidor. El segundo paso será describir los enlaces que relacionan estos elementos entre sí. Luego se procederá a describir las evidencias periféricas y esenciales y como cuarto paso se añadirán los elementos de marketing divididos en tres grupos: La estrategia de distribución, el esquema de costos y precios y la imagen y promoción del sistema. Finalmente, los productos de estos cuatro pasos se muestran en un mapa del sistema producto-servicio, este mapa conocido como *blueprint* es todavía una de las formas más utilizadas para ilustrar un sistema producto-servicio.

Moreli (2003) propone el más extenso de los métodos analizados consistente en siete pasos. El primero al que el autor denomina propuesta de valor consiste en la definición de las necesidades que debe cumplir el sistema producto-servicio. Luego deberá realizarse un análisis de mercado consistente en la definición de grupo objetivo y patrones de uso y el análisis de servicios similares y relacionados. El tercer paso será la definición de producto y servicio, esto es la definición de la arquitectura y funcionalidades principales del sistema producto-servicio. El cuarto paso consiste en realizar un análisis de casos de uso, en este se hará un análisis de varias condiciones de uso sobre la base de la investigación y la información disponibles. Las hipótesis generadas en esta fase se utilizan para definir funciones clave, requisitos y prioridades. El quinto paso consiste en elaborar la arquitectura tentativa. En esta fase se propone un servicio provisional o prototipo, sobre la base de las indicaciones generadas en las fases anteriores. En la sexta etapa el prototipo se somete a prueba. La arquitectura tentativa se prueba para generar patrones de uso y otras indicaciones sobre la efectividad de la solución tentativa. Finalmente se

hace ajustes en base a esta prueba para obtener la definición final, lo que el autor denomina redefinición de la arquitectura tentativa.

Viladás (2010) propone un desarrollo en cinco pasos que consiste en las siguientes operaciones: Primero observar sobre el terreno y documentar, esto con los fines de captar las demandas implícitas o latentes de las personas y para contextualizar el servicio. Segundo procesar la información y proponer, esto implica ordenar los datos recopilados, conceptualizar respuestas a las expectativas detectadas y proponer acciones a partir del material hallado. El tercer paso consiste en comunicar y compartir mediante dos tipos de herramientas, los mapas y las narrativas. El cuarto paso será prototipar y probar las interacciones entre personas, las interacciones entre personas y artefactos y las interacciones entre artefactos. Finalmente, el quinto paso será sintetizar y presentar.

Kim, Lee, Kim y Do (2012) proponen un proceso de Diseño de sistemas producto-servicio sistemático compuesto de seis fases principales. Primero la Identificación de requisitos y selección de valor. Segundo el diseño de la actividad de los interesados *stakeholders*. Tercero el modelado del funcionamiento del sistema producto-servicio. Cuarto el mapeado de las funciones y actividades y la generación del concepto del sistema producto-servicio. El quinto paso consiste en conceptualizar el sistema producto-servicio a nivel de detalle. Finalmente, el prototipado del concepto.

El papel de la fabricación en el proceso de diseño ha ido creciendo, tomando nuevas formas e involucrando a nuevos jugadores durante los últimos 10 años. Donde una vez vimos principalmente a los diseñadores usando la creación para dar forma al futuro, hoy podemos ver a diseñadores y no diseñadores trabajando juntos, utilizando la creación como una forma de darle sentido al futuro. (Sanders y Stappers, 2014).

Se debe llevar a cabo varios pasos de diseño específicos para proceder con el proceso de diseño. Estos pasos de diseño son el análisis de los pasos del ciclo de vida, la identificación de las partes interesadas y los requisitos, la identificación de valores basada en el marco de valores compuesto por valores económicos, ecológicos y de experiencia, generación de escenarios del sistema, modelo de servicio con modelos de actividad basados en el contexto, análisis del modelo de negocio. Análisis de función del sistema y representación del sistema con vinculación entre elementos de servicio y

producto. Los pasos mencionados anteriormente se abordan de manera iterativa durante el proceso de diseño del sistema producto-servicio. Se debe tener en cuenta que el diseño de la actividad de las partes interesadas constituye la esencia del proceso de diseño del sistema, donde las actividades de detalle se modelan utilizando el método de modelado de actividades basado en el contexto.

Design Council (2015) presenta el proceso de diseño de doble diamante, modelo de cuatro fases: Descubrir, definir, desarrollar y entregar. El inicio de un proyecto es un período de descubrimiento, que reúne inspiración e ideas, identificando las necesidades de los usuarios y desarrollando ideas iniciales. El primer cuarto del modelo de doble diamante cubre el inicio del proyecto. Los diseñadores intentan mirar el mundo de una manera nueva, notando cosas nuevas y buscando inspiración. Recopilan ideas, desarrollando una opinión sobre lo que ven, decidiendo qué es nuevo e interesante, y qué inspirará nuevas ideas. Los métodos específicos incluyen: investigación de mercado, investigación de usuarios, administración, planificación y diseño.

El segundo cuarto representa la fase de definición, en la que los diseñadores intentan comprender todas las posibilidades identificadas en la fase de descubrimiento. ¿Qué es lo que más importa? ¿En qué debemos actuar primero? El objetivo aquí es desarrollar un resumen creativo claro que enmarque el desafío de diseño fundamental para la organización. Métodos clave durante la fase de definición son: desarrollo del proyecto, gestión del proyecto y aprobación del proyecto.

El tercer cuarto marca un período de desarrollo donde se crean, se crean prototipos, se prueban y se iteran soluciones. Este proceso de prueba y error ayuda a los diseñadores a mejorar y refinar sus ideas. Las actividades y objetivos clave durante la fase de desarrollo son: lluvia de ideas, creación de prototipos, trabajo multidisciplinario, gestión visual, métodos de desarrollo y pruebas.

El último cuarto del modelo de doble diamante es la fase de entrega, donde el producto o servicio resultante se finaliza y se lanza. Las actividades y objetivos clave durante esta etapa son: pruebas finales, aprobación y lanzamiento, objetivos, evaluación y ciclos de retroalimentación.

Figuroa, Mollenhauer, Rico, Salvatierra y Wuth (2017) proponen un modelo de cinco etapas: Identificar y comprender, analizar y problematizar, conceptualizar y formalizar, testear e iterar e implementar y evaluar. La primera etapa consiste en la definición del contexto inicial y del contexto interno junto con la descripción del entorno y la detección de factores influyentes e informantes clave. Para ello utiliza como instrumentos la observación y las entrevistas. La segunda etapa implica la organización de los hallazgos y la construcción de arquetipos junto a un análisis de la experiencia actual y el mapeo de actores para finalmente plantear la redefinición del desafío. La tercera etapa inicia con la definición de los pilares del servicio, la revisión de antecedentes y referentes para continuar con la generación de propuestas usando para ello una lluvia de ideas y su posterior análisis. La etapa finaliza con la exploración prospectiva del servicio y el prototipado. La cuarta etapa es el testeo para poder realizar un análisis iterativo de ideas. La quinta y última etapa incluye una sincronización interna y externa, la generación de briefs y la planificación de la implementación.

En la siguiente tabla se realiza una síntesis de los métodos analizados, sus fases de desarrollo y los elementos que cada autor considera que deben ser tomados en cuenta durante el diseño.

Tabla 1 Elementos del sistema producto-servicio

Metodologías		Shostack	Moreli	Viladás	Kim y otros	Design Council	Figuroa y otros
Año		1984	2003	2010	2012	2015	2017
Procesos	Identificar los elementos de servicio y los productos	Propuesta de valor Análisis del mercado	Definición del producto y del servicio	Observar y documentar	Identificación de requerimientos y selección de valor	Descubrir	Identificar y comprender
	Describir los enlaces	Análisis de caso	Arquitectura tentativa	Procesar la información y proponer	Diseño de la actividad de los interesados	Definir	Analizar y problematizar
	Describir las evidencias periféricas y esenciales				Modelado del funcionamiento del sistema producto-servicio		
	Añadir los elementos de marketing	Mapear del sistema producto-servicio	Arquitectura tentativa	Comunicar y compartir	Mapeado de las funciones y actividades y la generación del concepto del sistema producto-servicio	Desarrollar	Conceptualizar y formalizar
			Definición final	Sintetizar y presentar	Prototipado del concepto	Entregar	Implementar y evaluar
Definición de valor	Servicios prestados	si	si	si	si	si	si
	Producto vendido	si	si	no	si	si	no
Elementos del sistema	Evidencia periférica	si	no	no	no	no	no
	Evidencia esencial	si	no	no	no	no	no
	Entorno	no	no	no	si	no	si
	Equipamiento	no	no	no	no	no	no
	Relaciones entre productos y servicios	si	no	no	si	no	si
	Relaciones entre personas	no	no	si	si	no	si
	Experiencia del consumidor	no	no	no	no	no	si
Marketing del sistema	Distribución	si	no	no	no	no	no
	Precio	si	no	no	no	no	no
	Imagen	si	no	no	no	no	no
Prueba	Prototipo del servicio	no	si	si	si	si	si
	Prueba del servicio	no	si	si	no	si	si
Stakeholders	Consumidor	Necesidades	no	si	si	si	si
		Grupo objetivo	no	si	no	si	si
		Patrones de uso	no	si	si	si	no
	Prestador de servicio	no	no	no	si	no	si
	Otros interesados	no	no	no	si	no	si
Documentación	Mapa del sistema	si	no	si	si	si	no
	Narrativas	no	no	si	no	si	no
	Modelo de negocio	no	no	no	si	no	no

Fuente: Elaboración propia

Balaji, B. (2018) en su artículo titulado Evidencia física: Elementos, tipos y papel de la evidencia física en el marketing de servicios, hace un análisis de los elementos físicos del sistema producto-servicio y la relación con los usuarios. En este análisis establece el rol que pueden desempeñar estos elementos físicos como diferenciadores del servicio y como esa diferenciación puede marcar una ventaja competitiva. Las organizaciones de marketing de servicios también intentan utilizar pistas tangibles para fortalecer el significado de sus productos intangibles. Estos elementos que ayudan a hacer el servicio más tangible también lo hacen más fácil de retener mentalmente. Según el autor, hay dos formas en las que se puede hacer que un servicio sea más fácil de comprender mentalmente.

Primero asociar el servicio con un objeto tangible que sea percibido más fácilmente por el cliente. Este enfoque se puede usar en mensajes publicitarios donde la naturaleza intangible del servicio se transfiere a objetos tangibles que representan ese servicio. Estos pueden tener más importancia y significado para los clientes. Es más fácil para el cliente comprender lo que significa su servicio en comparación con sus competidores.

Este enfoque es obviamente vital para:

- Utilizar objetos tangibles que el cliente considera importantes y que se buscan como parte del servicio. Usar objetos que los clientes no valoran puede ser contraproducente.
- Asegurar que la promesa implícita por estos objetos tangibles se entregue cuando se utiliza el servicio. Es decir, la calidad de los bienes debe estar a la altura de la reputación que implica la promesa.

Si no se cumplen estas condiciones, se pueden crear asociaciones incorrectas, sin sentido y dañinas.

Segundo enfocarse en la relación Comprador-vendedor. Este enfoque se centra en la relación entre el comprador y el vendedor. Se alienta al cliente a identificarse con una persona o grupo de personas en la organización de servicio en lugar de hacerlo con los servicios intangibles. Las agencias de publicidad utilizan ejecutivos de cuenta; las agencias de investigación de mercado reúnen equipos de clientes; El banco utiliza banqueros «personales».

Todos fomentan un enfoque en las personas que prestan servicios en lugar de en los propios servicios.

A pesar de la importancia que tienen dentro del sistema es notoria la poca atención que reciben estos elementos físicos en los procesos de diseño analizados.

Balaji, B. (2018) incluye entre la evidencia esencial al entorno. Los edificios y espacios en los que se presta el servicio solo han sido considerados en la metodología de Kim y otros.

Aunque a menudo se lo describe como un tema de gran relevancia desde principios de la década de 1970. Kotler (como se citó en Auber Gamet, 1997) mira a la atmósfera como una herramienta de marketing. El papel del soporte físico en la gestión de marketing de servicios solo ha recibido una atención específica por parte de Bitner (1992), quien señala que, a través de una gestión cuidadosa y creativa del paisaje de servicios, las empresas pueden contribuir al logro de los objetivos de marketing externos y los objetivos organizacionales internos.

Bitner (1992) bautiza al entorno como *servicescape* que podría traducirse como paisaje de servicios y sostiene que, aunque los administradores continuamente planean, construyen, cambian y controlan el entorno físico de una organización, con frecuencia no comprenden y no son conscientes del impacto que estos cambios provocan en los usuarios.

A pesar de la importancia que tienen los elementos físicos incluido el entorno, dentro de un sistema producto-servicio, de una manera u otra se ven excluidos y relegados al momento de concebir y diseñar el sistema. No se los ignora, se los toma en cuenta y aparecen en los mapas y las narrativas que describen el sistema, pero no se los diseña como parte de este. Se adapta productos existentes para incorporarlos al sistema o se diseñan por fuera a modo de un subcontrato.

Shostack (1982) describe a estos elementos físicos a los que ella denomina evidencias esenciales como cuasi productos y los considera el corazón de la imagen, los anuncios y la promoción del servicio. La autora pone como única característica de estos elementos el hecho de no poder ser poseídos por el consumidor.

La intención de este trabajo está en dar a los elementos físicos y al equipamiento necesarios para proporcionar un servicio mayor protagonismo, entenderlos como un bien de servicio y considerar su diseño parte esencial del proceso de diseño de un sistema producto-servicio.

Finalmente, y a modo de síntesis se presenta un gráfico que resume las ideas del marco teórico más relevantes para esta tesis.

Ilustración 1 Marco teórico



Elaborada por el autor

2.5. Estado de la cuestión

Tras una investigación bibliográfica exhaustiva, se encontró que no existen investigaciones que estudien a los servicios o a los sistemas producto-servicio desde la perspectiva del diseño de los componentes físicos del sistema, esto es desde la configuración formal y material de las denominadas evidencias físicas de la prestación del servicio. Tampoco se encontraron investigaciones que analicen la operación de diseño de servicios desde un enfoque que no sea el de la gestión de los procesos. Finalmente, no se encontró estudios acerca de la gestión integral de residuos sólidos como resultado de una operación de diseño de servicios.

Si bien existen estudios que analizan el diseño de servicios, así como el diseño de los sistemas producto-servicio, lo hacen desde la administración y en particular desde la gestión de los procesos e interacciones que se generan durante la prestación de un servicio.

Los estudios previos que más relación tienen con los temas abordados por esta tesis los componen los trabajos de Lynn G. Shostack² (1982). Las investigaciones de Xenia Viladás (2010) constituyen aportes vitales a este estudio, ya que son las primeras que dan cuenta de las problemáticas de los diseñadores en la mejora de una idea de negocio basado en la prestación de servicios. Si bien otras publicaciones mencionan esto (Bitner, 1982; Stahl, 1997; Gadrey, 2000), solo en su caso la información es respaldada por investigaciones del trabajo conjunto entre el equipo de diseño y las demás áreas funcionales de la empresa. Existen además investigaciones y publicaciones en torno a otros aspectos del diseño de servicios o de sistemas producto-servicio con tendencia al servicio (Neely, 2010; Baines, Lighfoot y Smart, 2011; Gebauer, Gustavson y Wistell, 2011; Bozkurt y Kamer, 2014).

Mencionado esto, se seleccionó y analizó el material bibliográfico existente en torno al tema abordado por esta tesis. se rescatan los antecedentes más significativos, y con el fin de presentar este estado del arte de un modo claro, el mismo se ha organizado en los cuatro ejes que ordenan el desarrollo de cada parte de la investigación:

² Vicepresidente de Citybank en Nueva York y directora de marketing de ese banco para los Estados Unidos de América cuando escribió el artículo en el que crea el concepto de sistema producto-servicio.

- Los sistemas de gestión integral de desechos sólidos
- Los sistemas producto-servicio
- La economía de servicios
- El diseño de servicios

Dentro de cada eje, los trabajos se han ordenado y descrito brevemente a fin de comprender la vinculación con el objeto de esta investigación. Eso permite posicionar este estudio en el campo; exponer cuánto conocimiento acumulado hay en relación con el tema y qué aporte distintivo genera el mismo.

2.5.1. Los sistemas de gestión integral de residuos sólidos

“Los servicios públicos suelen formar parte de organizaciones grandes y complicadas, lo que dificulta la innovación. El uso de un proceso colaborativo como el codiseño significa que los usuarios y proveedores pueden comprender sus roles y responsabilidades en el diseño, la entrega y la mejora de cualquier servicio” (Thurston, 2009, p. 157). por otra parte, “Los gobiernos necesitan aprender un nuevo conjunto de habilidades: cómo innovar y servir al público, no solo siendo competentes en el presente, sino también estando preparados para el futuro” (Mulgan, 2007, p. 26). La motivación de los proveedores de servicios para innovar depende de factores globales, contextuales y situacionales (Cadwallader et al., 2010).

Los puntos de encuentro, discusión y divulgación más concurridos en Latinoamérica acerca de la gestión de residuos sólidos son los congresos interamericanos de residuos sólidos organizados por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria AIDIS y su División de Residuos Sólidos DIRSA: Quito – Ecuador del 1 al 3 de junio de 2011; Lima – Perú, del 22 al 24 de mayo de 2013; El Salvador del 12 al 15 de abril de 2015; Cuenca - Ecuador, del 25 al 28 de abril de 2017. La última edición se llevó a cabo del 22 al 24 mayo de 2019 en Asunción, Paraguay. Debido al nivel de investigación y a la experiencia de los técnicos ecuatorianos, 2 de las 8 ediciones de este congreso se han realizado en Ecuador. Esto ha generado un extraordinario interés por el tema principalmente entre estudiantes de Ingeniería Sanitaria y Ambiental al punto que la Universidad Central del Ecuador está próxima a abrir la primera maestría en Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo programa académico incluirá el Ecodiseño y el Diseño de Servicios.

A pesar de que “Necesitamos con urgencia comprender las relaciones entre la formulación de políticas, la implementación y el diseño de políticas” (Junginger, 2013, p. 1). Los temas de discusión en estos congresos y en las publicaciones que de ellos se derivan se dividen en diferentes líneas de investigación, principalmente: Recuperación energética, compostaje, recuperación de materias primas; responsabilidad extendida del productor; administración de los sistemas, políticas públicas y determinación de tarifas; manejo de rellenos sanitarios y tratamiento de lixiviados; impacto económico y ambiental de los sistemas; responsabilidad social. Sin embargo, “La innovación pública no puede simplemente institucionalizarse o planificarse. Pero hay muchas cosas que los gobiernos pueden hacer para mejorar las posibilidades de que las nuevas ideas creen valor para el público” (Mulgan, 2007, p. 27). Sin embargo, “Todos los gobiernos necesitan instituciones para catalizar la innovación. Los mejores alcaldes y ministros reconocen esto y establecen equipos dedicados, unidades y fondos para estructurar e integrar métodos y prácticas de innovación en el gobierno” (Puttick, Baek y Colligan, 2014). “A menudo la innovación se confunde con la invención, y esta última se toma como un hecho más o menos aislado, producto de la genialidad o la inspiración de la persona o del equipo que la realizó” (Rodríguez Herrera y Alvarado Ugarte, 2008, p. 23).

En el mismo sentido, las autoridades deben apoyar las acciones de la comunidad “con actividades y plataformas instrumentales, significa ayudarlos a actuar de manera más fluida y eficiente, eliminando factores perturbadores y maximizando los satisfactorios” (Meroni, 2007, p. 13).

Por otra parte, un tema que se discute poco al referirse a la gestión de residuos, pero mucho al tratar la política pública es el tratamiento de la información.

Es notorio que las discusiones nacen de la ingeniería o de la administración de empresas públicas, pero no desde el diseño de servicios. En este sentido se puede encontrar que es posible generar valor económico a través de una política de datos abiertos.

Los sectores público y privado han comenzado a adoptar *big data* y análisis para mejorar la productividad y permitir la innovación. Hemos documentado el tremendo potencial económico que se puede desbloquear mediante el uso de los crecientes volúmenes y la diversidad de datos en tiempo real (p. Ej., Redes

sociales, flujos de tráfico) para tomar mejores decisiones en una amplia variedad de sectores, desde el cuidado de la salud hasta la fabricación y el comercio minorista. a la administración pública. (Manyika et al., 2011).

En el mismo sentido Chui, Farrell y Kuiken (2013) sostienen algunas de las motivaciones clave para las iniciativas de datos abiertos incluyen promover la transparencia en la toma de decisiones y estimular una mayor participación ciudadana. “Los servicios son a menudo vistos como innovadores en la medida en que puedan ser integrados en las nuevas tecnologías” (Rubalcaba, 2015, p. 42). Los principales desafíos de las innovaciones en los servicios no son simplemente introducir nuevas ideas, sino también implementarlas de manera efectiva y eficiente (Cadwallader et al., 2010).

2.5.2. Los sistemas producto-servicio

Siguiendo la línea de lo propuesto por Shostack (1984) es poco probable encontrar servicios puros, así como bienes puros, más bien la mayoría de los productos se encuentran en algún lugar del continuum del servicio formando una combinación inseparable de bienes y servicios a la que se ha denominado sistema producto-servicio. Acerca de este tipo de sistemas hay publicaciones que van desde su clasificación hasta su uso como herramienta de gestión ambiental pasando por la práctica social y el comportamiento de los consumidores. Hay también aquellas publicaciones que ponen énfasis en relaciones entre usuarios o consumidores y productores o prestadores de servicios. Al centrarse en las interacciones y colocar a los clientes en el centro del proceso de diseño, los bienes y servicios físicos se convierten en un conjunto de elementos de apoyo que los clientes seleccionan e integran en sus prácticas para cocrear valor (Meroni y Sangiorgi, 2011). A pesar de esto “la conceptualización convencional de la innovación domina sobre el producto o los medios de producción” (Drejer, 2010, p. 552).

Por otra parte, Yang, Xing y Lee (2010) sostienen que en las categorías orientadas al uso y orientadas a los resultados, el componente de servicio se considera la parte central, mientras que los productos físicos son solo portadores para la prestación de servicios.

En cuanto a su clasificación, Manzini, Vezzoli y Clarck (2001) un elemento importante de un sistema producto-servicio es que la necesidad de un

consumidor se satisface vendiendo la utilidad en lugar de proporcionar un producto. En esencia, el derecho de propiedad del producto no se transfiere de productor o proveedor de servicios a un cliente. Los sistemas producto - servicio se deben revisar a la luz de estrategias de gestión ambiental. Los sistemas producto – servicio se pueden clasificar en tres categorías:

- Servicios que proporcionan valor agregado al producto: en el cual una empresa puede vender servicios adicionales, como una garantía, para garantizar la funcionalidad o la durabilidad de un producto que es propiedad del consumidor.
- Servicios que proporcionan resultados finales: en el que una empresa puede ofrecer una combinación personalizada de servicios, como sustituto de la compra y el uso de productos individuales que proporcionan un resultado final específico con un bajo nivel de participación del cliente; y
- Servicios que ofrecen plataformas habilitadoras: en las que una empresa puede ofrecer acceso a productos, herramientas, oportunidades o capacidades *plataformas* que permiten a los clientes obtener los resultados que desean.

Por otra parte, Piscicelli, Cooper y Fisher (2014) proponen a los sistemas producto-servicio como facilitadores del consumo colaborativo. El consumo colaborativo es un modelo socioeconómico emergente basado en compartir, alquilar, regalar, trocar, canjear o prestar. Hecho posible a través de la interacción de la comunidad y, cada vez con más frecuencia, el uso de tecnologías de red; estas formas alternativas y más sostenibles de consumir han atraído una creciente atención por su potencial para evitar nuevas compras, intensificar el uso de activos improductivos, y promover la reutilización de posesiones que ya no se quieren. No obstante, el empleo de sistemas de servicio producto que permiten el consumo colaborativo es todavía muy limitado. En este trabajo los autores investigan cómo los valores de los consumidores pueden influir en la aceptación, adopción y difusión del consumo colaborativo.

El trabajo revisa dos marcos teóricos utilizados para entender el comportamiento proambiental: Los modelos psicosociales del comportamiento

y la teoría de la práctica social. Viniendo de ámbitos disciplinares distintos, estos enfoques conceptualizan los valores de manera diferente. Los autores resuelven estas diferencias a través de métodos de estudio mixtos, examinan los valores empíricamente a través de un estudio de caso de un mercado en línea con sede en el Reino Unido donde las personas pueden prestar o pedir prestadas las unas a las otras objetos, espacios y habilidades. Luego presentan los resultados de un estudio cuantitativo que identificó y midió prioridades de valor entre los usuarios a través del *Portrait Values Questionnaire* de Schwartz³.

Concluyen con una discusión de la función de los valores en relación con el uso de sistemas producto-servicio que permiten el consumo colaborativo.

En cuanto a los instrumentos para el diseño de estos sistemas, Marilungo, Peruzzini y Germani (2016) sostienen que

Hay una falta de herramientas integradas capaces de ayudar a las industrias manufactureras tradicionales a implementar sistemas producto-servicio y apoyar a los diseñadores en el proceso de desarrollo de sistemas producto-servicio. Además, la evaluación de sistemas producto-servicio generalmente se lleva a cabo después del diseño del producto y no se integra directamente con la fase de diseño del servicio y el conocimiento del servicio. (p. 279).

Por el lado de los servicios “la función normativa de un sistema de servicios es conectar personas, tecnología e información a través de propuestas de valor con el objetivo de co-crear valor para todos los sistemas de servicios que participan en el intercambio de recursos” (Vargo, Lusch y Archpru Akaka, 2010, p. 135).

2.5.3. La economía de servicios

Tras la finalización de la Segunda Guerra Mundial y tras el gran proceso de industrialización que experimentan la mayoría de las economías desarrolladas, el punto de atención se altera y pasa a centrar su atención en el papel que desempeña el sector servicios, destacándose la relevancia que tiene el mismo desde una doble perspectiva. En primer lugar, porque la evolución y liberalización de determinados servicios pueden favorecer el crecimiento. Se trata especialmente del caso de los servicios financieros. Y, en segundo lugar, porque es un sector dinámico que en muchas ocasiones requiere de menos recursos financieros iniciales que el industrial para poder comenzar y llevar a cabo su actividad. (Galindo, 2009, p. 15).

³ El cuestionario de valores de retrato (PVQ) se basa en la teoría de valores de Schwartz. Schwartz y sus colegas en 2001 explicaron que diez valores individuales fundamentales influyen en las acciones humanas en cualquier momento.

“Hoy, la economía de servicios forma parte de la vida cotidiana. A diferencia de la economía industrial, la economía de servicios es veloz, se mueve dónde quiere y al mismo tiempo crea y se adapta a las tendencias sociotécnicas” (Fuad-Luke, 2013, p. 103). “La importancia de la internacionalización e innovación en servicios también radica en que estas actividades se han vuelto transversales al resto de la economía a partir del proceso conocido como *servitization*” (Santamaría, Nieto y Miles, 2012).

Los pocos estudios que hay acerca de la servitización presentan una mirada general de lo que sucede en países en vías de desarrollo (Neely, Benedettini, y Visnjic, 2011). “La escasa teoría de los servicios se debe a que muchos investigadores dan por hecho que los servicios son algo homogéneo, y por ello sus aportaciones son un tanto endebles” (Romero, 2014, p. 32). Hoy en día, el concepto de innovación también se está trasladando al ámbito social *innovación social*, donde generalmente se caracteriza por nuevas ideas desarrolladas para satisfacer las diversas necesidades sociales, contribuyendo así a la extensión de la cooperación. posibilidades y fortalecimiento de los lazos sociales (Mulgan et al., 2011). Sin embargo, “La innovación social tiene muchos desafíos en la práctica debido a la complejidad de la combinación de partes interesadas y sistemas ecológicos involucrados en la creación de un marco de co-creación de valor” (Yang y Sung, 2016, p.24). La innovación social está menos preocupada por la novedad, es el resultado de combinar elementos nuevos o existentes de diferentes organizaciones, disciplinas y sectores (Mulgan et al., 2011; Murray et al., 2011). “La economía social es fuente de innovación social. Sin embargo, si bien ya juega un papel clave en el desarrollo de nuevos modelos y servicios para satisfacer las necesidades sociales, podría desempeñar un papel aún mayor” (Murray et al., 2010, p. 141).

A pesar de esto la economía de servicios ha encontrado un espacio comercial importante en lo que Cardoso, Voigt y Winkler (2009) han denominado mercado para el internet de los servicios y que definen como: “... una lógica colección de servicios web cuya exposición y acceso están sujetos a restricciones, que son característicos de la prestación de servicios empresariales” (p. 16). Por su parte, Cadwallader et al. (2010) estudian la implementación de un nuevo sistema informático en línea y encuentran que el

proceso de implementación se beneficiará al brindar a los empleados del servicio una mayor autonomía en las tareas.

En el otro extremo, el de la fabricación de bienes de capital la economía de la funcionalidad permite modelos de negocio que no se centran en la venta de máquinas sino en el uso para el cliente, por ejemplo, en forma de máquinas continuamente disponibles. El modelo comercial determina la complejidad de los procesos de entrega. Las características de los Sistemas Producto-Servicio Industrial permiten cubrir todas las demandas del mercado (Meier, Roy y Seliger, 2010, p. 607).

Según López y Muñoz (2016) el comercio de servicios y el desarrollo es una discusión en curso, sostienen que “el comercio de servicios, su evolución y creciente participación en el desarrollo de los países, en conjunto con el renovado debate del papel de las políticas de desarrollo productivo, han abierto un área que requiere un mayor examen y comprensión” (p. 256).

En cuanto a la economía de servicios con orientación hacia asuntos ambientales el tema más recurrente es la economía circular debido a que entre los principios en los que se fundamenta esta se encuentran el ecodiseño y la promoción de una economía de la funcionalidad.

La discusión acerca de la economía circular puede clasificarse en cuatro áreas temáticas principales: teoría, política, estudio de casos y práctica. En la categoría de teoría se incluyen documentos que discuten el concepto de economía circular (Wu et al. 2014; Yu et al., 2014; George et al., 2015; Kalmykova y Rosado, 2015; Peck et al., 2015; Sauvé et al., 2016; World Economic Forum, 2016). La segunda categoría abarca documentos de política y legislación (Dutch Council for the Environment and Infrastructure, 2013; EEA, 2014; World Economic Forum, 2014; Comisión Europea, 2014a, 2014b, 2015a; EEA, 2016; WRAP, 2016). Los estudios de caso incluyen estudios de investigación y de desarrollo (Pauliuk et al., 2012; Wang et al., 2013; Zhu et al., 2013; Modaresi et al. 2014; Scholz y Roy 2014; Patricio et al. 2015; Riding et al. 2015; Smol et al. 2015; Wijkman y Skånberg, 2015; Wen y Meng 2015; Yu et al., 2015). La práctica por su parte refiere al desarrollo de productos que están actualmente en el mercado (World Economic Forum, 2014b; BMUB, 2015; Repair Cafe, 2015; Desso, 2015; EC 2015b; Google, 2015; MBDC 2015; Nutrient Platform NL, 2015; PowerParasol, 2015; Rabobank, 2015; Renault,

2015; Statoil, 2015; Tarkett, 2015; Chiho-Tiande Group, 2016; ESPP, 2016; Google, 2016 Unilever, 2016).

El tema de la economía circular ocupa un lugar destacado en la agenda política en particular en Europa (Comisión Europea, 2014a, b, 2015a), se espera que promueva el crecimiento económico mediante la creación de nuevas empresas y oportunidades de empleo, genere ahorro de los costos de los materiales, tenga como efecto la reducción de la volatilidad de los precios, una mayor seguridad de los suministros y, al mismo tiempo, reduzca los impactos ambientales. Se ha estimado que el ecodiseño, la reducción de desechos y la reutilización pueden aportar ahorros netos para las empresas de la Unión Europea de hasta 600.000 millones de euros, al mismo tiempo que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, Kalmykova, Sadagopan y Rosado (2017), argumentan que la difusión de la economía circular se ve obstaculizada porque el espacio político en la Comunidad Europea está actualmente poblado por enfoques divergentes. Además, no se ha elaborado ningún análisis de las estrategias de implementación disponibles ni de la experiencia de implementación de la economía circular que ya ha sido aplicada, por lo que, en particular, se excluye la aplicación efectiva de la economía circular y se pone en riesgo las inversiones previstas para su implementación.

Por otra parte, “la transición de la sociedad industrial a la era de los servicios amplía el alcance de la acción del diseñador” (Joly y Cipolla, 2013).

2.5.4. El diseño de servicios

“Si bien existe una amplia gama de modelos, métodos y herramientas para el desarrollo de bienes, el desarrollo de servicios difícilmente se ha convertido en un tema de la literatura científica” (Bullinger, Fähnrich y Meiren, 2003, p. 275). Según Blomkvist, Holmlid y Segelström (2010) el campo nació en 2001. Sin embargo, la investigación sobre el diseño de servicios se había realizado desde principios de la década de 1990. Un número bastante pequeño de investigadores realizó investigaciones en el campo durante unos quince años hasta que el tema ganó una atención generalizada. “A partir de los años ochenta se hizo evidente el interés por entender la gestión, la dinámica de las

empresas y la innovación en el sector de los servicios” (Cardona, Balza-Franco y Henriquez, 2017, p. 36).

“Hoy en día, el diseño de servicios que enfatiza características holísticas, multidisciplinarias e integradoras se ha convertido en un medio estratégico importante para que muchas organizaciones impulsen la innovación” (Yang y Sung, 2016, p. 21). El diseño de servicios integra gestión, marketing, investigación y diseño (Moritz, 2005).

En este sentido y en cuanto al diseño de servicios se refiere, uno de los estudios más recientes lo publican Del Giorgio Solfa, Amendolagine y Alvarado Wall (2018) en su artículo acerca de nuevos paradigmas para el diseño de productos. En él analizan las nuevas teorías y conceptos relacionados con la gestión del diseño industrial, que centran su atención en las experiencias de las personas y en las características particulares de cada una de ellas.

Estudian los alcances y las relaciones entre algunas definiciones conceptuales que siempre pertenecieron al campo proyectual del diseño e intentan identificar cómo influyen en la innovación y el desarrollo de productos.

Presentan, al diseño de servicios como un nuevo paradigma para el diseño de productos. Como el encargado de organizar los procesos y los actores internos de las empresas, para poder llegar al usuario final con un producto o con un servicio que satisfaga sus necesidades de manera eficiente, contemplando las particularidades de su experiencia de consumo. El service design obliga a los profesionales y decisores productivos a no desconocer ni desatender los múltiples servicios que derivan del diseño y del desarrollo de productos.

Defienden la integración del diseño de servicios con *design thinking* y experiencia del usuario al establecer puntos de contacto para obtener una experiencia de extremo a extremo, en cuyo extremo inicial tenemos al service design, que organiza los elementos y procesos internos de la organización para asegurar un producto o servicio, y en el extremo final contamos con la experiencia de usuario, que examina las necesidades particulares y concretas de los usuarios al momento de adquirir cada valor: producto o servicio. Por su parte Sangiorgi et al. (2012) afirman que las contribuciones del campo del

diseño generalmente se han centrado en incorporar el pensamiento de diseño de servicios *Service Design Thinking* en las organizaciones.

En la misma línea, Iriarte et al. (2015) sostienen que las empresas señalan que la identificación de las necesidades de los usuarios y el diseño combinado de productos y servicios, serán aspectos clave en el futuro. Por lo tanto, el diseño centrado en el usuario y el diseño del servicio deben ser partes integrales de los procesos de innovación. Por otra parte, Cardoso et al. (2009) propone emplear un término que considera más amplio que el diseño de servicios, la ingeniería de servicios, que define como: “un enfoque que proporciona una disciplina para el uso de modelos y técnicas para guiar la comprensión, estructura, diseño, implementación, implementación, documentación, operación, mantenimiento y modificación de servicios” (p. 22). Mientras que Hara, Arai y Shimomura (2006) consideran a la ingeniería de servicios como un método de modelado y una herramienta para el diseño de servicios.

La ingeniería de servicios tiene como objetivo proporcionar servicios que brinden un alto grado de satisfacción al cliente. Sin embargo, los requisitos de los clientes para los servicios se ven fácilmente afectados por los servicios que reciben. Para asegurar una relación exitosa con los clientes, es necesario considerar todos los cambios en los requisitos del cliente en la etapa de diseño. (Kimita, Shimomura y Arai, 2009, p. 254)

Por su parte, la directora del departamento de Diseño de servicios de la academia Domus, Elena Pacenti (2013-2019) presenta una breve historia de la expresión diseño de servicios y muestra cómo ha sido usada en diferentes disciplinas y entornos culturales. Pone especial énfasis en el momento en que esta expresión aparece en la investigación en diseño. Muestra que los servicios pueden ser observados como estructuras y organizaciones complejas. Centra su enfoque en la ingeniería técnica del sistema de servicio. Sostiene que los servicios pueden ser observados también como sistemas e interfaces complejos para interactuar enfocados en los usuarios que interactúan con una mezcla de lugares, personas, herramientas, información y comunicación. Muestra a la cultura de diseño como un recurso para los servicios, la relación con el usuario como el objetivo principal, el desarrollo de herramientas para la administración de la relación y la calidad de la relación. Sostiene que los servicios son actividades realizadas por personas para la utilidad, la

satisfacción y el apoyo de otras personas, caracterizados por la relación entre proveedores y usuarios. Propone redefinir la idea y el modelo de servicio sobre la base de enfoques en la sostenibilidad, en el usuario activo y en el compromiso social. Así mismo, propone redefinir el nivel de experiencia del servicio con enfoques en la identidad, la multimodalidad y la humanización. Basa el enfoque en la sostenibilidad en dos principios: Bajo consumo de energía e intensidad de material y alto potencial de regeneración.

En cuanto al enfoque en el compromiso social sugiere capacitar a las personas para aumentar su participación, encaminar un cambio de comportamiento hacia el compartir y la conectividad; desarrollar redes, promover formas de organización descentralizadas y flexibles, prevenir el aislamiento de las personas y promover los intercambios intergeneracionales; hacer servicios accesibles para personas extranjeras, considerando arquetipos como lenguaje universal. Defiende promover la diversidad y el intercambio cultural. “Para impulsar la transición hacia la sostenibilidad debemos mirar más allá de las posiciones, comportamientos y opiniones dominantes y saber reconocer, en la complejidad de las señales que nos envía la sociedad, aquellas que son más prometedoras” (Manzini, 2007, p. 13).

Miles (2010) aborda los conceptos de innovación en el sector servicios y de innovación en materia de servicios. Cuando habla de innovación en el sector servicios, se está refiriendo a la innovación de productos y procesos en las empresas, los sectores y las industrias de servicios, lo que puede implicar el desarrollo de servicios nuevos o mejorados. Por su parte, la innovación en materia de servicios trata específicamente de la creación de nuevos servicios, aunque en este caso pueden estar implicadas organizaciones prestatarias de servicios pertenecientes a cualquiera de los sectores económicos. Para el autor ambos conceptos tienen significados diferentes debido, en primer lugar, a que el término servicio puede hacer referencia al producto objeto del servicio o bien a las industrias que se especializan en tales productos y, en segundo lugar, a que los productos objeto de servicios pueden haber sido generados por organizaciones no especializadas en este ámbito.

En cuanto al tratamiento de la información al momento de concebir un servicio “Las iniciativas de datos abiertos existentes suelen ir acompañadas, en

cierta medida, de acciones dedicadas a facilitar la creación de servicios” (Foulonneau, Martin y Turki, 2014).

Por otra parte, en cuanto al proceso de diseño, la discusión gira en torno a la participación de diseñadores en equipos multidisciplinares.

En el mundo tradicional del diseño de productos, podemos observar un cambio desde el diseño visto y utilizado como estilo a través del diseño como proceso, hacia el diseño como estrategia. Las empresas han descubierto que el diseño es un ingrediente crucial para los procesos de innovación y que debe anclarse en un nivel empresarial estratégico. El diseño es invisible. Se trata de integrar profundamente el enfoque de diseño en las organizaciones. (Mager y Sung, 2011, p. 2).

En cuanto a la metodología, en algunos casos se pretende adaptar al diseño de servicios métodos propios de la tradición del diseño industrial como el modelo de doble diamante. En la guía de métodos de diseño para el desarrollo de servicio, el Design Council. (2015) muestra las ventajas de trabajar con un diseñador ya que los diseñadores buscan entender las necesidades y deseos de las personas que utilizarán un producto o servicio. Esta aproximación asegura soluciones aptas para el propósito y deseables para la gente que los usará. Centrándose en ellos, los diseñadores crean empatía para los usuarios y pueden asegurar que las ideas que se están desarrollando son relevantes.

Sugiere que los diseñadores trabajan iterativamente para probar sus ideas y mejorarlas a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Haciendo tangible una idea desde una etapa temprana a través de maquetas baratas con el fin de ayudar a ahorrar recursos y minimizar el riesgo. La creación de prototipos se puede aplicar tanto a productos como a servicios, y permite la retroalimentación de usuarios que aseguran mejores y más relevantes resultados.

El reto empresarial de mantenerse conectado implica la colaboración entre equipos multidisciplinares. Los diseñadores hacen las cosas visuales y tangibles esto permite mostrar de manera simple y sencilla lo complejo y ambiguo. Hacer esto permite que las ideas sean rápidamente comunicadas y comprendidas, lo que a su vez fomenta la colaboración entre diseñadores, socios y usuarios. El diseño del servicio trata acerca de hacer los servicios que utilizamos usables, fáciles y deseables.

Presenta el modelo de doble diamante como método para ilustrar el proceso de diseño de servicios. Dividido en cuatro fases distintas: descubrir,

definir, desarrollar y entregar, mapea cómo el proceso de diseño pasa de puntos donde el pensamiento y las posibilidades son los más amplios posibles a situaciones donde están deliberadamente reducidos y enfocados en distintos objetivos. Define herramientas y métodos para cada fase.

Mientras que las empresas de servicios como las industrias de la publicidad, la arquitectura y el diseño han estado pobladas tradicionalmente por microempresas descapitalizadas, frágiles, aparentemente menos diferenciadas. Los modelos de negocio de estas microempresas se consideran implícitas y similares (Pfeifer, Stanic y Oberman, 2018, p. 112). Para Kujala, Ahola y Huikuri (2013) los servicios desempeñan un papel versátil en el apoyo al negocio de las empresas basadas en proyectos, un papel que va más allá de simplemente garantizar la rentabilidad a corto plazo de la empresa. “La construcción del concepto de innovación en el sector de servicios tiene un papel determinante, pues permite señalar los factores de éxito necesarios para que las organizaciones se hagan cada vez más competitivas” (Cardona, Balza-Franco y Henriquez, 2017, p. 36).

“Por lo general, las empresas de fabricación tienen un proceso de desarrollo de productos bien definido y estructurado, pero carecen de un proceso de desarrollo de servicios suficientemente definido” (Marilungo, Peruzzini y Germani, 2016, p. 274). Sin embargo, se puede encontrar en la literatura algunos métodos para el diseño de servicios. Destacan entre ellos: la obtención de requisitos (Miller et al., 2002), el despliegue de la función calidad (Thompson, 2005; Marilungo et al., 2015), los casos de uso empresarial (Peruzzini et al., 2012) y los juegos formativos también denominados juegos serios (Wiesner et al., 2012).

La obtención de requisitos es un método que permite identificar las principales demandas del grupo objetivo. En el diseño de servicios, a diferencia del diseño de bienes se requiere la participación de todas las partes interesadas para identificar las prestaciones que mejorarán el servicio (Wiesner et al., 2012). El despliegue de la función calidad es una metodología usada para desarrollar servicios que se ajusten a los gustos y preferencias del usuario, también sirve para identificar las características del producto que el usuario no valora pero que le agregan costo. El análisis de casos de uso empresarial define una secuencia de acciones y un conjunto de interacciones

orientadas a objetivos entre los actores externos y el sistema en consideración. Los juegos formativos permiten simular la prestación del servicio en escenarios realistas.

En cuanto a la formación de expertos en el diseño de sistemas producto-servicio, Jin, Chen y Cao (2010) sostienen que:

... En la actualidad, la academia no ha apoyado la innovación de servicios desde la investigación científica o el apoyo a los servicios. Las universidades todavía siguen el sistema de clasificación básicamente en el aspecto de la disciplina original, y los investigadores están en contra de diferentes disciplinas de cooperación. (p. 2)

Por su parte Manhaes, Oertzen, Mager y Tanghe (2016) realizan un estudio para determinar los obstáculos que enfrenta la academia para incorporar el diseño de servicios y presentan seis oportunidades para vencerlos.

2.5.5. Fundamentación

Como consecuencia derivada de este estado de la cuestión esta tesis se fundamenta en el vacío hallado en el campo del diseño de servicios, el que no ha sido abordado desde el diseño entendido como la configuración material de nuevos productos. Esta investigación es sobre diseño porque estudia y conceptualiza la práctica del diseño, permitiendo reflexionar y teorizar sobre esta.

Uno de los aspectos de mayor importancia que se pretende abordar en esta tesis es el desarrollo de actividades menos nocivas para el ambiente gracias a la configuración de productos que faciliten la implementación de una economía de la funcionalidad. No se pretende hacer un manual para el diseño de estos productos, por el contrario, el aporte al desarrollo del diseño de servicios estaría en los fundamentos teóricos que sirvan como soporte para el diseño por razones ambientales.

En este sentido, la desmaterialización es un tema relevante que ha sido evitado por los diseñadores por ser opuesto a la idea de la satisfacción de necesidades mediante la configuración material de objetos y bienes de consumo. Al momento de dar cuenta de esta propuesta conviene tomarla como una nueva forma de hacer diseño.

La novedad que aporta este proyecto está en la creación de servicios desde el diseño en la que el enfoque no está en los procesos sino en el equipamiento y la mirada no parte de la administración. Paralelamente se pretende resaltar el Interés por llenar el vacío teórico al mirar al servicio desde una nueva perspectiva.

En el sentido temporal se presenta la necesidad de que la disciplina del diseño amplíe su campo de acción para que esta se ajuste a los tiempos actuales. En este sentido es factible desarrollar una investigación que proporcione una base teórica para enfrentar nuevos retos.

El objeto de estudio es lo suficientemente complejo como para poder considerar aportes potencialmente muy relevantes para la sociedad. Implica en la práctica dar cuenta de que hay una manera de hacer diseño que proteja el entorno pero que no deje de lado su factibilidad técnica, económica y financiera, con el fin de que sea viable más allá de la buena intención.

Los distintos aspectos que se pretende desarrollar a lo largo de este trabajo le aportan al diseño un valor teórico que le sirve a esta disciplina gracias a un enfoque al diseño de servicios como actividad proyectual en donde haya necesariamente configuración de productos, tanto bienes como servicios y no solo de procesos.

A este panorama se le suma la utilidad metodológica ya que la investigación puede ayudar a crear instrumentos para analizar los servicios, contribuye a la definición de conceptos para precisar ideas propias del diseño de servicio, pueden lograrse con ella mejoras en la forma de experimentar con el diseño de servicios operando sobre la materialidad y la forma y sugiere como estudiar más adecuadamente al equipamiento necesario para proporcionar un servicio.

El impacto esperado está en señalar las características del diseño de servicios como una nueva disciplina con fundamentos teóricos que una vez que sean demostrados en cuanto a su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación generando además un nuevo horizonte formativo dentro del diseño. La academia sería uno de los principales usuarios de los resultados a quién le correspondería determinar el tipo de formación que requieren estos diseñadores de servicios.

Es relevante porque:

- Indaga sobre la participación de los diseñadores en la economía de servicios.
- Contextualiza el diseño de bienes de servicio.

Indaga sobre las competencias necesarias para diseñar los servicios y el equipamiento para proporcionarlos.

2.6. Metodología

A partir de un marco teórico en el que se describen las categorías fundamentales de esta investigación enfocada en economía de la funcionalidad o de servicios para mostrar los aspectos del sector terciario de la economía que enmarcan a esta investigación. Primero, sistema producto-servicio donde se observa fundamentalmente los conceptos clave para definir los sistemas que abarcan bienes y servicios como un conjunto inseparable y segundo, diseño de servicios enfocado en el rol del diseñador se ponen en dialogo estas categorías con el objeto de estudio, en este caso los proyectos de gestión integral de residuos sólidos, a fin de analizar la dinámica particular de las operaciones de diseño de servicios en un contexto específico determinado por el eje del plan nacional de desarrollo vigente que propone poner a la economía al servicio de la sociedad.

2.6.1. Tipo de investigación

Para concretar este estudio se estableció un recorrido metodológico que sirvió de guía en este proceso. El diseño de esta investigación corresponde a un estudio cualitativo, cuyo enfoque es interpretativo.

A partir de la hipótesis sustantiva, y las predicciones particulares que de ésta se desprendieron, se siguió un modelo de investigación flexible e inductivo, a partir de ciertas pautas que motivaron la selección del tema.

El trabajo con los datos tiene como objetivo alcanzar las percepciones y puntos de vista de los entrevistados, sus apreciaciones y experiencias. El investigador pregunta temas abiertos, registra los datos expresados, los describe y analiza para construir temas desde los cuales observar vinculaciones y tendencias. Los métodos que se derivan de este tipo de investigación están enfocados en comprender el pensamiento y el accionar de los sujetos.

Dada la interacción de disciplinas: ingeniería, administración y diseño, que se presentan en esta tesis, y puesto que la lectura de los fenómenos se ve reflejada en los proyectos, es necesario recurrir a una teoría de análisis que, de modo más abarcador, admita el examen interdisciplinario que atraviesa el objeto de estudio, y que no se oponga a los métodos cualitativos de recolección de datos que han sido seleccionados.

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos esta investigación sigue un modelo descriptivo cuyas conclusiones son resultado de la constante comparación e interpretación de los datos.

2.6.2. Diseño de la investigación

Para validar la hipótesis en la que se plantea que el diseño de servicios pone de manifiesto características propias que lo diferencian de otras subdisciplinas del diseño y que estas inciden tanto en la operación de diseño como en el proyecto, se generó un corpus compuesto por la documentación proporcionada por los consultores y funcionarios de entidades públicas que participaron directamente en el desarrollo de cada uno de los proyectos estudiados.

En primer lugar, se propone el estudio de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos y sus implicancias en el campo del diseño de servicios en la actualidad en busca de unos criterios de clasificación que respondan a los componentes del sistema. Las clasificaciones que actualmente se emplean para estos sistemas están en función de la tradición de la gestión pública. La combinación de servicios de los que la población se beneficia y que son objeto de diseño. Esta manera de clasificar los sistemas producto-servicio enfoca su mirada en los procesos y en los equipos e instalaciones necesarios para proporcionarlos por separado, a pesar de que el servicio debería como su nombre lo indica ser concebido como un sistema y diseñado de forma integral.

Se espera entonces que las características encontradas en la manera de producir los bienes y servicios ofrecidos aporte nuevos criterios de clasificación en función de aquellas cualidades que inciden en la percepción de la calidad del servicio.

En segundo lugar, se propone estudiar casos de sistemas de gestión y sus operaciones de diseño, con el fin de conocer el campo de acción el diseño de servicios y las competencias necesarias para actuar en ese campo a más de

las tensiones que surgen entre los profesionales que incursionan en el ámbito de los sistemas de prestación de servicios.

Se espera como resultado de las entrevistas en profundidad a informantes clave la respuesta a las preguntas que guían esta parte de la investigación para conocer la situación actual del diseño de productos frente al desarrollo de sistemas de servicio y al diseño de servicios en el espacio de la economía de la funcionalidad.

En tercer lugar, esta investigación se enfoca en los bienes de servicio con el objetivo de establecer de qué manera se constituye el campo disciplinar del diseño de servicios y el campo subdisciplinar del diseño de bienes de servicio.

Se espera mediante las entrevistas en profundidad a informantes clave conocer las características de los bienes de servicio y las competencias que se necesitan para diseñarlos. Si bien en el punto anterior se buscaba conocer la situación actual de los diseñadores de servicios aquí se espera conocer las posibilidades de acción que ofrece el paradigma del diseño de servicios.

Finalmente, en la cuarta parte de la investigación se espera a través del análisis de los casos de estudio conocer qué características se pueden considerar propias del diseño de servicios y contrastarlas con las desarrolladas por otras subdisciplinas del diseño.

Como resultado de esta comparación se espera conocer qué vacíos hay en la teoría del diseño de servicios y en la formación actual de diseñadores de sistemas de servicio, diseñadores de experiencia del usuario, diseñadores de producto y diseñadores industriales cuando se trata de enfrentar el diseño de sistemas producto-servicio complejos por parte de equipos multidisciplinares.

2.6.3. Unidades de análisis

Para definir las unidades de análisis se tomaron en cuenta proyectos de gestión integral de residuos sólidos realizados en Ecuador a partir de la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 que encarga la gestión de residuos sólidos es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, GADM. Las principales unidades de análisis se determinaron en correspondencia con los objetivos de esta investigación.

En relación con el primer objetivo específico, las principales unidades de análisis son las políticas públicas que dan el marco legal dentro del cual se

desarrollan los proyectos de servicios públicos y en especial aquellas que condicionan los proyectos de gestión de residuos sólidos. En este sentido, La primera unidad de análisis establecida fue el Plan Nacional de Desarrollo elaborado por SENPLADES (2017). Dentro de este plan se hace un análisis a mayor profundidad a los ejes dos y tres. El segundo eje propone entre otras cosas, la regulación del aparato público y el tercer eje que considera que un estado cercano a la ciudadanía es incluyente y brinda servicios de calidad. La entidad rectora de la política pública para el sector es el Ministerio del Ambiente. En el mismo orden de cosas se analizó la política pública tanto a nivel regional y provincial, así como a nivel municipal.

La segunda unidad de análisis para el primer objetivo es un sistema de prestación de servicios complejo que tiene a su vez algunos subsistemas que también son producto-servicio. Se trata del modelo de los sistemas de manejo de residuos sólidos que se diseñan de acuerdo con el marco legal vigente y se encuentran documentados tanto en el estudio de factibilidad y diseños definitivos del sistema como en el plan integral de gestión de residuos sólidos resultante de los diseños y proyectos.

Este modelo de sistema está compuesto por los subsistemas de barrido de calles, almacenamiento temporal, recolección y disposición final de desechos domésticos y comerciales. También forma parte de este sistema la recolección a industrias y otros grandes generadores y la recolección y tratamiento de desechos hospitalarios y sanitarios.

El sistema de barrido de calles implica la limpieza tanto mecánica como manual de plazas, parques y calles y la recolección de los residuos producto de esa limpieza. También forma parte de este sistema el servicio de limpieza y recolección luego de espectáculos públicos o eventos que impliquen la reunión ocasional de gran cantidad de personas, especialmente en la vía pública.

El almacenamiento temporal corresponde a las zonas de la ciudad que cuentan con papeleras y las zonas que se atienden con la modalidad de contenerización. También forma parte de este sistema el almacenamiento temporal de grandes generadores incluidos aquellos que pueden ser puntos de atracción para roedores y otros animales, por ejemplo, los mercados de alimentos.

La recolección y el transporte implican también las cocheras y los talleres de mantenimiento y las estaciones de transferencia en las que el camión recolector transfiere su carga a un camión de tamaño mayor. Esto permite al recolector realizar una nueva ruta de recolección y le evita el traslado al relleno sanitario u otro lugar de disposición final de los residuos. En estas estaciones de transferencia también se puede hacer separación de los desechos o almacenamiento separado de estos según el tratamiento y la disposición final que requieran.

El tratamiento puede ser reciclaje consistente en separación, limpieza, trituración y empaclado; puede también ser tratamiento para la obtención de biogás y materia orgánica utilizada como fertilizante. Se puede también hacer una recuperación energética por incineración. Los desechos no recuperables se disponen finalmente en un relleno sanitario.

Los desechos peligrosos sean de origen industrial o sanitario tienen su propio sistema de manejo. También tienen su propio sistema aquellos desechos que forman parte de programas de responsabilidad extendida al productor en el que el fabricante, importador o distribuidos es responsable mediante logística inversa a través de su cadena de distribución de recolectar desechos propios de su giro de negocio. Este es el caso, por ejemplo, de los neumáticos en el que el comprador de nuevas llantas para su vehículo tiene la obligación legal⁴ de entregar las usadas para su correcta disposición al momento de la compra.

En el desarrollo de estos sistemas participaron diseñadores que han expresado su disposición a colaborar con esta investigación.

Otras unidades de análisis establecidas en relación con el primer objetivo fueron: el modelo de optimización del sector de residuos sólidos propuesto por el Consejo Nacional de Competencias (Anexo 15) y las políticas públicas emitidas por el Ministerio del Ambiente.

En Ecuador la Gestión de residuos sólidos es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales⁵, GADM, por lo que también se analizan los componentes del sistema de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, GIRS, en los municipios del país.

⁴ Artículo 238 del Código Orgánico Ambiental

⁵ Título VII, capítulo 1, artículo 564 del reglamento al Código Orgánico Ambiental

Para el resto de los objetivos específicos se definieron 4 unidades de análisis. En este contexto, se seleccionaron 4 proyectos de gestión desarrollados bajo un criterio de descentralización.

El primero de ellos es el proyecto para la Mancomunidad Mundo Verde. (Anexo 3) Este proyecto cuyo nombre completo es: *estudios de diagnóstico, prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral y aprovechamiento de los desechos sólidos generados por la mancomunidad Mundo Verde o del Buen Vivir o Sumak Kawsay*, inicia en 2016 sin embargo sus diseños definitivos y su ejecución se dan en 2017 a partir de la vigencia del actual Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Es por lo tanto un proyecto de transición que tuvo que ser adaptado para ser compatible con el marco legal vigente.

Según datos tomados de la ficha informativa del proyecto (Anexo 3), la Mancomunidad Mundo Verde está conformada por 20 cantones, de los cuales 13 pertenecen a la provincia de Los Ríos, 4 a Guayas y 3 a Bolívar, ocupa una superficie de 11.355,2 km². Este territorio está habitado al 2020 por 1174521 pobladores con una tasa de crecimiento de 1,72% anual.

Este proyecto se centra en la disposición final de desechos sólidos, específicamente en el diagnóstico y diseño de cierre técnico de los botaderos y celdas emergentes mancomunadas.

El segundo proyecto de este grupo de unidades de análisis inicia en 2018 a cargo de la World Wildlife Fund (WWF). Corresponde al estudio de gestión integral de residuos sólidos de Floreana en las islas Galápagos (Anexo 8).

Es un proyecto distinto a otros de manejo de residuos sólidos debido a que tiene un alcance para una población de apenas 111 personas⁶ literalmente aisladas. Es un servicio que la población beneficiada no puede financiar por sí misma, pero con una importancia ambiental marcada por la biótica presente en el área.

El proyecto busca elaborar un plan de manejo integral de gestión de residuos para la Parroquia Floreana en base de la infraestructura, instalaciones y equipos actuales con sugerencias y recomendaciones para mejorar el sistema y para prevenir y eliminar la introducción y proliferación de especies

⁶ Al momento de iniciar el proyecto en 2018, dato tomado del plan de trabajo del proyecto.

invasoras dentro del proyecto *de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos* (Parque Nacional Galápagos, 2013).

El siguiente es en proyecto del año 2019 y que se enmarca en un modelo asociativo que promueve la optimización de la gestión integral de residuos sólidos dentro del programa de ciudades intermedias sostenibles. La necesidad de optimización de la gestión se da debido a que, desde la visión particular de los autores de esta propuesta, existen nudos críticos tanto en la gestión de los residuos sólidos a nivel local, regional y nacional, que es necesario replantear para que ésta alcance niveles adecuados y sostenibles en todo el país. (Terán, Sacoto, Sagasti y de la Torre, 2019)

Este es un proyecto de alcance nacional promovido por el Consejo Nacional de Competencias (CNC) y financiado por el Banco de Desarrollo de América Latina antiguamente conocido como Corporación Andina de fomento (CAF).

Este proyecto enfrenta el problema de una oferta dispersa y desarticulada de la gestión de los residuos sólidos debido a la existencia de una significativa brecha de la gestión de residuos sólidos entre cantones micro, pequeños y medianos de una misma provincia y región, lo que indica la necesidad de reevaluar la orientación de los recursos.

La última unidad de análisis fue un proyecto del año 2020. Este proyecto se da a partir del momento en que la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos de Rumiñahui, RUMIÑAHUI – ASEO, EPM, decide contratar una consultoría para realizar un estudio de factibilidad y diseño y Plan de Negocio del Centro de Recuperación de Materiales del cantón (CRM) en el cual se pueda evidenciar un aprovechamiento y valorización de los residuos reciclables y orgánicos (Anexo 20).

El municipio cuenta con un área de 6,5 ha en las que se plantea la implementación de un Centro de Recuperación de Materiales, el mismo que contendrá un centro de educación para la población en general y principalmente para los estudiantes, por lo que deberá contar con un centro de interpretación. Se aprovechará el área para dar facilidad a la población con un Punto Ecológico y de entrega de residuos especiales, que incluya una serie de

contenedores para diferentes tipos de residuos, incluyendo además material reciclable de embalajes.

2.6.4. Dimensiones de análisis o variables

Para definir las dimensiones de análisis se tomaron en cuenta variables que permitan abordar la investigación en función del cumplimiento de sus objetivos.

En esta línea para abordar el cumplimiento del primer objetivo de la investigación se tomó como unidad de análisis a la legislación vigente. Esto es el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 *Toda una Vida* (SENPLADES, 2017), el Código Orgánico Ambiental (Anexo 1) y el Reglamento al Código Orgánico Ambiental (Anexo 2). En este sentido las dimensiones de análisis que puede tomar esta serían: primero, como aparecen categorizados en la política pública los componentes de los sistemas de manejo de residuos y segundo, en cuanto a los demás objetivos las categorías se relacionan con las fases del proyecto, esto es diseño, ejecución y operación de los sistemas.

Fueron también categorías de análisis los conceptos que aparecen durante la operación de diseño de los proyectos de gestión integral de residuos sólidos estudiados con el fin de identificar las regularidades que se presentan en estas operaciones de diseño.

2.6.5. Indicadores:

Por la naturaleza propia de la investigación cualitativa e interpretativa los indicadores se fueron elaborando como parte de la actividad de investigación y varían de acuerdo con las categorías de análisis relacionadas con cada objetivo del proyecto.

Para el primer objetivo los indicadores son: el nivel de descentralización que permite la norma pública analizada y los subsistemas en los que está dividido el sistema de gestión integral de residuos sólidos según la legislación vigente.

Para los demás objetivos los indicadores reflejan las características de los componentes del servicio, así como de su prestación. Se emplearon estos indicadores porque se pueden identificar en la documentación de los proyectos

y porque permiten reelaborar el objeto de estudio en función de los conceptos expuestos en el marco teórico.

Estos indicadores se detallan en la matriz de instrumentos, recogida de datos y análisis.

2.6.6. Instrumentos o técnicas

La metodología aplicada se estructuró de acuerdo con distintas fases que permitieron el desarrollo del proyecto desde el análisis objetivo de los sistemas producto-servicio al análisis de la formación necesaria para desarrollarlos. El instrumento es el dispositivo material utilizado para aplicar o administrar los indicadores seleccionados en instancias iniciales de la investigación (Ynoub, 2007).

El primer paso del trabajo de campo se ha desarrollado desde el análisis documental para observar los elementos físicos en cada uno de los sistemas analizados.

En primera instancia se necesita saber la cantidad de elementos físicos cada sistema y de ellos cuáles se pueden considerar bienes de capital y cuales bienes de servicio.

En el caso de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos analizados, se tuvo acceso a la documentación en la que consta información técnica de los proyectos en todas sus fases. También se tiene copias de los términos de referencia usados en los procesos de licitación y copia de los estudios de factibilidad y diseños definitivos de los proyectos.

Para los objetivos de esta investigación, resultó necesario presentar ejemplos que ilustren la labor disciplinar de profesionales del diseño de productos con relación a sistemas de prestación de servicios y para relevar información detallada de dichos casos era necesario conocerlos en profundidad, razón por la cual se decidió interpelar a los protagonistas de los casos mediante entrevistas.

Parte de la información para esta investigación se obtuvo por medio de entrevistas a informantes clave. los criterios se fijaron a fin de que los individuos seleccionados fueran en todos los casos: personas que han participado en el diseño de los sistemas producto-servicio objeto del análisis de esta investigación en calidad de directores de proyecto. Diseñadores que

hubieran participado en estos proyectos. Operadores de los servicios. Se describen a continuación los parámetros considerados con su correspondiente justificación.

- Directores de proyecto
 - Que haya estado a cargo de la dirección del proyecto al menos, durante la etapa de diseño;
 - Que tenga acceso a la documentación del proyecto.
- Diseñadores
 - Que hayan finalizado su formación de grado y se hayan recibido;
 - Que hayan participado en el proyecto en calidad de diseñadores del servicio, es decir, ejerciendo actividades que puedan ser consideradas como propias del campo de acción del diseño.
- Operadores de los servicios
 - Personas que actualmente estén encargadas de las funciones administrativas de las unidades objeto de este análisis.

Las entrevistas ofrecen preguntas con un carácter orientativo distinto al trabajo con cuestionarios precodificados, donde el sujeto debe encajar o adecuar sus respuestas a la elección de cierto número de opciones, valores previstos por los encuestadores. La entrevista en cambio busca que el entrevistado despliegue sus pareceres, y en estos términos se definen tres modalidades: entrevista dirigida, semidirigida y no dirigida llamada también abierta o libre. Para este estudio se ha optado por la entrevista semidirigida, donde el nivel de direccionamiento o estructuración es medio, es decir: se definieron previamente un conjunto de temas que se deseaban abordar, pero el orden de abordaje de estos y su profundidad se definen orgánicamente en la interacción con el entrevistado (Ynoub, 2007).

Cada entrevista será consensuada y coordinada previamente, preferentemente en el lugar de trabajo del sujeto entrevistado, a fin de motivar la confianza de este y ofrecer un clima ameno para la captación de información

técnica, pero paralelamente percibir información no verbal actitudinal y contextual que pudiese aportar apreciaciones adicionales. Las mimas fueron grabadas con la aplicación de grabado de voz de un teléfono inteligente, previo consentimiento y conocimiento de los entrevistados. El instrumento específico de registro de las entrevistas será la guía de pautas. La misma es de carácter flexible, abierta y permite incorporar temas emergentes (Gialdino et al., 2006).

Siguiendo estos criterios los informantes clave fueron:

El ingeniero Francisco de la Torre; Ingeniero Civil con Maestría en Ingeniería Ambiental con más de 30 años de experiencia en desarrollo de estudios ambientales y gerenciamiento de proyectos relacionados con el diagnóstico, diseño, construcción y operación de sistemas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos e Industriales, entre sus cargos dirigió los servicios de residuos sólidos de la ciudad de Quito. Ha colaborado como consultor independiente para diferentes instituciones del Gobierno del Ecuador, Municipios, Organizaciones No Gubernamentales, Multilaterales, empresas privadas. En la actualidad se desempeña como Consultor Senior de la GIZ-IS – Ecuador *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* en el área de residuos sólidos y ambiente. Colaboro en estudios para la OPS para el Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Uruguay, de Ecuador y para América Latina y El Caribe, de igual manera trabajo con Niippon Koei Lac, en el desarrollo del Estudio de Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Mancomunidad del Gran Santo Domingo, República Dominicana. Ha desarrollado varios proyectos para el BID y la WWF en las Islas Galápagos, zona de alta sensibilidad ambiental, incluyendo las normas para la gestión de los residuos en las islas.

Otro informante clave en esta unidad de análisis fue el Ing. Boroshilov Castro Merizalde, quien se encuentra calificado ante el Ministerio del Ambiente como Consultor Categoría A. El Ing. Castro es ingeniero civil de profesión y posee dos maestrías, la primera en Ingeniería Ambiental y la segunda en Manejo de Recursos Naturales Renovables. Ha participado como especialista ambiental y en el diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos en más de un centenar de estudios, dentro de los que se incluyen: Estudios de Gestión integral de residuos sólidos, entre los cuales participó como especialista de la GIZ-IS – Ecuador *Deutsche Gesellschaft für Internationale*

Zusammenarbeit en los estudios de la Mancomunidad Mundo Verde. Fue Gerente Técnico de la Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos de Quito, EMGIRS, siendo, entre otras, el responsable de la operación de las estaciones de transferencia y del relleno sanitario del Inga de la ciudad de Quito, con un volumen de 2.000 toneladas por día. Así mismo, fue el responsable del tratamiento de los lixiviados generados en dicho relleno, con un volumen diario de 200 m³. Ha realizado varios diseños de rellenos sanitarios y asesorado su operación. Adicionalmente, se ha desempeñado como docente a nivel de Maestría y Cursos de Capacitación, así como conferencista en diversos foros y encuentros organizados por entidades públicas y privadas y organizaciones no gubernamentales, en el tema ambiental y de gestión de desechos sólidos.

También actuó como informante clave el Ing. Alberto Castillo Alejandro, quien se encuentra calificado ante el Ministerio del Ambiente como Consultor Categoría A. El Ing. Castillo es ingeniero civil de profesión y posee una maestría, en Ingeniería Ambiental y un Diplomado superior en planificación estratégica. Ha participado como especialista ambiental y en el diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos en más de un centenar de estudios, dentro de los que se incluyen estudios de gestión integral de residuos sólidos, entre los cuales participó como administrador del proyecto en los estudios de la Mancomunidad Mundo Verde en Ecuador. Fue Supervisor de la Empresa Ecoclean S.A. especializada en la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la ciudad de Quito, siendo, entre otras, el responsable de la operación de las rutas de barrido manual y recolección en el norte de la ciudad de Quito. Ha realizado varios diseños de rellenos sanitarios y asesorado su operación con contratos con la asociación de municipalidades del Ecuador AME y otras entidades. Ha elaborado estudios ambientales, Monitoreos, Auditorías de cumplimiento, Planes de Ordenamiento territorial, con énfasis en las áreas: Petrolera, Vial, Eléctrica, Minera, Aeroportuaria, Portuaria, Habitacional, Agua potable y alcantarillado, Riego, Tratamiento de aguas servidas, Actividades industriales, entre otras. Ha elaborado planes maestros de agua potable y alcantarillado para ciudades importantes dentro y fuera del país entre las que destacan: Santo Domingo y sus Provincias en República Dominicana, Plan Maestro de agua potable y alcantarillado para la ciudad de

Quito, Manta, Guaranda y Tosagua. Adicionalmente, se ha desempeñado como docente a nivel de pregrado, maestría y cursos de capacitación, así como conferencista en diversos foros y encuentros organizados por entidades públicas y privadas y ONG, en el tema ambiental y de gestión de desechos sólidos.

2.6.7. Matriz de instrumentos recogida de datos y análisis

Tabla 2 Matriz de instrumentos recogida de datos y análisis

Pregunta de Investigación	Objetivo específico	Unidad de Análisis	Categorías o variables que aparecen en el objetivo	Indicadores	Instrumento de recolección de datos	
¿Qué relaciones se pueden estudiar en la operación de sistemas de gestión integral de desechos sólidos en Ecuador a partir de la vigencia del plan nacional de desarrollo 2017 – 2021 que pongan de manifiesto las cualidades propias del diseño de servicios?	¿Qué relación se observa entre las políticas públicas propiciada por el Estado y el diseño que adoptan los proyectos de gestión integral de desechos sólidos como un servicio público?	Políticas públicas	Los componentes de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos.	Nivel de descentralización del servicio permitido u obligado por ley. Almacenamiento temporal Recolección Barrido de calles Disposición final	Análisis documental Entrevista en profundidad Observación	
	¿Qué regularidades aparecen al analizar algunas operaciones de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos que evidencian al diseño de servicios como una subdisciplina del diseño?	Analizar y sintetizar las regularidades que se evidencian en algunos proyectos de gestión integral de residuos sólidos.	Casos de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos seleccionados por su representatividad	Los componentes de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos identificados en los casos de estudio.	Cobertura del servicio Infraestructura Infoestructura Equipamiento	Análisis documental Entrevista en profundidad Observación
	¿Qué conceptos aparecen como propios del servicio como un producto resultante de una operación de diseño?	Identificar y caracterizar conceptos propios del diseño de servicios como resultado de la operación de diseño.		Instalaciones y equipamiento	Frecuencia de las interrupciones del servicio al efectuar operaciones de mantenimiento, reparación o reposición de partes.	Entrevista en profundidad
	¿Cuáles son las regularidades que aparecen en las operaciones de diseño de servicios que lo caracterizan?	Analizar la operación de diseño de productos en el contexto de la economía de servicios.		Operación de diseño	Hilemórfico Reiterativo	Entrevista en profundidad
	¿Qué características propias del diseño de servicios lo diferencian de otras subdisciplinas del diseño?	Interpretar la operación de diseño de productos en el contexto de la economía de servicios.		Calidad del servicio	Redundancia del equipamiento	Entrevista en profundidad
				Operación de diseño de servicios	Hilemórfico intencionalista, reiterativo u otra	Análisis documental Entrevista en profundidad Observación
				Competencias o conocimientos específicos requeridos para el desarrollo del sistema producto-servicio	Tareas encargadas a los diseñadores durante el desarrollo de los sistemas producto-servicio Competencias o habilidades fueron necesarias para desempeñar esas tareas Qué competencias se incluyen en la formación actual de diseñadores de sistema producto-servicio y cuáles están quedando fuera.	Entrevista en profundidad Observación

Fuente: Elaboración propia.

2.6.8. Tratamiento de los datos

Durante la investigación, el empleo del instrumento de entrevista semidirigida aplicada a través de una guía de pautas produjo una cantidad considerable de información que requirió cierto procesamiento, organización y síntesis. Tal tratamiento se basó en la Teoría Fundamentada que apunta a que los hallazgos emerjan desde los datos. Se trata de un proceso no lineal, sumamente iterativo, pero que igualmente permite cotejar los resultados obtenidos con las hipótesis y problemas que motivaron el estudio (Gialdino et al., 2006; Shettini & Cortazzo, 2015).

Se abordó entonces un tratamiento de análisis cualitativo de datos que permitió la organización y sistematización del amplio volumen de información. Para esto se construyó una matriz de tipo cualitativa donde se volcó todo lo considerado relevante y a partir del grillado se concretó el proceso de clasificación y categorización de los datos. Mediante este análisis se construyó un corpus que refleja el sentido y la interpretación del material obtenido de las entrevistas.

CAPÍTULO 3

3. El diseño de un sistema de servicios complejo

Un sistema complejo es aquel sistema que tiene muchas partes componentes y, por lo tanto, múltiples relaciones entre estas para funcionar. En estos sistemas se producen interconexiones complejas entre sus partes, que a su vez originan propiedades emergentes.

...un fenómeno complejo es aquel que exhibe propiedades de adaptación y aprendizaje como consecuencia de inflexiones –por definición imprevistas y dramáticas–. Vale decir que no todos los sistemas o fenómenos aprenden o se adaptan. Como se observa sin dificultad, la complejidad misma de un fenómeno radica, por tanto, en el hecho de que sus dinámicas y estructuras no pueden ser reducidas a explicaciones ni gestiones de tipo cíclico, periódico, regular o previsible. (Maldonado, 2014, p. 76).

Un sistema complejo puede simplificarse para ser estudiado, usando una mayor abstracción, permitiendo así una forma más rápida y fácil de entender su funcionamiento.

...parece bastante claro que las organizaciones son sistemas caóticos que tienen la propiedad fundamental de autoorganizarse. En este sentido, una de las consecuencias que se derivan desde las teorías del caos y de la complejidad es que esa autoorganización es posible de ser facilitada, o al menos no obstaculizada. (Navarro, 2017, p.158).

3.1. El sistema de gestión integral de residuos sólidos

Según afirma Alberto Castillo en la entrevista realizada (Anexo 27) los servicios públicos de recolección y tratamiento de residuos y desechos que se brindan actualmente son altamente desiguales en su financiamiento, costos, cobertura y efectividad. Ante esto, se presenta el reto de diseñar un sistema adecuado, que tome en cuenta tanto lo que se tiene actualmente como las mejores prácticas internacionales.

Es así como los sistemas de gestión integral de residuos sólidos son sistemas que tienen varios subsistemas cada uno de los cuales a su vez tiene múltiples componentes. Esto hace que las relaciones entre sus partes sean complejas y en su mayor parte indirectas. Debido a que el funcionamiento del sistema es complejo no basta con entender cómo funciona cada uno de sus componentes por el contrario hay que profundizar en las relaciones entre sus partes y estudiarlo de manera integral.

En este sentido, el contexto de un sistema de gestión de residuos es complejo. Existen temas como: el papel de los subsidios y el rol del sector privado como proveedor de servicios; la prevención y sus incentivos vía instrumentos fiscales; el dilema de seguir cobrando tasas y tarifas, y los efectos del cambio tecnológico; entre otros.

Por otra parte, según el Instituto nacional de Estadística y Censos (2020) la cobertura efectiva de los servicios públicos es una métrica para evaluar el avance de la cobertura de los servicios de recolección. Su cálculo refleja el porcentaje de la población que ante una necesidad de atención utiliza servicios de calidad. El componente de calidad se mide por el tiempo de espera y la percepción de calidad de los servicios recibidos. “Hoy en día, la tendencia en la medición es la orientación al usuario final del servicio por tanto la percepción del usuario adquiere gran relevancia” (Játiva y Gallo, 2006, p. 55).

3.2. La gestión de residuos sólidos en Ecuador

Según el Código Orgánico del Ambiente (Anexo 1) en Ecuador la Gestión de residuos sólidos es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, GADM, los cuales comprenden 221 municipios. Según datos del Instituto nacional de Estadística y Censos (2020) en total se generan en el Ecuador 12300 toneladas diarias de basura, alrededor de 4,5 millones de toneladas de residuos sólidos al año.

Al analizar los componentes del sistema de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, GIRS, en los municipios del país, se determina que cuentan con una cobertura de recolección de un 87 % (INEC, 2020), si bien es una buena cobertura del servicio si se considera que se incluye el área rural, los sistemas aún son ineficientes. Según Francisco de la Torre (Anexo 26) muchos tienen exceso de personal, algunos con servidores en edad de jubilarse. También son servicios que deben ser actualizados, por ejemplo, se requiere implementar servicios de recolección diferenciada para mejorar los niveles de valorización de residuos.

Es esta línea y respecto a procesos de recuperación de materiales potencialmente reciclables, 82 GAD municipales, lo que equivale al 37,1% del total, cuenta con procesos de separación en la fuente según las cifras del Instituto

Nacional de Estadística y Censos, (INEC, 2020). Estos GADM diferencian los materiales orgánicos e inorgánicos: cartón, papel, plástico, vidrio, madera, metal, caucho, textil, focos, pilas y desechos sanitarios no peligrosos y lo hacen con diferentes sistemas de recolección.

Según Boroshilov Castro (Anexo 28) en el reciclaje, se cuenta actualmente con aproximadamente 20.000 recicladores de base, a quienes se acostumbraba a llamar minadores. Estas personas se dedican únicamente a esta actividad, y se estima que han aportado en la recolección de material reciclable con 124 mil toneladas en el año 2014 sólo en las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta. Habrá que determinar cuál es el nivel que se ha alcanzado en los gobiernos autónomos descentralizados municipales medianos.

El tratamiento y valorización de residuos sólidos se desarrolla por iniciativas privadas en el Ecuador, según datos reportados por el Ministerio del Ambiente MAE (2014) en el año 2014, se han invertido en Ecuador en procesos de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos, USD 30,8 millones; en procesamiento de PET, USD 150 millones; en papel y cartón, USD 5,5 millones; y, US 0,5 millones en teléfonos celulares. La inversión corresponde a la adquisición de maquinaria, tecnología, pago de mano de obra, construcción de infraestructura para reconvertir los desechos en nuevos productos sin utilizar nueva materia prima. Sin embargo, de estas inversiones prácticamente ninguna se ha dado en GADM pequeños o medianos.

Respecto a tratamiento de residuos orgánicos, que según afirma Boroshilov Castro (Anexo 28) representa alrededor del 60% del total de los residuos sólidos que se generan. Menos del 5% de estos residuos orgánicos se transforma en compost. Esto se hace solamente a partir de residuos provenientes de mercados por su facilidad de clasificación y recolección. El resto termina en los botaderos y rellenos sanitarios donde al degradarse generan lixiviados y biogás.

En el Ecuador solo el 20% de los municipios cuentan para la disposición final de residuos con rellenos sanitarios, y con respecto a los 15 Municipios medianos, solo 3: Ambato, Manta y Loja cuentan con relleno sanitario (Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre, 2019). El 80% restante va a parar a botaderos que tienen proyectos de cierres técnicos y celdas emergentes, sin embargo, solo el 31% de

estos proyectos se han ejecutado y adicionalmente tienen que buscar soluciones a largo plazo para la disposición final (Terán et al., 2019).

Con estos datos, se evidencia que los objetivos del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR del MAE, de cerrar los botaderos a nivel nacional, no ha logrado cumplir con este objetivo (Terán et al., 2019).

Por otra parte, según sostiene Boroshilov Castro (Anexo 28) la generación de biogás no es controlada en los rellenos sanitarios ni en los botaderos a cielo abierto, ocasionando una liberación de gas metano a la atmósfera y por ende afectando en el cambio climático. Las estimaciones al año de emisiones de Carbono equivalente, CO₂e, procedente de los botaderos y rellenos a nivel nacional alcanza las 2.162.443 ton/año (MAE 2020). Por lo señalado, se evidencia que los GAD Municipales, que tienen la responsabilidad de prestar el servicio de gestión integral de residuos sólidos, como establece la Constitución y se recoge en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD y establece el Código Orgánico Administrativo COA, no son eficientes y tampoco han logrado cumplir con una disposición final de los residuos sólidos que garantice la salud y la calidad ambiental como lo establece la política pública para el bienestar de la población de sus cantones.

La Constitución de la República del Ecuador⁷ establece una nueva organización territorial del Estado anclada en principios de unidad, subsidiariedad, solidaridad, corresponsabilidad, complementariedad, equidad interterritorial y sustentabilidad, lo que ha permitido estructurar un nuevo modelo conceptual de descentralización, que tiene como objetivo fundamental alcanzar un desarrollo territorial planificado, participativo y descentralizado.

La nueva organización territorial del Estado contempla nuevas competencias para el régimen de los gobiernos autónomos descentralizados y establece por ley un Sistema Nacional de Competencias de carácter obligatorio, progresivo y definitivo, con mecanismos claros de financiamiento y con la institucionalidad

⁷ Constitución de la República del Ecuador es la norma jurídica suprema vigente del Ecuador. Reemplaza a la Constitución de 1998. Fue redactada por la Asamblea Nacional Constituyente que sesionó entre 2007 y 2008; y luego, el texto normativo fue sometido a referéndum constitucional siendo aprobado mediante sufragio universal el 28 de septiembre de 2008.

responsable de administrar estos procesos a nivel nacional. En este marco Constitucional, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD, determina la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio; el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Este mandato constitucional y legal ha permitido estructurar un nuevo modelo de descentralización que se rige por los principios de obligatoriedad, progresividad, equidad, solidaridad, subsidiariedad, complementariedad, coordinación y corresponsabilidad, sustentabilidad y participación, consagrando un Sistema Nacional de Competencias que a través de un organismo técnico, el Consejo Nacional de Competencias, se regula el procedimiento y la transferencia de las competencias exclusivas, adicionales, residuales y concurrentes, y la resolución en sede administrativa de conflictos de competencias entre niveles de gobierno (CNC, 2019).

Según el Consejo Nacional de Competencias, CNC (2019) el modelo de descentralización se orienta al mejoramiento de las condiciones de vida de las personas y colectividades en el territorio, contando con Gobiernos Autónomos Descentralizados en los que su capacidad de gestión responda a las competencias que ya manejan y a las nuevas competencias asignadas por la Constitución. Una de esas competencias es la de prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley, que corresponde exclusivamente a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, de acuerdo con el artículo 55, literal d, del COOTAD. Cabe resaltar que esta competencia es histórica porque inició con la expedición de la Ley de Régimen Municipal del año 1966⁸, que asigna a las municipalidades la obligación expresa de proveer de agua potable y alcantarillado a las poblaciones del cantón, reglamentar su uso y disponer lo necesario para asegurar el abastecimiento y distribución del agua de calidad adecuada y en cantidad suficiente para el consumo público y el de los particulares. Respecto al

⁸ Publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. F-1080 348.022 Ec19I.

servicio de aseo urbano, este tuvo las características de descentralizado y su prestación estuvo a cargo de los municipios del país, con la asistencia técnica del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias IEOS. Posteriormente, mediante Decreto Ejecutivo No. 645, de 2 de febrero de 2011, se transfiere al Ministerio del Ambiente todas las competencias, atribuciones, funciones y delegaciones que en materia de residuos sólidos ejercía la Subsecretaría de Saneamiento, Agua Potable, Alcantarillado y Residuos Sólidos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI. El Ministerio del Ambiente MAE, institución responsable de formular las políticas para el adecuado manejo de los residuos sólidos en Ecuador, ha implementado el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos, PNGIDS, (MAE, 2020).

Según sostiene Alberto Castillo (Anexo 27) el ejercicio de esta competencia descentralizada ha permitido a los municipios del país, desarrollar destrezas en la construcción de infraestructura y en el manejo de los servicios públicos, esto último motivó que los GAD Municipales promuevan la implementación de empresas públicas municipales, unidades o departamentos municipales específicos, que en muchos casos han resultado en experiencias exitosas, en tanto que en una gran mayoría aún persisten limitaciones en el nivel de gestión, que se caracteriza por: bajos niveles de cobertura, especialmente en áreas rurales; pobre calidad y eficiencia de los servicios; y una limitada recuperación de costos y un alto nivel de dependencia en las transferencias financieras del gobierno central y municipal.

El CNC (2019) sostiene que para la política pública y por razones metodológicas se han identificado 5 ámbitos contentivos de diferentes ejes temáticos y lineamientos estratégicos vinculados entre sí, que por ende son enunciativas más no limitativas, que deben ser considerados en las reformas requeridas:

- **Marco conceptual** que contiene los elementos de políticas públicas para la gestión ambiental y desarrollo conceptual de principios y el enfoque con que se debe considerar la formulación, aplicación y valoración de la ordenanza. En este marco es fundamental considerar los elementos constitucionales mediante los cuales se incorpora a la gestión dentro del sistema de gestión integral de

residuos sólidos en los Gobiernos Autónomos Descentralizados GAD y la prestación oportuna y de calidad de los servicios públicos en esta materia.

- **Régimen institucional** enfocado a determinar las atribuciones, deberes y derechos de los municipios, empresas públicas, mancomunidades y comunidad en general mediante mecanismos de coordinación interinstitucional.
- **Prestación del servicio** en los GAD en los que se diferencia el tipo de servicio en virtud de la naturaleza del residuo y que su prestación se ejecutará bajo la empresa pública.
- **Componentes de la gestión integral de residuos** en los que se desarrollan las atribuciones y responsabilidades de los diferentes actores en cada componente desde la generación hasta la disposición final de los residuos sólidos.
- **Sistemas de control y sancionatorio** tendientes a estructurar un nuevo modelo de control basado en niveles de control preventivo, concurrente y sancionatorio y el ejercicio de las facultades de policía y participación ciudadana mediante el establecimiento de un procedimiento claro, la tipificación de infracciones y sanciones de forma gradual y la responsabilidad ambiental administrativa tendiente a estructurar un nuevo marco de acceso a la justicia ambiental enmarcado en la responsabilidad objetiva.

3.3. Ciudades sostenibles y gestión de residuos

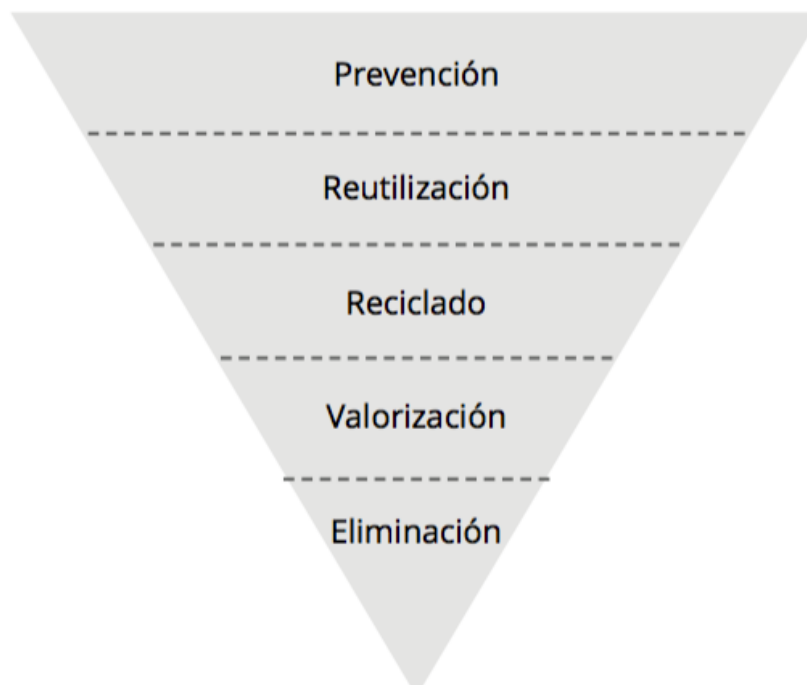
El CNC (2019) se propone desarrollar un programa de optimización de gestión integral de residuos sólidos en ciudades intermedias que busca su sostenibilidad y eficiencia, para lo cual sus diseñadores sugieren considerar que una ciudad sostenible es aquella que ofrece calidad de vida a sus habitantes sin poner en riesgo los recursos, ya que vela también por el bienestar de la humanidad futura y procura la justicia social, enfocando la mejora en los siguientes sistemas:

- Eficiente uso de energía
- Movilidad y transporte eficiente, menores emisiones

- Optimización de uso del agua
- Gestión integral de residuos sólidos, donde los residuos sean reaprovechados y valorizados, disminuyendo la cantidad que son dispuestos en un relleno sanitario y que lleven al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, en los siguientes aspectos:
 1. Poner fin a la pobreza
 3. Salud y Bienestar
 8. Crecimiento económico inclusivo
 11. Asentamientos humanos sostenibles
 12. Modalidades de consumo y producción sostenibles
 13. Acción por el Clima

Según Boroshilov Castro (Anexo 28) La tendencia actual de la gestión de los residuos sólidos es aplicar una pirámide de prioridades (Ilustración 2) y promover la aplicación de las mejores técnicas disponibles en los tratamientos, donde la recolección juega un papel fundamental, en el reciclaje y valorización de residuos.

Ilustración 2 Pirámide invertida de gestión de residuos, promovida por la UE



Fuente: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre, (2019)

En este modelo de gestión el diseño juega un papel fundamental, como sostienen Del Giorgio Solfa y Lasala (2011):

El diseño sustentable como abanderado de este modelo productivo, se enfocará en el uso racional de los diversos materiales, técnicas y tecnologías empleadas -en el desarrollo y fabricación de productos- a fin de disminuir, o por el contrario no aumentar, los impactos negativos en el medioambiente. Esto conduciría al fortalecimiento de las instituciones (en región y provincia) y al fomento de las micro, pequeñas y medianas empresas, el incentivo de la innovación, la organización de redes, la vinculación con el sistema educativo y científico, etc. Estrategias útiles para implementar el diseño y desarrollo sustentable. (p. 30).

3.4. Gestión integral de los residuos

Según datos del INEC (2020) en Ecuador, en el sector de los residuos sólidos, el movimiento económico sobrepasó los USD 200 millones de dólares anuales en el 2019, y concentra un total de 3.283 empresas. Donde la mayor parte son empresas relacionados con servicios de transporte, existiendo una marcada heterogeneidad entre las empresas que intervienen en la cadena.

Según afirma Francisco de la Torre en la entrevista realizada (Anexo 26) un proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos comprende los procesos que van desde el almacenamiento temporal, la recolección y el transporte hasta el tratamiento y la disposición final de los residuos, dentro de un modelo de gestión que sea un centro territorial de prestación de servicios ambientales, que contribuyen a la optimización de los servicios y al control de emisiones efecto invernadero.

Los principales conceptos que se emplean en el desarrollo de este tipo de proyectos son:

3.4.1. Sistemas de recolección

Los sistemas de recolección de residuos sólidos de origen doméstico tienen como objetivo primordial preservar la salud pública mediante la recolección de los residuos en todos los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento o disposición final, de la manera más sanitaria posible, eficientemente y con el mínimo costo.

La manera tradicional es la recolección a pie de vereda, en el que se emplean bolsas que la ciudadanía deposita en la calle y son recolectadas mayoritariamente por camiones compactadores de carga posterior, junto con

camiones de caja abierta. Un componente de este servicio es el barrido manual de calles que incluye la limpieza de papeleras colocadas en la vía pública. El barrido de calles se hace también de forma mecánica. Se realiza con el empleo de una máquina barredora autopropulsada. El área de acción comprende aceras, parterres centrales, vías con alto tráfico y zonas peatonales, preferentemente en áreas que dispongan de pavimento continuo y libre de obstáculos. Tiene por objeto, eliminar los desperdicios y residuos acumulados en las calles.

El sistema alternativo para el almacenamiento temporal y posterior recolección es la contenerización. Según datos presentados por Themac Andina (2020) el primer proyecto de contenerización en Latinoamérica se implementa en 1998 en Viña del Mar en Chile e inicia con 644 contenedores, 2 recolectores, un lavador y un equipo satélite. Actualmente esta ciudad tiene más de 3000 contenedores, 12 recolectores y 5 lava-contenedores. Transcurridos 22 años del primer proyecto en Latinoamérica hoy en día hay más de 80000 contenedores, 400 recolectores y 120 lava-contenedores que dan servicio a aproximadamente 10 millones de habitantes.

Sin embargo, llegar a esto ha significado algunos fracasos debidos a mala elección del equipamiento, errores en el dimensionamiento, premura en la implementación, por decisiones políticas o criterios poco técnicos y por el desconocimiento de quienes gestionan los servicios de higiene urbana.

Según Cristián Salazar⁹, los conceptos que provocan errores son:

- El contenedor resuelve un microbasural
- El contenedor sirve para todos los tipos de residuos
- Se instalan contenedores en todos los puntos críticos
- Se utiliza más de un sistema de recolección en una misma área
- La autoridad lo quiere en un sector determinado
- El contenedor no se reconoce como mobiliario urbano

Según afirma Salazar, para evitar estos errores se deben considerar todos los aspectos que intervendrán en el resultado de la solución. El equipamiento como tal no es por si sola la solución. El cómo se utiliza y gestiona dará como resultado un servicio eficiente. Consideraciones como servicio técnico, repuestos,

⁹ Gerente general de Themac Andina SA compañía ecuatoriana que opera en el sector de recolección de residuos peligrosos.

costos de mantenimiento, herramientas de control y gestión, indicadores operacionales, capacitación, tecnología, conocimiento técnico, etc.; pueden repercutir en el resultado del proyecto y por ende en la prestación del servicio y por consiguiente el éxito o el fracaso del sistema abordado.

En Ecuador el primer proyecto inicia en Ambato en octubre de 2006 con 250 contenedores en un proyecto piloto de 3 meses. Actualmente 30 municipios cuentan con contenerización 29 de estos en zona urbana y 15 en zona rural dando servicio al 13% del país y recolectando 12.240,9 toneladas diarias de residuos (AME, 2020).

La tendencia actual en la legislación de la región es que la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos sea diferenciada, permitiendo la separación de las fracciones entre orgánicos, reciclables y no-reciclables, de acuerdo con un análisis de caracterización, cantidad, cobertura, rutas, frecuencias, horarios y tecnología de acuerdo con las características de cada localidad.

En Ecuador el artículo 588 del reglamento del Código Orgánico Ambiental (Anexo 1) ordena que:

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deberán garantizar que los residuos y desechos sólidos no peligrosos sean almacenados temporalmente en recipientes, identificados y clasificados en orgánicos, reciclables y desechos. Los recipientes con residuos y desechos sólidos no peligrosos no deberán permanecer en vías y sitios públicos en días y horarios diferentes a los establecidos por el prestador del servicio de recolección.

Este artículo entró en vigor el 12 de junio de 2019, a un año de su vigencia solo 4 de los 221 cantones del país lo aplican (AME, 2020).

Hay que considerar que el sistema de recolección es el componente más costoso del sistema de gestión de los residuos sólidos. Por tanto, un sistema bien diseñado, planeado y operado adecuadamente da como resultado un ahorro significativo, que también se convierte en eficiencia energética.

3.4.2. Tratamiento y valorización de residuos

Existen dos métodos principales de tratamiento de los residuos con fines de valorización: el tratamiento biológico y el físico.

Según Boroshilov Castro (Anexo 28) el tratamiento biológico representa el mayor reto para la administración de los sistemas, ya que los residuos sólidos urbanos tienen un componente de un 60% de orgánicos, considerando que la descomposición de estos residuos afecta al medio ambiente por la generación de lixiviados y biogás, este último con un alto componente de metano que es uno de los principales gases que originan el efecto invernadero.

Para los residuos biológicos u orgánicos, los procesos de tratamiento son compostaje, y el acondicionamiento y la mejora de suelos empleando para ello biodigestores de diferente tecnología, que permiten la recuperación de biogás para energía y el compostaje de los residuos restantes que puede ser utilizado para mejorar los suelos.

En la Constitución del Ecuador¹⁰, se destaca los derechos del buen vivir y el fomento a la seguridad alimentaria: “Constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado el garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente” (art 281). Adicionalmente se enfatiza en El Sumak Kawsay que prohíbe el uso de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas.

Una alternativa a estos nuevos enfoques es el fortalecimiento a la agricultura ecológica o agroecología en la que rescata los conocimientos ancestrales de producción sostenible en la que tiene mucha relevancia a la producción de abonos orgánicos como parte de su ciclo.

En el ámbito local el Consejo Provincial de Pichincha en enero del 2018 suscribió un convenio de cooperación interinstitucional con la Asociación Agropecuaria *24 de junio de Cotogchoa* del cantón Rumiñahui, con el objetivo de ejecutar el Proyecto *Implementación de Huertos Agroecológicos* con proyección para 10 huertos a granjas agroecológicas, con una inversión de \$3,647,19 y asistencia técnica por parte del CPP (Consejo Provincial de Pichincha, 2018).

¹⁰ Expedida por la Asamblea Nacional Constituyente en 2008

El Gobierno de la Provincia cuenta con la primera ordenanza a nivel nacional denominada *Ordenanza para Fomentar la Producción de Alimentos Agroecológicos en la Provincia de Pichincha*¹¹ gracias a la promoción y participación de productores, campesinos, indígenas, organizaciones de consumidores y otros actores sociales.

Adicionalmente existe en el país la Coordinadora Nacional Agroecológica¹² organización que agrupa a todos los sectores que promueven la agroecología y trabajan con redes en todo el país.

Esta serie de iniciativas han provocado un novedoso mercado de ferias con productos agroecológicos que se ofertan a través de redes sociales¹³ y con apoyo de gobiernos locales.

En cuanto a la recuperación de energía proveniente de residuos orgánicos, se conoce como bioenergía a aquella proveniente de combustible extraído a partir de biomasa. El biogás, una mezcla de metano y dióxido de carbono, se produce al descomponerse biomasa, particularmente materia orgánica húmeda como estiércol animal o restos de comida. Según sostiene el ing. Castro (Anexo 28) el principal sistema de digestión de biogás se compone de los siguientes elementos:

- Un recipiente grande para contener la mezcla de materia orgánica en descomposición y agua que se llama *lechada*.
- Otro contenedor para recoger el biogás.

Estos recipientes tienen una apertura para agregar la materia orgánica otra apertura para llevar el gas a donde se utilizará y una apertura para eliminar el residuo.

En plantas de biogás de domo fijo, el tipo más común, el recipiente de la lechada y el contenedor de gas se combinan. El proceso de gasificación para producir energía química implica una combustión parcial de biomasa debido a la presencia limitada de aire en el reactor. La gasificación de la biomasa tiene lugar en cuatro etapas:

- Secado: el vapor de agua es expulsado de la biomasa.

¹¹ Expedida el 30 de abril de 2012

¹² <http://agroecologiaecuador.blogspot.com/>

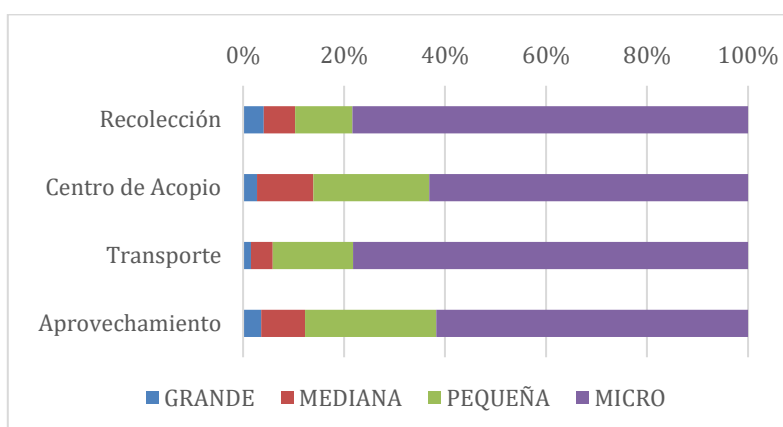
¹³ <https://www.facebook.com/agroecologia.ec/>

- Pirólisis: a medida que aumenta la temperatura, la biomasa seca se descompone en vapores, gases, carbono y alquitranes.
- Reducción: el vapor de agua reacciona con el carbono, produciendo hidrógeno, monóxido de carbono y metano. El dióxido de carbono reacciona con el carbono para producir más monóxido de carbono.
- Combustión: algunos de los carbonatos y alquitranes se queman con oxígeno del aire para generar calor y dióxido de carbono. Este calor permite que las otras etapas del proceso de gasificación tengan lugar.

Por su parte el tratamiento físico está relacionado principalmente con la separación y clasificación de los residuos potencialmente reciclables, que permiten su aprovechamiento, y que pueden ser procesos manuales o mecánicos, cuya elección depende fundamentalmente de los volúmenes que se pretenden manejar.

El gobierno nacional a través de la Vicepresidencia en el 2014 contrató a la empresa Mentefactura para que realice el *Estudio para la Identificación y Desarrollo de una Cadena de Valor para la Inserción y Posicionamiento del Ministerio del Ambiente dentro del Proceso de Definición de la Nueva Matriz Productiva* en él se concluye que la cadena GIRS concentra un total de 3.283 empresas que generan una producción bruta de USD 222 millones y un valor agregado de USD 148 millones al año 2010 (Ministerio del Ambiente, 2014). La mayor cantidad de actores de esta cadena se encuentra en los eslabones que hacen referencia a empresas dedicadas a servicios relacionados con el transporte, quienes agrupan el 33% del empleo total. Al mismo tiempo, se evidencia una marcada heterogeneidad entre las empresas que intervienen en la cadena (Ministerio del Ambiente, 2014). Pese a que las grandes empresas representan el 5% del total de actores involucrados son responsables del 63% de la producción como se puede observar en las siguientes ilustraciones:

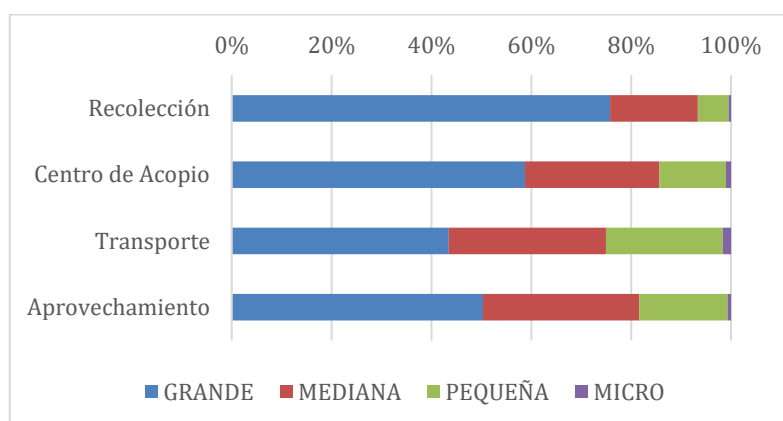
Ilustración 3 Cadena de la GIRS, número de empresas



Elaboración: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre. (2019).

Fuente: Mentefactura (2014).

Ilustración 4 Cadena de la GIRS, producción



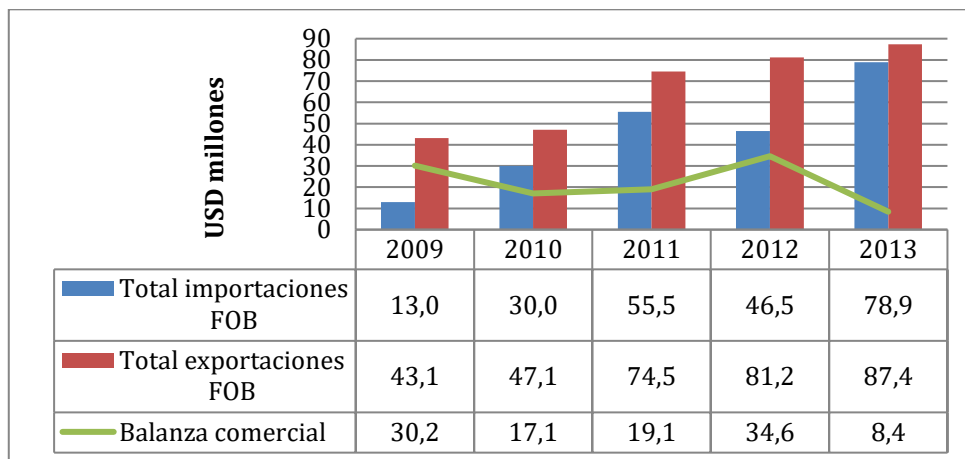
Elaboración: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre. (2019).

Fuente: Mentefactura (2014).

El estudio concluye que el Ecuador cuenta con una balanza comercial de residuos sólidos que incluye como principales residuos a los desperdicios de chatarra, plástico y caucho, papel y cartón, y otros desperdicios¹⁴, y como se puede ver en el gráfico ha permanecido positiva en todo el período de análisis.

¹⁴ Desperdicios de materiales vegetales, cacao, madera, cenizas y residuos de la incineración de desperdicios, industria química, y pilas y baterías.

Ilustración 5 Balanza comercial de residuos sólidos



Elaboración: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre. (2019).

Fuente: banco central del Ecuador BCE. (2014).

El Ministerio del Ambiente (2014) sostiene que las exportaciones de estos materiales en el período 2009-2013 han sido principalmente de chatarra en un 88,7%, desperdicios de papel y cartón en 9,5%, y han mostrado un crecimiento constante durante los últimos cinco años, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 22%. El principal destino de estos materiales es China. El 55% de las ventas externas se destinan a este país, el 9% de las exportaciones se destinan a Corea del Sur y un 6% a Colombia. La proporción se compone casi en su totalidad por chatarra y desperdicios de papel y cartón.

Según la misma fuente, las importaciones de estos materiales realizadas por el Ecuador en el período 2009-2013 han sido principalmente de chatarra (76%), desperdicios de papel y cartón (18%), y han registrado una tasa de crecimiento promedio anual de 67% durante los últimos cinco años. El 47% de las importaciones de provienen de Estados Unidos, el 10% de Costa Rica y el 9% de Perú. Esta proporción se compone al igual que las exportaciones, principalmente de por chatarra, papel y cartón (Ministerio del Ambiente, 2014).

En la actualidad no existe otro estudio de carácter oficial que nos señale la situación comercial de este importante sector económico y productivo, sobre todo en la industria o empresas exportadoras o importadoras de los plásticos, papel y

cartón quienes se han visto afectados por el cierre de mercados a nivel nacional e internacional como es el caso de los plásticos, en vista de la decisión de China, de no adquirir materiales provenientes América Latina (BBC, 2018).

Según Boroshilov castro (Anexo 28) en el país existe un mercado de materiales reciclables que son requeridos por el sector industrial a nivel nacional para su transformación, que se proveen a través de todo un sistema formal de abastecimiento de materiales reciclables que inicia con los recicladores artesanales, pequeñas, medianas, bodegas de compra venta quienes finalmente captan los residuos reciclables hacia estos sectores.

En el mercado de compraventa a nivel local los principales residuos reciclables se clasifican principalmente en papel, cartón, plásticos, metales y sus subproductos que se describen a continuación:

Tabla 3 Residuos reciclables que se comercializan a nivel nacional

Papel	Cartón	Plásticos	Metales
Archivos	Cajas usadas	Plásticos de alta densidad	Cobre
Revistas	Retazos de cartón	Plásticos de línea hogar	Bronce
Libros	Cartón en desuso	Plástico PET	Aluminio
Cuadernos	Bajas de inventarios	Envases plásticos	Chatarra de hierro
Periódico	Residuos de cartoneras	Bajas de inventarios de plásticos	Radiadores
Guías telefónicas	Tubos de cartón	Pallets plásticos	Perfiles de ventanas
Papel de copiadora			Cables de metal
Refile de imprentas			Artículos en desuso
Papel bond			Otros
Papel couché			
Papel químico			

Fuente: Grupo Mario Bravo, RECICLAR CIA. LTDA, (noviembre 2019)

Cuando la recuperación de materiales para compostaje o para su reciclaje no es viable queda la opción de la valorización energética. Esta puede realizarse por medio de tratamientos de conversión térmica, para recuperar energía calorífica. También se pueden usar los residuos tratados previamente en procesos biológicos, así como la utilización del rechazo de las plantas de clasificación, donde se encuentran residuos de alto poder calorífico, que pueden ser utilizados como Combustible de Residuos, CDR, principalmente en los hornos de las cementeras.

3.4.3. Disposición Final

Según afirma Alberto Castillo en la entrevista (Anexo 27 la disposición final se realiza mediante rellenos sanitarios, de los cuales se puede recuperar biogás por medio de captación activa, que permite recuperar energía dependiendo de la cantidad de gas metano que se pueda obtener, reduciendo así las emisiones de gases con efecto invernadero equivalente al de dióxido de carbono CO₂e.

3.4.4. Manejo de otros residuos

Residuos Hospitalarios

De conformidad con lo establecido en el Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el Manejo adecuado de los Desechos Infecciosos generados en las instituciones de salud en el Ecuador¹⁵, se establecen tres tipos de desechos:

- Desechos generales o comunes. Aquellos que no representan un riesgo adicional para la salud humana, animal o al medio ambiente.
- Desechos infecciosos. Aquellos que contienen gérmenes patógenos que implican un riesgo inmediato y potencial para la salud humana y para el ambiente.
- Desechos especiales. Aquellos que por sus características físicas y químicas representan riesgo para los seres humanos, animales o medio ambiente y son generados en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento.

Según dicho reglamento, los desechos generales o comunes deben depositarse en recipientes plásticos de color negro con fundas plásticas del mismo color; los desechos infecciosos y patológicos en recipientes plásticos de color rojo con fundas plásticas del mismo color; los especiales en cajas de cartón íntegras, a excepción de los radiactivos y drogas citotóxicas que se los debe almacenar en recipientes especiales.

En cuanto a la recolección y transporte se distinguen dos procesos: interno a cargo de cada establecimiento de salud y externo de responsabilidad de los

¹⁵ Acuerdo Ministerial 323 Registro Oficial 450 de 20 de marzo de 2019

municipios, lo cual está contemplado además en el Art. 100 de la Ley Orgánica de Salud¹⁶. En el mismo sentido, se establece que el tratamiento externo debe ejecutarse fuera de la institución de salud, el mismo que consistirá en la inactivación de la carga contaminante bacteriana o viral en la fuente generadora, con el empleo de esterilización mediante autoclave o desinfección química.

En cuanto a la disposición final, se considera que la misma permitirá el confinamiento total de los desechos infecciosos y especiales a fin de prevenir la contaminación de los recursos naturales, agua, suelo y aire y los riesgos para la salud humana.

Residuos Industriales

Al estar las principales actividades productivas industriales identificadas en el Ecuador dentro de la Categorización Ambiental Nacional¹⁷ que mantiene el Ministerio del Ambiente y por tanto sujetas a regularización ambiental, son las responsables, a través de sus buenas prácticas ambientales o planes de manejo ambiental, de gestionar sus diferentes desechos, dentro de los que se encuentran los sólidos.

En tal virtud es obligación de cada productor regularizarse ambientalmente, conforme a la normativa ambiental aplicable y a la categorización ambiental nacional. Las buenas prácticas o los planes de manejo propuestos en cada caso particular, deberán tender a la reutilización o reciclaje de los desechos sólidos generados. Únicamente cuando el generador, luego de un análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental demuestre que no es factible lo señalado, podrá someterlos a un sistema de tratamiento que permita mejorar sus condiciones para la disposición final o eliminación, dentro de lo que se considerará su reducción en peso o volumen.

Desechos de Camales

En los camales, los animales son faenados para separar sus partes comestibles, las mismas que luego son puestas a disposición del consumidor. En

¹⁶ Ley 67 Registro Oficial Suplemento 423 de 22-dic de 2006. Última modificación: 18-dic de 2015

¹⁷ Acuerdo ministerial No. 128. 29 de abril de 2014

dicho proceso se genera un sinnúmero de desechos cuyas principales fuentes generadoras son los corrales, el proceso de descuerado y corte y el proceso de evisceración. En los corrales, se genera una cantidad importante de estiércol mezclado con orines. Después de la sangría, el animal es descuerado, proceso en el que se generan los siguientes desechos sólidos: pezuñas, huesos y cuernos. Finalmente, en el proceso de evisceración, es en donde se genera la mayor cantidad de residuos sólidos, en el que el rumen o el contenido de los estómagos del ganado es el principal que junto con la sangre se constituyen en los elementos más contaminantes.

la recolección selectiva de los desechos de camales es la más adecuada para su gestión. Ésta es responsabilidad de cada municipio y se realiza por medio de biodigestores (AME, 2020).

3.5. Tratamiento de la información

Durante la operación de diseño de un servicio el tratamiento que se dé a la información es fundamental. Según Foulonneau, Turki, Vidou, y Martin, (2014) la información juega diferentes roles durante el proceso de diseño de un servicio: El servicio se basa en los datos, el servicio usa los datos como insumo y el servicio es validado o enriquecido con los datos, aunque estos no sean directamente usados o no sean visibles en el servicio.

Por otra parte, Jetzek, Avital y Bjorn-Andersen (2013) sostienen que:

la producción de datos en crecimiento exponencial y la tendencia social hacia la apertura y el intercambio son fuerzas poderosas que están cambiando la economía y la sociedad globales. Los gobiernos de todo el mundo se han convertido en participantes activos de esta evolución, abriendo sus datos al acceso y reutilización por parte de agentes públicos y privados. (p.100).

La gestión integral de residuos sólidos depende en gran medida del tratamiento que se dé a la información. La toma de decisiones se apoya fundamentalmente en información actualizada y oportuna especialmente de la utilización eficiente de recursos.

Incluso dentro del mismo país, los servicios públicos se documentan siguiendo diferentes tipos de modelos de servicio público nacionales, regionales o locales. Además, las descripciones de servicios públicos que se entregan a través de los portales de gobierno electrónico generalmente no están estructuradas y no son legibles por máquina. Esta visión fragmentada del concepto de servicio público y la ausencia de descripciones de servicio público legibles por máquina afectan la

calidad y la eficiencia de la prestación de servicios públicos, aumentan las cargas administrativas y encarecen la prestación de servicios públicos. (ISA, 2013).

Por otra parte, Buchholtz, Burkowski y Sniegocki (2014) sostienen que los gobiernos están jugando un rol fundamental en las publicaciones de datos cada vez más completos y extensos y que el sector público no incurre en grandes gastos a la hora de exponer su información.

Por ello, la Coalición del Clima y Limpieza del Aire CCAC¹⁸, juntamente con la ONU, están trabajando para reducir los contaminantes climáticos de corta duración con ciudades de todo el mundo para mejorar la gestión de los residuos sólidos, en proyectos de gestión de residuos orgánicos: compostaje y digestión anaerobia, que son los que permiten alcanzar estos objetivos. Según el Ministerio del Ambiente (2020) la planificación y el desarrollo de tales proyectos requieren una comprensión detallada de los costos involucrados en la construcción y operación de instalaciones de gestión de residuos orgánicos.

Es en este sentido que se desarrolló el software OrgansEcs por Abt Associates¹⁹ para la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos EPA, con el fin de apoyar el trabajo de la agencia de Coalición del Clima y Limpieza del Aire, CCAC, para reducir los contaminantes climáticos de corta duración originados por residuos sólidos.

OrganEcs es una herramienta para estimar los costos asociados con un proyecto de gestión de residuos orgánicos. Brinda asistencia a nivel de planificación a gobiernos locales, profesionales de residuos, formuladores de políticas, operadores de instalaciones y desarrolladores de proyectos para ayudarlos a tomar decisiones financieras sobre sus posibles proyectos de gestión de residuos orgánicos. Específicamente, la herramienta ayuda a los usuarios a determinar lo apropiado. Así que los resultados son una guía para toma de decisiones, que permita verificarse con los datos del estudio de factibilidad, y que podrá validarse con ofertas. Los métodos y supuestos utilizados se basan en los mejores datos y fuentes disponibles; sin embargo, estos datos y fuentes podrían no ser representativos para todos los proyectos de gestión de residuos orgánicos.

¹⁸ www.ccacoalition.org

¹⁹ <https://www.abtassociates.com/>

El software considera los costos asociados con el uso de un conjunto de tecnologías, que incluyen:

- Compostaje al aire libre sin aireación forzada *cama, pilas*.
- Compostaje con aireación forzada *Cubierta semipermeable, contenedor / caja / túnel, torre, etc. tambor*.
- Digestión anaeróbica húmeda de alta tecnología.
- Digestión anaeróbica seca de alta tecnología.
- Digestión anaeróbica húmeda de baja tecnología.

Según el Ministerio del Ambiente (2020) las estimaciones del costo de capital, los datos de las instalaciones y las proyecciones de rendimiento se basan en informes publicados, así como en datos suministrados por proveedores de tecnología y profesionales de la industria. El programa, como se mencionó, utiliza datos por defecto, correspondientes tanto a características químicas de los residuos, así como de equipamientos, los cuales corresponden a un análisis de una múltiple cantidad de proyectos en el mundo y de proveedores, que se ajustan según región y país.

Los resultados del modelo deben considerarse preliminares y las estimaciones a nivel de planificación deben verificarse mediante un estudio de factibilidad o mediante la solicitud de ofertas de proponentes calificados. Adicionalmente Calvin y Chan (2013) observan la necesidad de ampliar el corpus de conocimientos sobre iniciativas de datos gubernamentales abiertos, especialmente sobre las estrategias para facilitar y atraer a empresas y ciudadanos a participar, colaborar y reutilizar los datos gubernamentales abiertos.

Conclusiones del capítulo

Los sistemas de gestión integral de residuos sólidos constituyen en sí un sistema complejo que en su conformación tiene elementos que están constituidos por las diferentes estructuras internas como bien pueden ser las direcciones y departamentos que están concebidos en su estructura y externas como las direcciones provinciales y municipales. Cada uno de estos elementos se consideran subsistemas que condicionan en un momento su estudio como sistema, entre todos se producen relaciones e interrelaciones funcionales, que

constituyen un proceso de extrema complejidad y cuya resultante traduce la finalidad del sistema: satisfacer las necesidades de la población.

Se puede identificar algunos problemas del sector de gestión de residuos sólidos entre ellos: Existe una diferencia significativa entre regiones y gestión de servicios; La mayoría de los cantones no ha definido un modelo de gestión que cuente con procesos de planificación, priorización, costeo y financiamiento; La disposición final se la sigue realizando en botaderos y muy pocos prestadores de servicios realizan actividades de transformación y valorización; Los prestadores de servicios presentan problemas financieros derivados de la ausencia de recuperación de costos; La recuperación de los subproductos está desarticulada, no cuenta con apoyo de los prestadores de servicios ni de los generadores de residuos y no se rige por un marco institucional ni legal.

Los sistemas de gestión integral de residuos sólidos se mantienen delicadamente equilibrados. Cualquier variación mínima entre sus elementos componentes puede modificar, de forma imprevisible, las interrelaciones y, por lo tanto, el comportamiento de todo el sistema.

La configuración de los sistemas de prestación de servicios complejos se caracteriza por la fluctuación constante, aquella situación en la que el orden y el desorden se alternan de forma continua. Sus estados evolutivos no transcurren a través de procesos lineales, sino que suceden por medio de reorganizaciones.

La acción consciente y concertada de varios actores sociales hacia un fin está determinado por las condiciones cambiantes del entorno en el que se inserta. Para ello es necesaria la intervención de personas, con capacidad de decidir actuaciones conjuntas, por la posición que ocupan en la sociedad. De ahí que la necesidad de un pensamiento intersectorial en la conducción de las acciones.

Se puede identificar algunas características de los sistemas de gestión integral de residuos sólidos y se puede inducir que estas están presentes en otros servicios públicos, estas son:

- Interdependencia. La prestación de un servicio público de gestión de residuos depende de la interrelación de numerosos actores y acciones, internos y externos, como son las condiciones ambientales, la prevención de enfermedades, la recuperación de materiales, la

recuperación de valor energético, los cuales son al mismo tiempo, objeto y sujeto del sistema.

- Extensión. Implica la participación, el compromiso y la acción de numerosos sectores de la economía, la industria, el comercio, la cultura, la educación, el turismo, la legislación, la protección, la ciudadanía, los medios de comunicación y las ciencias.
- Dinámica tecnológica. La tecnología equipos, instalaciones, procedimientos, sistemas organizativos y tecnologías informáticas está sujeta a cambios acelerados y sostenidos en el tiempo.
- Presión social. La cobertura de servicios públicos actúa como un indicador del nivel alcanzado por una sociedad. Los ciudadanos están cada vez más conscientes de lo que el medioambiente representa para el bienestar propio, familiar y comunitario.
- Interrelación con el desarrollo. Debe haber un equilibrio entre las actividades productivas y su influencia en el entorno de modo que los aspectos económico, social y ambiental no se vean afectados negativamente. Es responsabilidad del sector público establecer las políticas que mantengan ese equilibrio.

Finalmente, se encuentra que en la prestación de servicios públicos intervienen diversas disciplinas con un objetivo central lo que demanda una acción integradora.

CAPÍTULO 4

4. Proyectos paradigmáticos

En este capítulo se estudian cuatro proyectos que fueron presentados brevemente al tratar las unidades de análisis. Estos proyectos desarrollados en años consecutivos todos dentro del período de estudio que corresponde a la vigencia del Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021, se destacan por alguna particularidad:

2017 Mancomunidad Mundo Verde por ser un proyecto que reúne a un número importante de ciudades pequeñas para operar un solo sistema de gestión común.

2018 Floreana un proyecto de gestión de residuos que es desarrollado como parte del programa de erradicación de especies invasoras.

2019 Modelo asociativo por su búsqueda de eficiencia económica y financiera.

2020 Rumiñahui por su planta de reciclaje de plásticos.

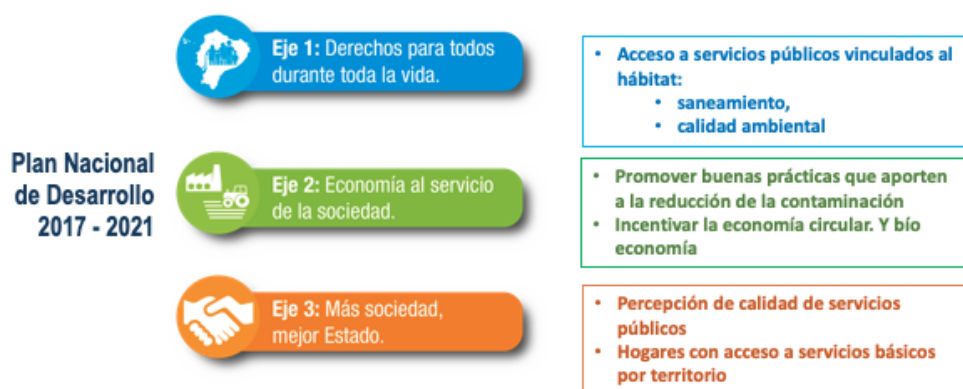
A pesar de las particularidades propias de cada proyecto se supone como plantea la hipótesis, que se pueden identificar regularidades propias de las operaciones de diseño de servicios y sus proyectos resultantes.

Por otra parte, todos estos proyectos tienen en común el haber sido desarrollados con un mismo marco legal. Esta legislación plantea unas condiciones que faciliten el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo.

4.1. Objetivos de desarrollo y marco Legal

El desarrollo de los proyectos se efectúa dentro del Plan Ecuador para Toda una Vida, que se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Este plan se organiza en tres ejes: Eje 1, Derechos para todos durante toda la vida; Eje 2, Economía al servicio de la sociedad y Eje 3, Más sociedad, mejor Estado, cuyos contenidos se ven en la siguiente imagen:

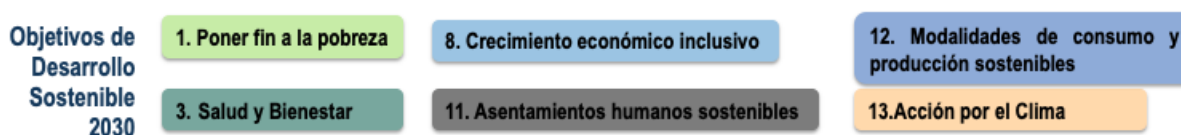
Ilustración 6 Contenido de los ejes del Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021



Elaboración: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre. (2019).
Fuente: Senplades (2017)

Por otra parte, los proyectos apoyan el cumplimiento de los ODS, que el Ecuador se ha comprometido en alcanzar, y específicamente se refieren a:

Ilustración 7 Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2015)

Si bien desde la vigencia de la Constitución de 2008 se establece como derecho constitucional la protección y cuidado del medio ambiente, el Ministerio del Ambiente evidenció la necesidad de una profunda reforma a la normativa ambiental vigente, que era únicamente de carácter secundario y por ello, el 13 de abril de 2017 entró en vigencia el Código Orgánico Ambiental (Anexo 1), mediante el cual se posiciona de otra manera el marco regulatorio de la gestión ambiental en el país, tipificando la obligatoriedad de la emisión de un Plan de Gestión Integral de los Desechos y Residuos Sólidos (Art. 231) como una herramienta de planificación, regulación y control de la política pública para la gestión integral sostenible de los desechos y residuos sólidos. Siendo así que el marco legal en el

cual se desarrolla la gestión integral de los residuos sólidos, y por ende los proyectos estudiados es el siguiente:

Ilustración 8 Marco Legal



Elaboración: Terán, Sacoto, Sagasti y De la Torre. (2019).
Fuente: Senplades (2017)

4.2. Mancomunidad Mundo Verde

Este es un proyecto que la empresa pública alemana de cooperación internacional, *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, GIZ, a través de su departamento GIZ International Services, GIZ IS, desarrolló para el Instituto Nacional de Preinversión, INP y la Empresa Pública para el Desarrollo Integral Sustentable Comunitario, DINSUCO E.P., que se encargará de la gestión de desechos sólidos de la Mancomunidad.

La denominación oficial para este proyecto es: Estudios de diagnóstico, prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral y aprovechamiento de los desechos sólidos generados por la mancomunidad

Mundo Verde o del Buen Vivir o Sumak Kawsay. El proyecto ha sido concebido en cuatro fases: diagnóstico, prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos. Cada una de estas fases se desarrolló sobre la base de una serie de actividades organizadas del siguiente modo:

- Diagnóstico, esta fase comprendió las siguientes actividades
 - Análisis y recopilación de información de información existente
 - Descripción territorial de la zona de estudio
 - Localización geográfica del proyecto
 - Descripción del medio físico
 - Descripción del medio biótico
 - Descripción de la dinámica poblacional
 - Encuesta socioeconómica
 - Aspectos sociales
 - Evaluación administrativa y financiera de los GAD
 - Análisis legal
 - Descripción de la red vial
 - Evaluación de los componentes que forman el sistema de residuos sólidos
 - Informe cartográfico
 - Proyecto de diseño del Cierre Técnico de los actuales botaderos y Diseño de Celdas Emergentes Mancomunadas
- Prefactibilidad, esta fase comprendió las siguientes actividades
 - Estudio de oferta y demanda
 - Concepto de gestión y alternativas de ubicación de Centros de Gestión
 - Análisis de tecnologías del sistema de gestión integral
 - Prediseño de las alternativas tecnológicas preseleccionadas
 - Comparación de las tecnologías
 - Selección de la alternativa óptima
- Factibilidad, esta fase comprendió las siguientes actividades
 - Bases de diseño
 - Estudio de campo
 - Diseño de los componentes del sistema de gestión integral

- Diseños definitivos, esta fase comprendió las siguientes actividades
 - Bases de diseño definitivas
 - Estudios de campo complementarios
 - Diseño de los detalles de los componentes del sistema de gestión integral

Según la ficha informativa del proyecto (Anexo 3), la Mancomunidad Mundo Verde está conformada por 20 cantones, de los cuales 13 pertenecen a la provincia de Los Ríos, 4 a Guayas y 3 a Bolívar. Ocupa una superficie de 11.355,2 km². La siguiente tabla muestra los cantones que forman parte de la mancomunidad, por la provincia a la que pertenecen:

Tabla 4 División política de la Mancomunidad Mundo Verde

Provincia	Municipio	
Los Rios	1	Baba
	2	Palenque
	3	Pueblo Viejo
	4	Urdaneta
	5	Vinces
	6	Buena Fe
	7	Mocache
	8	Quevedo
	9	Valencia
	10	Babahoyo
	11	Montalvo
	12	Quinsaloma
	13	Ventanas
Guayas	14	Balzar
	15	Alfredo Baquerizo Moreno
	16	El Empalme
	17	Palestina
Bolívar	18	Caluma
	19	Echeandía
	20	Las Naves

Fuente: GIZ IS (2017a)

Como se observa en la tabla, el territorio de la Mancomunidad está situado en su mayor parte en la región costa del Ecuador. Las mayores elevaciones están en la provincia de Bolívar de donde son parte los cantones de Echeandía,

Las Naves y Caluma. Según datos del Instituto Geográfico Militar²⁰ aquí se alcanza cotas de hasta 3120 msnm. Las zonas más bajas del territorio presentan cotas de 10 msnm, en la parte sur de la provincia de Los Ríos.

Como parte de la fase de prefactibilidad, se realizó el estudio demográfico de cada uno de los cantones de la Mancomunidad a fin de contar con certeza la población involucrada en el proyecto durante el período 2010-2035. Las bases fundamentales del estudio realizado han sido la información demográfica procesada por el INEC²¹ como resultado del VII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda realizado en el año 2010, así como los censos de población precedentes. Conforme con los datos del INEC, la tasa de crecimiento general para la mancomunidad, entre el periodo de los dos últimos censos 2001 – 2010 fue en promedio de 2.31% anual. Con fines comparativos, es de indicar, que la tasa de crecimiento para el mismo periodo intercensal a nivel nacional fue de 2.08%.

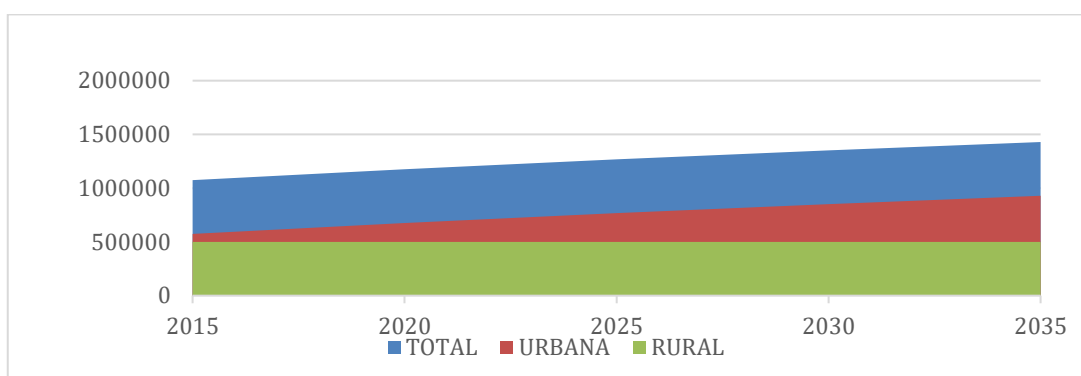
Para realizar la proyección demográfica de la Mancomunidad Mundo Verde, se utilizaron datos reportados de crecimiento vegetativo y migratorio mediante la aplicación del modelo matemático computarizado de proyecciones demográficas para la planeación, denominado DEMPROJ²², el cual es ampliamente utilizado en proyectos de este tipo. En la siguiente tabla consta la población proyectada para los 20 años del período de diseño, que son el resultado de los estudios demográficos, y la curva de proyección tendencial. El detalle completo de las proyecciones de población para la mancomunidad se encuentra en el Anexo 4.

²⁰ <http://www.geograficomilitar.gob.ec/>

²¹ <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

²² Populations Projections: Methodology of United Nations - Populations Studies No. 83, New York: Department of International Economic and Social Affairs, United Nations, 1988.

Ilustración 9 Curvas de proyección tendencial de población



Fuente: GIZ IS (2017a).

Hay que señalar que el proyecto se dividió en etapas para su ejecución:

- Corto plazo: 2017 – 2020
- Mediano plazo: 2021 – 2025
- Largo plazo: 2026 – 2035

4.2.1. Evaluación de los componentes del sistema

Esta evaluación es el resultado de la primera fase del proyecto, en ella los estudios de calidad y cantidad de residuos sólidos, fueron realizados en los diferentes generadores identificados en los municipios de la mancomunidad. Los estudios efectuados permitieron obtener información clave para el dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema de gestión de los desechos de la mancomunidad. Según publica en el resumen ejecutivo la GIZ IS (2017a), los indicadores básicos para el diseño del sistema fueron dos. Primero la generación y composición de los residuos sólidos según su origen en domicilios, comercios, centros educativos, mercados, establecimientos de salud y agroindustria y segundo las características físicas de los diferentes tipos de residuos generados: peso, volumen, composición y humedad.

Para el efecto se utilizaron metodologías empleadas en los países de la región, que consistieron en un muestreo directo en los domicilios de los diferentes centros poblados de los GADM, tanto en la zona urbana como rural. Estas metodologías son aplicadas en los diferentes estudios que se realizan en el país (GIZ IS, 2017a, p. 6).

La producción per cápita se la obtuvo a nivel urbano y rural, mediante un muestreo aleatorio en campo. Según la ficha informativa del proyecto (Anexo 3) los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, a fin de verificar la confiabilidad del muestreo efectuado. Cabe mencionar que el tamaño de la muestra en cada municipio respondió igualmente a un procedimiento estadístico.

Tabla 5 Producción per cápita

FUENTE GENERADORA	PRODUCCIÓN kg/hab./día
Domicilios urbanos	0,63
Domicilios rurales	0,57
Comercios	0,015
Camales	0,004
Centros educativos	0,004
Mercados	0,023
Barrido de calles	0,014
Centros de Salud	0,0008

Fuente: GIZ IS (2017a)

Según la GIZ IS (2017a), en las ciudades pequeñas y medianas así como en el área urbana y rural, se obtuvieron valores muy similares en cuanto a la composición de los desechos, en donde predominan los orgánicos: restos de alimentos y de jardín con un 70%, seguidos de los reciclables: papel, cartón, PET, plásticos de alta densidad, plásticos de baja densidad, textiles, metales ferrosos, metales no ferrosos y vidrio con el 18% y rechazos: polipropileno, poliestireno, inertes, rechazos, madera y otros con el 11%. Los residuos peligrosos representan aproximadamente el 1% de participación en peso.

Por ser esta una zona agrícola dedicada principalmente a la producción de arroz se pone especial atención a los residuos que esta actividad genera. De las estimaciones realizadas en el diagnóstico, a nivel de la mancomunidad se estarían produciendo alrededor de 261,424 toneladas/año de tamo de arroz, lo que equivaldría a 716 toneladas/día. En cuanto a los envases de 20 litros empleados para agroquímicos se generan un total de 127.385 unidades por año (GIZ IS, 2017a).

En lo que se refiere al tamo, de acuerdo con información del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca MAGAP (2012) en la ciudad de Guayaquil, el 35% de la producción se destina a la industria florícola y a criaderos de animales. En el primer caso, se utiliza como sustrato. En el segundo caso para

la elaboración de alimentos balanceados. Por otro lado, información adicional levantada por la GIZ IS (2017a) en esa misma fase, permitió conocer que alrededor de un 5% de dicho material era utilizado como combustible para el secado del arroz en las mismas piladoras.

Según lo señalado en el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a), alrededor del 60% de tamo generado en la mancomunidad, no tendría un uso definido y es desechado, siendo su disposición final, en función del porcentaje señalado, la mostrada a continuación:

- 50% es quemada dentro de piladoras.
- 15% es depositado en los bordes de las carreteras.
- 15% es quemada en terrenos aislados.
- 10% se quema en los bordes de las carreteras.
- 5% es arrojada en ríos
- 5% se pierde a causa del viento.

En cuanto a la recolección de residuos sólidos, esta se efectúa a pie de vereda. En este sistema la población utiliza recipientes plásticos en un 47%, seguido de fundas plásticas con un 31% y tachos metálicos con un 14%, lo que significa que los usuarios tienen recipientes de almacenamiento adecuados para una recolección en vereda, en aproximadamente el 92% de los casos.

Por su parte, el barrido de calles en la mancomunidad es manual. El indicador de rendimiento de barrido en promedio es de 1,74 km/hombre*día cuando el valor recomendado a nivel nacional es de 2,5 Km/hombre*día. Esto se debe a que la jornada real de trabajo es de 5 horas diarias con una utilización efectiva del tiempo de 64,5%. El resultado es que la cantidad promedio de residuos de barrido es de 31,80 kg/km con una cobertura del barrido de calles del 75,79% en promedio (GIZ IS, 2017a, p. 10).

En cuanto al equipamiento para la recolección en el diagnóstico se establece que

a nivel de la mancomunidad existen 71 vehículos. De esos, únicamente 57 son recolectores de desechos, es decir equipos adecuados para la prestación del servicio. No obstante, apenas 32 de estos se encuentran en buen estado de funcionamiento y solo 24 son de propiedad municipal. GIZ IS, 2017a, p. 11)

La frecuencia de recolección es mayoritariamente diaria en un 53% de los casos, seguida de la semanal con 26%, interdiaria con 14% y 7% bisemanal. La cuadrilla de trabajo más común es la de 2 jornaleros. A esto se suma un chofer por vehículo. El promedio del kilometraje recorrido diario por vehículo es de 38,85 Km, de estos el 60% se lo hace en tareas de recolección para un total de 4,9 toneladas. Estos datos arrojan una eficiencia de 1,66 toneladas/hombre*día y una cobertura a nivel urbano de 93,2% y rural de 29,5%.

Por otra parte, En ninguno de los cantones se cuenta con sistemas de transferencia. El transporte de los desechos hasta los botaderos se lo hace en los mismos recolectores.

Según el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a) en cuanto a la disposición final, la mayoría de los botaderos han adoptado como método de operación el de área²³. Sin embargo, los desechos se depositan a criterio de los choferes de los recolectores municipales y de los vehículos particulares, quienes buscan espacios libres de desechos para descargarlos, situación que hace que se generen grandes áreas de operación. No se trabaja con celda diaria, los desechos se disponen en función de la disponibilidad de espacio y facilidad para su descarga. En aquellos botaderos en donde se dispone de equipos, la operación consiste en limpiar las áreas ocupadas con desechos y empujarlos hacia la parte posterior de los predios o hacia las trincheras construidas en aquellos casos en donde se ha adoptado este método de operación, sin que de por medio se realice su compactación. No existe discriminación en la descarga de desechos, ya que en el mismo lugar se depositan los domésticos, comerciales, agroindustriales, biomédicos, etc. Los botaderos no cuentan con material de cobertura, por lo que los desechos quedan descubiertos. Salvo el caso de Babahoyo, los demás botaderos de la mancomunidad no cuentan con un sistema de manejo de gases ni de lixiviados.

En cuanto se refiere al aprovechamiento,

Ventanas cuenta con una planta de recuperación de materiales reciclables entregada en el 2013 por el MAE, que no ha entrado en operación en tanto que Babahoyo dispone de un galpón tipo invernadero, para la producción de compost, el mismo que dejó de funcionar en el 2012. Al momento la cubierta del invernadero

²³ Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día.

(plástico) se encuentra totalmente destruida. Como resultado de esto, en ninguno de los cantones se trata o aprovecha los desechos sólidos generados, salvo los agroindustriales que son utilizados por sus generadores en diferentes fases de sus procesos productivos, esto como una iniciativa propia de ellos y no de las autoridades municipalidades. (GIZ IS, 2017a, p. 12).

En otro orden de cosas, durante la fase de diagnóstico se realizó un análisis completo de la situación administrativa y financiera de los GADM (Anexo 5), enfocada principalmente a la gestión de los desechos sólidos. Los resultados obtenidos indican que el costo promedio del manejo del servicio de residuos sólidos por tonelada de los 20 GADM de la Mancomunidad es de USD 98,60, un costo superior al promedio nacional²⁴ por tonelada que es de USD 43,05.

De acuerdo con la información del departamento de comercialización de cada uno de los GADM, actualmente 19 GAD Municipales y la EPMAGAQ no cuentan con catastros propios, están atados a los de agua potable, prediales o energía eléctrica que no necesariamente muestran los usuarios que reciben el servicio de recolección de residuos sólidos. Los 8 GAD Municipales que no cobran por el servicio no cuentan con ningún tipo de catastro. No se manejan indicadores de gestión, por ejemplo, situación financiera del servicio, eficiencia en las recaudaciones, control de usuarios, ni tampoco cuentan con metas anuales a cumplir por la gestión del servicio. Actualmente los 19 GAD Municipales y la EPMAGAQ manejan una estructura de costos en función de los parámetros de contabilidad gubernamental, sin embargo, no realizan un análisis financiero por centros de costos por lo cual desconocen los costos por componente del servicio.

En lo que se refiere a ingresos, el 35% de los GAD cobran por el servicio a través de la energía eléctrica, igual porcentaje a través del impuesto predial urbano, mientras que el 5% cobran a través del agua potable. Un 25% de GAD no cuenta con ningún mecanismo de cobro. Los GAD que cobran a través del impuesto predial presentan limitantes al momento de generar reportes de cartera vencida, lo que impide conocer la real eficiencia en cuanto a sus mecanismos de cobro. En el caso de aquellos GAD que lo hacen a través de la CNEL, la generación de reportes la emite dicha corporación, sin dar a conocer la cartera vencida en cada

²⁴ Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales (Informe Analítico del Ecuador) /OPS/2002/2003

GAD, toda vez que el único reporte que emiten es el de las recaudaciones efectivas.

4.2.2. Operación de diseño

El diseño del sistema de prestación del servicio está marcado por una serie de tomas de decisión. Estas decisiones responden a la factibilidad de ejecutar las diferentes alternativas propuestas.

El proyecto se desarrolla para un período de diseño comprendido entre 2017 y 2035 y se establecen tres periodos de diseño. El primero a corto plazo 2017 - 2020 que permitirá incorporar los primeros cambios en los procesos de los servicios propuestos, y dos posteriores. A mediano plazo 2021 – 2025 y largo plazo 2026 - 2035 en el que se incrementarán parámetros de diseño como coberturas, así como porcentajes de recuperación de materiales reciclables.

En lo que tiene que ver con el componente de recolección, las coberturas de los servicios de recolección se analizaron tanto para la zona urbana como para la rural. Para determinar la cobertura en la zona rural, se tomaron en cuenta únicamente aquellos recintos que se ubican hasta una distancia de 250 metros de una vía transitable durante todo el año y que por tanto pueden ser atendidas por el servicio de recolección. Para el efecto se utilizaron herramientas informáticas como el ArcGIS²⁵. Según la ficha técnica del proyecto (Anexo 3), para los comercios, centros educativos, mercados, desechos de barrido y camales la cobertura desde el arranque del proyecto será del 100%.

Dada la situación geográfica del territorio en donde se implementará el proyecto, así como la gran área que ocupa, ha sido dividida en cuatro grandes zonas, cada una agrupando un número determinado de municipios. Para esto, se consideraron las 4 zonas en las que se dividió el territorio de la mancomunidad, esto es:

- Zona Norte correspondiente al área de influencia de Quevedo
- Zona Sur que corresponde al área de influencia de Babahoyo
- Zona Centro que corresponde al área de influencia de Ventanas

²⁵ ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica

- Zona Suroccidente que corresponde al área de influencia de Vinces

Según aparece en el documento Conceptualización del sistema GIRS y alternativas de ubicación elaborado por la GIZ IS (2017b) Durante la operación de diseño de este componente se plantearon tres alternativas:

La primera, contempla la construcción de dos centros de gestión integral de residuos sólidos CGIRS, uno en la zona norte – Quevedo y el segundo en la zona sur – Babahoyo (en el sector de la hacienda La Clementina). Además, la construcción de tres estaciones de transferencia, la primera en la zona centro - Ventanas, la segunda en la zona sur occidental – Vinces y la última en la zona sur Babahoyo.

La segunda, contempla la construcción de un centro de gestión integral de residuos sólidos CGIRS en la zona centro – Ventanas. Además, la construcción de tres estaciones de transferencia, la primera en la zona norte – Quevedo, la segunda en la zona sur occidental – Vinces y la última en la zona sur -Babahoyo.

La tercera, contempla la construcción de un CGIRS en la zona norte - Quevedo. Además, la construcción de tres estaciones de transferencia, la primera en la zona centro – Ventanas, la segunda en la zona sur occidental – Vinces y la última en la zona sur -Babahoyo.

Según la GIZ IS (2017b), luego de planteadas las alternativas de ubicación de los CGIRS y las Estaciones de Transferencia, se procedió a determinar áreas aptas, mediante un análisis multicriterio SIG. Para esto se elaboraron mapas temáticos basados en la información geográfica existente y la información recabada en campo, los mismos que permitieron seleccionar y elaborar criterios de exclusión para las zonas no aptas. Una vez identificadas dichas áreas, se excluyeron aquellas menores que 100 ha de extensión, que es la superficie estimada para la implantación del CGIRS. Como resultado del análisis se estableció que apenas un 26,9% de la superficie total del área de estudio es apta para la localización de un CGIRS, la misma que se encuentra de preferencia hacia el norte del territorio y hacia las estribaciones de la cordillera.

Según se observa en el análisis de ubicación de las Estaciones de Transferencia GIZ IS (2017c), para la ubicación de las estaciones de

transferencia. En cada una de las zonas se ubicó el área más favorable la misma que es el resultado de cruzar las siguientes variables:

- Centro de gravedad geográfico del territorio
- Centro de gravedad de las áreas pobladas
- Centro de gravedad en función de densidades poblacionales
- Centro de gravedad en función de la producción de desechos

Adicionalmente se observa en el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a) que se tomó en cuenta la hidrografía del área del proyecto en virtud de que la presencia de ríos limita la conectividad entre las ciudades, como ocurre con Balzar que debido a la presencia de los ríos Daule, Bobo y Vinces, tiene limitada su conexión con las poblaciones orientales aledañas. También se consideró la red vial existente. El eje principal es la Troncal de la Costa E25 que conecta Buena Fe, Quevedo, Ventanas, Pueblo Viejo, Babahoyo y Jujan. A este eje se conectan directamente y en cortos períodos de tiempo el resto de los cantones con excepción de Balzar, Caluma y Echeandía, los cuales por su topografía y al encontrarse en los límites orientales y occidentales de la mancomunidad presentan limitaciones para conectarse con la E25.

Según consta en el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a), el resultado final del cruce de las variables antes señaladas permitió identificar las potenciales áreas en donde deberían ubicarse las estaciones de transferencia, las mismas que coincidentemente incluyen los sitios de los actuales botaderos de Babahoyo, Ventanas y Vinces, previstos para la construcción de las tres estaciones de transferencia por lo que se puede señalar que las mismas estarán localizadas en sitios estratégicos, además de la ventaja que presentan estos lugares en cuanto a aceptación de la población circundante, la misma que ya está acostumbrada a la presencia de vehículos recolectores y al manejo de desechos, claro está que con la implementación del proyecto dicho manejo mejorará totalmente, a diferencia de lo que ocurre actualmente con los botaderos.

Según el documento titulado Tecnologías del sistema de gestión integral GIZ IS (2017d), una vez conceptualizado, desde lo territorial, el flujo de los desechos, con las tres alternativas planteadas, se procedió a definir las diferentes alternativas para operativizar el sistema de manejo de los desechos al interior de

cada municipio y desde éstos hacia el resto de las componentes que se presentan comunes para los mismos. A continuación, se presenta un resumen de las alternativas propuestas para cada uno de los componentes.

Para el caso del almacenamiento temporal en domicilios, comercios, instituciones y establecimientos educacionales, se plantearon tres alternativas: fundas plásticas; tachos plásticos; y tachos metálicos. La alternativa que contempla el uso de techos plásticos se constituye en la que mayores ventajas presenta frente al uso de las fundas plásticas o los tachos metálicos. Para el caso de las comunidades dispersas de la zona rural, se consideró el uso de contenedores en cada uno de los recintos que facilitan el acceso vehicular durante todo el año, principalmente durante la época lluviosa.

Para el caso del barrido y aseo de áreas públicas se plantearon tres alternativas: barrido manual en todos los municipios; barrido mecánico en todos los municipios; y combinación de barrido manual y mecánico. Si bien la alternativa del barrido manual es la de mayores costos operativos, demanda menores costos de inversión y menor dependencia tecnológica que el barrido mecánico en donde son indispensables las barredoras. Además, se constituye en una fuente de trabajo para la población de los cantones de la mancomunidad lo cual le hace más beneficiosa desde lo social. No obstante, una combinación de los dos sistemas permitiría contar con mayores beneficios económicos y sociales, así como ambientales y técnicos. Por ejemplo, las barredoras funcionarían bien en las vías principales de los municipios más grandes. Por lo señalado, el componente barrido y limpieza de áreas públicas se sujetará al uso de un sistema combinado: manual y mecánico para los tres escenarios planteados para la implementación del proyecto.

Para el caso de la recolección se plantean tres alternativas: frecuencia diaria sin separación; frecuencia interdiaria sin separación; y frecuencia interdiaria con separación. Se determinó que la diferencia está en que una frecuencia interdiaria produce la optimización de los equipos, pero, se debe considerar el involucramiento de la población que se verá obligada a almacenar sus desechos por dos días. Por otro lado, el hecho de aprovechar los desechos reciclables, en donde la población se involucra de manera directa en la separación de estos, es positivo dentro de la gestión de los desechos, así como para el ambiente al contar

con materia prima secundaria que evita la explotación de recursos naturales no renovables. Por lo señalado, el componente recolección se sujetará al uso de una frecuencia interdiaria con la incorporación de un sistema separado de recolección en un segmento de la población.

Para el componente de transferencia y transporte y desde el punto de vista de la operación de las estaciones de transferencia, se plantearon dos alternativas: descarga directa; y almacenamiento y carga. Por sus costos de inversión y operación menores, por su mantenimiento básico y menos implicaciones ambientales, se seleccionó la primera alternativa, es decir de descarga directa.

El componente reciclaje se desarrolló de manera independiente al sistema domiciliario y fue abordado desde la generación, pasando por el almacenamiento, la recolección y el transporte y su entrega final en uno de los Centros de Gestión Integral de Residuos Sólidos CGIRS o en Estaciones de Transferencia ET. En el Anexo 6 se identifican las categorías de almacenamiento, recolección y transporte y entrega de los residuos reciclables. Los materiales recolectados serán conducidos hasta las plantas de clasificación para la recuperación de los materiales que sean de interés.

En cuanto al compostaje de residuos orgánicos, Se consideró iniciar con la composta solamente con los residuos procedentes de mercados de cada GADM 2017- 2020, con la finalidad de contar con residuos más limpios que permitan afianzar el proyecto, y en una etapa de mediano y largo plazo 2020- 2035 continuar con un proceso de recolección selectiva para la elaboración de composta de residuos orgánicos procedentes de la fracción húmeda de las casas. Por lo anterior se plantean 2 escenarios para el tratamiento de la composta.

- Escenario 1: Que cada GADM cuente con su propia planta de composta para residuos de mercado, la cual se desechó por los mayores costos y difícil sistema operativo.
- Escenario 2: Que se instalen plantas de composta adyacentes a las Estaciones de Transferencia y en los Centros de GIRS, con el fin de centralizar la producción a gran escala que optimiza los costos, siendo la alternativa seleccionada.

Para residuos sólidos domésticos, RSD, es en un biodigestor tecnificado en estanques sólidos, y que para el procesamiento de los RSD se requiere que se realice en conjunto con residuos agroindustriales, adicionalmente que tenga un aprovechamiento energético del biogás. Aunque la biodigestión ofrece ciertas ventajas como mayor mitigación de gases efecto invernadero GEI y generación de energía, se excluye proyectos de biodigestión en la mancomunidad. Esto debido a que la biodigestión con su proceso clásico de fermentación húmeda tecnológicamente no es apta sólo para residuos sólidos domésticos orgánicos. De acuerdo con la experiencia internacional, los biodigestores requieren mezclas óptimas de diferentes tipos de residuos, entre ellos lodos de tratamiento de aguas servidas y ciertos tipos de residuos agroindustriales que no son disponibles en el área del proyecto.

Se investigó el grupo de las opciones del Tratamiento Mecánico Biológico TMB y tecnologías similares que se puede aplicar a los Residuos Sólidos Domésticos RSD con el fin de reducir su volumen y sus impactos ambientales, separar reciclables y generar un combustible alternativo, también llamado RDF del inglés *Refuse Derived Fuel*, combustible derivado de residuos. No obstante, lo señalado, esta opción luego de analizada, principalmente en su relación costo beneficio, fue descartada.

Para el componente disposición final, se plantearon dos alternativas de cierre técnico de botaderos y construcción de Celdas Emergentes según las normas vigentes del Ministerio del Ambiente. La primera alternativa propuso el cierre técnico de cada uno de los botaderos y la construcción de una celda emergente en cada uno de los GADM y la segunda alternativa por su parte propuso el cierre técnico de cada uno de los botaderos y la construcción de celdas emergentes mancomunadas en Babahoyo, Quevedo, Vinces, Ventanas y Balzar, a las cuales llevarían los residuos los GAD que se hallan en el área de influencia de cada uno de estos centros.

La comparación de las dos opciones en función de los costos de inversión y operación se detalla en el Anexo 7.

El relleno sanitario, último nivel de la clasificación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, involucra la disposición controlada de los residuos sobre o en el manto térreo y es por mucho el método más común de disposición de residuos. El

relleno sanitario se encuentra en el nivel más bajo de la jerarquización del Manejo Integral de los Residuos Sólidos, porque representa el último medio deseable para manejar los residuos de la sociedad (Tchobanoglous, Theisen y Vigil 1993).

Por otra parte, se observa en el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a) que para la disposición final se consideró el principio de gradualidad, que el proceso de mejora de la gestión debe ir de menos a más de forma progresiva, que los municipios y la mancomunidad puedan aplicar:

Ilustración 10 Gradualidad del proceso



Fuente: Elaboración propia

La mejora del proceso implica acercarse de forma gradual hacia la recuperación y valorización de los residuos. Según el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a) las actividades desarrolladas en la fase de diagnóstico permitieron identificar proyectos, infraestructura, maquinaria y equipos, relacionados con el manejo de residuos en cada uno de los cantones que podrían ser considerados y aprovechados en cada una de las alternativas del estudio. Es este sentido que se puede señalar, por una parte, la existencia de la planta de separación que dispone el GAD de Ventanas la que únicamente requiere la instalación de un transformador para estar operativa y por otra la planta de compost de Babahoyo, que, para entrar en funcionamiento, requiere la reposición del plástico de invernadero y el mantenimiento del equipamiento existente.

Una vez seleccionada la alternativa óptima para cada componente, se conceptualizo el Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Mancomunidad Mundo Verde.

Ilustración 11 Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos



Fuente: Elaborado por GIZ IS (2017b)

Para el funcionamiento integral de las operaciones, se dispondrá de cuatro Centros de Operaciones: Quevedo, Ventanas, Vinces y Babahoyo, con capacidad para dirigir la programación, control, monitoreo y evaluación de los diferentes servicios a prestar por parte de la Empresa Pública para el Desarrollo Integral Sustentable Comunitario, DINSUCO EP, que será la encargada de la operación del sistema integral de gestión de los desechos sólidos en la Mancomunidad Mundo Verde. Según lo propuesto en el resumen ejecutivo del proyecto GIZ IS (2017a), la gestión operativa del sistema integral de manejo de los desechos sólidos al interior de la Mancomunidad Mundo Verde demanda el control de todas sus actividades mediante la incorporación de un sistema de automatización, a fin de involucrar todos aquellos elementos que lo conforman, los mismos que están íntimamente relacionados, pese a que pueden actuar de manera independiente.

En síntesis, esta operación de diseño parte de un diagnóstico inicial para posteriormente determinar plazos: corto, mediano y largo, de operación del proyecto. Se define también las etapas para una implementación gradual de la cobertura del servicio. Una vez hecho esto se divide el sistema en componentes que son diseñados de manera independiente para finalmente definir un esquema de funcionamiento integral.

4.3. Gestión integral de residuos sólidos de Floreana, Galápagos

La Parroquia Floreana es parte del Cantón San Cristóbal administrado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Cristóbal y según el Censo de Galápagos del 2015 su población ha decrecido en el último período intercensal Nacional - 2010 y Galápagos - 2015, a un ritmo del -5,20% promedio anual en la Isla.

Floreana es una de las cinco islas pobladas del archipiélago de las Galápagos y sus datos demográficos principales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 6 Población de Isla Floreana

Parroquia	Población INEC – 2010 (habitantes)	% Tc	Población INEC Galápagos – 2015 (habitantes)	N° de viviendas - 2015
Parroquia Isla Santa María (Floreana)	145	-5,20%	111	78

Elaboración: De la Torre. (2018).

Fuente: INEC, Censo Nacional 2010 y Galápagos 2015

La población total de la parroquia de Floreana proyectada al 2019 era de 184 habitantes, en el área urbana, de acuerdo con la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2017).

Según el informe de estudio elaborado por Francisco de la Torre (2018) se ha identificado la necesidad de elaborar un plan de manejo integral de gestión de residuos para la parroquia Floreana en base de la infraestructura, instalaciones y equipos actuales con sugerencias y recomendaciones para mejorar el sistema y para prevenir y eliminar la introducción y proliferación de especies invasoras

dentro del proyecto *Erradicación de Especies Invasoras en Floreana*, desarrollado por la World Wildlife Fund WWF.

Según Francisco de la Torre (2018) el estudio se enfocó en la actualización del Estudio de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Origen Urbano no peligrosos de la isla Floreana desarrollado en el año 2010. El objetivo del estudio es permitir al Gobierno Parroquial y a la WWF proceder con la implementación del sistema de GIRS, que incluye la construcción y operación del sistema de reciclaje y disposición final de los residuos sólidos, de forma sustentable: ambiental, técnica y financieramente. Así como recomendaciones para mejorar el sistema y para prevenir y eliminar la introducción y proliferación de especies invasoras por la mala gestión de los residuos sólidos, como parte del proyecto de erradicación de especies invasoras en la isla Floreana.

En el Plan de Trabajo (Anexo 8), las actividades se agruparon de manera coordinada con los objetivos específicos para las diversas fases de los estudios.

En cuanto a las características administrativas del Archipiélago de las Galápagos, las islas constituyen una provincia del Ecuador, cuya capital es Puerto Baquerizo Moreno en la isla San Cristóbal. La gobernabilidad de la provincia descansa sobre una serie de instituciones públicas dependientes del Gobierno Central e instituciones de régimen seccional o de régimen especial, cuyas competencias están definidas por la Ley Especial de Galápagos y otros cuerpos normativos de ámbito nacional o regional. Así mismo, existen en el archipiélago una serie de instituciones privadas no gubernamentales de ámbito regional, nacional e internacional que poseen también gran relevancia en los temas referentes a la conservación y el desarrollo en la provincia. (Plan Nacional Galápagos, 2005).

Según datos del INEC²⁶ (2018) Galápagos políticamente está conformado por tres cantones: Isabela. Santa Cruz y San Cristóbal que incluye en su jurisdicción a la Parroquia Floreana. La isla Floreana es la parroquia más pequeña en población de todas las pertenecientes al Cantón San Cristóbal pues contiene no más del 1.6% del total de habitantes de San Cristóbal. Tiene una extensión aproximadamente de 17.300 has, de las cuales cerca del 98,5% se encuentra

²⁶ <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

bajo jurisdicción del Parque Nacional Galápagos. Su cabecera parroquial es Puerto Velasco Ibarra, donde se asienta la mayoría de la población, mientras que una pequeña parte de la parroquia se ubica en la parte alta de la isla. Existen aproximadamente 35 familias y 111 personas de acuerdo con el Censo 2015. En total el área poblada tiene alrededor de 310 has.

Según la información general de Floreana (Anexo 9), existen 78 viviendas habitadas y a diferencia de otros proyectos de gestión de residuos en éste por el área de cobertura del servicio y por tamaño de la población fue necesario hacer un registro de los vehículos que se encuentran en la isla. Los servicios públicos son escasos siendo el agua es una de las mayores preocupaciones para la comunidad. Respecto a la eliminación de basura, esta se realiza con un carro de recolección el cual cubre el 97.22% de la parroquia, el 2.78%, de la basura restante se destruye a través de quema.

En otro orden de cosas, para este proyecto se realizó un estudio de impacto ambiental, De la Torre (2019) en el que se realizó una actualización de la información biótica²⁷, así como recomendaciones para prevenir y eliminar la introducción y proliferación de especies invasoras por la gestión de los residuos sólidos, compatible con el proyecto Erradicación de Especies Invasoras en Floreana:

para poner este proyecto en contexto es necesario referirse a las condiciones bióticas y las especies invasoras en Floreana; Glen et al. (2013) sostienen que las islas han sido desproporcionadamente impactadas por los humanos y las especies que estos han introducido, estiman que el 70% de las extinciones recientes han ocurrido en islas y la mayoría de éstas, incluyendo más de la mitad de todas las extinciones de aves marinas, han sido ocasionadas por especies invasoras.

Hoy en día, más de la mitad de las aves de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN²⁸ están amenazadas por especies introducidas. Los gatos ferales y los roedores, principalmente ratas y

²⁷ a partir del estudio biótico desarrollado en Informe de Gestión de Residuos Sólidos. WWF - De la Torre y Meza, 2011.

²⁸ Establecida en 1964, La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo sobre el estado global de conservación de especies de animales, hongos y plantas.

ratones, son las especies introducidas más devastadoras en ecosistemas insulares, donde frecuentemente impactan a las especies nativas mediante depredación directa, competencia o cambios en la cadena alimenticia. Los roedores se han introducido en más del 80% de las islas en el mundo entero, causando grandes perturbaciones al ecosistema, incluyendo efectos profundos en la distribución y abundancia de la flora y fauna nativas (Atkinson 1985, Jones et al. 2008, Kurle et al. 2008, Towns et al. 2009 como se citan en de la Torre, 2019).

Según Campbell, Carrión y Sevilla (2013). Los ecosistemas insulares, como el de Floreana, son áreas claves para la conservación porque son hábitats críticos para aves marinas y reptiles que dependen de las islas para su reproducción. La isla Floreana es el hogar de 54 especies amenazadas según la UICN (2013), a nivel global ocho especies de vertebrados presentes en Floreana se consideran amenazadas: dos críticamente amenazadas, cuatro amenazadas y dos vulnerables; En Floreana de estas ocho especies de vertebrados cuatro se encuentran actualmente extintas, una críticamente amenazada y tres vulnerables.

Floreana alberga a 94 especies de plantas que son endémicas a las Galápagos de las cuales seis son endémicas a la isla: *Linum cratericola*, *Scalesia villosa*, *Lippia salicifolia*, *Alternanthera nesiotis*, *Psychotria angustata*, *Lecocarpus pinnatifidus*. Treinta y dos especies de plantas en la isla fueron consideradas globalmente amenazadas por la UICN en 2006: cinco críticamente amenazadas, ocho amenazadas y 19 vulnerables mientras que dos plantas endémicas a Floreana, *Sicyos villosa* y *Dellila inaequalis* se consideran extintas (Tye, 2007).

Según Campbell, Carrion y Sevilla (2013) a pesar de que los impactos de roedores introducidos en las Galápagos, y específicamente en Floreana, no han sido identificados por completo, se sabe que las ratas negras han influido en el reclutamiento de tortugas en la isla Pinzón por lo menos por un siglo. En el presente, la tortuga gigante de Floreana está extinta en estado silvestre y la presencia de roedores amenaza cualquier éxito futuro de intentos de repatriación.

Los roedores introducidos han conseguido colonizar 7 de las 13 islas Galápagos mayores a 1000 ha y están presentes en el 38% de las islas e islotes satélites a 2 km de las islas infestadas. Programas para el control de roedores en las últimas décadas han ayudado a mitigar, pero no a eliminar los efectos de los roedores en Floreana. “La única solución a largo plazo para el problema de

roedores introducidos es su erradicación total apoyada por un programa de bioseguridad para evitar que se produzcan nuevas invasiones” (Campbell, Carrion y Sevilla 2013).

En este sentido se han desarrollado unas recomendaciones para control de erradicación de especies invasoras resaltando que los beneficios para la conservación de las erradicaciones de roedores incluyen un incremento en la abundancia y el éxito reproductivo de una variedad de taxones, como aves marinas, aves terrestres, reptiles, mamíferos, caracoles terrestres y plantas (Jones como se cita en De la Torre 2019).

Según sostiene De la Torre (2019), debido al bien documentado impacto de roedores sobre aves marinas, se predicen beneficios significativos para las colonias existentes de aves marinas que pueden promover la recolonización por parte de especies extirpadas como las gaviotas de lava. En el oeste de México, la erradicación de ratas negras en cinco islas dio como resultado la protección de 46 poblaciones de aves marinas (Aguirre-Muñoz et al. 2008). Los beneficios directos para las aves marinas reproductivas también han sido reportados, incluyendo un incremento en la ocupación de sitios de anidación, intentos de anidación, éxito de eclosión y reducida depredación en nidos (Amaral et al. 2010; Jouventin et al. 2003; Smith et al. 2006; Whitworth et al. 2005). En el Refugio Nacional de Vida Silvestre del Atolón de Midway, las poblaciones del petrel de Bonin *Pterodroma hypoleuca* aumentaron de menos de 5.000 parejas anidantes en la década de 1980 a más de 135.000 parejas en 2008 después de la erradicación de ratas en 1997 (FWS 2010; Pyle y Pyle 2009).

Las especies invasoras registradas en el área de estudio son: gatos ferales *Felis silvestris libyca*, ratas y ratones. Según el documento Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad de la Erradicación de roedores y gatos (Island Conservation como se citó en De la Torre, 2019).

Los principios técnicos básicos para lograr una erradicación exitosa de mamíferos invasores son:

- Todos los individuos de la especie objetivo deben ser puestos en riesgo por los métodos usados.
- Todas las especies objetivo deben ser removidas a una tasa más rápida que aquella con la que puedan reproducirse.

- El riesgo de reinvasión debe ser cero o capaz de ser manejado efectivamente.
- Los métodos deben seguir las regulaciones locales relevantes o las regulaciones deben cambiar para permitir su aplicación.

A menudo se necesitan técnicas múltiples y muy pocas veces puede una técnica sola, a excepción de algunas erradicaciones de roedores, lograr la erradicación. Por lo general, técnicas adicionales o modificadas son necesarias para remover los últimos animales y confirmar que la erradicación ha sido completada. (Hanson y Campbell, 2013).

Según informó el señor Víctor Carrión²⁹, Especialista en Restauración de Islas, técnico de Island Conservation³⁰, en la isla Floreana están trabajando en varios frentes, como son la construcción de gallineros, establos, implementación de contenedores para guardar alimentos, protección de acuíferos y la construcción de un aviario, para protección durante el proceso de erradicación de roedores y gatos, y evitar su proliferación. Según lo planificado por Island Conservation tienen programado iniciar la erradicación a finales del 2020, con el uso de cebo.

4.3.1. Evaluación de los componentes del sistema

Para efectos de esta tesis se presenta un resumen del análisis de los componentes del sistema existente.

Según la metodología descrita por De la Torre (2019), el primer componente que evaluado fue la generación. En este proyecto se dividió a la generación en cuatro fuentes para su análisis: la doméstica, la unidad educativa de la isla, el centro de salud y los restaurantes y hoteles. Esta división tiene su fundamento en la principal actividad económica de la isla que es la prestación de servicios de alimentación y alojamiento como parte de la industria turística del archipiélago.

El análisis de la generación doméstica se hizo en un lapso de cinco días según la metodología descrita en el (Anexo 10). En este análisis se puede observar que cuando se diseña para un grupo pequeño el trabajo es muy

²⁹ El técnico de Island Conservation responsable de la construcción de toda la infraestructura en la isla Floreana informó en territorio las actividades que se encuentran realizando dentro del proyecto.

³⁰ Organización impulsada por la ciencia que trabaja en la prevención de extinciones mediante la eliminación de especies invasoras de islas. <https://www.islandconservation.org>

personalizado. En el estudio aparecen por ejemplo los nombres de los lugares en los que se hizo el muestreo. En otros casos ni siquiera hay un muestreo, por ejemplo, en el sistema de salud se analiza la generación en el único centro de salud existente en la isla, lo mismo pasa con el sistema de educación ya que hay una sola escuela.

El componente del sistema correspondiente al almacenamiento también se dividió según la fuente de generación. Para el almacenamiento domiciliario se encontró que los tipos de recipientes de almacenamiento utilizados son tachos plásticos, proporcionados por la Junta Parroquial, para que sean estandarizados y que permite realizar una separación en la fuente según el siguiente criterio:

- Tacho de color azul para residuos reciclables: envases de vidrio, botellas de plástico, latas de conservas, periódicos y papel, cajas de cartón, envases de leche, jugos y yogurt, latas
- Tacho negro para basura de rechazo: zapatos y ropa vieja, papel higiénico, pañales usados, fundas plásticas, vidrios rotos, y todo residuo que no sea orgánico o reciclable.

Por otra parte, los residuos orgánicos *lavazas* son utilizados por la población para dar de comer a los animales que tienen en las fincas en la parte alta de la isla, o entierran en la parte alta de sus fincas para luego utilizar como compost. Quienes no tienen animales entregan a un gestor de residuos orgánicos el señor Iván Moreno, quien recolecta y lleva a su finca en la parte alta para dar de comer a los animales.

Según los resultados de las encuestas realizadas acerca de la utilización de los tachos de residuos se obtuvo que, se utilizan en los domicilios el 70% de los tachos entregados por la Junta Parroquial, azules para desechos reciclables y negro para desechos no reciclables, mientras los verdes no son utilizados ya que como se señaló anteriormente, los desechos orgánicos se utilizan para alimento animal. Adicionalmente se encontró que un 26% utiliza fundas plásticas para sacar sus residuos.

Por su lado el estudio del almacenamiento temporal de los desechos de los restaurantes y de los hoteles dio como resultado que los desechos son dispuestos de igual manera en los recipientes entregados por la Junta Parroquial, tachos

azules para material reciclable y negros para el rechazo. Estos se ubican en la parte del frente de los locales para facilidad del recolector.

En el Subcentro de Salud el almacenamiento se realiza en tachos de color rojo para los residuos infectocontagiosos y pomas plásticas para los corto punzantes.

El sistema de almacenamiento de basura peatonal no está operativo. Se encuentra en las vías la estructura de sitios que fueron previstos como puntos verdes, pero en la actualidad no se encuentran los contenedores o tachos para poder depositar los residuos de forma separada. El plan de gestión deberá prever la reposición de tachos y rehabilitación de estos puntos verdes.

Por otro lado, en Floreana no se realiza barrido de las calles, se realiza el desmonte o eliminación de maleza, cuando esta ha crecido, sobre todo en época invernal. Para estimar el grado de limpieza de las calles y de la ciudad se preguntó ¿cómo considera que está la ciudad en términos de limpieza? dentro de la encuesta realizada a los pobladores y se obtuvo los siguientes resultados:

- Limpia: 51,0%
- Regular: 46,0%

Según sostiene De la Torre (2019), en Floreana la limpieza de la ciudad se debería considerar en el nuevo diseño como una oportunidad de mejora.

En cuanto al componente de recolección. El servicio está a cargo de la Junta Parroquial de Floreana y es el presidente de la Junta Parroquial quien determina y controla el servicio. El presidente cuenta con ayudante y una secretaria quienes se encargan de administrar el servicio de recolección y limpieza urbana. El personal, un chofer y un ayudante, pertenecen al sistema de servicios de recolección del GAD Municipal de San Cristóbal, quienes también operan el centro de reciclaje y disposición final. El servicio de recolección alcanza una cobertura del 100%.

La Junta Parroquial para el servicio de recolección de los residuos sólidos cuenta con un camión marca KIA, donado por WWF, con capacidad de carga de 2,5 toneladas, año 2012, que se encuentra en buen estado, y su vida útil, 8 años, terminaría en el 2020, por lo que deberá preverse este reemplazo. No se considera necesario un vehículo recolector con caja compactadora por la baja

generación de residuos en Puerto Velasco Ibarra, que alcanza a 92 kg/día (De la Torre, 2019).

La recolección se realiza 2 días a la semana, los lunes y viernes de 8:00 a 10:00. El proceso de recolección es un recorrido puerta a puerta, y la recolección de los dos tachos se realizan en el mismo día, para diferenciar, en el contenedor de 1 m³ que se encuentra en el camión ponen los residuos reciclables y el resto es colocado a directamente en el cajón del camión. La separación de los residuos se realiza en las fuentes generadoras: hogares, hoteles, restaurantes, instituciones y sitios públicos. Para estas labores Floreana cuenta con una ruta de recolección, efectuada por el conductor y el personal que se encarga de recoger los residuos de los tachos.

En el Anexo 11 se presentan los principales indicadores del servicio de recolección en la parroquia Santa María, Floreana.

Según De la Torre (2019) en lo que al componente de reciclaje y aprovechamiento se refiere, en la ciudad existe un programa de reciclaje mediante almacenamiento de los residuos que son aprovechables y con una recolección diferenciada. La cantidad que se genera por habitante de residuos reciclables es de 0,157 kg/hab./día.

El tratamiento del material reciclable consiste básicamente en separarlos de acuerdo con sus características, los materiales que se reciclan son: cartón grueso, envases tipo tetrapack, latas de bebidas y conservas, vidrios, plásticos, cubetas de huevos y manzanas, papel de oficina y el papel periódico. Los residuos reciclables son compactados con una prensa manual. Los residuos reciclables que han sido clasificados y embalados en pacas se transportan a Guayaquil tres veces al año en la Motonave Paola. Al precio al que se pagan los residuos reciclables se recuperaría al año \$ 716,50 dólares.

En cuanto a los residuos orgánicos De la Torre (2019) estima una producción de 55.39 kg/día. Estos residuos se dan como alimento a los cerdos sin ningún tratamiento intermedio para prevenir cualquier contaminación o transmisión de gérmenes.

También se encuentra mal almacenada las lavazas, solo en tachos sin tapa que permite el acceso a ratas y ratones. Este sistema de almacenamiento debe ser cambiado totalmente, así como el procesamiento de los residuos previo a dar de alimentar a los cerdos. (De la Torre, 2019, p. 48)

El siguiente componente del sistema de gestión de residuos analizado es la disposición final. El sitio de la disposición final se encuentra ubicado en la vía a la parte alta de la Isla, en la zona donde la pluviosidad es mínima a 85 msnm.,

Según describe De la Torre (2019), en el 2011, el sistema era un relleno de balas, para lo cual se utiliza la prensa de tornillo manual para preparar pacas de residuos de rechazo que eran enrolladas con polietileno de alta densidad. Estas balas se disponían en una celda de 7m x 8m y con una profundidad de 2.5 m. De esta práctica solo queda la celda con residuos descompuestos sin cobertura que deberá ser sellada. Para el año 2018, los residuos de rechazo se disponían en una depresión y se procedía con quema a cielo abierto, con la correspondiente afectación al ambiente. También se encontró alrededor del sitio un montón de residuos de diferentes fuentes, restos de residuos voluminosos, envases de plásticos. Se encuentran residuos procedentes de trabajos de aserrada de madera y carpintería mezclados con recipientes de productos varios. Todos estos procedimientos deben ser cambiados con el nuevo diseño para lo que se determinará una zona de disposición adecuada.

El último componente evaluado fue el organismo a cargo del sistema para lo que se hizo un diagnóstico organizacional general del Municipio. Por el momento la gestión de los residuos en la isla Floreana está bajo la Dirección de Gestión de Gestión Ambiental del GAD Municipal de San Cristóbal, el departamento Gestión de Residuos mantiene dos funcionarios del Municipio bajo las órdenes del Presidente de la Junta Parroquial: un chofer y un jornalero. Esta unidad tiene entre sus funciones el manejo de los residuos en todo el cantón, por lo que Floreana al ser una parroquia de su jurisdicción está vinculada directamente con este sistema, el trabajo se lo hace juntamente con la dirección de la Junta Parroquial de la isla. Es importante mencionar que, según la ley³¹, el GAD Parroquial es un gobierno autónomo descentralizado que gozan de autonomía política, administrativa y financiera.

Según el informe de gestión, De la Torre (2019) se cobra una tasa mensual por el servicio de recolección, dos dólares para los hogares y cuatro dólares para los hoteles, restaurantes e instituciones públicas. En cuanto a las sanciones,

³¹ Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD

existe una ordenanza municipal sobre residuos sólidos, misma que en su Título V Capítulo 1 menciona lo siguiente: El o La contribuyente que: 1) entregue a los agentes de recolección el tipo de residuo que no corresponda a su día de recolección, 2) coloque los recipientes antes de la hora indicada, 3) los sitúe con residuos que desborden, o los retire después de pasados los tiempos establecidos en el artículo 40 numeral 3, será sancionado con multas del 4% sobre el salario básico unificado y en caso de reincidencia el valor de la multa será el doble.

Siendo diferente las multas para empresas de turismo, instituciones públicas y privadas y embarcaciones. El pago será sobre 2 o 3 salarios unificados para estas grandes empresas.

La lista de infracciones se realizará de la siguiente manera:

1. Aviso verbal y no retiro de los residuos
2. Aviso por escrito y no retiro de los residuos
3. Multa de acuerdo con lo establecido en el presente artículo.

A pesar de lo dispuesto en esta ordenanza la comunidad de Floreana hace caso omiso de la misma ya que nunca se ejecuta.

Del desarrollo del diagnóstico se desprende que:

- La separación en la fuente en residuos reciclables y no reciclables presenta problemas de clasificación, en los domicilios no se realiza una buena clasificación de reciclables, los orgánicos si se separan y no van al servicio de recolección.
- Debe mejorarse los programas de información al respecto.
- Los residuos orgánicos se dan como alimento a los cerdos sin ningún tratamiento intermedio para prevenir cualquier contaminación o transmisión de gérmenes. Se recomienda un proceso de cocción en las fincas previo a dar a los cerdos. También el almacenamiento en las fincas y los comederos deben regularse, son precarios y permiten la proliferación de especies introducidas.
- El centro de reciclaje es estrecho con poca capacidad de almacenamiento y se cuenta con una prensa manual que ya está en mal estado. No hay un sitio para almacenar los residuos clasificados o las pacas. Los residuos se hallan desparramados en el área

- Los residuos clasificados y en pacas, son retornados al continente 3 veces por año, el potencial de recuperar costos por venta de estos materiales es bajo.
- Se encontró una gran cantidad de envases de vidrio, principalmente de cervezas no retornables. Esta gran cantidad de vidrio no tiene ningún destino, el triturador manual de vidrio se halla fuera de uso. Se deberá regular para solo permitir el ingreso de envases retornables a la isla, principalmente de cerveza y refrescos.
- El sitio de disposición final se halla aledaño al reciclaje, y se realiza la disposición de los residuos de rechazo en una hondonada o hueco para luego quemarlos a cielo abierto, con los consecuentes problemas ambientales. Se encuentra alrededor otros residuos, como restos de madera de aserraderos y carpintería.
- La celda para el relleno de balas se encuentra abandonada, los residuos se hallan sin cobertura y debe ser cerrado técnicamente.

4.3.2. Operación de diseño

En este punto se analiza el proceso de conceptualización del plan de gestión integral de residuos sólidos.

Según la metodología de diseño establecida en el plan de trabajo (Anexo 8), luego de la descripción y evaluación inicial del sistema se realizó una encuesta socioeconómica para establecer entre otras cosas la disposición al pago por el servicio de recolección de los residuos. la parte pertinente de los resultados se presenta en el (Anexo 13).

A continuación, y como parte del desarrollo del plan de gestión integral de residuos sólidos se determinó el modelo de gestión. El periodo de diseño estipulado para el proyecto es de 15 años.

Luego de plantear y evaluar alternativas para componente del sistema se estableció un diseño definitivo para el proyecto. El plan de gestión integral de residuos sólidos propuesto pretende que se optimicen los procesos que se tienen implementados y que son adecuados como la clasificación en la fuente y la recolección diferenciada, y cambiar los procedimientos que no se están llevando

correctamente como el tratamiento y la disposición final de los residuos de rechazo.

Según sostiene De la Torre (2019), los procesos de tratamiento y disposición final inadecuados, así como el almacenamiento de residuos orgánicos en las fincas, que sirven de alimento a animales, permiten que los animales introducidos que se pretenden controlar y erradicar, ratas, ratones y gatos ferales, puedan mantener madrigueras y fuentes de alimentación.

Por lo que, en este plan de gestión integral, se propone la creación de un centro de valorización que permita mantener un adecuado proceso de tratamiento de los residuos en el sitio que se encuentra intervenido actualmente. Aquí se tratará los residuos provenientes del sistema de clasificación de material reciclable y su almacenamiento. Se hará un proceso de manejo de residuos de poda que permita transformar una parte en compost. Se triturará vidrio para su utilización como agregado en hormigones en obras de la Junta Parroquial, o para facilitar su transporte fuera de la Isla.

En este Centro de Valorización, se ubicará el sitio de disposición final que contará con una celda para operar un relleno sanitario y también otra que permita manejar residuos especiales como el aserrín y algunos escombros. Manejar un adecuado almacenamiento dentro del centro de valorización será una parte fundamental para impedir que estos se conviertan en nidos de animales en proceso de erradicación. Los materiales clasificados, así como otros residuos especiales como equipos eléctricos y electrónicos, baterías, residuos voluminosos deberán ser retirados de la isla cuando su volumen lo justifique. Mientras que el almacenamiento de los residuos orgánicos para alimentación y mantenimiento de cerdos y otros animales en las fincas deberá ser un proceso coordinado con el Programa de Erradicación y Prevención de Especies Introducidas.

Los residuos sanitarios generados en el Puesto de Salud serán almacenados en un contenedor refrigerado, para ser transportados a Puerto Baquerizo Moreno en la isla San Cristóbal para que lo procese el GAD Municipal en sus instalaciones.

Es importante considerar también cambios en las regulaciones como la prohibición de ingreso de botellas de vidrio que no sean reutilizables, principalmente las de cervezas y gaseosas.

Según De la Torre (2019), el diseño del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos comprende los siguientes requerimientos:

- Almacenamiento:
 - Mantener el sistema de clasificación en la fuente en 3 tipos de residuos, en los tachos proporcionados por la Junta Parroquial
 - Tachos azules, residuos reciclables
 - Tachos negros, residuos de rechazo
 - Tachos verdes, residuos orgánicos
 - Ubicar tachos para materiales reciclables en los puntos verdes, los cuales se les rehabilitará, con el fin de prestar servicio a turistas y residentes. No mayores de 70 litros, puedan levantar el personal de recolección
 - Programa de capacitación a los residentes, con la finalidad de mejorar el proceso de clasificación en la fuente.
 - Coordinar apoyo de programa de erradicación especies introducidas para cambiar los procesos de almacenamiento de residuos orgánicos en las fincas.
- Recolección
 - Mantener el camión de recolección de 2.5 ton de capacidad, y programar su remplazo para el año 2020, fin de su vida útil.
 - Cronograma de recolección para los distintos tipos de residuos
 - Residuos de rechazo (tacho negro): lunes y viernes de 8:00 a 10:00 horas
 - Residuos reciclables (tacho azul), miércoles de 8:00 a 10:00 horas
 - Recolección de residuos de poda y maleza: martes de 8:00 a 10:00 horas
 - Recolección de residuos especiales (voluminosos, electrodomésticos y electrónicos, sanitarios): jueves de 8:00 a 10:00 horas
 - Se ha programado una ruta de recolección, considerando las áreas ocupadas de la población de Puerto Velasco Ibarra, la cual se utilizará para todos los tipos de servicios programados

- La recolección de residuos orgánicos y lavazas continuará a cargo de quienes lo utilizan para alimento de animales.
- Crear un centro de Valorización de residuos y disposición final:
- Tratamiento
 - Planta de clasificación manual
 - Bodegas de almacenamiento de residuos clasificados en contenedores
 - Equipamiento
- Disposición final
 - Relleno sanitario, conformado con una celda para residuos de rechazo, con su respectiva área para almacenar material de cobertura, piscina de evaporación de lixiviados.
 - Celda de residuos especiales, residuos de carpintería, pequeños escombros.
 - Plataforma para procesar residuos de poda, con trituradora y área para procesar compost.
 - Cerramiento, que prevenga el ingreso de animales de especies introducidas, gatos ferales, ratas y ratones.
 - Almacenamiento, se prevé mantener contenedores para los residuos clasificados hasta que sean transportados, así como para residuos especiales, electrodomésticos, electrónicos, llantas, hasta que sean transportados a San Cristóbal o continente para su procesamiento. Esto con el fin de evitar que el realizar almacenamiento a cielo abierto o galpones abierto, se conviertan en nidos para los animales de especies introducidas, gatos ferales, ratas y ratones.
- Residuos sanitarios
 - Almacenamiento se realizará en un contenedor refrigerado
 - El transporte se realizará en cajas térmicas, las cuales serán entregadas en San Cristóbal para su procesamiento.

Al momento de emprender la operación de diseño y debido a su contribución con el objetivo del proyecto relacionado con la eliminación de especies invasoras se priorizó el componente de disposición final.

La gestión final de residuos propuesta en el proyecto plantea que el sitio actual de disposición final de residuos se acondicione para crear en él un centro de valorización de residuos. Se debe considerar en el diseño las siguientes medidas para el control de las especies introducidas:

- Adecuar un canal perimetral en el área del relleno sanitario y del centro de gestión de residuos sólidos, el que debe mantenerse limpio todo el tiempo.
- Adecuar un cercado perimetral, que deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
 - Enterrar 50 cm de malla galvanizada de 5 cm de ojo, dejando 20 cm a la intemperie para soldar a una lámina de tol galvanizado, el alto de la lámina de tol galvanizado será de 120 cm, para afirmar las láminas y el tol galvanizado se utilizará tubos galvanizados de 2 pulgadas. Las láminas de tol galvanizado y los tubos serán pintados para mimetizarlos, finalmente se colocará una cerca eléctrica solar de tres filas de alambre espaciado uno de otro entre 5 y 10 cm.
- Se mantendrá un área libre de 1 m a cada lado del perímetro del relleno sanitario formado por las láminas de tol galvanizado, es decir se deberá podar todas las ramas de los árboles y arbustos que se encuentre en el interior y exterior del relleno sanitario, que puedan ser paso para el ingreso de animales como ratas y gatos.
- En el interior del relleno sanitario y del centro de gestión de residuos sólidos se podría colocar trampas Tomahawk, Sherman y Víctor para captura de gatos, ratas y ratones las que serían ubicadas en zonas claves.
- Es importante que el GAD parroquial mantenga un programa de concienciación ambiental.

El terreno donde se desarrollará el Centro de Valorización de Residuos Sólidos cuenta con un área total de 9.882,23 m² equivalente a 0,98 ha, en el cual se ubica toda la infraestructura prevista:

- Relleno Sanitario y piscina de evaporación
- Celda para residuos especiales
- Plataforma para acopio y procesamiento de residuos de poda y maleza
- Área para compostaje de residuos de maleza
- Galpón de Planta de selección de residuos reciclables, con su prensa
- Galpón de trituradora de vidrio
- Almacenamiento en dos contenedores de residuos reciclables clasificados y embalados, y otros dos para residuos especiales
- Contenedor refrigerado para almacenamiento de residuos sanitarios
- Cerramiento, para evitar el ingreso de especies invasoras en proceso de erradicación.

Todo el sistema funcionará en un turno de 2 horas diarias de lunes a viernes.

Como se puede observar en esta síntesis de requerimientos del proyecto, la operación de diseño de un sistema de este tipo se organiza y estructura tratando a cada componente del proyecto como un subsistema independiente.

En síntesis, esta operación de diseño parte de un diagnóstico inicial para posteriormente determinar el período de operación del proyecto. Una vez hecho esto se divide el sistema en componentes que son diseñados de manera independiente.

4.4. Modelo asociativo de Gobiernos Autónomos Descentralizados

En tercer lugar, se hará un análisis de un proyecto que, si bien no es de gestión integral de residuos sólidos para una región específica, pretende establecer un modelo de optimización de recursos. Este modelo busca crear sistemas más eficientes sobre la base de asociaciones de gobiernos autónomos.

“En el contexto latinoamericano, la gran apuesta en estrategia nacional de competitividad es el proceso de desarrollo de *clusters* logísticos” (Balza-Franco y Cardona, 2016).

Marcada la importancia de fortalecer el trabajo conjunto entre el gobierno central y local para garantizar la adecuada gestión de residuos sólidos, este proyecto se centra en el desarrollo de un nuevo modelo territorial para el ejercicio de gestión integral de residuos sólidos. Asimismo, se requiere de un modelo de gestión claro que permita también la inclusión de otros actores en el círculo virtuoso de la prestación del servicio.

Por este motivo, el Consejo Nacional de Competencias CNC tiene el interés de regular la competencia de Agua potable, Alcantarillado, Depuración de Aguas Residuales, Manejo de Desechos Sólidos y Saneamiento Ambiental. No obstante, debido a las particularidades que tienen los diferentes procesos que engloba esta competencia, se trabajó en la definición de facultades y atribuciones de los actores en dos grupos. Por un lado, todo lo relacionado con la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento, y por otro, la gestión integral de los residuos sólidos.

Con estos antecedentes, el CNC, se propuso desarrollar un proyecto que permita buscar la sostenibilidad de los proyectos de gestión de residuos sólidos, que tengan un enfoque en un agrupamiento territorial, para crear centralidades que presten servicio a las ciudades en su área de influencia, evitando que se creen una multiplicidad de pequeños sitios de disposición final que en poco tiempo se convierten en nuevos botaderos por sus altos costos de operación. Además, crear economías de escala que permitan impulsar los proyectos de tratamiento y valorización de residuos sólidos. Que los programas de inclusión social sean sostenibles al poder gestionar sectores y multiplicidad de servicios. Así como controlar la emisión de gases efecto invernadero implementando, en primer lugar, sistema de tratamiento de residuos orgánicos que eviten que estos vayan a los rellenos sanitarios, y por otra parte implementando sistemas de captación activa que permita destruir el gas metano CH₄ que se genera en los rellenos.

De esta manera, en el marco del fortalecimiento institucional, este proyecto permite que el modelo de gestión se construya a partir de un ejercicio específico en territorio, bajo un enfoque bottom-up de diseño de política pública. En una segunda

fase, la propuesta de gestión se discute entre todos los actores involucrados en la Gestión de los Residuos Sólidos, en la Mesa Técnica de este componente de la competencia, con la intención de consolidar los insumos para la regulación. (CNC, 2019, p. 5).

Por este motivo, el CNC busca el apoyo de la Corporación Andina de Fomento CAF - Banco de Desarrollo de América Latina, que permita desarrollar una nueva visión de inversión para los gobiernos autónomos en la Gestión Integral de Residuos GIRS que sirva de base para nuevos modelos municipales en la propuesta, basado en una gestión eficaz, eficiente e innovadora de los procesos de generación, recolección selectiva en fuentes de generación, aprovechamiento y disposición final de desechos bajo el concepto de valorización y cero basura, como la de fortalecer la capacidad de gestión de los gobiernos municipales y de las entidades operadoras para mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad de la prestación de los servicios

Con este objetivo el Consejo nacional de Competencias solicitó a la CAF apoyo para una Cooperación Técnica para la formulación de esta propuesta. El proyecto se enmarca en la agenda Ambiental de la CAF y complementa otros apoyos destinados a mejorar la calidad de vida de los habitantes del país

Esta operación tiene el potencial de causar impacto en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero lo cual incide en la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible ODS. Esto abre la posibilidad para el proyecto de acceder a líneas de financiamiento verde en el futuro.

Como la CAF, a través de los proyectos del Programa de Saneamiento Ambiental para el Desarrollo Comunitario PROMADEC, ha buscado los mejores conceptos del desarrollo urbano, como la integración de acciones e intervenciones, el enfoque en la gestión adecuada de los residuos sólidos y en el mejoramiento de la gestión pública, el CNC considera que es procedente la solicitud de apoyo que a continuación se desarrolla.

Es importante destacar que uno de los objetivos del proyecto es contribuir al control de emisiones de gases de efecto invernadero GEI, con el control del metano de forma activa en los sitios de disposición final, así como buscar la viabilidad de reemplazar combustibles fósiles por la aplicación de diferentes mecanismos de *Waste to Energy* W2E, y la utilización de la biomasa. Con lo cual se pretende lograr la aplicación de Fondos Verdes *Green Climate Fund* GCF, por

el desarrollo de prácticas de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos.

4.4.1. Evaluación de los componentes del sistema

En Ecuador la gestión de residuos sólidos es responsabilidad de los GADM, los cuales comprenden un total de 221 municipios. Según sostienen Terán et al. (2019) en todo el país se generan en total alrededor de 4,5 millones de toneladas al año de residuos sólidos lo que equivale a 12.300 toneladas diarias. Para una mayor comprensión se ha agrupado en 5 categorías a los GADM por el número de habitantes, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7 Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales

Clasificación	Cantidad de habitantes	Cantidad de GADM en Ecuador
Micro	< 100.000	190
Pequeño	> 100.000 < 150.000	12
Mediano	> 150.000 < 400.000	15
Grande	> 400.000 < 2'000.000	2
Mega	> 2'000.000	2

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los municipios agrupados como micro, que son 190 GADM con población menor a 100.000 habitante, se han clasificado en esta categoría porque su generación de residuos sólidos alcanza un máximo 50 ton/día, incluso hay 15 GADM que no alcanzan a generar las 3 ton/día debido a su baja población.

Con esta agrupación de GADM se ha realizado las proyecciones de generación de residuos sólidos con base en las proyecciones de población del INEC del 2019, cuyos datos se tienen en la siguiente tabla:

Tabla 8 Generación de residuos sólidos por grupos de GADM al 2019

Categorías	Población	Generación de residuos sólidos urbanos		
		kg/hab./día	ton/día	ton/año
GADM	habitantes			
Micro	5.718.272	0,53	3.031	1.106.200
Pequeño	1.378.742	0,60	827	301.944
Mediano	3.660.439	0,65	2.379	868.439
Grande	1.076.469	0,70	754	275.038
Mega	5.434.064	0,99	5.380	1.963.599
TOTAL	17.267.986		12.370	4.515.220

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se puede determinar que las ciudades medianas tienen una generación entre 100 a 300 ton/día, que ya son representativas para poder considerar soluciones a costos económicos razonables por su magnitud. Además, pueden convertirse en ciudades centrales que podrán prestar servicios en la gestión de residuos sólidos en las ciudades que se encuentran en sus áreas de influencia.

Los GADM que podrían crear centralidades territoriales, detallados en el (Anexo 14), estarían en capacidad de recibir los residuos de los municipios pequeños que están a su alrededor. Sin embargo, cabe señalar que esto no excluye a GADM más pequeños que también pueden crear centralidades territoriales e incluso prestar los servicios a ciudades más grandes, convirtiéndose en oportunidades de negocio para estos pequeños municipios.

Es importante señalar que uno de los objetivos principales del proyecto es disminuir las emisiones de CO_{2e}, siendo así, es lógico trabajar con ciudades clasificadas como medianas y grandes, como se muestra en la siguiente tabla, donde se puede observar que el impacto de intervenir en un municipio mediano es cinco veces mayor el control de emisiones CO_{2e} que en un pequeño y 12 veces que en un micro, lo que demuestra lo fundamental de considerar economías de escala:

Tabla 9 Emisiones de CO₂ en la disposición final de los GADM

GADM		Emisión anual			
		CH ₄	CO ₂ e	CH ₄ /GADM	CO ₂ e/GADM
Categoría	municipios	toneladas	toneladas	toneladas	toneladas
Micró	190	32.838	443.992	172	2.336
Pequeño	12	4.047	60.118	337	5.009
Mediano	15	25.564	411.463.6	1.704	27.430
Grande	2	4.881	75.378	2.440	37.689
Megaciudad	2	61.544.2	1.171.490	30.772	585.745
TOTAL	224	128.877	2.162.443	35.427	658.212

Elaboración: De la Torre. (2018).

Fuente: ACRA NGO, 2017

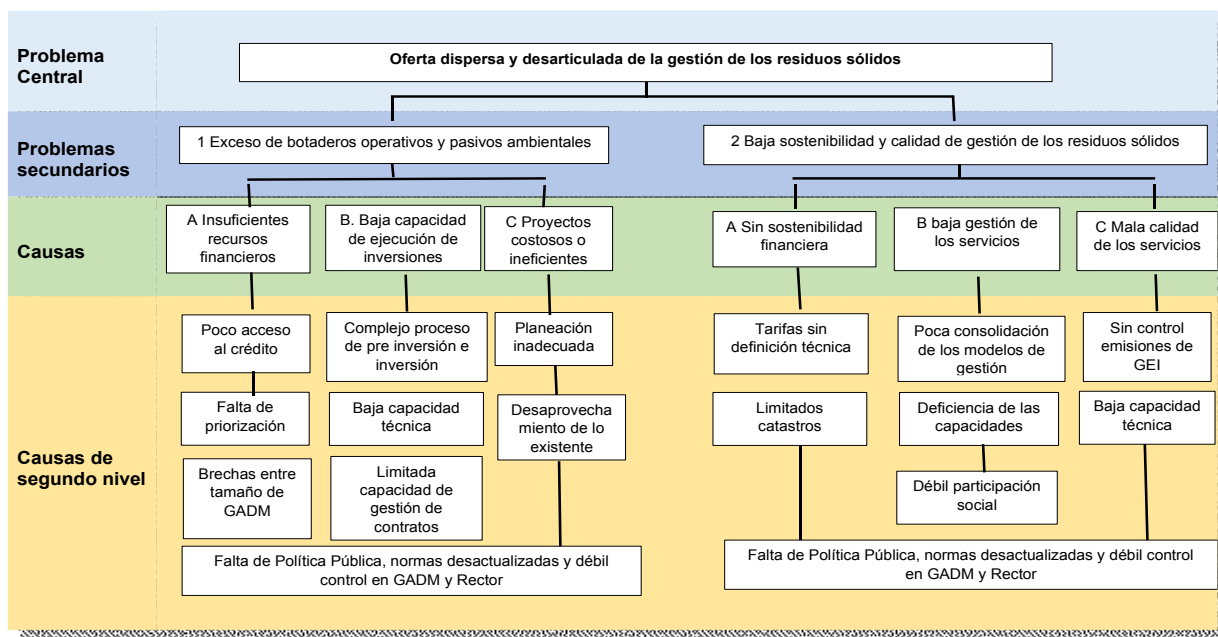
Estas centralidades se convertirían en sumideros para poder controlar las emisiones inclusive de los pequeños municipios, ya que estos llevarían sus residuos a grandes centros de disposición final.

4.4.2. Operación de diseño

Desde la visión particular de los autores de esta propuesta, Terán et al. (2019), existen nudos críticos tanto en la gestión de los residuos sólidos a nivel local, regional y nacional, que es necesario replantear para que ésta alcance niveles adecuados y sostenibles en todo el país.

Una síntesis de estos nudos críticos se presenta en el siguiente árbol de problemas:

Ilustración 12 Árbol de problemas



Fuente: Terán, Sacoto, Sagasti, y De la Torre. (2019).

Del anterior árbol de problemas, los autores de la propuesta consideran destacar lo siguiente:

1. Existe una significativa brecha de la gestión de residuos sólidos entre cantones micro, pequeños y medianos de una misma provincia y región, lo que indica la necesidad de reevaluar la orientación de los recursos.
2. De la información levantada tanto por la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas AME, del Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente PNGIDS/MAE y del Banco de Desarrollo del Ecuador BEDE – EP., la figura predominante en la prestación de los servicios es la del ‘municipio prestador directo’; sin embargo, es posible identificar en su gestión un esquema empresarial cantonal y mancomunado. La gran mayoría de cantones no cuentan con un modelo de gestión del sector que defina su planificación, su priorización, su costeo y su financiamiento.

3. La gestión de los servicios adolece de serias limitaciones, y la emisión de gases de efecto invernadero GEI es preocupante.
4. La gestión del servicio tiene graves problemas financieros, lo cual muy probablemente está relacionado con la falta de la implementación de tarifas y catastros limitados.
5. El ciclo de gestión de las intervenciones es complejo e involucra muchos actores y roles. Es necesario, por tanto, reestructurarlo, simplificarlo y reducir los tiempos de estos procesos.
6. La información del sector es casi nula y poco agregable, lo cual traba la toma de decisiones locales y nacionales. De otra parte, los esfuerzos de la AME, PNGIDS y BEDE - EP, por actualizarla y centralizarla en un sistema coherente han sido descoordinados y se han limitado específicamente a resolver demandas concretas de estos actores.

Para enfrentar esta problemática Terán et al. (2019) plantean desarrollar un modelo territorial centralizado de gestión integral de residuos, que permita validar los supuestos y que sirva de referencia para nuevos modelos de gestión, así como desarrollar las competencias del sector como se muestra en el (Anexo 15).

Este modelo propone buscar una eficiencia energética, valorización y reducción de emisiones efecto invernadero. Para ello proyecta apoyar a ciudades que puedan crear centralidades territoriales para que implementen las mejores tecnologías en la gestión de residuos sólidos, con el fin de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible ODS, y reaprovechar y valorizar los subproductos, como el compost, para el desarrollo de espacios verdes y corredores en las ciudades.

En la misma línea el modelo permite crear centralidades territoriales de prestación de servicios en las ciudades intermedias u otras, con sistemas de disposición final regionales que permita una eficiencia energética. Para ello se establece promover acuerdos o mancomunidades, donde las ciudades intermedias desarrollen capacidades para prestar servicio en el manejo de residuos sólidos a las ciudades y poblaciones en su área de influencia, evitando que se creen una multiplicidad de pequeños sitios de disposición final que en

poco tiempo se convierten en nuevos botaderos por sus altos costos de operación. Además, crear economías de escala que permita impulsar los proyectos de tratamiento y valorización de residuos sólidos.

Para desarrollar el nuevo modelo de gestión los autores han dividido el sistema en componentes. De estos componentes han considerado que el sistema debe intervenir en: limpieza y recolección, legislación, valorización y reciclaje, gestión de residuos orgánicos, comunicación y disposición final. A continuación, se presenta un pequeño resumen de estos requisitos.

Con el fin de optimizar servicios de limpieza y recolección, la gestión de los residuos sólidos urbanos debe incluir prácticas de segregación en la fuente y recolección diferenciada, la cual debe ser racionalizada de acuerdo con las condiciones propias de cada municipio, que considere el uso adecuado de contenedores, creación de puntos de reciclaje y puntos limpios. Además, revisar los modelos de gestión que permita la participación privada y comunitaria *reciclaje inclusivo*, mediante alianzas público-privadas, permitiendo reducir y optimizar la gestión directa. En el proyecto Terán et al. (2019) proponen desarrollar soluciones que permitan instalar contenedores para la recogida selectiva de diferentes fracciones valorizables tales como papel, vidrio y envases. Así como creación de puntos limpios o verde para otros materiales residuales como: aceite usado, ropa, electrodomésticos, electrónica, etc. Estos puntos limpios podrían ser móviles o fijos.

Por otra parte, se sugiere analizar la aplicación de la Responsabilidad Extendida al Productor REP, principalmente en envases y embalajes, ampliando las instancias nacionales sobre neumáticos fuera de uso NFU, tereftalato de polietileno PET, y otros, de tal forma de optimizar la recuperación de materiales reciclables.

Para la optimización del sistema de transporte, si se consideran proyectos regionales, deberá analizarse la inclusión de sistemas de transferencia con la finalidad de reducir costos, y contar con eficiencia energética.

En lo que tiene que ver con valorización de residuos, reciclables y recuperación energética se propone contar con plantas de clasificación de residuos reciclables, que permita la recuperación de materia prima secundaria, la cual puede ser operada por medio de la participación de microempresas

comunitarias o bien desarrolladas por iniciativa privada. Estas empresas deberán determinar la viabilidad de contar con plantas de Tratamiento Mecánico Biológico, que permitan contar con sistemas de clasificación de residuos reciclables, sistemas de compostaje o biodigestores que permitan la recuperación energética. Por otra parte, estas empresas pueden analizar la posibilidad de desarrollo de Combustible de Residuos, CDR, con base en el rechazo de las plantas de clasificación, donde se encuentran residuos de alto poder calorífico, que pueden ser utilizados en los hornos de las cementeras, para lo cual se deberá llegar a acuerdos con este sector y garantizar calidad y provisión permanente de este tipo de combustible que remplazaría a fuentes fósiles.

Un gran componente de los residuos sólidos de origen urbano son los residuos que están en la materia orgánica o desechos de nuestra comida, más residuos de podas y jardines, que alcanzan alrededor del 60%. La propuesta es analizar y buscar alternativas para que estos residuos sean tratados en las comunidades o zonas periféricas a las ciudades para convertirlos en compost útil para la propia jardinería urbana o agricultura periurbana. Así se podrán desarrollar otro tipo de proyectos urbanos, como corredores verdes, que utilizan el compost, y que a su vez permiten que aumente la fauna urbana, como aves y abejas. Entre otras aplicaciones del compost, se podrá desarrollar jardinería vertical en obras de aspecto gris por el alto uso de hormigón, como pasos a desnivel, utilizando material reciclable, botellas cortadas de PET que sean llenadas de compost para la siembra de plantas de la jardinería. De la misma forma, también se puede utilizar en cubiertas para lograr una ciudad verde.

Paralelamente se trabajará el desarrollo de un Plan de Comunicación con el objetivo de informar, educar y crear conciencia sobre la importancia de la corresponsabilidad ciudadana, y de lo que significan las centralidades territoriales en la gestión de residuos sólidos. Se diseñará varios productos comunicacionales que permitan difundir los contenidos del programa en diferentes medios de comunicación locales y los que considere el CNC. Se sugiere iniciar con una rueda de prensa y taller con los actores locales para conocer sus inquietudes, así como requerimientos que tendrían estas mancomunidades.

En otro orden de cosas, según sostienen Terán et al. (2019), si este modelo de gestión se implementa de la manera que ha previsto el Consejo Nacional de

Competencias se proyecta lograr resultados cuya medida se hará sobre la base de algunos indicadores de incidencia del proyecto y su control se hará en función de valores meta para esos indicadores.

Los valores esperados para los indicadores de los efectos del desarrollo del proyecto se muestran en el (Anexo 16) y se resumen en que el Impacto del proyecto en global alcanzará a un 60% de la población, y un 60% de la Gestión de Residuos Sólidos. El efecto esperado en la gestión de residuos consistirá en una reducción de botaderos o micro rellenos para pasar a rellenos sanitarios centralizados, será de pasar de alrededor de 190 botaderos a una cantidad de rellenos sanitarios comprendida entre 15 y 30 en el país. Por otra parte, la reducción de emisiones de equivalente de dióxido de carbono CO_{2e} superará las 900.000 ton/año. Se puede llegar hasta duplicar la cantidad de residuos sólidos que se dispondrían en cada relleno sanitario centralizado si se incluyen los municipios que se encuentran en el área de influencia regional.

Una vez establecida la ruta del proyecto desde el punto de partida, con el árbol de problemas, hasta la meta con los valores esperados para los principales indicadores, se plantearon las actividades que se desarrollaran durante el recorrido del proyecto. Según Terán et al. (2019), las actividades del proyecto se han desarrollado enfocadas a un plan de asistencia técnica que el CNC solicita a la CAF con el fin para desarrollar la propuesta y que permita luego plantear un programa en el Ecuador para el desarrollo de proyectos a corto plazo bajo el modelo asociativo e identificar las posibles fuentes financieras.

El desarrollo del Proyecto se divide en dos etapas: La primera que corresponde al desarrollo del *Modelo Asociativo GADM para el Ejercicio de Gestión Integral de Residuos Sólidos* y una segunda etapa que corresponde a un *Plan de Acción*, que identifique un desarrollo de proyectos del Modelo Asociativo por un período de 5 años.

El desarrollo del modelo asociativo, correspondiente a la primera etapa del proyecto pretende realizar una rápida caracterización de la situación actual, definir una alternativa de acción y validar en campo la propuesta de una gestión de residuos sólidos que reúna los criterios de un modelo asociativo, que finalmente permita definir las regulaciones, los sistemas de coordinación, gestión y control del modelo propuesto.

Las actividades realizadas en esta primera etapa fueron:

- Análisis situacional rápido
- Identificación de puntos críticos
- Planteamiento y comparación de alternativas
- Selección de área de estudio para validación
- Desarrollo del Modelo Asociativo de Validación
 - Componentes técnicos
 - Componentes territoriales

El *análisis situacional rápido* permite ajustar la propuesta de crear modelos asociativos de GADM para que se identifiquen centralidades territoriales para la gestión de los residuos sólidos, debiendo recabarse información secundaria que permita contar con datos de:

- Generación de residuos y composición, esta evaluación en base a información secundaria, que en lo posible será la reportada por las instituciones del estado, debe incluir un análisis completo para todo tipo de flujos de residuos y todo tipo de residuos sólidos, incluyendo por lo menos a los usuarios domiciliarios, industriales no peligrosos, residuos sanitarios, y especiales.
- Situación sistemas de recolección, sus ineficiencias, sistemas de recolección selectiva existentes
- Condiciones del tratamiento y disposición final, si se cuenta con la infraestructura adecuada, si la ubicación de las instalaciones es adecuada, si efectivamente se cumple con las normas existentes, si las coberturas reportadas son reales,
- Aporte de emisiones efecto invernadero (GEI) de los sitios de disposición final
- Presencia y las actividades de los recicladores de residuos y los impactos sociales y ambientales.

Durante el desarrollo de esta actividad se identifican los sistemas de gestión de los servicios que más prevalecen y se determina cual es el marco legal vigente. También es parte de esta actividad la identificación de mancomunidades

para la gestión de residuos sólidos que se han desarrollado, un rápido análisis de su situación y de los problemas que enfrentan.

Con base en la información secundaria se identificará en general cual es la situación económica y financiera que se mantiene para estos servicios.

La *Identificación de puntos críticos* se Hace sobre la base del análisis situacional, se identifican cuáles son los puntos críticos que se encuentran relacionados con aspectos técnicos, ambientales, de modelos de gestión, económicos, financieros, sociales, marco legal y competencias de GADM.

El *Planteamiento y comparación de alternativas* se hizo una vez identificados los puntos críticos que se dan en los GADM en los servicios de manejo de residuos, se plantea las alternativas de modelos asociativos que puedan darse con el fin de lograr la sostenibilidad de una gestión integral de los residuos sólidos, identificando sus ventajas y desventajas y definiendo la alternativa más recomendable.

Se realiza una comparación de la propuesta del modelo asociativo seleccionado, con el de que los GADM manejen los servicios de recolección y disposición final independientemente, desde los puntos de vista técnicos, ambientales, económicos y sociales, considerando el marco legal existente.

Selección de área de estudio para validación para la que se ha considerado precedente, que se tiene que validar la propuesta en territorio, por lo cual el CNC ha seleccionado al GADM de Pelileo, en la provincia de Tungurahua, para que se desarrolle el modelo asociativo centralizado de gestión integral de residuos, para todos los GADM de esta provincia. Esta selección se basa por el pedido realizado del actual Alcalde del GADM de Pelileo.

Para el desarrollo de la propuesta específica, se realiza un taller con todos los actores, para lo cual se realiza primero un mapeo de actores, segundo se desarrolla un taller de presentación de la propuesta asociativa para la GIRS y finalmente se hace el levantamiento de recomendaciones de los actores.

La actividad final de esta primera etapa es el *desarrollo del modelo asociativo de validación* se hace con la finalidad de poder hacer el ajuste del modelo asociativo. Esta actividad tiene dos grupos de componentes, los técnicos y los territoriales.

A continuación, se presenta un listado de estos componentes.

- Componentes técnicos
 - Recopilación de la información proporcionadas por los GADM, relacionada con generación y composición de los residuos sólidos, y sobre las condiciones que se prestan los servicios en cada cantón, desde los sistemas de recolección hasta la disposición final.
 - Diseñar a nivel de prefactibilidad el Modelo Asociativo de prestación de servicios en las ciudades del proyecto de validación, con un sistema de disposición final regional.
 - Plantear para al Modelo Asociativo la modernización de los servicios de recolección y limpieza de residuos incluyendo:
 - Maquinaria para la recolección y el aseo urbano, o Plantear un sistema de recolección selectiva de diferentes fracciones valorizables tales como papel, vidrio y envases, y analizar su viabilidad.
 - Ampliar coberturas, aplicar un uso adecuado de contenedores, de ser el caso, en áreas urbanas y periféricas
 - Inclusión social en sistemas de reciclaje, microempresas comunitarias o Ubicación de Puntos limpios: Para otros materiales residuales (aceite usado, RAEE, voluminosos, etc.) o Definir si se requieren estaciones de transferencia para optimización transporte
 - Plantear la posibilidad de contar con una eficiencia energética, valorización y reducción de emisiones efecto invernadero
 - Propuesta de valorización de residuos, reciclables y recuperación energética incluyendo si es posible:
 - Reciclables, plantas de clasificación
 - Orgánicos, sistemas de compostaje, utilización en corredores verdes y compostaje comunitario en zonas periurbanas de ciudades
 - TMB (tratamiento mecánico – biológico)
 - Biodigestores, recuperación de energía

- Analizar la obtención de CDR (Combustible de Residuos Sólidos, para altos hornos)
 - Proponer el uso Compost, interrelación con zonas periurbanas, utilización en corredores y áreas verdes en las ciudades
 - Operación adecuada del sitio de disposición final, rellenos sanitarios con captación activa del biogás, permite reducción de CO₂e, y recuperación de energía.
- Componentes territoriales centralizado de gestión integral de residuos de modelo de gestión y marco legal
 - Marco legal
 - Definir las ordenanzas que deben actualizarse para aplicar el modelo
 - Revisar sistema tarifario y financiamiento, y plantear una propuesta
 - Analizar la aplicación de REP, (Responsabilidad extendida productor) en envases, embalajes
 - Definir las regulaciones, los sistemas de coordinación, gestión y control para la aplicación del modelo propuesto
 - Modelo de gestión ajustes CNC
 - Definir el Modelo Asociativo que se aplicará
 - Fortalecimiento institucional (Asistencia técnica)
 - APP, para sistemas de recolección (Empresas privadas y comunitarias), o por delegación mediante concesiones
 - APP, disposición final, tratamiento y valorización energética, o por delegación mediante concesiones
 - Optimización del tamaño de las instituciones, que debe incluir un análisis de programas de jubilación

Como cierre de esta actividad, se desarrolla un plan de comunicación con el objetivo de informar, educar y crear conciencia sobre la importancia de la corresponsabilidad ciudadana, y de lo que significan las centralidades territoriales

en la gestión de residuos sólidos. Este programa también debe contener un componente de sensibilización política.

La segunda etapa de la asistencia técnica está orientada a definir una planificación a corto plazo que permita replicar el modelo asociativo para GADM en diferentes regiones del Ecuador, que incluye las siguientes actividades:

- Propuesta de prelación de posibles proyectos Modelo Asociativo, en diferentes regiones del Ecuador.
- Definición de etapas de desarrollo del Modelo Asociativo: Prefactibilidad, Factibilidad y Diseño.
- Desarrollo de un Presupuesto de proyectos para una implementación en 5 años
- Definición de requisitos que deben cumplir los GADM para entrar en el programa
- Identificación de Posibles fuentes financieras.
 - Se preparará la Documentación requerida para aplicar a Fondos Verdes.
 - Se formulará los requisitos para la aplicación a fondos del Programa de Ciudades Sostenibles que se mantiene en el BDE.

Como resultado de ejecución de las dos etapas de la operación de diseño el proyecto de modelo asociativo que busca la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos quedó configurado de la manera ilustrada en la siguiente imagen:

Ilustración 13 Estructura del diseño definitivo

OBJETIVO SUPERIOR		Asociatividad para la Gestión Integral de Residuos Sólidos				
Disminuir en forma constante y permanente los botaderos y pasivos ambientales			OBJETIVOS ESTRATEGICOS	Garantizar que la gestión integral de los residuos sólidos sea excelente, sostenible ambiental y económicamente		
Capacidad financiera	Ejecución de inversiones	Optimización de las inversiones		EJES	Sostenibilidad financiera	Gestión integral de los residuos sólidos
Dinamizar modelo de crédito	Asegurar procesos de preinversión	Proyectos de rápido impacto	PROGRAMAS	Modelo tarifario de recuperación de costos	Fortalecimiento de capacidades	Sistemas de captación y tratamiento de GEI
Esquemas de subsidios	Impulsar las APP	Optimización de la infraestructura existente		Valorización de los residuos reciclables	Consolidación de modelos de gestión asociativos	Asistencia técnica
Inversiones estratégicas				Catastros eficientes	Cultura de reciclaje	
Programas transversales						
Institucionalización de la Asociatividad de la Gestión Integral de los residuos sólidos como Política Pública						

Fuente: Terán, Sacoto, Sagasti, y De la Torre. (2019).

Los programas, acciones y propuestas para dirigir, incentivar y apoyar desde las instituciones del Estado Central y organizaciones supramunicipales, el esfuerzo que deberían realizar los gobiernos autónomos descentralizados municipales para disminuir en forma constante y permanente los botaderos y pasivos ambientales. Estas acciones y programas podrían ser clasificados en función del ámbito de actuación y estarían relacionados con los siguientes ámbitos:

- a. Financiero;
- b. Social y comunicacional;
- c. Normativo;
- d. Institucional y de rectoría;
- e. Legal.

Ámbito Financiero:

- Líneas de Crédito para el sector de residuos sólidos.
 - La creación de una línea de crédito para la gestión integral de residuos sólidos con condiciones financieras más favorables que las ofrecidas para inversiones municipales en otros sectores a municipios que introduzcan como criterios de elegibilidad aspectos relacionados a centralidades y sostenibilidad financiera de lo gestión integral.
- Ciertos municipios necesitarán apoyo económico de otros niveles de gobierno para eliminar botaderos y pasivos ambientales; sin embargo, este apoyo subsidiario no sea generalizado, sino centrado en municipios con insuficiente capacidad financiera pero suficiente capacidad de ejecución, privilegiando el acceso a esta fuente de financiamiento a:
 - Proyectos que establezcan modelos de gestión de asociatividad que permitan la eficiencia energética, valorización y reducción de emisiones de efecto invernadero,
 - Interrelación con zonas periurbanas para la elaboración de compost y su utilización en corredores y áreas verdes.
- Mecanismos para mejora de la eficiencia de los servicios. Con el fin de atraer fondos de la iniciativa privada que complementen los limitados recursos fiscales y favorecer un mayor esfuerzo en la mejora de la eficiencia de la gestión integral de los residuos sólidos, se deberá estudiar el establecimiento de esquemas de colaboración público-privada para la mejora de la eficiencia de la gestión técnica y comercial en ciudades intermedias.

Ámbito Social y Comunicacional:

- Esto requiere un esfuerzo por organizar y articular esta participación de la sociedad, pero también por la formación de una conciencia colectiva sobre las responsabilidades de la ciudadanía, sus derechos y obligaciones para con la gestión integral de los residuos sólidos y el medioambiente, y la necesidad de adoptar hábitos responsables.

Ámbito Normativo:

- Es necesario actualizar la normativa técnica sectorial, con el objeto de asegurar una mejor calidad de los expedientes técnicos y fomentar el uso de tecnologías no convencionales adaptadas a las condiciones económicas, sociales y geográficas donde se realizarán las inversiones.
- Es necesario incentivar un mayor esfuerzo por parte de los municipios en el ámbito de mejora de la calidad, la eficiencia y la sostenibilidad de la gestión integral de los residuos sólidos, fomentando y apoyando la adopción de modelos de gestión de asociatividad, que generen economías de escala, mediante asociaciones público - privadas y que limiten la injerencia política en la toma de decisiones técnicas. La creación de estos incentivos pasa por el desarrollo de mecanismos de regulación por parte de *una agencia de regulación y control* inexistente en la actualidad, que deben establecerse sobre políticas y lineamientos técnicos claros emitidos por la *entidad rectora del sector*.

Ámbito Institucional y de Rectoría

- En necesario crear un Programa Nacional de Asistencia Técnica. -Existe la necesidad de definir una línea de fortalecimiento de capacidades, cuyo primer paso se oriente a conformar un espacio conformado por múltiples actores en el que confluyan, por un lado, las instituciones que deben desarrollar este proceso; y, por otra parte, las organizaciones que actualmente ofertan estos servicios. Las finalidades son: mejorar la calidad de la gestión integral de los residuos sólidos para que cumplan con los estándares definidos por la agencia de regulación y control (inexistente en la actualidad); establecer modelos de gestión de asociatividad que articulen el sector público y el sector privado y garanticen adecuados procesos de planificación, inversión, prestación y sostenibilidad de la gestión integral de residuos sólidos; y fortalecer las prácticas de reducción, reutilización, reciclaje y valorización de los residuos sólidos
- Es necesario implementar una política pública nacional. Se considera que uno de los factores de éxito de esta propuesta que involucra un amplio espectro de actores no solo del sector público y no solo del nivel central, es

su categorización como política pública nacional. Es decir que ésta cuente con los mecanismos legales institucionales, normativos, financieros y de participación para su adecuada implementación; además, que lidere, asegure la implementación y evalúe de manera periódica. Una instancia de este tipo tiene como principal finalidad armonizar los criterios y visiones de este conjunto de actores, unificar recursos y criterios de desarrollo sectorial, potenciar el poder, y reforzar el rol de rectoría; así como crear el rol de regulación y control del sector.

Ámbito legal

- Revisión del marco legal y normativo de las alianzas público-privadas.- La limitación de la capacidad técnica de los municipios para la gestión integral de los residuos sólidos en determinados subprocesos como la recolección, transporte, valorización y disposición final de los residuos sólidos, la necesidad de atraer financiamiento hacia el sector con el fin para disminuir en forma constante y permanente los botaderos y pasivos ambientales; y la posibilidad de acceder al mejor saber hacer nacional e internacional en gestión integral de residuos sólidos, hace necesario impulsar la creación de un marco más favorable para el establecimiento de alianzas público - privadas en el sector, que se construya sobre el marco general establecido por el Decreto Ejecutivo No. 582 de 18 de febrero de 2015.

En síntesis, esta operación de diseño parte de un diagnóstico inicial en el que se elabora un árbol de problemas y se identifican puntos críticos, para posteriormente determinar plazos de diseño, ejecución y operación de los proyectos que se ajusten a este modelo. Una vez hecho esto se divide el sistema en dos subsistemas: técnico y territorial. y finalmente cada uno de estos subsistemas se divide en componentes que son diseñados y validados de manera independiente.

4.5. Centro de Recuperación de Materiales de Rumiñahui

La Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos de Rumiñahui, RUMIÑAHUI – ASEO, EPM, ha contratado una consultoría para realizar un

estudio del diseño y Plan de Negocio del centro de recuperación de materiales CRM en el cual se pueda evidenciar los estudios de factibilidad y diseño del Plan de Negocio del Centro de Recuperación de Materiales del cantón Rumiñahui, con el propósito de realizar un aprovechamiento y valorización de los residuos reciclables y orgánicos en la mayor cantidad posible, con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos de rechazo destinados a la disposición final, mismos que en la actualidad se la realiza en el Relleno Sanitario de El Inga, que opera la empresa metropolitana de gestión integral de residuos sólidos de Quito, EMGIRS. El proyecto se enmarca en la visión de la economía circular, en vista de que se busca un reaprovechamiento de las materias primas secundarias, así como de los subproductos.

El sitio seleccionado, para la ubicación del Centro de Recuperación de Materiales del cantón Rumiñahui, cuenta con un área de alrededor de 6,5 ha., en el barrio San Francisco de la parroquia Sangolquí.

El estudio pretende analizar varias alternativas tecnológicas para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos, considerando que en la recolección contenerizada los residuos son mezclados y no clasificados. Para el efecto se plantea la implementación de un Centro de Recuperación de Materiales, el mismo que contendrá un centro de educación para la población en general y principalmente para los estudiantes, por lo que deberá contar con un centro de interpretación.

Se aprovechará el área para dar facilidad a la población con un Punto Ecológico y de entrega de residuos especiales, que incluya una serie de contenedores para diferentes tipos de residuos, incluyendo además material reciclable de embalajes, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, para residuos voluminosos.

El proceso de diseño de este proyecto se ha dividido en dos fases cada una con sus correspondientes actividades:

FASE I correspondiente a la Factibilidad, comprende:

- Análisis de la información sobre generación y cantidad de residuos sólidos que se recolectan en el cantón,
- Determinar la demanda requerida para los procesos de tratamiento y aprovechamiento de los residuos,

- Análisis de varias alternativas tecnológicas o combinación de estas a fin de lograr el máximo aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos y un mínimo volumen a disponer en la disposición final.

FASE II correspondiente a Diseños Definitivos, comprende:

- Trabajos de campo, geología, geotecnia, hidrología,
- Diseño del Centro de Recuperación de Materiales, plataformas, vías, galpones, compostaje,
- Detalle de equipos para la planta de reciclaje, para compostaje,
- Construcciones auxiliares, guardianía, pesaje,
- Elaboración del estudio ambiental,
- Presupuesto, evacuación Económica-Financiera, Modelo de Gestión.

Para el GAD de Rumiñahui es un gran reto la prestación del servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos, que debe ser compatible con el ambiente y sostenible económicamente, considerando que en el cantón no se cuenta con un relleno sanitario, lo que involucra el transporte de los residuos al relleno sanitario de El Inga para su disposición, bajo un acuerdo de pago a la Empresa del DMQ, encargada de su operación.

En este sentido, el proyecto, busca minimizar la cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario del Inga, con el propósito de ahorrar costos, y a la vez aprovechar la oportunidad de recuperar la materia prima secundaria, que tiene un valor económico, si se conciben los residuos como un recurso.

Para hacer este salto de valor añadido, se ha buscado el apoyo de profesionales que dominen las técnicas de tratamiento y gestión de los residuos, que también conozcan el mercado y las posibilidades de valorización de este recurso, para desarrollar un análisis de las alternativas tecnológicas, que permita seleccionar la alternativa más viable y proceder con el diseño de una planta de que permita recuperar materiales secundarios. Es así como el proyecto tiene como fin un estudio de factibilidad para definir la mejor alternativa tecnológica, y un estudio de diseño de detalle de la alternativa seleccionada del Centro de Recuperación de Materiales secundarios, CRM.

En el Anexo 17 se encuentra información geográfica detallada del área de ubicación e influencia del proyecto.

Según el último Censo de Población y Vivienda INEC (2010), la población total del cantón Rumiñahui asciende a 85.852 habitantes, de los cuales 75.080 se encuentran asentados en el área urbana, mientras que 10.772 habitantes corresponden al sector rural. Cabe mencionar que dentro del sector urbano se encuentran las parroquias: San Rafael, Sangolquí, San Pedro de Taboada y Fajardo. En el Anexo 18 se detallan los datos demográficos empleados en este proyecto. En estos datos se puede observar que el proyecto servirá a una población con altos niveles de analfabetismo.

Conforme al GADM Rumiñahui. (2019), todos los procesos en los cuales se generan e intercambian productos, bienes o servicios son parte de las actividades económicas. Estas contemplan por lo tanto tres fases que son: producción, distribución y consumo. Bajo esta idea hallamos que en el cantón Rumiñahui, las actividades económicas que aglutinan el mayor número de personas son el comercio por mayor y menor, seguido por la industria manufacturera. Tal como se observa en el Anexo 19, se forma un segundo grupo de labores realizadas por los pobladores, las cuales tienen un porcentaje de población que va entre el 5% y el 8%, donde se destaca los trabajos afines a la construcción.

En lo que se refiere a la cobertura de servicios públicos. De conformidad con los resultados del censo del 2010, la situación de los servicios básicos a nivel del cantón se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10 Servicios básicos (% de Viviendas)

Parroquia	Agua potable por tubería dentro de la vivienda	Conectado a red pública de alcantarillado	Con recolección de basura	Red pública de energía eléctrica
Sangolquí	85,81	91,88	97,70	99,53
Cotogchoa	52,52	54,10	66,86	98,42
Rumipamba	21,18	7,39	64,53	95,07
Cantón Rumiñahui	83,81	99,45	96,08	99,45

Elaboración: GADM Rumiñahui. (2019).

Fuente: INEC 2010

En cuanto al servicio de recolección de residuos, la Compañía consultora Novared – Negocios y Reciclajes S. A., ejecutó en el año 2016 un estudio denominado *Diagnóstico Situacional de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos con Énfasis en la Recuperación de Materiales Reciclables y Estudio Socioeconómico de los Gestores Ambientales - Recicladores- en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Rumiñahui*. El objetivo principal de este estudio fue realizar un diagnóstico de los procesos de valorización de residuos mediante el concepto de reciclaje inclusivo como parte de la gestión integral de los residuos sólidos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Rumiñahui. Para realizar el estudio se elaboraron fichas técnicas para el levantamiento de información, instrumento que sirvió para realizar entrevistas directas aplicadas a los recicladores organizados en la Asociación de Servicios de Reciclaje Gestores Ambientales de Rumiñahui ASOSEREGER y otros recicladores, no agremiados, que fueron ubicados en sus zonas de trabajo.

En el estudio Novared (2016) presenta las diferentes modalidades de Gestión Administrativa para el manejo de la prestación de servicio de reciclaje bajo el marco legal vigente considerando que, en el GAD de Rumiñahui, la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos, Rumiñahui-Aseo, EPM, es la entidad directamente responsable de la provisión de los servicios de recolección de basura en el cantón, en todas las fases de la gestión de residuos sólidos, bajo condiciones de preservación ambiental.

Dentro del estudio de las alternativas de gestión como un modelo administrativo participativo para prestación del servicio de recolección diferenciada de los residuos reciclables para el cantón Rumiñahui bajo los principios de corresponsabilidad y solidaridad social, al amparo de la normativa legal vigente se plantearon las siguientes:

- Primera Alternativa: Por Delegación
- Segunda Alternativa: Constitución de Empresa de Economía Mixta entre la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui – Aseo, EPM, y la Empresa Privada.
- Tercera Alternativa: Contrato o Convenio de Alianza Estratégica.

Además, el estudio presenta una breve descripción de la gestión de los recicladores que laboran en el Cantón Rumiñahui Provincia de Pichincha y un análisis socioeconómico que permite medir el potencial de recuperación desde los gestores ambientales.

La Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui, consciente de la necesidad de contar con información básica que le permita proyectar a futuro los servicios que son de su responsabilidad contrató con el Ing. Boroshilov Castro Merizalde la ejecución del estudio en el año 2012, cuyo objetivo principal fue generar información cualitativa y cuantitativa para la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui, a fin de que cuente con insumos que le permitan introducir mejoras y cambios operativos en los servicios bajo la responsabilidad de la empresa, a través de la caracterización de los residuos sólidos; el diseño del sistema de recolección y transporte de desechos biomédicos y el estudio de tiempos y movimientos del sistema de recolección.

Según el GADM Rumiñahui. (2019), el estudio de generación per cápita, indica que para el caso de la zona urbana resultó ser igual a 0,78 Kg/hab.*día, mientras que para la zona rural de 0,40 Kg/hab.*día.

El estudio de tiempos y movimientos determina lo siguiente:

- La eficiencia de la cuadrilla 2,07 a 3.26 toneladas/hombre/día está por debajo del rango aceptable que es de 4,5 a 5,0 toneladas/hombre/día.
- El número de toneladas dividido por el tiempo total de recolección resulta ser igual a 0,71 a 1,06; muy por debajo del rango aceptable que es de 2,3 a 2,6 toneladas/tiempo total de recolección.
- La jornada real de trabajo va del 72,5% al 85,63% de la jornada establecida, esto debido a que el recolector no sale a las 7h00 a laborar, además porque las labores concluyen antes del horario establecido.
- El tiempo muerto o tránsito resulta ser más del doble y similar al tiempo útil, esto en virtud de la distancia que debe recorrer el vehículo para recoger los desechos y las industrias incluidas en las macro rutas.

Por otra parte, la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui, consciente de la necesidad de contar con la opinión y aceptación del servicio prestado requirió los *Estudios de Opinión y Aceptación de la Empresa Rumiñahui – Aseo, EPM y de la Radio Ecos de Rumiñahui en la Ciudadanía del Cantón*, que le permita mejorar dicho servicio a futuro. por lo tanto, contrató al Sr. Santiago Pérez³² la ejecución del estudio en el año 2018, cuyo objetivo general fue desarrollar un estudio para conocer la percepción de la población del cantón Rumiñahui, respecto del servicio que recibe y que presta la empresa Rumiñahui-Aseo, EPM en los hogares de las áreas urbana y rural, en sectores industriales y comerciales y en clientes generadores de residuos hospitalarios.

Según el GADM Rumiñahui. (2019), durante la realización de este estudio, se pudo constatar que el territorio cantonal está cubierto en su totalidad por el servicio de recolección de basura, brindado por la empresa Rumiñahui ASEO EPM que a través de diferentes estrategias llega a los diferentes habitantes del cantón. Lo hace a través de contenedores en un 95% del territorio y con recolección a pie de vereda el resto de la recolección domiciliaria. A las industrias y casas de salud con visitas dirigidas. A la vez se pudo constatar a través de la aplicación de las diferentes herramientas de investigación, tanto cualitativa como cuantitativa, que el servicio de recolección de aseo que brinda la empresa Rumiñahui ASEO EPM está calificado como bueno o excelente por parte de la mayoría de sus usuarios. Los ciudadanos de Rumiñahui perciben limpio al cantón y eso genera orgullo y pertenencia.

Por otra parte, y con el fin de fortalecer las capacidades de concertación y capacitación en los actores involucrados en la mejora de la gestión de residuos sólidos en el cantón Rumiñahui y fortalecer las capacidades técnicas, de gestión administrativa y financiera de los municipios cantón Rumiñahui y su Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos. Rumiñahui - Aseo. EPM., la Gerencia de Operaciones de la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui, ejecutó un estudio en el año 2018. Los objetivos estratégicos de este estudio consistieron en generar una cultura de salud ambiental respecto al manejo de residuos sólidos en los pobladores el cantón Rumiñahui. Los escenarios que este

³² Director de Clima Social firma de consultoría e investigación social con más de 30 años de experiencia en el desarrollo social y la política pública. <https://clima.social/>

estudio plantea hasta el año 2023 se presentan a detalle en el Anexo 20. Del análisis de estos escenarios se deduce que el eje de la gestión de residuos en el cantón Rumiñahui será el centro de recuperación de materiales CRM.

4.5.1. Evaluación de los componentes del sistema

La Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo EPM³³, es la responsable de la recolección, transporte, barrido, disposición final, almacenamiento, tratamiento y comercialización de los residuos sólidos del cantón.

El primer componente analizado es la generación. El índice de generación per cápita residencial se obtuvo con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab./día, a partir de la información obtenida de los muestreos realizados por Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui – Aseo, EPM y los datos obtenidos en el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Generados en el Cantón Rumiñahui (Castro, 2012).

En el estudio del Ing. Castro (2012), se tomaron 54 muestras en el área rural y 109 en el área urbana, con los valores promedios de las cantidades de residuos obtenidos en cada vivienda, se procedió a validar el tamaño de la muestra y su varianza. Para esto se empleó el método estadístico denominado *Prueba de la Normal Estándar*. Una vez validados los parámetros antes indicados, se procedió a calcular la generación per cápita domiciliaria, la misma que para el caso de la zona urbana resultó ser igual a 0,78 Kg/hab.*día, mientras que para la zona rural de 0,40 Kg/hab.*día, en relación con la densidad de los residuos los resultados fueron los siguientes: zona urbana 305.54 kg/m³ y en la zona rural 299 Kg/m³.

En el mismo orden de cosas, de los datos estadísticos publicados en la página web del municipio de Rumiñahui³⁴ sobre residuos recolectados se desprende que la producción per cápita total: domestico, industrial, comercial, mercados y centros educativos es de 1,09 Kg/hab./día con una desviación estándar de 0,07.

³³ Creada mediante Ordenanza Municipal No. 18-2010, de fecha 17 de diciembre del 2010, publicada en el Registro Oficial No. 352, de 30 de diciembre del 2010.

³⁴ www.rumiñahui-aseo.gob.ec

El sistema de recolección y transporte es mixto por contenerización y a pie de calle. Se lleva a cabo mediante camiones compactadores de carga lateral equipados con un sistema de levanta contenedores. Los residuos deben ser depositados dentro del contenedor utilizando el mecanismo para abrir y cerrar la tapa con el pie. Según Castro (2012), el sistema de recolección de contenedores se realiza en 16 zonas mediante 6 rutas de recolección de las cuales 2 rutas son diurnas, 2 vespertinas y 2 nocturnas. La recolección de contenedores se realiza a diario y se han recolectado en promedio por mes 3.212,40 toneladas. La recolección tradicional o a pie de calle, de residuos sólidos en Rumiñahui, se realiza mediante camiones compactadores de carga posterior y se efectúa en las zonas urbana y rural del cantón e industrias pequeñas. En promedio se recolectan 408 toneladas por mes con este sistema.

A más de la recolección doméstica, la recolección de residuos sólidos en las industrias y centros comerciales se realiza mediante camiones compactadores de carga frontal y se efectúa en las zonas urbana y rural del cantón. El sistema de recolección se realiza mediante 7 rutas de recolección todas diurnas en el horario de 07:00 a 15:30, en el siguiente cuadro se resumen las rutas y horarios establecidos para esta recolección. La recolección de residuos sólidos en los mercados se realiza mediante camiones compactadores de carga posterior en 3 rutas de recolección todas nocturnas en el horario de 21:00 a 05:00, y el viernes se realiza de 03:00 - 07:00 horas. La recolección de residuos sanitarios está a cargo de la empresa GADERE S. A. calificado como gestor ambiental externo.

De conformidad con la información recabada, la cobertura del servicio de recolección en el sector urbano es del 99% mientras que la cobertura en el área rural es del 90% para este estudio se considera a nivel del cantón un valor promedio del 97%. Según sostiene Castro (2012) estos valores se encuentran dentro del rango aceptable: 85% al 100% establecido en el documento *Indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública*, elaborado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS/OPS/OMS.

En cuanto al equipo de recolección y transporte se refiere, Para el sistema de recolección se cuenta con tres recolectores de carga posterior, un camión de carga frontal, tres camiones de carga lateral, un camión de reciclaje, un camión

con gancho y tres cajas auto compactadoras. Como parte de apoyo se cuenta con cuatro camionetas, un auto vitara, una volqueta, camión lava contenedores, barredora y mini cargadora.

Con la finalidad de dar continuidad a la campaña de reciclaje mediante la instalación de estos contenedores se han ubicado las llamadas islas ecológicas, que permiten un manejo adecuado de los residuos, destinadas a cumplir con el reciclaje en la fuente y reducir el impacto ambiental de la generación de desechos e involucrar a la comunidad del Cantón Rumiñahui.

Ilustración 14 Isla ecológica



Fuente: De la Torre. (2019).

Parte del sistema de recolección y transporte funciona con la participación de gestores ambientales calificados.

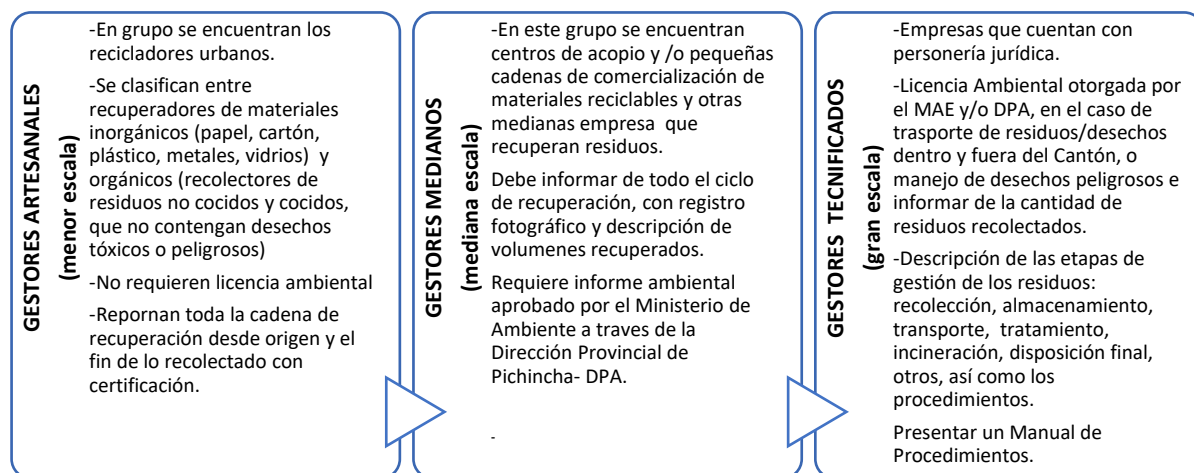
Esto se hace amparados en la Ordenanza que señala:

... es de responsabilidad del Gobierno Autónomo Descentralizado de Rumiñahui a través de la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo, EPM en coordinación con los gestores ambientales calificados, con las instituciones públicas y privadas y con la coparticipación de la ciudadanía; la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domésticos, asimilables a domésticos, industriales y hospitalarios... (Ordenanza de Gestión Ambiental No. 012-2009).

Los gestores ambientales son calificados por la Dirección de Protección Ambiental del GADMUR. En la ordenanza no se describe la conceptualización o definición de gestor, por lo que Castro (2012), entiende que es la calificación de una persona natural o jurídica, encargada de la prestación de servicios privados para gestionar los desechos producidos por las entidades públicas y privadas dedicadas a las áreas de comercio, producción o servicios, quienes deben contar

con la aprobación de Dirección de Protección Ambiental y en el caso de generadores de residuos especiales o peligrosos por Ministerio de Ambiente o su delegación provincial.

Ilustración 15 Clasificación de gestores ambientales



Elaboración: De la Torre. (2019).
Fuente: Ministerio del Ambiente

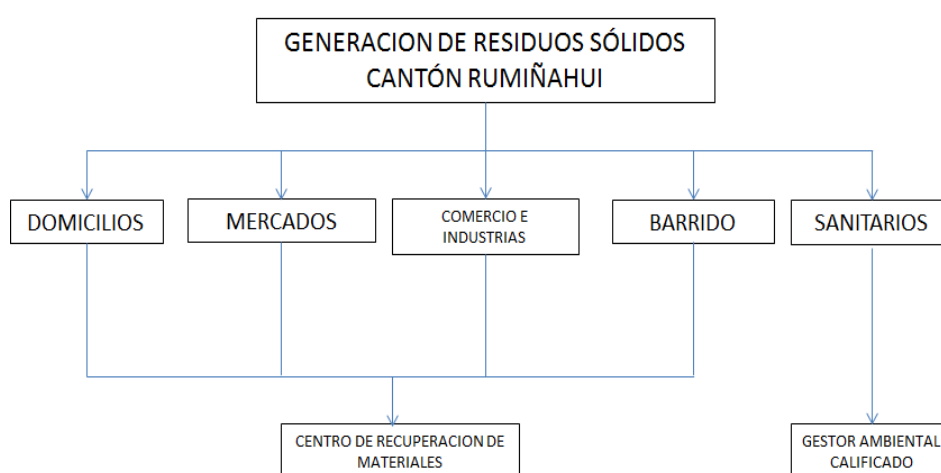
NOVARED (2016), sostiene que cada gestor debe mantener su registro actualizado para prestar este servicio con la autorización de la Dirección de Ambiente y coordinar actividades y compromisos con la empresa de Residuos Sólidos de Rumiñahui. El no contar con registros actualizados, puede afectar la gestión que realiza la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo, EPM y la Dirección de Protección Ambiental al no contar con los volúmenes de recuperación de este importante sector.

Según NOVARED (2017), en la ciudad se observa otros actores que pertenecen a la cadena de la economía popular, conocidos como gestores artesanales quienes realizan labores de minado en los diversos contenedores de la ciudad o en puntos comerciales que no tienen o desconocen de este mecanismo de registro como gestor ambiental. Esta afirmación se ratifica sobre los resultados de un estudio realizado bajo un convenio de cooperación entre la empresa NOVARED y la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos

Rumiñahui-Aseo, EPM realizado con el objetivo de establecer un sistema de eco-tiendas con la participación de los gestores ambientales artesanales organizados en la Asociación de Servicios de Reciclaje Gestores Ambientales de Rumiñahui, denominada ASOSEREGER organización conformada por iniciativa de la Empresa Pública de Aseo de Rumiñahui y recicladores no organizados. El estudio identificó a 92 gestores artesanales que laboran en el cantón.

En la siguiente ilustración se muestra el flujo que siguen los residuos en el cantón Rumiñahui:

Ilustración 16 Flujo de residuos



Fuente: De la Torre. (2019).

El componente marco legal se asienta sobre la base de la vigencia del Art. 49 del Acuerdo Ministerial 061³⁵. En este artículo (Anexo 21), que estaba en vigencia cuando se realizó el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos no Peligrosos del Cantón Rumiñahui, se establecen las políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.

El componente de comunicación, educación y participación ciudadana muestra un hecho curioso. La empresa Rumiñahui-Aseo, EPM, dentro de su estructura mantiene a la radio pública municipal *Ecos de Rumiñahui*, que también

³⁵ Acuerdo Ministerial 061, Reforma al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria 4 de mayo 2015 Capítulo VI Gestión Integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales.

cumple con un rol comunicativo amplio, que abarca no solo a los objetivos de la empresa, pues también apoya los objetivos de informar a la ciudadanía sobre la gestión Gobierno Municipal de Rumiñahui, para construir a través de su programación la valoración y apropiación ciudadana frente a la realidad cotidiana de su cantón. En el Anexo 22 se describe a detalle sus responsabilidades.

En la descripción de la ejecución de programas, proyectos de comunicación, educación y participación ciudadana involucrados en el plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos no peligrosos del cantón Rumiñahui (Anexo 22), en referencia a los avances de este programa no se evidencia objetivos definidos del rol de la radio en la referencia temas específicos sobre planes, programas, proyectos y actividades en torno a la GIRS del cantón.

En la misma línea, el GADM de Rumiñahui cuenta con programas y necesidades que involucran aspectos en educación, comunicación y participación ciudadana que se muestran asociados a los componentes del sistema en el cuadro No 23 del Anexo 22.

En el cuadro 24 del Anexo 22 se observa la presencia y relevancia de la comunicación, educación y participación ciudadana en el proyecto de gestión integral de residuos sólidos del cantón Rumiñahui.

Como se evidencia la radio es uno de los ejes fundamentales para cumplir con expectativas tanto institucionales, municipales y ciudadanas por lo tanto no está solo al servicio de la empresa, Su aporte está en brindar información de las diversas actividades de la empresa a través de sus noticieros, radio revistas o cuñas para informar y sensibilizar a la ciudadanía sobre la gestión de residuos del cantón. A pesar de ello, en su programación no cuenta con un programa exclusivo de educación ambiental.

4.5.2. Operación de diseño

La operación de diseño empieza con la búsqueda de opciones de procesos de tratamiento que se podrían aplicar en el centro de recuperación de materiales. Para analizar y seleccionar las alternativas tecnológicas de procesos de tratamiento que puedan ser aplicables para el desarrollo del proyecto del centro de recuperación de materiales CRM del GAD de Rumiñahui, es importante

entender en primer lugar los procesos de tratamiento. Según el GAD Rumiñahui (2020), estos se pueden clasificar en:

- Tratamientos Físicos, los cuales consisten en plantas de selección y clasificación de los diferentes componentes de los residuos sólidos, con el fin de recuperar materiales secundarios o separar componentes para otros procesos. Estos sistemas son manuales, mecánicos o una mezcla de estos sistemas.
- Tratamientos Biológicos, los cuales tienen como propósito tratar la materia orgánica, que es un alto componente de los residuos sólidos de origen doméstico, su estabilización permite minimización de residuos para su disposición final, o bien recuperar energía, estos procesos pueden ser:
 - Aerobios, principalmente compostaje
 - Anaerobios, son proceso de biometanización para el tratamiento de residuos orgánicos, el objetivo principal es la obtención de biogás, con el fin de generar energía para venta de electricidad como biodigestores.
- Tratamientos térmicos, son procesos de transformación de los residuos mediante la aplicación de energía calórica, que tienen principalmente el objetivo de realizar una valorización energética.

Los tratamientos físicos conducen al proceso de reciclaje que comprende la reprocesamiento de materiales secundarios recuperados, incluso pueden reemplazar a materiales vírgenes obteniéndose un ahorro de energía y emisiones. Los procesos de manufactura con los materiales secundarios recuperados, papel y cartón, plásticos, metales, vidrio y otros, depende de cada tipo de material y tipo de producto a obtener. Estos procesos sobrepasan a la gestión integral de residuos sólidos que son responsabilidad de los municipios.

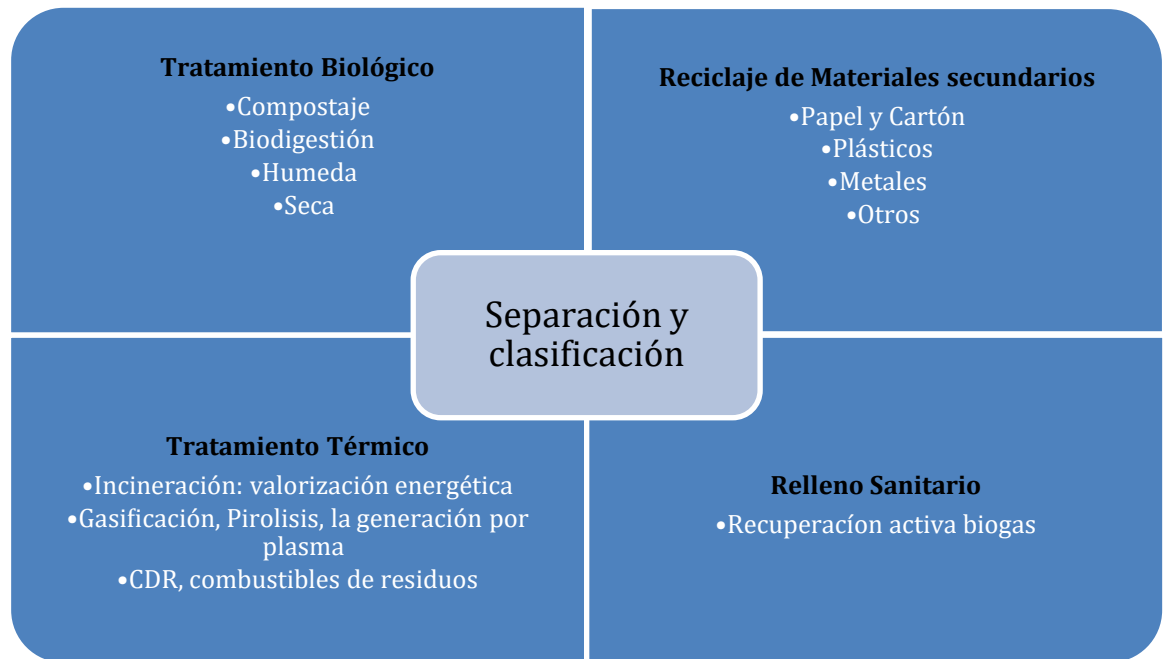
Por otra parte, se tiene previsto contar con Punto Limpio o Ecológico, donde se puedan recibir residuos especiales para almacenarlos, los cuales serán entregados a gestores calificados y especializados, entre los cuales se tendrá:

- NFU neumáticos fuera de uso,
- RAEE Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos,

- Voluminosos, como cochones o restos de muebles.

El sistema también puede ser mixto, esto es integrado simultáneamente por diferentes tipos de tratamiento. El sistema inicia con la recolección de los residuos sólidos, que puede ser diferenciada o no, mezclada, para ir a un primer proceso de tratamiento que corresponde a la separación y selección de residuos, y pasa a los otros procesos, que varían según los requerimientos, los residuos no procesados o rechazos de estos procesos de tratamiento, son llevados a la disposición final en un relleno sanitario, el esquema de este sistema se presenta a continuación:

Ilustración 17 Esquema del sistema integrado de tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, los procesos previstos para una planta de tratamiento, en la cual se tratarán residuos sólidos recolectados en forma mezclada, empiezan con un proceso de selección y separación de los residuos con el fin de separar los orgánicos de los reciclables y de una porción de rechazo que va directamente al relleno sanitario. De este proceso, de acuerdo con el tipo

de composición, se pasa a los procesos de selección de materiales reciclables, a tratamientos orgánicos o térmicos según sea el caso.

Sobre la base de lo descrito y considerando la cantidad de residuos a tratar, en función de la composición y las fuentes de generación, los productos o materiales secundarios a recuperar, y las metas que se quiere obtener con el tratamiento, se prevén los diferentes procesos de tratamiento. Con estas consideraciones, se realiza un análisis de las distintas tecnologías, para identificar cuáles son aplicables para el desarrollo del CRM de Rumiñahui.

Los parámetros bajo los cuales se dimensionará la planta se han determinado en el capítulo de cantidad recolectada y composición del Estudio del Diseño y Plan de Negocio de la IRM fase 2 (GAD Rumiñahui, 2020), que en resumen son:

- Promedio de residuos a tratar en los próximos 20 años: 165 t/día
 - Toneladas diarias recolectadas en el año 2020: 132 t/día
 - Toneladas recolectadas año 2020: 48.180 t/día
- Capacidad del sistema de tratamiento: 10 a 25 t/hora
 - Jornada operación: 8 a 10 horas/día

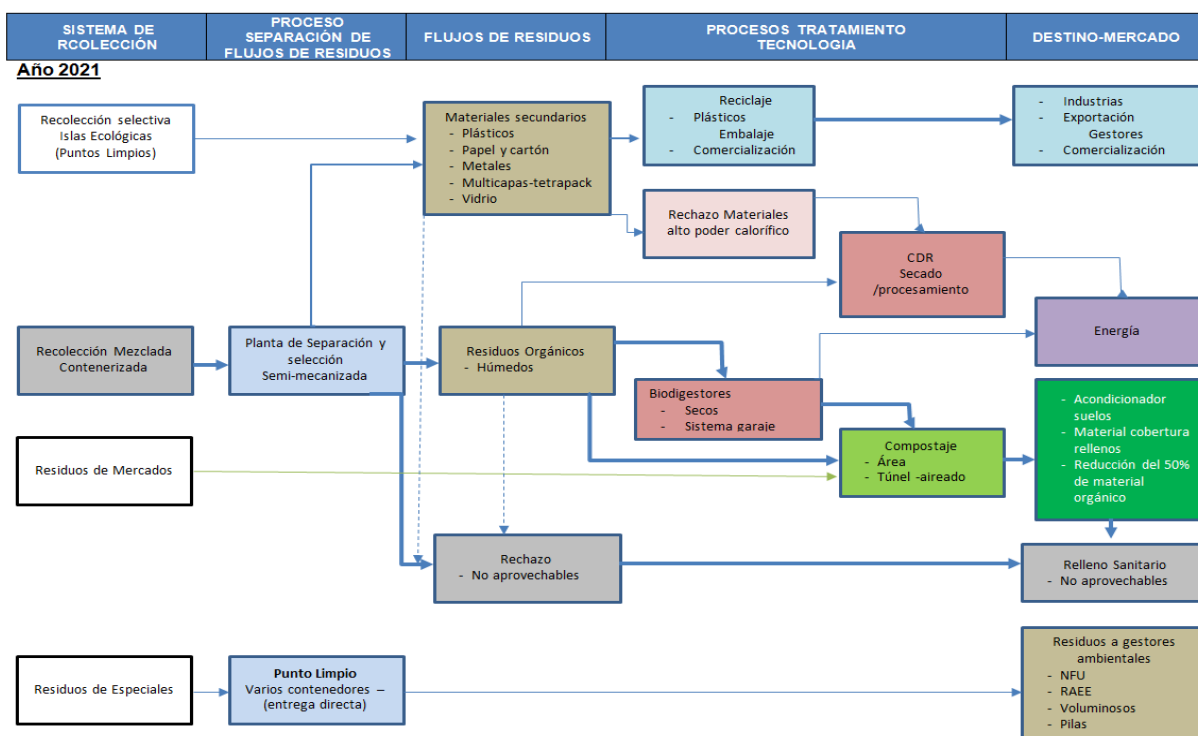
A continuación, se ha desarrollado una matriz (Anexo 23) con las alternativas tecnológicas con base a los procesos descritos con el fin de preseleccionar las factibles. En esta matriz, con el fin de facilitar la definición de las alternativas factibles, en primer término, se señala el nombre de la tecnología, para luego describirla y dar costos referenciales de inversión y operación, luego se señalan las ventajas y desventajas relacionadas con las condiciones del proyecto del CRM de Rumiñahui, para así finalmente poder realizar una recomendación sobre su aplicabilidad.

Del análisis de Tecnologías, y del cuadro de resumen de tecnologías (Anexo 23), y de las recomendaciones de factibilidad de aplicación, se han seleccionado un flujo de los procesos, para proceder con su prediseño a nivel de factibilidad, que comprenden:

- Sistema de selección y separación semimecanizada, de los RSU recolectados de forma mezclada, que permite obtener los siguientes flujos:
 - Flujo de materiales secundarios factibles de reciclar; los que una vez recuperados podrán ser embalados y comercializados
 - Flujo de residuos orgánicos, material fino
 - Rechazo de residuos que serán transportados al relleno sanitario
- Procesos de Residuos Orgánicos
 - Sistema de compostaje que tienen dos posibles procesos:
 - Procesos de túnel
 - Proceso de área
 - Biodigestión, proceso seco:
 - Tipo DRACO
 - Túneles tipo garaje
- Procesos para CDR (Combustibles de Residuos):
 - Residuos procedentes de rechazo de clasificación con alto poder calorífico
 - Componente sólido de materia orgánica seca, de proceso de compostaje

A continuación, se encuentra el esquema que resume estas tecnologías preseleccionadas:

Ilustración 18 Flujo de Procesos de Alternativas Preseleccionadas



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo, EPM en el *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Generados en el Cantón Rumiñahui* (Castro, 2012), con el objetivo de analizar el mercado de subproductos de materiales reciclables, establece la proyección de crecimiento poblacional en relación con la generación de residuos. En el mismo estudio se caracteriza el tipo de materiales reciclables y su potencial de recuperación a corto, mediano y largo plazo. Según el CRM Rumiñahui (2020), en el estudio en mención se realizó la caracterización de los residuos en las áreas urbana y rural siendo esta una base fundamental para conocer el potencial de subproductos para establecer el mercado de los materiales reciclables.

Los productos que se recolectarán en el nuevo programa deben estar en las mejores condiciones para su venta desde el acopio domiciliario pasando por el acopio en los contenedores de recolección diferenciada, el transporte a la planta y el valor agregado con la limpieza y empaque en la planta de tratamiento para obtener un precio justo en la cadena de comercialización o venta directa a la industria que recicla.

El precio depende de varios factores:

- Capacidad y frecuencia de la adquisición de los materiales reciclables,
- Calidad de material recuperado y valor agregado: clasificación, lavado en el caso de los plásticos y vidrios,
- Embalaje,
- Capacidad de almacenamiento.

El precio de comercialización obedecerá a su calidad, cantidad y frecuencia, condiciones que permitirá a la empresa establecer el mejor precio con cualquier sector de la cadena de intermediación o a la industria que recicla. Los sistemas de recuperación, cadenas de intermediación y valores agregados de residuos reciclables en el cantón Rumiñahui, hasta su comercialización siguen el siguiente ciclo:

Ilustración 19 Cadena de intermediación Cantón Rumiñahui



Elaboración: De la Torre. (2019).

Fuente: Grupo Mario Bravo, RECICLAR CIA. LTDA, (noviembre 2019).

Por el lado de los residuos orgánicos se propone su compostaje. La mayoría de los abonos utilizados en el país provienen a través de importaciones. También se evidencia necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los múltiples cultivos, ya que las siembras que utilizan abonos químicos causan múltiples problemas no solo en la salud humana, si no también ocasionan contaminación ambiental, perjudican el uso del suelo y agua. El GAD Rumiñahui (2020) sostiene que durante el regadío con este tipo de fertilizantes se afecta la cobertura vegetal y se destruyen los nutrientes y vitaminas naturales que posee el suelo y no se producen alimentos aptos para el consumo de la población, lo que obliga a corto, mediano y largo plazo a viabilizar alternativas sostenibles.

El impulsar los procesos ligados a la agricultura con la utilización de abonos orgánicos brindará al sector productos idóneos para el suelo con mayor capacidad de absorción de los diversos elementos naturales nutritivos, acompañados de planes de reducción progresiva del uso de insumos externos (químicos) y proteger la salud del de las personas y biodiversidad. (GAD Rumiñahui, 2020).

Los productos que producirá la planta de tratamiento de residuos orgánicos en medida que produzca abonos de calidad podrá insertarse a través de alianzas estratégicas con los sectores productivos del cantón dedicados al cultivo de maíz, trigo, cebada, habas, papas, quinua, mellocos y ocas, y sectores dedicados a frutales como tomate de árbol, mora, chirimoyas y limón, entre otros. Igualmente se puede establecer acuerdos con el Gobierno Provincial que fortalezcan las iniciativas locales para la utilización de estos productos en los proyectos productivos que promueve. Los abonos que no cumplan con los requisitos del mercado alimentario pueden ser utilizados para la preservación de proyectos de conservación (GAD Rumiñahui, 2020).

Por el lado de la valorización energética, El objetivo es contar con un material compuesto de residuos sólidos con alto poder calorífico, que se denomina Combustible de Residuos CDR, este producto deberá cumplir las especificaciones técnicas establecidas en el tratamiento térmico:

- Presentación física del material: básicamente, granulometría < 300 mm
- Composición química del material: Restricción en componentes químicos, como metales pesados Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Ni, Hg o cloruros para uso en *clínker* de cementeras.

- PCI: entre 2.627-5.971 kcal/kg.

En el CRM de Rumiñahui se podrán obtener CDR de dos fuentes:

- Residuos procedentes de rechazo de clasificación con alto poder calorífico, se prevé que se pueden obtener: 16 t/día
- Componente sólido de materia orgánica seca, procedente del componente orgánico del hundido del trommel, se prevé que se pueden obtener: 15 t/día.

Se ha contactado a las empresas cementeras, a la fecha se ha tenido respuesta de la empresa UNACEM-ECUADOR, Compañía de origen peruano que tiene varias empresas cementeras en países de Latinoamérica. En Ecuador, esta compañía adquirió de Lafarge la empresa de Cementos Selva Alegre en el 2014.

El GAD Rumiñahui (2020) sostiene que en una reunión mantenida con el señor Patricio Díaz Gerente de Ecología Industrial de la Empresa UNACEM, Unión Andina de Cementos, ha manifestado el interés de la Empresa en la utilización de CDR aproximadamente en unos 2 o 3 años, en los que la empresa cementera tiene programado tener listos los sistemas para recibir este tipo de combustible. Por otra parte, están dispuestos a firmar un convenio con la Empresa de Rumiñahui – Aseo EPM mediante el cual ellos estarían comprometidos a recibir los CDR, a cambio de que la producción sea de forma continua. Además, estarían dispuestos a prestar asesoría a Rumiñahui Ase, EPM, para garantizar la calidad de los CDR.

Una vez definidos los procesos de tratamiento que se podrían aplicar en el centro de recuperación de materiales se procede al desarrollo de las soluciones tecnológicas a un nivel que los técnicos a cargo denominan prediseño. El GAD Rumiñahui (2020) sostiene que estas alternativas planteadas responden a soluciones tecnológicas de proyectos exitosos implementados en la región ya sea de manera individual o como una combinación de estos.

Para el predimensionamiento se ha determinado que, en base a la demanda, se requiere una planta de procesamiento entre 15 y 25 t/hora de capacidad.

Las alternativas planteadas sobre la base de las tecnologías seleccionadas de los procesos son las siguientes:

- Alternativa 1
 - Planta de Selección y Clasificación semimecanizada, de los RSU recolectados de forma mezclada,
 - Sistema de compostaje de la materia orgánica del hundido del trommel, mediante el uso de pilas al aire libre, con cubierta de invernadero.
- Alternativa 2
 - Planta de Selección y Clasificación semimecanizada, de los RSU recolectados de forma mezclada,
 - Sistema de compostaje de la materia orgánica del hundido del trommel, mediante proceso en túnel con aireación forzada.
- Alternativa 3
 - Planta de Selección y Clasificación semimecanizada, de los RSU recolectados de forma mezclada,
 - Sistema de biodigestión de la materia orgánica del hundido del trommel, mediante proceso cerrado seco.

Adicionalmente, se considera que las instalaciones deberán tener una flexibilidad para en el futuro poder producir combustibles de residuos sólidos que podrán ser aprovechados por las empresas cementeras, para lo cual se plantea como complemento a las alternativas propuestas los siguientes procesos:

- Residuos procedentes de rechazo de clasificación con alto poder calorífico, trituración y embalado,
- Componente sólido de materia orgánica seca, procedente del proceso de secado / compostaje, triturado y embalado.

Luego, según se observa en el informe de primera fase del estudio GAD Rumiñahui (2019) y con el objetivo de analizar las alternativas considerando los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales para el centro de valorización de residuos sólidos urbanos no peligrosos, generados y recolectados en el Cantón Rumiñahui se siguió la siguiente metodología. En primer término, se definieron los ámbitos en los cuales se agruparon los aspectos a considerar:

- Ambiental
- Técnico
- Social
- Económico

Luego se procedió a realizar la jerarquización de estos ámbitos, mediante una comparación entre ellos, como un proceso analítico jerárquico PAJ, donde se establecieron jerarquías y se prepararon matrices de decisión para establecer comparaciones por parejas de cada una de las características a evaluar, así la primera matriz se obtiene de:

- Calificar con 0 y 1, a la comparación de ámbitos, si tiene prioridad mayor se da el valor de 1, mientras el otro ámbito se califica con 0, o si las prioridades consideradas son iguales se da el valor de 0,5 a cada ámbito.
- La comparación entre ámbitos iguales, o sea la intersección, se califica con 1, obteniéndose por lo tanto una diagonal en la matriz de valores 1.
- Con estas consideraciones, se tiene, al comparar el ámbito ambiental vs ambiental, el valor es 1, de igual forma entre técnico vs técnico, o social vs social será 1, y finalmente Económico Vs Económico será 1.
- El valor Total de calificación es la sumatoria horizontal, y la ponderación es la relación a la suma de 1, aplicando una regla de tres.
- Puntaje es la relación dada al calificar sobre 100, y estos valores se convierten en los factores de peso.

Con lo anotado, los valores ponderados de las matrices proporcionaron los pesos o prioridades que tiene cada variable sobre la decisión final., obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 11 Jerarquización de ámbitos

Calificación de alternativas	Viabilidad técnica	Viabilidad ambiental	Viabilidad económica	Viabilidad social	Total	Puntaje
Viabilidad técnica	1	1	0,5	0	2,5	25
Viabilidad ambiental	0	1	0	0,5	1,5	15
Viabilidad económica	0,5	1	1	0	2,5	25
Viabilidad social	1	0,5	1	1	3,5	35
Total					10	100

Fuente: Castillo. Proceso Analítico Jerárquico – PAJ. (2006).

Elaboración: Francisco de la Torre

Para determinar los pesos de los factores considerados en cada ámbito, se ha seguido la misma metodología de proceso analítico jerárquico. Así los pesos que se definieron en este aspecto se muestran en las tablas respectivas en el Anexo 24.

Por otro lado, cada ámbito tiene su peso sobre 100, el Ambiental tiene 15 puntos que fue determinado en la matriz de la tabla 11, y los factores de calificación dentro de este ámbito, igualmente serán priorizados para determinar su peso, pero todos los factores ponderados sobre 15 puntos, Así sucesivamente para los otros ámbitos, técnico, social y económico.

Una vez que tenemos los ámbitos y factores ponderados por peso, se procedió a que cada factor para cada uno de los sitios se lo califique de acuerdo con el siguiente procedimiento de puntuación:

- De 1 a 3, dándole mayor valor al sitio que cause menor impacto según el factor siendo valor 3 de menor impacto, y 1 a mayor impacto,
- Una vez calificado cada factor para cada uno de los sitios, se lo ponderó para cada uno de los factores, que es la multiplicación por el peso, y su sumatoria da el puntaje a obtenerse en cada alternativa
- La sumatoria obtenida por cada ámbito nos da el valor total, a mayor valor mayor prioridad.

A continuación, se describen los criterios para las prioridades, y las consideraciones que se han tomado en cuenta para calificar cada sitio:

- **Factores Ambientales de Decisión**

- Calidad del aire
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que genere menos impacto a la calidad del aire.
- Nivel Sonoro
 - Se asignará un mayor puntaje a aquella alternativa que genera menor nivel sonoro
- Calidad del Suelo
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que genere menos impacto a la calidad del suelo.
- Calidad del Agua Superficial
 - Se asignará un mayor puntaje a aquellos lugares en los cuales la distancia o presencia de agua se halle más lejana o cercana.
- Calidad de la Flora
 - Se dará un mayor puntaje a las alternativas en las cuales se afecte menos a la flora.
- Calidad de la Fauna
 - Se dará un mayor puntaje a las alternativas en las cuales se afecte menos a la fauna silvestre.
- Vista escénica y paisaje
 - La alternativa que presente menos cambios en las vistas escénicas del proyecto recibirá un puntaje mayor.
- Empleo
 - La alternativa que genere mayor recibirá un puntaje mayor.
- Seguridad y Salud
 - La alternativa que presente menos riesgos a la salud y seguridad recibirá un puntaje mayor.
- Impactos Identificados

- Se asignará un mayor puntaje si la tecnología presenta menos impactos
- **Factores Técnicos de Decisiones**
 - Facilidad constructiva
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que presente mejores procesos constructivos.
 - Nivel de tecnología
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que incorpore tecnologías de punta para el tratamiento.
 - Seguridad en la Operación
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que presente seguridad en las operaciones de la planta de tratamiento.
 - Factibilidad de Mantenimiento
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que presente el mejor plan de mantenimiento.
- **Factores Económicos de Decisiones**
 - **Costo de inversión**
 - Se dará el mayor puntaje a la alternativa que presente el menor costo de inversión.
 - **Costo de operación y Mantenimiento**
 - Se dará el mayor puntaje a la alternativa que presente el menor costo de operación y mantenimiento.
- **Factores Sociales de Decisiones**
 - Aceptación Pública
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que presente mejores aceptaciones.
 - Calidad de vida de la población
 - Se asignará un mayor puntaje si la calidad de vida de la población beneficiada mejora
 - Impacto Urbano
 - Se dará un mayor puntaje a la alternativa que presente menor impacto en el desarrollo urbano.

Una vez calificado cada factor técnico, ambiental, económico y social, para cada una de las alternativas, se obtuvo una sumatoria, como resultado de la alternativa con menos impactos generados y por ende la mejor a implementarse, como se muestra en el Anexo 25.

Finalmente, la priorización de las alternativas se llevó a cabo realizando la suma de los subtotales del ámbito, dándole primera prioridad a la máxima puntuación, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12 Priorización de las alternativas analizadas

Categorías de evaluación	Factores de ponderación	Alternativa no. 1	Alternativa no. 2	Alternativa no. 3
Viabilidad técnica	25	72.5	59	36
Viabilidad ambiental	15	33.6	33	33
Viabilidad económica	25	63	75	50
Viabilidad social	35	61.25	88	35
Total	100	229.86	253.75	153.75

Fuente: Castillo. Proceso Analítico Jerárquico – PAJ. (2006).

Elaboración: Francisco de la Torre

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la primera prioridad de implementación del proyecto corresponde a la alternativa 2, la misma que utilizará una tecnología de tratamiento de aireación forzada.

Ya con una alternativa seleccionada se puede pasar a otras partes del proyecto. A pesar de ello puede en etapas posteriores aparecer la necesidad de volver a una etapa anterior del proyecto en este se tiene el caso específico de la planta de reciclaje de plásticos. Frente a una decisión inicial de no hacerla por temas financieros y la final de hacerla por temas políticos.

Sin embargo, los cambios al proyecto en el componente planta de reciclaje no terminarían ahí, poco antes de la entrega del informe final, un fabricante chino de plantas de reciclaje para plásticos contactó al diseñador del proyecto para presentarle un nuevo tipo de planta. Un nuevo desarrollo tecnológico que permitía que el reciclaje de polietileno y de polipropileno blando se hiciera en la misma línea y con el mismo equipo que el de polietileno y polipropileno rígido sin necesidad de una separación previa. Gracias a esta innovación se podría procesar estos materiales en una sola línea en lugar de dos reduciendo los costos

de inversión en maquinaria a poco menos de las dos terceras partes y generando una reducción sensible en los costos de operación y mantenimiento de la planta. A partir de esto la decisión de construir la planta de reciclaje de plásticos como parte de la primera etapa de inversiones del sistema no solo tendría interés político sino también factibilidad financiera.

En síntesis, esta operación de diseño parte de un diagnóstico inicial para posteriormente determinar plazos de operación del proyecto. como resultado del diagnóstico se definen los criterios de decisión que se aplicarán luego para seleccionar la mejor opción de las que se planteen para cada componente del sistema. Una vez hecho esto se divide el sistema en componentes que son diseñados de manera independiente para luego establecer la localización en el territorio de los componentes físicos del sistema. Finalmente se define un esquema de funcionamiento integral.

Conclusiones a los casos

El diseño de un sistema de gestión integral de residuos sólidos nos permite evidenciar que durante la operación de diseño de un sistema de servicios complejo se genera documentación propia del proyecto, pero también un modelo de prestación de servicios.

El término modelo puede referirse tanto a una representación simplificada de la realidad como a algo digno de ser reproducido.

En este caso se puede referir a ambos. El modelo descrito en la documentación del proyecto es en realidad una representación simplificada que no alcanza a cubrir los pequeños detalles de la prestación del servicio. Un modelo que agrupa a los usuarios considerando a los individuos que componen cada grupo como iguales para el efecto de la prestación del servicio simplificando de esta manera la realidad hasta el punto de hacerla manejable dentro del proyecto. También el modelo puede considerarse como algo digno de ser reproducido. En el caso específico del modelo asociativo, dentro del proyecto fue concebido desde su inicio el tomar a una ciudad intermedia y su área de influencia como un plan piloto para ser reproducido en otras ciudades de características similares.

Luego de analizar en el proceso de diseño de cada caso estudiado se observa que todos estos casos se estructuran de manera similar. En primer lugar,

se parte de un diagnóstico de la situación. A continuación, se establece una periodización para el proyecto. en esta etapa se considera la duración de las etapas de diseño y ejecución y se establece un período de operación. El diseño debe permitir la prestación del servicio con la cobertura adecuada a cada proyecto, pero no debe estar sobredimensionado en los primeros años. Para ello se puede establecer el principio de gradualidad en la implementación del servicio. Una vez determinada la vida útil de cada proyecto, se divide el sistema en componentes para diseñarlos por separado. Se desarrollan varias opciones de diseño para cada componente y se evalúan para seleccionar la que se implementará y diseñarla en detalle. Solo entonces se integran los diseños en detalle de cada componente en un solo sistema a través de interfases. Este proceso conocido como modularización se describe con mayor detalle en el siguiente capítulo.

Sin embargo, la aplicación de metodologías de diseño propias de la tradición de la disciplina se puede notar que el modelo hilemórfico intencionalista resulta insuficiente para desarrollar proyectos de diseño de servicios. Esta metodología ya ha sido cuestionada como insuficiente para describir la operación de diseño en la realidad de la producción actual de artefactos (Simondon 2009; Preston 2013; Parente 2016; Bevilacqua 2019).

En los casos estudiados se puede observar ocasiones en la que el resultado difiere del proyecto. Ejemplo de ello puede ser la planta de reciclaje de plásticos para el municipio de Rumiñahui. El proyecto original planteaba dos líneas de reciclaje separadas, una para el polietileno y el polipropileno flexibles, aquellos que se obtienen de bolsas y otros productos laminados o de envases flexibles de jabones y *shampoo* y otra para el polietileno y el polipropileno rígidos propios de envases de productos lácteos y otros similares. Esto daba como resultado unos costos de inversión, operación y mantenimiento difíciles de sostener con la cantidad de material disponible para ser procesado. Durante la etapa de ejecución del proyecto se modificó el diseño original para emplear una sola línea de reciclaje en la que no se requería separación manual previa disminuyendo así la cantidad de personal necesario para operar el sistema. A cambio se requiere que todo el material sea tratado mediante un proceso de lavado y separación duplicado en la misma línea.

Durante la etapa de diagnóstico de la situación inicial de un proyecto se analiza la percepción de la calidad del servicio. En los proyectos estudiados se tiene el caso de Floreana donde la percepción de calidad es muy alta, de hecho, el servicio es considerado excelente por la mayoría de los ciudadanos encuestados. No obstante, un servicio con ese nivel de percepción de calidad puede ser intervenido y mejorado. No solo es importante el servicio prestado y la percepción que se tiene de él también puede buscarse eficiencia en la gestión o el cumplimiento de un objetivo indirecto como la eliminación de especies invasoras en el caso referido.

Según lo relatado por las personas que intervinieron en el diseño de los proyectos, especialmente en las etapas de diagnóstico, el mayor problema de percepción de calidad se da cuando el servicio se interrumpe. Es en estos momentos cuando surge la protesta ciudadana secundada rápidamente por los medios de comunicación. Aun cuando no fue parte de las unidades de análisis de esta investigación es común escuchar a los técnicos referirse al fracaso del sistema de contenerización de la ciudad de Quito. El sistema dejó de operar por falta de repuestos para los camiones recolectores.

Hay que poner especial atención en el diseño de equipamiento al que tiene acceso el usuario en los puntos de contacto. Ejemplo de ello son los contenedores para separar residuos reciclables que no responden a normas de forma y color. Aún en una misma ciudad se puede encontrar criterios diferentes para identificar el tipo de residuo que se puede colocar en cada contenedor.

Otros casos de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos demuestran la particularidad de cada proyecto y la consiguiente imposibilidad de seguir un manual de diseño tipo receta. Más bien en muchas etapas de los proyectos se sigue un método heurístico ejemplo de ello es el diseño de la ruta de recolección de Floreana en la que el chofer es quién ha definido el trayecto final. Según relató Patricio Sacoto, uno de los diseñadores del modelo asociativo, durante una conversación informal con el autor de esta tesis, esta es una práctica común en ciudades pequeñas en las que la ruta se modifica inclusive para que el chofer del camión recolector se detenga en su casa a almorzar.

El estudio de estos casos de operaciones de diseño de servicios permite encontrar, como consecuencia de su configuración, una serie de regularidades

que parecen ser propias de los servicios o de los sistemas producto-servicio con una tendencia hacia el servicio. Las regularidades encontradas permiten al autor de esta tesis llegar a definir algunos conceptos que se describen en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 5

5. El diseño de productos en la economía de servicios

5.1. Conceptos propuestos

En este punto de la presente tesis se hace necesario definir algunos términos para describir y aclarar conceptos. Estos conceptos, propuestos por el autor de esta tesis, se derivan de los casos estudiados y de sus conclusiones y contribuirán a expresar las ideas provenientes de este análisis durante el presente capítulo en el que se generaliza las regularidades observadas hacia el diseño de cualquier servicio o sistema producto-servicio con tendencia a ser servicio puro.

A continuación, se presentan los conceptos de bien de servicio, modelo de adaptación constante y servicio robusto. Estas definiciones son propuestas por el autor con el fin de aclarar las ideas que dan sustento a esta tesis.

5.1.1. Bien de servicio

De los cinco autores que estudian los sistemas producto-servicio a los que se hace referencia en el marco teórico y cuya comparación se presentó en la *Tabla 2 Elementos del sistema producto-servicio*, ninguno considera como elemento del sistema digno de ser tomado en cuenta durante la fase del diseño al equipamiento. Es criterio de ellos y práctica común al punto de considerarse una tradición del diseño de servicios que el equipamiento se diseñe de forma separada al resto del sistema. En muchos casos se compran equipos diseñados para uso general y se adapta estos al proyecto particular.

Una mirada a los procesos en los que se ejecuta la operación de diseño descrita por cada uno de los cinco autores mencionados permite observar cómo estos se concentran el funcionamiento del sistema de producción y en los procesos que en él intervienen. Todos sugieren elaborar diagramas en los que se grafica los procesos de producción y el proceso que sigue el usuario o consumidor. En estos diagramas se identifican los puntos de contacto en dónde hay relación entre quienes proveen el servicio y quienes lo consumen. Estos

puntos de contacto siempre se grafican sobre la línea de visibilidad estableciendo a esta como el lugar de contacto entre personas.

Sin embargo, ninguno de los autores sugiere graficar como punto de contacto a las relaciones entre usuario y equipos. Esto sucede a pesar de que muchos servicios se pueden prestar a través de máquinas y sin intervención directa de personas. Las tecnologías de información y comunicación que hacen esto posible son con el pasar del tiempo, cada vez más accesibles y amigables con el usuario.

En definitiva, el diseño de servicios ha dejado de lado tradicionalmente al diseño de aquellos bienes necesarios para brindar servicios. Cuando estos son diseñados, la operación de diseño se hace desligada del servicio y no se lo toma como un diseño integral de un sistema.

Más aún, si el sistema producto-servicio se desarrolla con fines de desmaterialización buscando privilegiar la prestación de un servicio sobre la venta de un bien. En este sentido se pone poca atención a la base material de la desmaterialización.

Es en este contexto que se vuelve necesario definir a un bien distinto a los bienes de consumo ya que no se comercializa por sí mismo, y a los bienes de capital ya que no sirve para producir bienes de consumo.

Es entonces que se define como bien de servicio a aquel equipamiento que está sobre la línea de visibilidad en los puntos de contacto entre persona y máquina y cuya finalidad es la prestación de un servicio. Este puede ser operado por el usuario.

5.1.2. Modelo de adaptación constante

En el capítulo anterior se hacía referencia a un modelo como una representación simplificada de la realidad digna de ser reproducida. En este sentido quienes diseñan sistemas de gestión integral de residuos sólidos tradicionalmente procuran que cada sistema que diseñen se ajuste a criterios preestablecidos. Estos criterios se reproducen en guías o manuales de diseño. A más de los manuales generales para el manejo de residuos sólidos, hay manuales y guías para cada uno de los componentes del sistema: Manual de

diseño de rutas de recolección: Gestión de residuos sólidos domiciliarios; para el tratamiento intermedio y reciclaje; Guías para el Diseño Construcción Operación Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios; etc....

Al momento de aplicar estos criterios teóricos en la ejecución práctica de proyectos específicos el resultado final se desvía notoriamente del diseño ejecutado de acuerdo con el modelo en ocasiones de forma exagerada, como cuando el chofer modifica permanentemente el diseño de la ruta para almorzar en su casa.

Como puede deducirse de estos ejemplos se tiende a recurrir a criterios establecidos en modelos de sistemas y a reproducirlos cuál receta en cada nuevo proyecto repitiendo y reforzando la tradición de la disciplina. Hay técnicos que han diseñado estos sistemas durante años y están conscientes que al aplicar estas recetas en cada proyecto hay muchos elementos o componentes del sistema que no se comportan de acuerdo con lo esperado. Si se pretende que lo proyectado funcione de acuerdo con lo predicho en el manual se convierte a estos modelos en una camisa de fuerza molesta. Se necesitan ajustes. La mayoría de estos se realizan durante la fase de operación del proyecto.

Esta revisión de la manera tradicional de enfrentar el diseño de sistemas para la prestación de servicios pone en evidencia la necesidad de que estos modelos no puedan ser considerados como rígidos. No son algo digno de ser reproducido, por lo menos no reproducido idénticamente. Puede entonces pensarse en modelos capaces de ajustarse a particularidades propias de cada proyecto.

Esto llevaría a pensar que las fuerzas presentes en cada proyecto deforman de alguna manera el modelo para que pueda ajustarse a nuevas realidades. Estas deformaciones pueden ser de dos tipos. Primero las que consisten en cambios de corta duración que responden generalmente a coyunturas. Segundo aquellas que consisten en cambios permanentes en el sistema

En consecuencia, cuando se trata del diseño de servicios se debe considerar modelos tanto flexibles como plásticos. En definitiva, modelos adaptativos que al estar inmersos en situaciones de permanente cambio están sujetos a esfuerzos dinámicos que los convierten en modelos de adaptación continua.

Los modelos adaptativos, estarían orientados al cambio con la participación continua de los interesados.

Existen dos modelos básicos para este tipo de proyectos, aquellos que se encuentran centrados en el flujo y otros centrados en ciclos iterativos e incrementales. En el primer caso se establecen limitaciones muy claras sobre la concurrencia de actividades y en el segundo las iteraciones requieren que se defina las funcionalidades que serán abordadas en cada ciclo. Al final de cada iteración el producto debe estar listo para su revisión por el prestador del servicio. “La iteración y la cocreación son procesos que conectan el amplio campo del diseño de servicios” (Miettinen y Koivisto, 2009, p. 11).

Este modelo requiere de equipos muy involucrados que incluyan al prestador y al cliente. El proyecto puede ser de tipo heurístico con el fin de crear un diseño de múltiples escenarios, prototipar e iterar en el diseño del servicio hasta dar con el que mejor funciona de acuerdo con los requisitos que se han definido. Se opta por los métodos ágiles en entornos que cambian de forma rápida, cuando el alcance es confuso o cuando la aportación de valor es muy cambiante y con equipos altamente involucrados.

Se define entonces al modelo de adaptación constante como un modelo evolutivo de prestación de servicios configurado mediante exploración, prueba y ajuste iterativo basado en la retroalimentación, con intervención activa de los interesados y ausencia de un momento final definido.

5.1.3. Servicio robusto

Los dos conceptos que se han descrito marcan la necesidad de un modelo adaptativo que ponga especial atención al diseño y configuración del equipamiento, las interfaces tanto físicas como virtuales y a las instalaciones en los puntos de contacto.

Sin embargo, esto podría no ser suficiente dado que las peores percepciones de calidad de un servicio se producen cuando hay interrupciones de éste. el modelo requiere considerar equipamiento adicional al necesario regularmente. Este equipamiento deberá ser capaz de soportar la prestación del servicio durante las operaciones de mantenimiento y reparación o durante picos de demanda.

Durante la prestación de un servicio suelen surgir imprevistos sin importar cuan profundamente se haya investigado durante la operación de diseño. El proceso de diseño implica especulación y la existencia de supuestos, esto hace inevitable el que se tenga que lidiar con situaciones inesperadas.

En el diseño industrial se emplean factores de seguridad añadiendo material o componentes al sistema para que exceda las especificaciones que se creen necesarias para cumplir con los requerimientos de diseño. Algo similar se puede hacer en el caso de los servicios para reducir la probabilidad de interrupciones por insuficiencia de la capacidad instalada. Es necesario tener la capacidad de superar imprevistos a un costo razonable. Con el tiempo, la experiencia en la prestación de un servicio y la presión para reducir costos pueden impulsar ajustes que reduzcan el factor de seguridad.

La falla de un sistema es la incapacidad de este para mantener su operación. Es inevitable que surjan fallas en los componentes de un sistema, pero no es inevitable que el sistema como un todo falle.

Para evitar que el sistema deje de operar se recurre a la redundancia entendida como el uso de más elementos de los necesarios para mantener el rendimiento de un sistema en el evento de la falla de uno o más de estos elementos.

Hay cuatro tipos de redundancia: diversa, homogénea, activa y pasiva (Lidwell, Holden y Butler, 2003).

La redundancia diversa se refiere al uso de múltiples elementos de tipos distintos, por ejemplo, el uso de audio y video para transmitir la misma información. La redundancia diversa resiste a una sola causa de fallo, pero su implementación y mantenimiento son complejos.

La redundancia homogénea implica el uso de múltiples elementos del mismo tipo. Como utilizar varias cuerdas para sujetar una carga. Su implementación y mantenimiento son simples, pero es susceptible de fallar por una sola causa.

La redundancia activa se da con el uso permanente de elementos redundantes. Previene tanto las fallas del sistema como de los componentes que lo conforman. Facilita también el mantenimiento o la reposición de elementos con un efecto mínimo en el rendimiento del sistema.

La redundancia pasiva por su parte es la aplicación de elementos solo ante la falla de uno activo, por ejemplo, el neumático de repuesto en un automóvil. La redundancia pasiva es ideal para elementos que no son críticos en el sistema. Esta es la forma de redundancia de aplicación más sencilla.

En este sentido un servicio robusto es aquel que no deja de prestarse porque su continuidad se sostiene en la redundancia de los bienes de servicio u otro tipo de equipamiento, especialmente el crítico para la actividad (el relacionado con la promesa básica), Esta en continua evolución porque responde a un modelo de adaptación constante ajustándose de este modo a los requerimientos cambiantes de los usuarios.

En otras palabras, la robustez de un servicio es la expresión del grado en que garantiza la integridad, capacidad y disponibilidad de los componentes del sistema. En consecuencia, un Servicio Robusto es aquel que responde a un modelo de adaptación constante y no sufre interrupciones gracias a la redundancia de los bienes de servicio principales.

5.2. El diseño de servicios

En este punto de la investigación se pueden hacer extensivas al diseño de servicios las regularidades observadas en las operaciones de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos.

Según las metodologías tradicionales para la disciplina del diseño la construcción o la fabricación responden a la materialización de una idea predefinida en la etapa de proyectación. Documentada a través de planos, fichas técnicas y especificaciones de los detalles del producto. Documentos que constituyen una guía que debe seguirse fielmente.

De los casos estudiados en el capítulo 4 se puede evidenciar que el sistema tradicional propio del diseño de plantear requisitos para luego diseñar alternativas que los cumplan seleccionar una y desarrollarla en detalle no funciona en los servicios por el contrario es un ir y venir cíclico de constante retroalimentación con particularidades propias de cada proyecto definidas por sus componentes; procesos, entorno, equipamiento, factores económicos y financieros en especial el factor humano. Esto diferencia al diseño de servicios de los modelos tradicionales

de la disciplina en que la ideación, el proyecto y la materialización son etapas diferentes y secuenciales de una operación de diseño.

Por otra parte, y profundizando en la operación de diseño esta empieza por el diagnóstico. Una parte importante del diagnóstico en el caso de este servicio público es el estudio de la actividad económica del sector al que se quiere dar o mejorar cobertura. Esto se hace porque un servicio público se diseña para poblaciones no para individuos. Sin embargo, una forma de traducir esta parte del diagnóstico al diseño de servicios para usuarios individuales sería el estudio de su estilo de vida.

Otra parte importante del diagnóstico tiene que ver con conocer al usuario. Es importante en este punto el determinar adecuadamente las características del usuario que condicionarán el diseño. En el proyecto de Rumiñahui por ejemplo el nivel de analfabetismo, cualidad que habitualmente no se analiza, resultaba un punto crítico relacionado con el componente de comunicación del sistema. Algo similar podría suceder en el desarrollo de un proyecto destinado a extranjeros que no conocen el idioma local que aún sin ser analfabetos para el propósito del diseño podrían considerarse como tales.

En otro orden de cosas el análisis de los casos estudiados evidencia que las mejoras a un servicio existente se enfocan en cumplir objetivos que apuntan a mejorar en uno de tres aspectos: alcance, eficiencia o eficacia.

El alcance de un proyecto es la suma de todos los productos y sus requisitos o características. Mide la capacidad de satisfacer distintas necesidades de los usuarios relacionadas con el objeto del servicio, así como la cobertura de estos. En el caso de los servicios públicos estos suelen tener un único proveedor. Para servicios no monopólicos la medida de alcance o cobertura equivaldría a la cuota de participación del mercado. Los servicios públicos apuntan a un ideal de 100% de cobertura mientras que las empresas privadas en el sector de servicios a una mayor participación del mercado. Un crecimiento en el alcance significaría por un lado un abanico más amplio de productos y por otro lado crecimiento de cobertura geográfica o demográfica.

Un concepto relacionado con el alcance es el de efectividad que es la relación entre los resultados alcanzados y los resultados propuestos por lo tanto da cuenta del grado de cumplimiento de los objetivos. La efectividad se vincula

con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos sin embargo adolece de la noción de uso de recursos.

La eficiencia se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos mediante la comparación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos que se había previsto utilizar. también con la comparación entre los recursos utilizados y los beneficios generados. Los indicadores de eficiencia miden la capacidad del proyecto para generar o movilizar adecuadamente los recursos. Para construirlos se requiere una evaluación administrativa y financiera ligada al diseño.

La eficacia es la aportación específica a la solución de un problema o necesidad mediante la entrega de los bienes o servicios a los usuarios lo que supone conduce a la obtención de los resultados finales. La calidad es una dimensión de la eficacia pues mide atributos, capacidades o características que deben tener los bienes o servicios para satisfacer adecuadamente los objetivos del proyecto.

En tal virtud, hay que construir indicadores de gestión en estas tres áreas que luego serán útiles en la retroalimentación durante la etapa de operación tanto para control del sistema cuanto para su rediseño.

En la misma línea, la de medir el uso de recursos, los proyectos analizados también demuestran la necesidad de conocer el costo por componente del servicio puesto que muchas decisiones que afectan a la configuración del servicio tienen que ver con aspectos administrativos más que de diseño.

En un orden de cosas distinto, el caso de Floreana demuestra que un servicio considerado excelente por los usuarios puede ser intervenido y mejorado si sus objetivos son ampliados en este caso hacia la erradicación de especies invasoras. Para generalizar se puede ir más allá de la prestación del servicio, para ello se puede generar objetivos en aspectos de interés para el usuario o de responsabilidad social o ambiental.

Para finalizar la etapa de diagnóstico, un gráfico, por ejemplo, árbol de problemas es muy útil al momento de plantear propuestas de prediseño como síntesis del diagnóstico.

Por otra parte, como un método para manejar la complejidad de los sistemas de GIRS estos se dividen en componentes. Esta acción se basa sobre el principio

usado para manejar la complejidad en sistemas que involucra la identificación de grupos funcionales dentro del sistema para luego transformarlos en subsistemas interdependientes llamados módulos (Baldwin y Clark, 2000). Estos autores argumentan que la industria ha experimentado niveles de innovación y crecimiento previamente inimaginables por lo que desarrollaron el concepto de modularidad, construyendo productos complejos a partir de subsistemas más pequeños que pueden diseñarse de forma independiente y funcionar juntos como un todo. La modularidad liberó a los diseñadores para experimentar con diferentes enfoques, siempre que obedecieran las reglas de diseño establecidas.

Los módulos deben ser diseñados para ocultar su complejidad interna e interactuar con otros módulos a través de interfaces simples. El resultado es una descentralización general de la complejidad del sistema lo que mejora la flexibilidad y el rendimiento. Adicionalmente se genera la oportunidad para que el desarrollo de un módulo pueda ser subcontratado con un tercero. En el mismo sentido, un componente visto en detalle puede a su vez ser de tal complejidad que tenga sus propios subsistemas y se requiera aplicar también en él, la modularidad. Para la asignación de recursos, se prioriza el módulo que se supone incide en el cumplimiento del objetivo del proyecto en mayor medida.

De forma general, en el diseño de servicios conviene considerar la modularidad para diseñar o modificar sistemas complejos. Así también, el análisis de un mismo componente en dos proyectos distintos se puede hacer con indicadores diferentes a criterio del diseñador y en función de los objetivos propuestos.

Del análisis de los casos se observa que en estos sistemas el módulo de comunicación con la ciudadanía se considera tan importante que una empresa de aseo ha llegado a tener su propia radio. Si bien es un caso único revela lo esencial de este componente. La comunicación con la ciudadanía es parte de un módulo de manejo de información más amplio. En este módulo los insumos fundamentales son los datos y la información acerca de la gestión del servicio. Los datos deben ser confiables, actuales, legibles, accesibles y los suficientemente exhaustivos para propósitos de planificación y operación. Es necesario el diseño de un módulo de información, para que esta se pueda utilizar de manera eficiente.

De la descripción y caracterización hecha en el capítulo tres se puede observar el empleo de software especializado para el tratamiento de información evidenciando así que un proyecto que incluye la gestión de un servicio requiere una estructura organizativa utilizada para la recopilación y distribución de información, ésta es la Infoestructura de la cual dependen muchas decisiones tanto de gestión como de diseño. Una Infoestructura es el diseño de la información de manera tal que se pueda navegar; es lo que se crea cada vez que se organiza una cantidad de información de manera útil. Una tabla de contenido es una Infoestructura, como lo es una bibliografía o un índice.

Así mismo lo es un cuadro de mando integral, esa herramienta de gestión del rendimiento empresarial que vincula una visión a objetivos estratégicos, medidas, metas e iniciativas; equilibra las medidas financieras con las medidas de desempeño y los objetivos relacionados con todas las demás partes de la organización. Todo apoyado en un flujo de información en tiempo real (Kaplan y Norton, 1996).

Una vez definida la modularidad del sistema en los proyectos de GIRS se pasa a la fase de prefactibilidad para luego pasar a la factibilidad y diseños definitivos. En el caso del cantón Rumiñahui se hicieron dos fases primero factibilidad y luego diseño, en los otros casos analizados se hicieron primero la prefactibilidad y luego factibilidad y diseños definitivos. Siempre se realiza primero una etapa con alternativas generales que implican optar por una tecnología u otra o un determinado modelo de negocio y luego el diseño a nivel de detalle

En la etapa de prefactibilidad que a modo general sería la de preconfiguración del sistema de prestación del servicio se determinan: la capacidad, la incorporación gradual de mejoras, el marco legal, las alternativas técnicas para cada módulo del sistema y el manejo general de la información.

Primero la capacidad se determina por proyecciones según las cuales se determina la cobertura del servicio que se puede dar por zonas. A cada zona se aplica una proyección de implementación o mejoras del servicio gradual. Según el principio de gradualidad el proceso de mejora de la gestión debe ir de menos a más de forma progresiva lo que es una buena forma de optimizar las inversiones en el proceso de mejora. Las inversiones por etapas en corto, mediano y largo plazo dependen de cada proyecto.

En cuanto al marco legal, en Ecuador para conceptualizar a la ley, se suele hacer referencia al artículo 1 del Código Civil³⁶ que señala que "La ley es una declaración de la voluntad soberana que, manifestada en la forma prescrita por la Constitución, manda prohíbe o permite". En este contexto, el espacio más amplio de manejo del diseñador está en lo que la ley permite no en lo que manda o prohíbe. Aunque aquello que debe hacerse por mandato de la ley se diseña de acuerdo con la norma.

La selección de alternativas técnicas para cada módulo del sistema suele estar entre la de mínimo costo, máximo beneficio o mejor relación costo beneficio. Para poder compararlas, ponderarlas y seleccionar la definitiva, se requiere construir indicadores. Los valores asignados a cada indicador cuando proviene de datos obtenidos de información por defecto usualmente proveniente de bases de datos constituidas por información de otros proyectos, deben considerarse preliminares y están sujetos a verificación.

En la etapa de factibilidad se empieza por poner un nombre definitivo al producto si no se lo ha hecho antes. En el caso de los servicios públicos que por su naturaleza tienen implicaciones políticas, puede ocurrir que al servicio se le ponga un nombre que es más bien una manifestación de intenciones, por ejemplo, *la gestión integral y aprovechamiento de los desechos sólidos generados por la mancomunidad Mundo Verde o del Buen Vivir o Sumak Kawsay*.

Por cierto, en la fase de configuración se puede diseñar no solo un servicio sino la forma de producirlo o de prestarlo, por ejemplo, el modelo asociativo no es el diseño de un sistema sino de un modelo de gestión, pero su operación de diseño presenta las mismas etapas y regularidades que el diseño de servicios.

En esta misma etapa, el proyecto puede requerir otros estudios (complementarios) algunos exigidos por ley como los de impacto ambiental que son prerequisite para obtener la licencia ambiental. En proyectos más pequeños y de carácter privado en Ecuador, la ley exige obtener una licencia de funcionamiento para obtener la cual se debe hacer un análisis de riesgos por parte del cuerpo de bomberos sin el cual ningún negocio se puede abrir al público.

³⁶ Es el cuerpo legal que contiene el derecho civil común y general en La República del Ecuador. Es una adaptación del Código Civil chileno, redactado por Andrés Bello. Fue aprobado el 21 de noviembre de 1855 y comenzó a regir a partir del 1 de enero de 1857. Reformado por última vez en 2019.

Por otra parte, en esta etapa se define la fuente de ingresos corrientes del proyecto. En el caso de los servicios públicos se puede ligar un servicio a otro para efectos de su comercialización distribución o cobro. En el caso específico que se analiza en esta tesis, por ejemplo, En la mayor parte de municipios de Ecuador, la tasa cobrada por recolección de basura corresponde a un 10% de la planilla de servicio eléctrico.

Para concluir con la etapa de configuración se puede prototipar el servicio. Por ejemplo, para el modelo asociativo se tomó al GADM de Pelileo como proyecto piloto ya que este cantón y su área de influencia son representativos de otras ciudades intermedias de Ecuador y Latinoamérica.

Luego, durante las etapas de ejecución y operación del proyecto entra en funcionamiento la fase de retroalimentación de la operación de diseño. Esta última fase se sostiene gracias a un equipo altamente involucrado. Como se menciona en una de las propuestas analizadas la capacitación influye en la calidad del servicio. Por su naturaleza dinámica y cíclica, la operación de diseño en esta fase puede seguir métodos heurísticos.

De lo anterior se desprende que el diseño de servicios responde a un modelo adaptativo que responde a cambios esperados o esperables durante la etapa de operación o a cambios por coyunturas que no podían ser previstas en las etapas de diseño y ejecución del proyecto. Estos cambios producen deformaciones al diseño original que pueden ser temporales o permanentes. Se puede hablar entonces de deformaciones de tipo elástico o de tipo plástico.

Las deformaciones de tipo elástico responden a un esfuerzo temporal. En los casos estudiados durante el período que abarca esta investigación se han presentado algunas coyunturas que han modificado el proyecto original. En Ecuador se han presentado sismos y epidemias que han cambiado de manera significativa, aunque temporal los sistemas de gestión de residuos.

En el caso de sismos la experiencia ecuatoriana más cercana se tuvo a raíz del terremoto del 16 de abril de 2016. Un sismo con una intensidad de 7,8 en la escala de Richter que devastó una gran parte de la ciudad de Manta. Esta destrucción generó una reacción inmediata del Ministerio del Ambiente con la publicación en su página web de un protocolo para la gestión de residuos sólidos en situación de desastre (Anexo 11).

Adicionalmente a ello, el Ministerio del Ambiente (2016) estima que se recogieron 750.000 metros cúbicos de escombros en la zona afectada. Para manejarlos se aprobaron nueve escombreras en la zona de desastre; estas están ubicadas en Portoviejo, Manta, Sucre, Bahía, Pedernales, Jaramijó, Bolívar, Calceta y Jama.

Si usted enfoca la realidad antes del terremoto, que era ya deficiente, después del terremoto se hizo aún más crítica, pero hay que reconocer la gran solidaridad de empresas amigas, municipios amigos y no amigos prestando carros recolectores, volquetas, inclusive carros refrigerados para transporte de desechos infecciosos, en ese sentido ha habido un manejo controlado. (Virgilio Benavides³⁷, como se citó en MAE, 2016).

Asimismo, en cuanto a las epidemias. Al momento de realizar este estudio se ha elevado a categoría de pandemia al covid-19. Esto obligó a generar nuevos protocolos para el manejo de desechos sanitarios: desechos hospitalarios desechos infecciosos. Se designó a la Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos, EMGIRS-EP, se encargue del levantamiento y disposición final de cadáveres en Quito. Esta tomó las acciones necesarias para prevenir una saturación en el sistema sanitario ante la crisis por covid-19. Dentro de estas acciones se contempla el protocolo para fallecidos y el manejo de los cadáveres, coordinado con el COE-Nacional. El protocolo establece que el ECU-911 recibirá el llamado de los ciudadanos que tengan un familiar fallecido en su casa, se notificará inmediatamente a la Policía Nacional y a EMGIRS-EP para que acudan al lugar y procedan con la verificación del deceso y las condiciones del hecho, es decir, comprobar que el fallecimiento no se encuentra relacionado a una muerte violenta, sino a un caso positivo o sospechoso de Covid-19, u otra enfermedad preexistente. Una vez realizadas estas pericias, se realizará el levantamiento y embalaje del cuerpo para su posterior transporte hasta el Centro de acopio de cadáveres en el parque Bicentenario. Este centro se ha equipado con cinco contenedores refrigerados, para albergar a 50 cuerpos cada uno en condiciones dignas de salubridad e higiene y bajo todos los parámetros determinados por la autoridad nacional y organismos internacionales. De esta forma evitar saturar las morgues de los hospitales de Quito. Para el funcionamiento de esta infraestructura se coordina directamente con el Gobierno Nacional, a través del

³⁷ Subsecretario de Calidad Ambiental

COE-Nacional. Se ha dispuesto que el ECU-911 dispondrá el desplazamiento de los equipos de la EMGIRS-EP para transporte de cadáveres y el respectivo procedimiento de aislamiento y posterior cremación. Para estos procesos también se tiene el apoyo y acompañamiento de la Unidad de Criminalística de la Policía Nacional (EMGIRS, 2020).

Asimismo, la pandemia obligó a replantear protocolos para el manejo de desechos domésticos en zonas residenciales con personas en cerco epidemiológico o en cuarentena.

En cuanto a otro tipo de coyunturas se refiere, Carlos Sagasti³⁸ relataba acerca del manejo de desechos sólidos urbanos su experiencia con el proyecto que estaba asesorando para la recolección de desechos en Siria, lugar en el que había desabastecimiento de combustible como efecto de la guerra por lo que se tuvo que cambiar el sistema tradicional de recolección con camiones por un sistema movido por burros (comunicación personal, 23 de agosto de 2019).

Por otro lado, las deformaciones plásticas producen cambios permanentes en el diseño del sistema. Estos cambios pueden estar previstos al momento de definir las etapas de operación o de mejora gradual del servicio. En el caso del objeto de este estudio, entre los cambios esperables en los sistemas de gestión integral de residuos sólidos se puede encontrar cambios en el tamaño de la población servida, desarrollo tecnológico, inclusión de nuevos generadores, regulaciones en el tráfico, obras de infraestructura pública o cambios en la legislación. El cambio en el tamaño de la población servida puede ser por crecimiento demográfico o porque se amplió el área de cobertura del servicio. Los cambios en los procesos pueden deberse a desarrollo tecnológico marcado por el apareamiento de nuevas tecnologías cada vez más eficientes, eficaces y productivas.

Durante el período de análisis de esta tesis se pudo observar algunos cambios en la legislación que modifican los proyectos. La mayor parte de estos cambios provienen de la presión social originada en el tema ambiental. Esta presión a impulsado políticas públicas hacia la responsabilidad extendida al

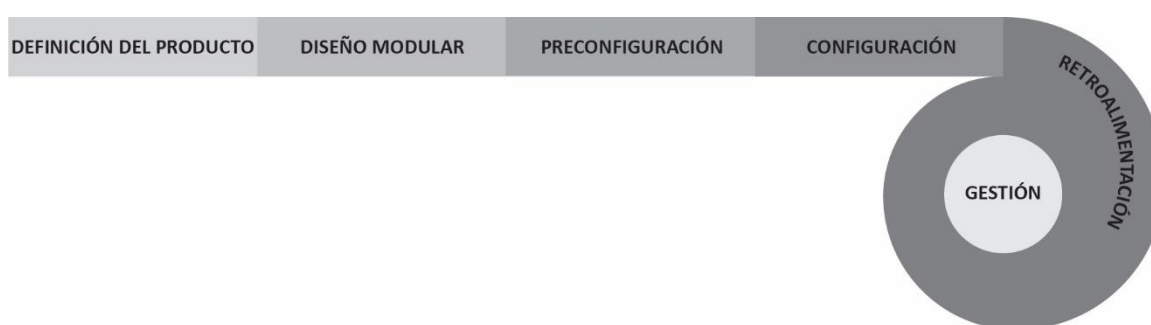
³⁸ Carlos Sagasti exgerente general de EMASEO EP, es actualmente consultor externo del Banco Mundial para acompañamiento en la implementación de modelos de Gestión Integral de Residuos.

productor bajo el principio de quien contamina paga o hacia las prohibiciones de expendio de ciertos materiales como bolsas plásticas, sorbetes o vajillas desechables que se han denominado erróneamente plásticos de un solo uso.

5.3. El diseño de productos

Para sintetizar se propone un esquema de cinco pasos que describe la manera en que se organiza la operación de diseño de productos.

Ilustración 20 Fases de la operación de diseño de un sistema como producto



Fuente: Elaboración propia

Definición del producto

Para el efecto un producto puede estar conformado tanto por bienes como por servicios. Estos pueden ser una combinación inseparable como en los sistemas producto-servicio o pueden adquirirse por separado. Por lo tanto, en esta fase se definen los servicios que será ofrecidos, así como los artículos que se pueden producir para ponerlos a disposición del mercado. Esta definición suele ser el resultado de un sondeo de mercado que refleje en forma aproximada las posibilidades del nuevo producto, en lo concerniente a su aceptación por parte de los futuros consumidores o usuarios y su forma de distribución.

En el caso de los servicios se define una periodización, es decir el tiempo de vida útil del proyecto.

Una parte importante de la definición del producto es la determinación del precio o por lo menos la elección de la estrategia de fijación de precios que el producto tendrá.

Diseño Modular

En esta fase se determinan los componentes del sistema. Para lo cual se identifican grupos funcionales y se definen las relaciones entre estos grupos.

Preconfiguración

En esta fase se definen las estructuras del sistema, a saber:

- Estructura administrativa
- Infraestructura
- Infoestructura
- Equipamiento

En lo que concierne al proceso de producción, se analizan las diferentes técnicas existentes de producir el bien o servicio bajo estudio y las posibilidades de adaptarlas al proyecto. Se debe conocer la disponibilidad de los principales insumos que requiere el producto.

Si el proyecto lo requiere se considera el principio de gradualidad para incrementar servicios o mejoras de manera progresiva en cuyo caso se establecen plazos: corto, mediano y largo para proyectar las nuevas inversiones que se requerirán.

Configuración

En esta fase se define el diseño a nivel de detalle. Se mapea los procesos, se definen los puntos de contacto tanto si son entre persona y persona como entre persona y máquina o aparato, se diagraman los flujos de información y finalmente se documenta el diseño definitivo.

Retroalimentación

Esta fase corresponde a una zona de traslape entre: por una parte, la operación de diseño y la ejecución en esta zona se realizan ajustes al diseño y por otra parte entre la operación de diseño y la operación del proyecto momento en el que opera una retroalimentación efectiva.

Conclusiones Parciales

Los sistemas de gestión integral de residuos sólidos evidencian ser una muestra representativa del diseño de servicios. Su operación de diseño muestra regularidades que pueden hacerse extensivas a las operaciones de diseño de otros servicios independientemente del nivel de complejidad que tenga su prestación.

El modelo de adaptación constante facilita generar cambios tanto en el proceso de prestación del servicio como en el producto resultante sea este la satisfacción de una necesidad, la solución de un problema o la mejora de una buena práctica, a través de un servicio puro o un sistema producto-servicio.

Un sistema de servicios requiere estar enmarcado en un modelo flexible o plástico como resultado de que los operadores del servicio, así como las necesidades cambiantes de los usuarios hacen que deban surgir adaptaciones sobre la marcha durante la etapa de operación haciendo que las etapas de diseño y ejecución no se cierren por completo.

De este modo queda una zona difusa en la que la operación del servicio y la operación de diseño del servicio se sobreponen. En esta zona permanece activa la retroalimentación como fase de la operación de diseño.

Las necesidades de ajuste a un servicio se pueden dar de forma más o menos esperada o de manera súbita y pueden ser temporales o permanentes. En el caso de las esperadas se puede hacer un análisis prospectivo planteando diferentes escenarios posibles con lo que se puede tener previstas posibles modificaciones al sistema para aplicarlas en caso de ser necesario.

Conclusiones

Para concluir este trabajo es necesario corroborar o refutar las hipótesis de trabajo. En ese sentido se puede concluir que, en el caso de los servicios públicos, si quien dicta la política pública, así como el ente que regula su cumplimiento son cercanos al beneficiario o usuario del servicio se toma en cuenta las necesidades particulares de la comunidad dando así forma a un proyecto o a un modelo de servicio a medida. En definitiva, en el caso de Ecuador al encargarse a los gobiernos locales la gestión integral de algunos servicios públicos, incluido su diseño, se toma en cuenta a la comunidad y sus necesidades particulares. Esta observación permite corroborar la primera hipótesis de trabajo.

Sin embargo y a pesar de estos resultados particulares para cada comunidad, se puede observar que todos los proyectos comparten características comunes que son propias del diseño de servicios. De este modo se valida la segunda hipótesis de trabajo.

En el mismo sentido se puede sostener, corroborando así la tercera hipótesis de trabajo, que si bien el diseño de servicios es una subdisciplina del diseño y comparte características comunes a todas las disciplinas proyectuales requiere al momento de su desarrollo de términos específicos para definir conceptos propios de su campo de acción. Este estudio permitió definir de forma específica al menos tres de estos términos.

Algo similar a lo observado a nivel de conceptos sucede en la operación de diseño. Una operación marcada por una iteración constante que se aleja del modelo hilemórfico intencionalista propio de la tradición del diseño industrial. Este modelo emplea, como lo suponía la última hipótesis de trabajo, herramientas propias o en algunos casos adaptadas de otras disciplinas tanto para la operación de diseño como para la evaluación y el control del proyecto.

En consecuencia, el estudio de los casos evidencia que el diseño de servicios tiene características propias que lo diferencian de otras disciplinas del diseño. Estas características aparecen tanto en la operación de diseño como en el resultado del proyecto. Por ende, se puede sostener que la hipótesis general ha sido corroborada.

Una mirada sintética a los resultados permite sostener que luego de definir, caracterizar e interpretar la operación de diseño de servicios mediante el análisis

del diseño de sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Ecuador. Durante el desarrollo de actividades tendientes a alcanzar el primer objetivo específico de esta investigación, se evidencia que la configuración de un servicio público corresponde al diseño de servicios y tiene características aplicables a cualquier proceso de diseño de servicios. En el caso particular de la gestión integral de residuos sólidos se describe un sistema complejo compuesto de subsistemas también complejos que deben funcionar de manera integrada y coherente.

Por otra parte, durante el desarrollo del segundo objetivo se observa que para manejar un diseño de un servicio complejo es necesario recurrir a la modularidad. Este método que consiste en dividir al sistema en subsistemas más pequeños y manejables en el que cada módulo debe estar concebido de modo que su complejidad interna quede oculta y que la interacción con otros módulos se dé a través de interfases simples. Al analizar y sintetizar las regularidades que se evidencian en diferentes proyectos resulta que, en la operación de diseño de un sistema con la complejidad del servicio de gestión de residuos, se evidencia que las regularidades aparecen tanto en el sistema como en los subsistemas.

En este punto se puede evidenciar que el diseño de servicios como disciplina con su propio campo de acción tiene conceptos propios que pudieron ser identificados y caracterizados durante las actividades conducentes al cumplimiento del tercer objetivo específico.

Para finalizar esta evaluación del cumplimiento de los objetivos se pudo analizar e interpretar la operación de diseño de productos en el contexto de la economía de servicios.

Estos resultados permiten realizar un balance del modelo teórico en el que la economía circular y otros temas ambientales ocupan un lugar preponderante. En los últimos años este enfoque ecológico ha despertado mucho interés, sin embargo, “es muy difícil encontrar productos de consumo que cumplan puntualmente con los preceptos del eco diseño y que sean exitosos en el mercado” (Del Giorgio Solfa, Lagunas y Lasala, 2011, p. 6). Para cambiar esta situación hacia una en la que el diseño sostenible sea una realidad y no solo un ideal teórico se requiere por una parte la difusión de casos de éxito y, por otra parte, estímulos concretos. Estos estímulos pueden surgir desde la política

pública y deben ir más allá de sellos de cumplimiento con normas de ecodiseño (ISO 14006) o de etiquetas verdes. Es deseable que los beneficios del ecodiseño se reflejen en los estados financieros de las empresas lo que se puede lograr con estímulos como exenciones tributarias o depreciaciones anticipadas. Algunas leyes o proyectos de ley de gestión de residuos en Latinoamérica ya contemplan estos beneficios.

Por otra parte, las metodologías de diseño lineales propias de la tradición de la disciplina resultan insuficientes cuando se trata de diseñar un sistema de servicios complejo. El Diseño Industrial en el que se configuran bienes de consumo, en definitiva, bienes puros queda corto cuando se trata de diseñar productos en otro lugar del continuum del servicio.

Cuando se hace una aproximación al diseño de productos dese la economía circular en especial desde el principio de la economía de la funcionalidad no hay que descuidar la base material de la desmaterialización. En este sentido el Diseño de Servicios, así como el Diseño de Sistemas Producto-Servicio integran lo material con lo inmaterial alejándose de la tradición de la Administración de centrarse en los procesos necesarios para la prestación de un servicio.

Esa integración entre bienes de servicio, el servicio y los prestadores o receptores de un este se sostiene en un intercambio de información agrupada y ordenada en forma coherente gracias a la Infoestructura del sistema.

El diseño de un servicio genera la documentación necesaria para la construcción de infraestructura y equipamiento, así como los protocolos y procesos a seguir para la prestación de un servicio, pero también genera un modelo de servicio. En este caso se entiende como modelo a aquello digno de ser reproducido como estructura general, pero a su vez como un modelo en adaptación constante en cuanto a los detalles.

En este sentido se puede sostener que el Diseño de Sistemas Producto-Servicio, así como el Diseño de Servicios no dan como resultado la documentación de una idea definida para su posterior producción, más bien generan un modelo de adaptación constante. Un modelo en el sentido de una representación simplificada de la realidad esperada cuyos detalles se irán ajustando permanentemente.

El modelo de adaptación constante junto a un adecuado diseño de los bienes de servicio y la redundancia de aquellos bienes de servicio esenciales para la prestación de éste dan como resultado un servicio robusto. Esta observación da cuenta de un desarrollo simultáneo entre la actividad de diseño y la operación de un servicio. En esta línea se reconfiguran esquemas de la operación de diseño en los que no existe una clausura absoluta de la operación de configuración del servicio.

El Diseño de Servicios está actualmente en plena expansión, sin embargo, se percibe en un estado vago los vínculos de las prácticas con la teoría. Para que el diseñador no quede como simple operados requiere una conciencia reflexiva que cuestione acerca de cómo se define la operación de diseño.

La teoría se enlaza con los modos de producción del proyecto, no se trata de una actividad contemplativa neutra. En función de esa teoría se plantea un debate en torno a los límites de la disciplina debido a que se reemplaza un proceso secuencial por otro en el que opera una iteración constante, considerando a cada componente del sistema de servicios como un módulo y no como elemento independiente.

Tenemos aquí una serie de conceptos articulados en una teoría que sirve para dar cuenta de la operación de diseño de servicios. Esta última así concebida implica reconocer que existen nuevos modos de prestación, implica que el diseño se encuentra frente a un cambio epistemológico ya que la reflexión actúa en la definición de lo que está siendo diseñado.

El diseño de servicios tiene campo propio a pesar de ello, fuera del núcleo duro de la disciplina existe una zona difusa en la que se interseca con el campo de la administración en especial de la gestión por procesos.

El estudio de la operación de diseño de sistemas de gestión integral de desechos sólidos en Ecuador a partir de la vigencia del plan nacional de desarrollo 2017 – 2021 muestra que esta posee las cualidades inherentes al diseño de servicios. Características propias que lo diferencian de otras subdisciplinas del diseño y que inciden tanto en la operación de diseño como en el proyecto.

En cuanto a los hallazgos, se encontró que el diseño de servicios está marcado por:

- Se incorporan muchas subjetividades en los momentos de toma de decisiones.
- Las características del servicio son dependientes del contexto social y técnico.
- La prestación de servicios se apoya fuertemente en la materialidad.
- La prestación de servicios se apoya fuertemente en la Infoestructura.
- La modularidad facilita la operación de diseño.

Primero, se incorporan muchas subjetividades en los momentos de toma de decisiones. A pesar de que las decisiones nacen de comparaciones técnicas usualmente con el empleo de matrices, estas requieren que las diferentes opciones sean ponderadas. Estas ponderaciones no siempre responden a la eficiencia o a la eficacia en la prestación del servicio sino más bien a intereses del diseñador o de quién lo contrata. Intereses que están marcados por agendas políticas en el caso de los servicios públicos. En estos casos la política pública se transforma en experiencia del usuario.

Segundo, las características del servicio son dependientes del contexto social y técnico. El servicio va más allá de una serie de procesos entre prestador y beneficiario. El análisis de los casos presentados muestra la importancia de entender el contexto pues este enmarca todo aquello que rodea y afecta las interacciones tanto las que se dan entre personas sean estas prestadores o usuarios del sistema, como entre personas y bienes de servicio.

Tercero, la prestación de servicios se apoya fuertemente en la materialidad. A pesar de que los servicios puros no ofrecen un bien de consumo al mercado y de que los sistemas producto-servicio que se aproximan al extremo del servicio entregan muy poco producto materializado al consumidor, la prestación de los servicios requiere de puntos de encuentro físicos. las interacciones se pueden dar en un local como en los restaurantes, en varios puntos de atención como los servicios bancarios o en el domicilio de cada consumidor como la recolección de basura, inclusive una interacción virtual como una compra por internet requieren de dispositivos técnicos que faciliten la conexión. Cuando esta materialidad marcada por los bienes de servicio llega a fallar sea por un daño o por procesos de mantenimiento o reparación el servicio se suspende o se presta de manera

irregular afectando sensiblemente a la percepción de calidad por parte del usuario.

Cuarto, la prestación de servicios se apoya fuertemente en la Infoestructura. La información y los flujos de esta son parte fundamental de un sistema de servicios. A mayor complejidad del sistema más importancia cobra la gestión adecuada de bases de datos. Se debe lograr un equilibrio entre la transparencia en la información necesaria para una eficiente prestación del servicio y la seguridad y privacidad de las partes involucradas en el sistema.

Finalmente, la modularidad facilita la operación de diseño. Sin embargo, esto tiene su costo, los sistemas modulares requieren diseñadores con conocimiento especializado en el funcionamiento interno del sistema y su entorno. Diseñadores capaces de dividir el sistema en módulos y luego hacer que funcionen juntos como un todo. Es factible crear módulos que encapsulen su complejidad y se comuniquen con otros módulos a través de interfaces simples. Por otra parte, la modularización puede ser incremental y no siempre debe ser considerada desde la primera propuesta de configuración del sistema.

En cuanto a la contribución a la disciplina, se evidencia que el objeto de estudio es lo suficientemente complejo como para poder considerar aportes potencialmente muy relevantes para la disciplina. El estudio se centra en un espacio poco estudiado desde el diseño. En este espacio se articulan aspectos del diseño, la ingeniería y la administración. Estudia también las tradiciones sobre las que descansan esos aspectos.

Además, se aporta al diseño un valor teórico gracias a un enfoque al diseño de servicios como actividad proyectual en la que hay necesariamente configuración de productos, tanto de bienes como de servicios y no solo de procesos. Con ese mismo enfoque se contextualiza el diseño de bienes de servicio. En este contexto se indaga como se articula la economía de servicios con el diseño y la participación de los diseñadores en la economía de la funcionalidad.

Por otra parte, se muestran las características técnicas y metodológicas que presenta el diseño de servicios. Del mismo modo, se muestra la participación del diseñador en la interpretación de la información que da lugar al proyecto y de la

que surge durante su desarrollo. Asimismo, se indaga sobre las competencias necesarias para diseñar los servicios y el equipamiento para proporcionarlos.

Paralelamente, el estudio contribuye a la definición de conceptos teóricos para precisar ideas propias del diseño de servicio. De ahí que, la investigación puede ayudar a crear instrumentos para analizar los servicios. Del mismo modo, aporta elementos clave que pueden dar sustento a futuros proyectos de diseño de servicios. Merece la pena subrayar que la tesis da cuenta de que hay una manera de hacer diseño que proteja el entorno pero que no deje de lado su factibilidad técnica, económica y financiera.

Por otro lado, hay un aporte crítico y reflexivo sobre la economía de la funcionalidad y se crea un nuevo espacio de reflexión y debate en el campo del diseño. Así mismo, se crea un espacio de reflexión y debate para la generación de política pública relacionada con el diseño y la prestación de servicios públicos. Y se demuestra la necesidad de incluir al diseño en los programas de desarrollo tanto locales como regionales o nacionales.

En definitiva, se evidencia la importancia que tiene el diseño en la gestión integral de un servicio. no solo el diseño al momento de concebir el proyecto sino durante toda la fase de ejecución y durante la fase de operación. Es así como un sistema de servicios requiere el diseño del sistema en sí, pero también de todos sus componentes materiales y de información. para ello se requiere la participación de diseñadores industriales, gráficos, de interiores, de experiencias, etc. Todos ellos formando equipos para lo que podría llamarse el diseño integral de servicios o diseño sistémico de servicios.

En lo que se refiere a la utilidad del conocimiento producido durante esta investigación se puede identificar que la mirada a los servicios desde el diseño muestra posibilidades distintas y más amplias que las que se encuentran a partir de la gestión por procesos haciendo que el campo del diseño de servicios se reconozca como propio de las disciplinas proyectuales. Por otra parte, se puede aportar de modo específico al diseño de sistemas de gestión de residuos. En este sentido las conversaciones y entrevistas realizadas clavarón una espina en algunos colaboradores que llevó a que se conformara un grupo, al que el autor de esta tesis fue convocado, dispuesto a proponer un nuevo marco legal que facilite el diseño de estos sistemas en Ecuador es así como desde julio de 2020 se

empezó a trabajar en un proyecto de ley para regular el sector. En este proyecto de ley se han incorporado algunos principios de diseño surgidos de estas conversaciones como la priorización de la reducción en la fuente estimulando el ecodiseño o la participación de la comunidad en una suerte de codiseño del sistema.

Finalmente, los hallazgos de esta tesis abren nuevos nichos de investigación: la materialidad en el diseño de servicios, el ecodiseño en el contexto de la economía de servicios y la formación académica de los diseñadores de servicios.

Referencias bibliográficas

- Aguirre-Muñoz, A., Samaniego-Herrera, A., Luna-Mendoza, L., Ortiz-Alcaraz, A., Rodríguez-Malagón, M., Méndez-Sánchez, F., Félix-Lizárraga, M., Hernández-Montoya, J. C., González-Gómez, R., Torres-García, F., Barredo-Barberena, J. M. y Latofski-Robles, M. (2008). Island restoration in Mexico: ecological outcomes after systematic eradications of invasive mammals. en: Veitch, C. R.; Clout, M. N. and Towns, D. R. (eds.). 2011. *Island invasives: eradication and management*. IUCN: Gland, Suiza. Recuperado de: http://www.issg.org/pdf/publications/Island_Invasives/pdfHQprint/3Aguirre-Munozl.pdf
- Allee, V. (2000). Reconfiguring the value network. *Journal of Business strategy*, (vol. 21, no. 4), pp. 36–39.
- Alter, S. (2008). Service System Innovation, International Federation for Information Processing, (267), 61 – 80. doi: 10.1007/978-0-387-09768-8_5
- AME. (2020). GAD Municipales que utilizan contenedores en puntos fijos. Quito, Ecuador: ACRA
- Anderson, J. C. y Narus, J. A. (1998). Business Marketing: Understand What Customer Value. *Harvard Business Review*.
- Aurich, J. C., Fuchs, C. y Wagenknecht, C. (2006). Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems, *Journal of Cleaner Production*, (Vol. 14, N° 17), pp. 1480-1494. ISSN 0959-6526. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.01.019>.
- Aurich, J. C., Mannweiler, C. y Schweitzer, E. (2010). How to design and offer services successfully. *Cirp Journal of Manufacturing Science and Technology*. (Vol 2). Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2010.03.002>.
- Baines, T. S., y Lightfoot, H. (2013). Made to Serve. How Manufacturers can compete through servitization and product-service systems. Chichester, United Kingdom: Wiley.
- Baines, T. S., Lightfoot, H.W., Evans, S., Neely, A., Greenough, R., Jeppard, J., ... Wilson, H. (2007). State-of-the-art in product-service systems.

Journal of Engineering Manufacture, (Vol. 221, Parte B), pp. 1543-1552.

- Baines, T. S., Lightfoot, H. y Smart, P. (2011), Servitization within manufacturing: Exploring the provision of advanced services and their impact on vertical integration. *Journal of manufacturing technology management*. (Vol. 22, No.7), pp. 947-954.
- Balaji, B. (2018). Physical Evidence: Elements, Types and Role of Physical Evidence in Service Marketing. Recuperado de: <http://www.yourarticlelibrary.com/company/service-management/physical-evidence-elements-types-and-role-of-physical-evidence-in-service-marketing/40540>
- Baldwin, C. y Clark, K. (2000). Design Rules: Volume 1. The power of Modularity. The MIT Press. Recuperado de: <https://doi.org/10.7551/mitpress/2366.001.0001>
- Balza-Franco, V. y Cardona, D. (2016) Economías de aglomeración empresarial y políticas públicas de competitividad desde un enfoque global hacia un contexto latinoamericano: Una revisión conceptual. *Revista Espacios*, Vol. 37, N° 36, diciembre 2016. Recuperado de: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n36/16373608.html>
- Barras, R. (1986). Towards a Theory of Innovation in Services, *Research Policy*, 15, 4
- BBC. (8 de enero de 2018). Por qué China quiere dejar de ser el basurero del mundo y cómo eso afecta al resto de los países. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-42591224>
- Bell, D. (1973). *The Coming of Post-Industrial Society*. New York: Basic Books.
- Benedettini, O., Neely, A., y Swink, M. (2015). Why do servitized firms fail? A risk-based Explanation. *International Journal of Operations & Production Management*, (Vol 35, N°6), pp. 946 - 979. Recuperado de: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2014-0052>
- Benqué, N. du Tertre, C. y Vuidel, P. (2014). Itinerario hacia la economía de la funcionalidad y de la cooperación, desde una perspectiva de desarrollo

- sostenible. Recuperado de <http://www.crepe-efc.com/wp-content/uploads/2015/12/CREPE-NOTE-EFC-ESP.pdf>
- Behrend, S., Jasch, C., Kortmap, J., Hrauda, G., Firzner, R. y Velte D. (2003). *Eco-Service Development. Reinventing Supply and Demand in the European Union*. Greenleaf: Sheffield.
- Bevilacqua, F. (2019). *La operación de diseño y fabricación digital a la luz de la teoría de la individuación*. (Tesis doctoral). Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina.
- Bitner, M. (abril 1992). Servicescapes: The Impact of Physical Surroundings on Customers and Employees, *Journal of Marketing*, (Vol. 56), pp. 57-71.
- Blomkvist, J., Holmlid, S., y Segelström, F. (2010). This Is Service Design Research: Yesterday, Today and Tomorrow. En M. Stickdorn, y J. Schneider (Eds.), *This Is Service Design Thinking* (pp. 308-315). Amsterdam: BIS Publishers.
- BMUB. (2015). *Energy Autonomy in Wastewater Treatment Plants Highly Efficient Biogasfueled Cogeneration Supplies Heat and Power for Sewage Treatment*. Recuperado de: <http://www.greentech-made-in-germany.de/en/lead-markets/sustainable-water-management/energy-autonomy-in-wastewater-treatment-plants/>.
- Bozkurt, O., y Kemer, B. (2014). The impact of Service Differentiation, Informational capacities and commitment to Exporting on Export Costs and Growth Performance. *Economics, Sociology and Policy Journal*, 10(1), 53-80.
- Brezet, J.C., Bijma, A.S., Ehrenfeld, J. y Silvester, S. (Junio 2001). *The Design of Eco-Efficient Services*. *Programa de diseño para la sostenibilidad*, Universidad Tecnica de Delft, Delft, Holanda.
- Browning, T. R., Deyst, J. J., Eppinger, S. D. y Whitney, D. E. (2002). Adding value in product development by creating information and reducing risk. *IEEE Trans Eng Management*. (Vol. 49, No. 4), pp. 443–458.
- Buchholtz, S., Bukowski, M. y Sniegocki, A. (enero 2014). *Big and open data in Europe. A growth engine or a missed opportunity?* Demos Europa & Wise Institute.

- Bullinger, H. J., Fähnrich, K. P, y Meiren T. (2003). Service engineering— methodical development of new service products, *International Journal of Production Economics*. (Vol. 85, Nº 3), pp. 275-287, ISSN 0925-5273. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00116-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00116-6).
- Cadwallader, S., Jarvis, C. B., Bitner, M. J., & Ostrom, A. L. (2010). Frontline employee motivation to participate in service innovation implementation. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 38(2), 219–239. <https://doi.org/10.1007/s11747-009-0151-3>
- Calvin M. y Chan, L. (2013) From Open Data to Open Innovation Strategies: Creating E-Services Using Open Government Data, 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, Maui, HI, 2013, pp. 1890-1899, doi: 10.1109/HICSS.2013.236.
- Campbell, K. J., Carrion, V. y Sevilla, C. (2013). Increasing the scale of successful invasive rodent eradications in the Galapagos Islands. En Galapagos Report 2011-2012. GNPS, GCREG, CDF, and GC. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador. pp. 194-198 Recuperado de: <https://www.islandconservation.org/wp-content/uploads/2018/10/Increasing-the-scale-of-successful-invasive-rodent-eradications-in-the-Galapagos-Islands.pdf>
- Cardona, D., Balza-Franco, V. y Henriquez, G. (2017). Innovación en el sector de los servicios: aproximación conceptual y revisión de su aporte a la economía. *Espacios*. (Vol 38 Nº 21), p. 36.
- Cardoso J., Voigt K., y Winkler M. (2009) Service Engineering for the Internet of Services. En: Filipe J., Cordeiro J. (eds) Enterprise Information Systems. ICEIS 2008. Lecture Notes in *Business Information Processing*, (vol 19.) Springer, Berlin, Heidelberg. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-642-00670-8_2
- Castillo Hernández, M. (2006). Toma de Decisiones en las Empresas: Entre el arte y la técnica. Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Castrillón, A. (2013). La gestión por procesos en las empresas de servicios. *Revista Escenarios: empresa y territorio*. (Vol. 2.) pp. 193 - 205.
- Castro, B. (2012). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Generados en el Cantón Rumiñahui.

- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Brighton, Massachusetts, Estados Unidos de América: Harvard Business Press.
- Chesbrough H., Davies A. (2010) *Advancing Services Innovation*. In: Maglio P., Kieliszewski C., Spohrer J. (eds) *Handbook of Service Science. Service Science: Research and Innovations in the Service Economy*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1628-0_2
- Chiho-Tiande Group Ltd., (2016). Recuperado de: <http://www.chiho-tiande.com/company.aspx>
- Chui, M., Farrell, D. y Van Kuiken, S. (2013). *Generating Economic Value through Open Data. Beyond Transparency: Open Data and the Future of Civic Innovation*. Recuperado de: <https://beyondtransparency.org/chapters/part-3/generating-economic-value-through-open-data/>
- Collopy, P. y Hollingsworth, P. (2009). *Value Driven Design. Proceedings of 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Hilton Head, Carolina del Sur, Estados Unidos de América.
- Comisión Europea. (2014a). *Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR)*. Recuperado de: http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/target_review/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf.
- Comisión Europea. (2014b). *Towards a Circular Economy: A Zero Waste Programme for Europe*. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/circular-economy-communication.pdf>.
- Comisión Europea. (2015a). *Communication from the commission to the parliament, the council and the European economic and social committee and the committee of the regions: Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. COM (2015) 614 final. Comisión Europea.
- Comisión Europea. (2015b). *Single Market for Green Products Initiative*. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>.

- CNC. (2019), Modelo asociativo GADM para el ejercicio de gestión integral de residuos sólidos. Quito, Ecuador: Consejo Nacional de Competencias.
- Consejo Provincial de Pichincha (2018). Prefectura de Pichincha entregó insumos para implementación de huertos agroecológicos. Recuperado de: <http://intranet.pichincha.gob.ec/noticias/pichincha/item/5524-prefectura-de-pichincha-entrego-insumos-para-implementacion-de-huertos-agroecologicos.html>
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate Idea to Launch Process Update, What's New, and NexGen Systems. *Journal of Product Innovation Management*, (Vol. 25, No. 3), pp. 213-232.
- Crul, M. y Diehl, J. (2007). Diseño para la sostenibilidad: un enfoque práctico para economías en vías de desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Países Bajos: Facultad de Ingeniería en Diseño Industrial, Delft University of Technology.
- De la Torre, F. (2018). Gestión Integral de residuos sólidos en la isla Floreana, Galapagos. World Wildlife Fund.
- De la Torre, F. (2019). Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental de los estuddios de gestión integral de residuos sólidos de Floreana, Galápagos. World Wildlife Fund.
- Del Giorgio Solfa, F., Lagunas, F. y Lasala, A. (2011). Diseño sustentable: la industria, los consumidores y los profesionales del diseño industrial en el desarrollo de productos y en la preservación del medio ambiente. doi: 10.13140/2.1.3276.2566. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/236004912_Diseno_sustentable_la_industria_los_consumidores_y_los_profesionales_del_diseño_industrial_en_el_desarrollo_de_productos_y_en_la_preservacion_del_medio_ambiente
- Del Giorgio Solfa, F. y Lasala, A. (2011). Diseño y desarrollo sustentable en los sistemas productivos regionales a partir del Parque Científico y Tecnológico Medioambiental (PCyT-M). *Reflexiones*. (Vol. 3, N°10), pp. 20-32.
- Del Giorgio Solfa, F., Amendolaggine, G. y Alvarado Wall, T. (noviembre 2018). Nuevos paradigmas para el diseño de productos. Design

- Thinking, Service Design y experiencia usuario. *Arte e Investigación* (N.º 14), e012 doi:10.24215/24691488e012
- Design Council. (2015). Design methods for developing services. An introduction to service design and a selection of service design tools. Recuperado de <https://www.designcouncil.org.uk/resources/guide/design-methods-developing-services>
- Desso, (2015). Cradle to Cradle Achievements. Recuperado de: <http://www.desso.com/c2c-corporateresponsibility/cradle-to-cradle/>.
- Drejer, I. (2010). Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective. *Research Policy*. Vol. 33, Issue 3, April 2004, pp. 551–562.
- Drucker, P. (1968). *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*. New Brunswick, New Jersey: Transaction Books.
- Dutch Council for the Environment and Infrastructure. (2013). *Dutch Logistics 2040. Designed to Last*.
- EEA. (2014). Well-being and the environment. Building a resource-efficient and circular economy in Europe. *EEA SIGNALS* 10.2800/13662.
- EEA. (2016). Developments in indicators: Total Material Requirement (TMR).
- EMGIRS-EP. (2020). Municipio del Distrito Metropolitano de Quito activa protocolo para el levantamiento de cadáveres en la Capital. Recuperado de: <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/noticiasep/541-municipio-del-distrito-metropolitano-de-quito-activa-protocolo-para-el-levantamiento-de-cadaveres-en-la-capital>
- Esping-Andersen, G. (2000), *Fundamentos sociales de las economías postindustriales*, Barcelona: Ariel.
- ESPP. (2016). European Sustainable Phosphorus Platform. Recuperado de: <http://phosphorusplatform.eu/platform/about-us/about-us-2>.
- Figueroa, B., Mollenhauer, K., Rico, M., Salvatierra, R. y With, P. (2017). *Creando valor a través del diseño de servicios*. Chile: Escuela de Diseño, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Foulonneau M., Martin S., Turki S. (2014). *How Open Data Are Turned into Services?* Proc. Of IESS 2014: 31-39, Exploring Services Science.

- Geneva, Switzerland, February 2014. Springer 2014 Lecture Notes in Business Information Processing.
- Foulonneau, M., Turki, S., Vidou, G. y Martin, S. (2014). Open data in Service Design. *Electronic Journal of E-Government*. (Vol 12, N 2) pp. 99 – 107.
- Fuad-Luke, A. (2013). Co-designing Services in the Co-futured City. Service Design: On the Evolution of Design Expertise. Lahti University of Applied Sciences Series A, Research Reports, Part, 17, 101–120.
- Fuchs, V. (1968). The Service Economy. *The National Bureau of Economic Research*. (pp. 14-45). Chicago, Estados Unidos de América: NBER Books. Recuperado de <https://econpapers.repec.org/bookchap/nbrnberbk/fuch68-1.htm>
- GADM Rumiñahui. (2019). Estudio del diseño y plan de negocio de la IRM (CRM) Fase 1, Estudios de factibilidad. Ecuador: Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo, EPM.
- GADM Rumiñahui. (2020). Estudio del diseño y plan de negocio de la IRM (CRM) Fase 2, Estudios de factibilidad. Ecuador: Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui-Aseo, EPM.
- Gadrey, J. (2000). A characterization of goods and services: an alternative approach. *Review of income and wealth*. (volumen 46, número 3), pp. 369-387.
- Galindo, M. A. (2009). La importancia del sector servicios en el ámbito industrial. *Economía Industrial*. (Vol. 374) pp. 15-20. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3139644>
- Gannon, C., Lynch, P., y Harrington, D. (Agosto, 2014). Does sustainable competitive advantage exist? And, if so, how can it be achieved? Recuperado de: <http://repository.wit.ie/1555/>
- Gebauer, H., Gustafsson, A., & Witell, L. (2011). Competitive advantage through service differentiation by manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 64(12), 1270-1280.
- George, D.A.R., Lin, B.C.A. y Chen, Y. (2015). A circular economy model of economic growth. *Environ. Modell. Software* (vol 73), pp. 60–63.
- Gialdino, I. V. de, Ameigeiras, A. R., Chernobilsky, L. B., Béliveau, V. G., Mallimaci, F., Mendizábal, N., ... Soneira, A. J. (2006). Estrategias de

- investigación cualitativa (1.a ed.). Barcelona: Gedisa.
<https://doi.org/978-84-9784-374-4>
- GIZ IS. (2017a). Estudios de gestión integral de residuos sólidos mancomunidad Sumak Kawsay, Informe resumen ejecutivo. Quito: Ministerio del Ambiente.
- GIZ IS. (2017b). Conceptualización del sistema de GIRS y alternativas de ubicación. Quito: Ministerio del Ambiente.
- GIZ IS. (2017c). Análisis de la ubicación de Estaciones de Transferencia. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Glen, A., Atkinson, R., Campbell, K., Hagen, E., Holmes, N., Keitt, B., Parkes, J., Saunders, A., Sawyer, J. y Torres, H. (2013). Eradicating multiple invasive species on inhabited islands: the next big step in island restoration? *Biological Invasions*: (vol. 1, No. 15), pp. 2589-2603. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0495-y>
- Goldstein, S. M., Johnston, R., Duffy, J. A. y Rao, J. (2002). The service concept: the missing link in service design research? *Journal of Operations Management*, (Vol. 20, N° 2) pp. 121-134, ISSN 0272-6963. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00090-0).
- Google. (2015). Ara smart phone by Google. Recuperado de: <http://www.projectara.com/>.
- Google, (2016). Project ARA. Recuperado de: <http://www.projectara.com/>.
- Hanson, C. y Campbell, K. (2013). Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad para la Erradicación de Roedores y Gatos.
- Hara T, Arai T, Shimomura Y (2006) A concept of service engineering: a modeling method and a tool for service design. Paper presented at the International Conference on Service Systems and Service Management, Troyes, pp. 13-18, doi: 10.1109/ICSSSM.2006.320581.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (4.a ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hoolohan, C. y Browne, A. (2020). Design thinking for practice-based intervention: Co-producing the change points toolkit to unlock (un)sustainable practices. *Design Studies*: (vol. 67 N° C), pp.102-132. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2019.12.002>

- ICSID. (1959). History of ICSID [Online]. Recuperado de <http://www.icsid.org/about/about/articles33.htm>.
- ICSID. (2010). International Council of Societies of Industrial Design [Online]. Recuperado de <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). Estadística de Información Ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. (Gestión de Residuos Sólidos). Recuperado de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Iriarte, I., Justel, D., Badiola, M., Murguiondo, I., y Beltrán de Nanclares, E. (2015). Diagnosis and New Challenges on Industrial Design. The case of MONDRAGON Corporation Industry Area. *DYNA*, (Vol. 90 nº6), pp. 597-601. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.6036/7484>
- Iriarte, I., Justel, D., Alberdi, A., Val, E. y Gonzalez, I. (2016). Service design for servitization. Universitybusiness collaboration case studies in basque manufacturing companies. En *Universia Business Review | First Quarter 2016*. pp. 146-181.
- ISA. (2013) Core Public Service Vocabulary 1.01, designed under the auspices of the ISA programme of the European Commission (Interoperability Solution for European Public Administrations), Recuperado de: <http://goo.gl/cThwGX>
- Isaksson, O., Larsson, T. C. y Johansson, P. (2011). Towards a Framework for developing Product/Service Systems. En J. Hesselbach and C. Herrmann (Ed.), *Functional Thinking for Value Creation* (pp. 44-49). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Játiva M. y Gallo, J.P. (2006). LibQUAL+: Evaluación de calidad de servicios desde la perspectiva del usuario. *Boletín de la ANABAD*, 2006, LXI, nº 1, p. 53-74.
- Jetzek, T., Avital, M., y Bjorn-Andersen, N. (2014). Data-Driven Innovation through Open Government Data. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 9(2), 100-120. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-18762014000200008>
- Jin Y, Chen Y, Cao J (2010) The Challenges and Opportunities of Service Science. Paper presented at the Int. Conf. on Management and Service

- Science (MASS). Wuhan, 2010, pp. 1-4, doi:
10.1109/ICMSS.2010.5577170.
- Joly, M. y Cipolla, C. (2013). Service design for social innovation: creating services from social innovation cases. 3rd Int. Conf. En *Integration of Design, Engineering & Management for Innovation* A.A. Fernandes, R.M. Natal Jorge, L. Patrício, A. Medeiros (Eds) Porto, Portugal, 4-6th September 2013.
- Joore, P. y Brezet, H. (2014). A Multilevel Design Model: the mutual relationship between product-service system development and societal change processes. En *Journal of Cleaner Production*. (Vol. 97, 2015), pp. 92-105, ISSN 0959-6526,
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.043>.
- Jørgensen, U. (2012). Mapping and navigating transitions the multi-level perspective compared with arenas of development. *Research Policy*, (No 41). pp. 996-1010.
- Junginger, S. (2013) In Conference proceedings of the 10th European Academy of Design Conference - Crafting the Future. pp. 1-11.
- Kalmykova, Y. y Rosado, L. (2015). Urban metabolism as framework for circular economy design for cities. World Resource Forum 2015.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M. y Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*. (Vol. 135), pp. 190-201.
- Kamp, B. (diciembre 2016). La servitización como estrategia para la evolución competitiva de la industria. *Economistas*, (Nº 150). p. 78.
- Kamp, B., y Alcalde, H. (2014). Servitization in the Basque Economy. *Strategic Change*, (Vol. 23 Nº 5-6). pp. 359-374. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1002/jsc.1982>
- Kaplan, R. S., y Norton, D. P. (1996). The balanced scorecard: translating strategy into action. Boston: Harvard Business Press.
- Kastalli, I.V., Van Looy, B. (2013). Servitization: disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. *Journal of Operations Management*, (31), pp. 169-180.

- Kim, Y. S., Lee, S. W., Kim J. H. y Do S. H. (21 al 24 de mayo de 2012). A design case of product-service systems – urban umbrella rental PSS. International Design Conference - DESIGN 2012, Dubrovnik – Croatia.
- Kimita K, Shimomura Y, Arai T (2009) A customer value model for sustainable service design. *CIRP. Journal of Manufacturing Science and Technology*. (Vol. 1, N° 4) pp. 254-261. ISSN 1755-5817. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2009.06.003>.
- Kowalkowski, C. (2010). What does a service-dominant logic really mean for manufacturing firms? *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, (Vol. 3 N°4). pp. 285-292. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2011.01.003>
- Kujala, J., Ahola, T., & Huikuri, S. (2013). Use of services to support the business of a project-based firm. *International Journal of Project Management*, 31(2), 177-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.07.007>
- Lee, J., Shin, D., Hong, Y. y Kim, Y. (15 al 18 de agosto de 2011). Business model design methodology for innovative product-service systems: a strategic and structured approach. International Conference on Engineering Design, ICED11, Technical University of Denmark. DOI: 10.1109/SRII.2011.72
- Lidwell, W., Holden, K. y Butler, J. (2003). *Universal Principles of Design*. Gloucester, Massachusetts: Rockport.
- Lindstedt, P. y Burenius, J. (2006). *The value model: how to master product development and create unrivalled customer value*. Nimba, Liberia.
- López, D. y Muñoz, F. (2016). El comercio de servicios y el desarrollo: una discusión en curso. *Sociedad y economía*, No. 30 (enero - junio 2016) pp. 255-280.
- MAE, Ministerio del Ambiente. (2016). MAE supervisa correcto manejo de desechos a causa de terremoto. recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-supervisa-correcto-manejo-de-desechos-a-causa-de-terremoto/>

- MAE, Ministerio del Ambiente. (2020). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- MAGAP. (2012). Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería. Recuperado de: www.agricultura.gob.ec
- Mager, B., & Sung, T. J. (2011). Special issue editorial: Designing for services. *International Journal of Design*, 5(2), 1-3.
- Maldonado, C. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, (vol. 14, núm. 29) pp. 71-93. Bogotá, Colombia: Universidad El Bosque.
- Manhaes, M., Oertzen, A., Mager, B. y Tanghe, J. (2016). Six Priorities to Promote Service Design in Academia. Service Design Global Conference. Ámsterdam, Países Bajos.
- Marilungo, E., Peruzzini, M. y Germani, M. (2015). An integrated method to support PSS design within the virtual enterprise. En: 7th Industrial Product-Service Systems Conference, Saint Etienne, France.
- Marilungo E., Peruzzini M. y Germani M. (2016). Review of Product-Service System Design Methods. En: Bouras A., Eynard B., Foufou S., Thoben KD. (eds) *Product Lifecycle Management in the Era of Internet of Things*. PLM 2015. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 467. Springer, Cham. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-319-33111-9_25
- Manzini, E. Vezzoli, C. y Clark, G. (2001). Product-service systems: using an existing concept as a new approach to sustainability. *Journal of Design Research*, 1 (2), pp. 27 – 40. doi: 10.1504/JDR.2001.009811
- Manzini, E. (2007). A laboratory of ideas. Diffuse creativity and new ways of doing. En *Creative communities. People inventing sustainable ways of living*. Meroni, Anna (ed.) Milan: Edizioni Poli.Design.
- Markussen, T. (2013). The disruptive aesthetics of design activism: enacting design between art and politics. *Design Issues*, 29(1), 38–50.
- Martin, M. y Torres, R. (2007). La economía de servicios. Cuba: Centro de estudios de la economía cubana. Recuperado de: https://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia/martinf_310307.pdf

- Mathieu, V. (2001). Service strategies within the manufacturing sector: benefits, costs and partnership. *International Journal of Service Industry Management*, (Vol. 12, No. 5), p. 451-75.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., y Hung Byers, A. (2011). Big Data: The next frontier for innovation, competitiveness and productivity. McKinsey Global Institute, May 2011. Recuperado de: http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/big_data_the_next_frontier_for_innovation
- MBDC, (2015). The Cradle to Cradle Products Innovation Institute. Recuperado de: <http://www.c2ccertified.org/get-certified>.
- McAloone, T. C., Mouaard, K., Neugebauer, M. L., Nielsen, A. T y Bey, N. (2011). Orthogonal views on Product/Service-system Design in an entire industry branch. *ICED11 – International Conference on Engineering Design*. Copenhage, Dinamarca.
- Meier, H., Roy, R., y Seliger, G. (2010). Industrial Product-Service Systems—IPS2. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 59(2), 607-627.
- Meroni, A. (2007). Creative communities. People inventing sustainable ways of living. Milan: Edizioni Poli.Design.
- Meroni, A., & Sangiorgi, D. (2011). Design for services. Gower Publishing, Ltd.
- Micheli, J. (2011). La economía de servicios, explorando sus tendencias. México. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RedCCS/economade-servicios-explorando-sus-tendencias>
- Miettinen, S., & Koivisto, M. (2009). Designing Services with Innovative Methods. University of Art and Design.
- Miller, D., Hope, Q., Eisenstat, R., Foote, N., Galbraith, J. (2002). The problem of solutions: balancing clients and capabilities. *Bus. Horiz.* 45(2), p. 3–12
- Miles, I. (2010). La innovación y la economía de los servicios, *Innovación Perspectivas para el siglo XXI* (pp. 287 - 302). España: BBVA.
- Miles, I. y Tether, B. (2003). Innovación en una economía basada en los servicios, Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), The IPTS Report (Revista no.71), Comisión Europea.

- Ministerio del Ambiente. (2014). Rendición de cuentas 2014. Recuperado de:
<https://www.ambiente.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente. (2014). Estudio para la Identificación y Desarrollo de una Cadena de Valor para la Inserción y Posicionamiento del Ministerio del Ambiente dentro del Proceso de Definición de la Nueva Matriz Productiva. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Modaresi, R., Pauliuk, S., Løvik, A.N. y Müller, D.B., (2014). Global carbon benefits of material substitution in passenger cars until 2050 and the impact on the steel and aluminum industries. *Environmental Science and Technology*. (vol 48 N 18), pp. 10776–10784.
- Mont, O. (2002). Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: Analysis of the PSS field and contributions from Sweden. *The Journal of Sustainable Product Design* (2), pp. 89–103.
- Mont, O. (2002). Clarifying the concept of product-service system. *Journal of Cleaner Production*, (Vol 10, No 3), pp. 237-245.
- Mont, O. (2004). *Product-service systems: Panacea or Myth?* (Tesis doctoral). International Institute for Industrial Environmental Economics, Universidad de Lund, Suecia.
- Morelli, N. (2003). Product-service systems, a perspective shift for designers: A case study: the design of telecentre. *Design Studies*, (Vol. 24, No. 1), pp. 73-99. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223035847_Product-service_systems_a_perspective_shift_for_designers_A_case_study_-_The_design_of_a_telecentre
- Moritz, S. (2005). *Practical Access to Service Design*. Londres, Inglaterra: sin editorial. Recuperado de: www.stefan-moritz.com/#book
- Mougaard, K., Howard, T. J., McAloone, T. C., Neugebauer, L. y Bey, N. (2012). Establishing collaborative networks for the conceptualisation of pss. *Conferencia Internacional de Diseño - DESIGN 2012*, Dubrovnik, Croacia.
- Mulgan, G. (2007) *Ready or not? Taking innovation in the public sector seriously*. London, Nesta. 4

- Mulgan, G., Tucker, S., Rushanara, A. y Sanders, B. (2011). Social innovation: what it is, why it matters and how it can be accelerated. Skoll centre for social entrepreneurship. Saïd Business School. University of Oxford.
- Murray, R., Mulgan, G. y Caulier Grice, J. (2011). How to Innovate: The tools for social innovation. The Young Foundation and Nesta.
- Murray, R., Caulier-Grice, J. y Mulgan, G. (2010). Social innovator series: ways to design, develop and grow social innovation. The open book of social innovation. The Young Foundation and Nesta. Recuperado de: www.socialinnovator.info
- Mylan, J. (2015). Understanding the diffusion of Sustainable Product-Service Systems: Insights from the sociology of consumption and practice theory. *Journal of Cleaner Production*, (No. 97), pp. 13-20
- Navarro, J. (2017). La organización como Sistema complejo. Barcelona, España: Departamento de Psicología Social Universidad De Barcelona.
- Neely, A. (2008) Exploring the Financial Consequences of the Servitization of Manufacturing Operations Management Research, (Vol.1, No.2), pp. 103-118.
- Neely, A., Benedettini, O., y Visnjic, I. (2011). The servitization of manufacturing: Further evidence. En Proceedings of 18th European operations management association conference, EuOMA 11, 3-6. Cambridge, UK.
- Novared. (2016). Diagnóstico Situacional de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos con Énfasis en la Recuperación de Materiales Reciclables y Estudio Socioeconómico de los Gestores Ambientales - Recicladores- en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Rumiñahui. Quito, Ecuador: Novared – Negocios y Reciclajes S. A.
- Novared. (2017). Modelo socio-organizativo de los recicladores urbanos. Quito, Ecuador: Novared – Negocios y Reciclajes S. A.
- Nutrient Platform NL (2015). Recuperado de: www.nutrientplatform.org.
- Osorio, J. (13 de mayo de 2014). Sistema *producto-servicio*. Recuperado de <https://prezi.com/jndkcel68fpn/sistema-producto-servicio/>
- Pacenti, E. (2013-2019). *Service design*. Domus Academy. Recuperado de <https://studylib.net/doc/13451289/service-design-----elena-pacenti>

- Panarotto, M. y Larson, T. C. (2012). Towards value driven simulation of Product-service systems: a conceptual scenario. *Conferencia Internacional de Diseño - DESIGN 2012*, Dubrovnik, Croacia.
- Parente, D. (2016). Los artefactos en cuanto posibilitadores de acción. Problemas en torno a la noción de agencia material en el debate contemporáneo. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, (vol. 16 N 33), 139-168. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=414/41449298007>
- Parque Nacional Galápagos. (2013). Proyecto de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Parque Nacional Galápagos. (2015). Plan de manejo. Quito: Ministerio del Ambiente. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/135737855/Pma-Galapagos-2005>
- Patricio, J., Kalmykova, Y., Berg, P.E.O., Rosado y L., Aberg, H. (2015). Primary and secondary battery consumption trends in Sweden 1996–2013: method development and detailed accounting by battery type. *Waste Management*. (vol 39), pp. 236–245.
- Pauliuk, S., Wang, T. y Muller, D.B. (2012). Moving toward the circular economy: the role of stocks in the chinese steel cycle. *Environment Science and Technology*. (vol 46 N 1), pp. 148–154.
- Peck, D., Kandachar, P. y Tempelman, E. (2015). Critical materials from a product design perspective. *Material Design*. (vol 65), pp. 147–159.
- Peruzzini, M., Germani, M., Favi, C. (2012). Shift from PLM to SLM: a method to support business requirements elicitation for service innovation. En: Rivest, L., Bouras, A., Louhichi, B. (eds.) PLM 2012. IFIP AICT, vol. 388, pp. 111–123. Springer: Heidelberg, Alemania.
- Pfeifer, S., Stanic, M. y Oberman Peterka, S. (2018). The micro-and small enterprises in creative professional services: A business model perspective. *Creativity Studies*. (Vol. 11). pp. 102-115. Recuperado de: <https://doi.org/10.3846/cs.2018.543>.

- Piscicelli, L., Cooper, T., y Fisher, T. (2014). "The role of values in collaborative consumption: insights from a product-service system for lending and borrowing in the UK". *Journal of Cleaner Production*, 97, 21 - 29. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.07.032.
- Politécnico de Milán. (2019). Maestría en Diseño de Sistema de Servicio de Producto. Recuperado de: <https://www.master-maestrias.com/Maestr%C3%ADa-en-Dise%C3%B1o-de-Sistema-de-Servicio-de-Producto/Italia/PdM/>
- PowerParasol, (2015). Showcase Article in The Republic: PowerParasol at Fry's Food Stores! Recuperado de: <http://powerparasol.com/showcase-articlerepublic-powerparasol-frys-food-stores/>.
- Preston, Beth (2013), *A philosophy of material culture. Action, function and mind*, New York: Routledge.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Puttick, R., Baeck P., y Colligan, P. (2014) *I-teams. The teams and funds making innovation happen in governments around the world*. Nesta. UK.
- Renault (2015). *THE ICARRE 95 PROJECT*. Recuperado de: <http://icarre95programmeforlife.com/?lang=en>.
- Rabobank, (2015). *Pathways to a circular economy. What is possible in the Rotterdam delta region*. Recuperado de: <https://www.rabobank.com/en/images/Pathways-to-a-circular-economy.pdf>.
- Repair Café. (2015). Recuperado de: <http://repaircafe.org/en/about/>.
- Richter, A., Glaser, P., Kölmel, B., Waidelich, L., y Bulander, R. (2019). *A Review of Product-service System Design Methodologies*. ICETE. Recuperado de: <https://doi.org/10.5220/0007917201150126>
- Riding, M.J., Herbert, B.M.J., Ricketts, L., Dodd, I., Ostle, N. y Semple, K.T. (2015). *Harmonising conflicts between science, regulation, perception*

- and environmental impact: the case of soil conditioners from bioenergy. *Environmental International*. (vol 75), pp. 52–67.
- Ritzén, S. y Ölundh, G., (2017). Barriers to the Circular Economy – integration of perspectives and domains. *The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems. Procedia CIRP* 64 pp. 7 – 12
- Rodríguez Herrera, A. y Alvarado Ugarte, H. (2008). Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas. ISBN: 978-92-1-323224-8
- Romero Amado, J. (2014). El sector servicios en la economía: el significado de los servicios a empresas intensivos en conocimiento. Recuperado de: <http://herzog.economia.unam.mx/lecturas/inae3/romeroaj.pdf>
- Rubalcaba, L. (2015). La innovación en los servicios. En: Aboal, D.; Crespi, G. y Rubalcaba, L. (Ed.) (2015). La innovación y la nueva economía de servicios en América Latina y el Caribe: Retos e implicaciones de política. Montevideo, Uruguay: Editorial Centro de Investigaciones Económicas CINVE.
- Sanders, E. B. N., y Stappers, P. J. (2014). Probes, toolkits and prototypes: Three approaches to making in codesigning. *CoDesign*, 10(1), 5-14.
- Sangiorgi, D., Fogg, H., Johnson, S., Maguire, G., Caron A., y Vijakumar, L. (2012). Think Services. Supporting manufacturing companies in their move toward services. In *Service Design and Innovation Conference, ServDes2012*, 253-263. Helsinki, Finland.
- Santamaría, L., Nieto, M. J., y Miles, I. (2012). Service innovation in manufacturing firms: Evidence from Spain. *Technovation*, 32(2), 144-155.
- Sauvé, S., Bernard, S. y Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environment Development*. (vol 17), pp. 48–56.

- Segelström, F. (2013). Stakeholder Engagement for Service Design: How service designers identify and communicate insights. Tesis doctoral. Linköping: Linköping University.
- Senplades (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. Recuperado de: <https://www.planificacion.gob.ec>plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida>
- Shettini, P., & Cortazzo, I. (2015). Análisis de datos cualitativos en la investigación social. Procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa (1.a ed.). La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata EDULP. Recuperado de: http://stel.ub.edu/sites/default/files/agenda/documents/analisis_de_datos_cualitativos_1.pdf
- Scholz, R.W. y Roy, A.H., (2014). Sustainable phosphorus management. In: Brand, F.S., Hellums, D. (Eds.), *A Global Transdisciplinary Roadmap*. Springer: Holanda.
- Shostack, G. L. (1982). How to design a service. *European Journal of Marketing*, 16 (1), 49 - 63.
- Shostack, G. L. (1984). Designing services that deliver. *Harvard Business Review*, 62 (1), 133 – 139.
- Simondon, Gilbert (2009), La individuación a la luz de las nociones de forma y de información, Buenos Aires: Ediciones La Cebra / Cactus.
- Smol, M., Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K. y Wzorek, Z. (2015). The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal for Cleanear Production*. (vol 95), pp. 45–54.
- Spacey, J. (2018, Mayo 02). 23 Examples of the Service Economy. Simplicable. Recuperado de: <https://simplicable.com/new/service-economy>
- Solow, R. (1957). Technological Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39 (3), 312 – 320.
- Stahl, J. M. y Grigsby, D. W. (1997) *Strategic Management*. Hoboken, New Jersey, Estados Unidos de América: Blackwell Publishing.

- Statoil, (2015). Recuperado de: <http://newton.no/rom/newton-energiromtrondheim-1001.aspx>.
- Stoll, O., West, S. y Barbieri, C. (2020). Using Service Dominant Logic to Assess the Value Co-creation of Smart Services. En *Advances in Production Management Systems Towards Smart and Digital Manufacturing*. Springer. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_33.
- Tan, A., McAlloone, T. C. y Andreasen, M. M. (2006) What happens to integrated product development models with product/service-system approaches. *Proceedings of the 6th Integrated Product Development Workshop, IPD2006*, pp. 18–20.
- Tan, A. (2010) *Service-Oriented product development strategies* (Tesis doctoral). Departamento de Ingeniería de Gestión, Universidad Técnica de Dinamarca, Kgs. Lyngby, Dinamarca.
- Tarkett (2015). Recuperado de: <http://www.tarkett.com/en/content/reuse-0>.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill, Inc., NewYork,
- Terán, I., Sacoto, P., Sagasti, C. y De la Torre, F. (2019). Optimización de gestión integral de residuos sólidos en programa de ciudades intermedias sostenibles. Quito, Ecuador.
- Thackara, J. (2006). *In the Bubble. Designing in a Complex World*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press
- Themac Andina S.A. (2020). *Implantación del sistema automatizado de contenerización en diversas ciudades de Latam*. Quito, Ecuador: ACRA
- Thompson, K. (2005). *A taxonomy of virtual business networks. The Bumble Bee*.
- Thurston, P. (2009). Designing public services. En Miettinen & Koivisto (eds). *Designing Services with Innovative Methods*. University of Art and Design.
- Tukker, A. (2004). Eight types of product– service system: eight ways to sustainability? Experiences from Suspronet, Business Strategy and the Environment, 13, 246 – 260. doi: 10.1002/bse.414

- Tukker, A. (2018). SusProNet: A Key to Development of (Sustainable) Product-Services. Recuperado de: cfsd.org.uk/conferences/tspd8/abstracts/arnoldtukker.doc
- Tukker, A. y Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, (Vol. 14, No. 17), pp. 1552-1556.
- Tye, A. (2007). The status of the endemic flora of Galapagos: the number of threatened species is increasing. *Galapagos report 2006 – 2007*. Biodiversity and Biphysical Resources. pp. 97-103. Recuperado de: <http://www.galapagos.org/wp-content/uploads/2012/04/biodiv1-status-of-endemic-flora.pdf>
- Unilever. (2016). Recuperado de: <https://www.unilever.com/sustainable-living/the-sustainable-living-plan/reducing-environmental-impact/waste-and-packaging/>.
- Vargo, S. L., Lusch, R. F. y Akaka, M. A. (2010). Advancing Service Science with Service-Dominant Logic: Clarifications and Conceptual Development, En P.P. Maglio et al. (eds.), *Handbook of Service Science, Service Science: Research and Innovations in the Service Economy*, pp. 133-154. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1628-0_8,
- Vendrell-Herrero, F. y Wilson, J. (2017). Servitization for territorial competitiveness: taxonomy and research agenda. *Competitiveness Review*. (Nº 27). pp. 2-11. Recuperado de: <https://doi.org/10.1108/CR-02-2016-0005>.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J.C. (2015) The goal of sustainable energy for all. *Journal of Cleaner Production*, (No. 97) pp.134–136.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Osanlo, L., M'Rithaa, M., Moalosi, R. Nakazibwe, V. y Diehl, J.C. (2018). *Designing Sustainable Energy for All: Sustainable Product-Service System Design Applied to Distributed Renewable Energy*. Springer. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70223-0>
- Viladás, X. (2010). *El Diseño a su servicio, Cómo mejorar la idea de negocio con la ayuda de un diseñador*. Barcelona, España: Index Books S.L.

- Vladimirova, D. K. (2012). Transformation of traditional manufactures towards servitized organizations. Tesis doctoral. Cranfield, UK: Cranfield University.
- Wang, P., Jiang, Z.Y., Geng, X.Y., Hao, S.Y., 2013. Dynamic material flow analysis of steel resources in China based on circular economy theory. *Metallurgical Technology Material*. (vol 813), pp. 64–71.
- Wautelet, T. (2018). The Concept of Circular Economy: its Origins and its Evolution. 10.13140/RG.2.2.17021.87523.
- Wen, Z.G. y Meng, X.Y. (2015). Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. *Journal for Cleaner Production*. (vol 90), pp. 211–219.
- Wetter-Edman, K. (2011). Service Design, a conceptualization of an emerging practice. Faculty of Fine, Applied and Performing Arts, University of Gothenburg: Gotemburg, Alemania.
- Wetter-Edman, K. (2014). Design for service, a framework for articulating designer's contribution as interpreter of users' experience (Tesis doctoral). Faculty of Fine, Applied and Performing Arts, University of Gothenburg: Gotemburg, Alemania.
- Wheatley, M. y Frieze, D. (2011). Using Emergence to Take Social Innovation to Scale. The Berkana Institute. Recuperado de: www.berkana.org
- Wiesner, S., Peruzzini, M., Doumeingts, G., Thoben, K.D. (2012). Requirements engineering for servitization in manufacturing service ecosystems (MSEE). En: Shimomura, Y., Kimita, K. (eds.) *The Philosopher's Stone for Sustainability*. Springer: Heidelberg, Alemania.
- Wijkman, A. y Skånberg, K., (2015). The Circular Economy and Benefits for Society Swedish Case Study Shows Jobs and Climate as Clear Winners.
- World Economic Forum, (2014). Reorganize and streamline pure materials flows. Recuperado de: <http://reports.weforum.org/toward-the-circular-economyaccelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains/reorganize-and-streamlinepure-materials-flows/>.

- World Economic Forum, (2016). Recuperado de:
<https://www.weforum.org/projects/circular-economy/>.
- WRAP, (2016). WRAP and the circular economy. Recuperado de:
<http://www.wrap.org.uk/content/wrap-and-circular-economy>.
- Wu, H.Q., Shi, Y., Xia, Q. y Zhu, W.D., (2014). Effectiveness of the policy of circular economy in China: a DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan. *Resources. Conservation and Recycling*. (vol 83), pp. 163–175.
- Yang, C. F., & Sung, T. J. (2016). Service design for social innovation through participatory action research. *International Journal of Design*, 10(1), 21-36.
- Yang, L., Xing, K. y Lee, S.H. (2010). A new conceptual life cycle model for Result-Oriented Product-Service System development. Presentado en: IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics (SOLI). Recuperado de:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/5551621>
- Ynoub, R. C. (2007). El proyecto y la metodología de la investigación (1a ed.). Buenos Aires: Cengage Learning.
- Yu, C., Davis, C., Dijkema, G. (2014). Understanding the evolution of industrial symbiosis research a bibliometric and network analysis (1997–2012). *Journal of Industrial Ecology*. 18 (2), pp. 280–293.
- Yu, F., Han, F. y Cui, Z.J. (2015). Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. *Journal for Cleanear Production*. (vol 87), pp. 339–347.
- Zaring, O. (2001). Creating Eco-Efficient Producer Services, report of an EU project. Gothenburg: Gothenburg Research Institute.
- Zhu, Z., Li, M. y Ma, C.H., (2013). Explore and analyse development model of eco-agricultural tourism based on circular economy. *Environment Protection and Resources Exploit*. (vol. 809), pp. 902–905.