



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS

**“Diseño de un Sistema de Producción de Servicios
orientado a la recuperación, selección y tratamiento de
RAEE en Orizaba, Veracruz”.**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

PRESENTA:
Ing. Mayra Corona Andrade

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Guillermo Cortés Robles

ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO.

JUNIO 2024



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, 07/junio/2024

Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación
Asunto: Autorización de Impresión
OPCION I

C. MAYRA CORONA ANDRADE
Candidato(a) a Grado de Maestro en
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS ORIENTADO A LA
RECUPERACIÓN, SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RAEE EN ORIZABA,
VERACRUZ".**

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

DRA. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



Av. Oriente 9 Num.B52, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz,
Tel. 01 (272) 005360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Orizaba, Veracruz, **02/febrero/2024**
Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PRESENTE.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

MAYRA CORONA ANDRADE

La cual lleva el título de:

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS ORIENTADO A LA RECUPERACIÓN,
SELECCIÓN Y TRATAMIENTO DE RAE EN ORIZABA, VERCRUZ"**

Y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE. DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES

SECRETARIO DR. FERNANDO AGUIRRE Y HERNÁNDEZ

VOCAL DR. VICTOR RICARDO CASTILLO
INTRIAGO

VOCAL SUP. DR. JESÚS DELCADO MACIEL


FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

TA-09-18



Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 10 del mes de junio del año 2024.

El(la) que suscribe

C. Mayra Corona Andrade

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 186 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada

“Diseño de un Sistema de Producción de Servicios orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE en Orizaba, Veracruz”

del programa: Maestría en Ingeniería Administrativa bajo la asesoría y dirección del Dr. Guillermo Cortés Robles y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Mayra Corona Andrade
Nombre y firma

Reconocimiento

Mi más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por el apoyo que me han brindado para la realización de mi trabajo de investigación. Gracias a la financiación proporcionada pude llevar a cabo mi proyecto de investigación, una experiencia que ha sido fundamental para mi desarrollo académico y profesional. El respaldo financiero de CONAHCYT no solo alivió las cargas económicas asociadas con la investigación, sino que también me permitió concentrarme plenamente en el desarrollo y ejecución de mi estudio. A través de esta oportunidad, he podido adquirir y aplicar conocimientos y habilidades que, sin duda, contribuirán significativamente a mi carrera y a mis futuras aportaciones en el campo de la investigación.

Por lo que, quisiera expresar mi gratitud al CONAHCYT por su compromiso con el avance de la investigación y el desarrollo académico en nuestro país. Su dedicación para apoyar a investigadores emergentes es admirable y tiene un impacto profundo y duradero en la vida de muchos.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por permitirme ser resiliente en todo momento, por darme la fuerza para nunca rendirme y por concederme tantas bendiciones en mi vida.

Agradezco a mi director de tesis, el Dr. Guillermo Cortés Robles, por su invaluable orientación, paciencia y apoyo durante todo este proceso. Su enriquecedora visión y su extraordinaria perspectiva han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Los conocimientos y la experiencia del Dr. Cortés Robles no solo han guiado mi investigación, sino que también han enriquecido mi visión para la vida. A lo largo de este camino, el Dr. se ha convertido en un verdadero amigo. Su constante disposición para ofrecer sorpresas inesperadas y su presencia inquebrantable incluso en los momentos más difíciles son cualidades que valoro profundamente. Agradezco sinceramente su presencia y su apoyo en mi vida.

A mis asesores de la maestría en Ingeniería Administrativa, el Dr. Fernando Aguirre y Hernández, por desafiar mi mente y cambiando sin duda mi perspectiva del mundo. Al Dr. Víctor Castillo Intriago, por su extraordinaria inteligencia que me orientó a explorar nuevas

técnicas y expandir mi conocimiento. También agradezco al Dr. Jesús Delgado Maciel, por abrir mi mente a un mundo dinámico donde nada es lineal, pero todo se puede expresar en números. Finalmente, a todos y cada uno de mis profesores, les extiendo mi gratitud por su apoyo constante y por compartir su sabiduría conmigo. Sus comentarios y sugerencias han sido de gran ayuda para perfeccionar esta investigación.

De igual forma, agradezco a mi madre por ser mi mejor aliada, amiga y confidente. Gracias por entender todo lo que soy, lo que pienso y lo que siento. Sin ti, no sería la persona que soy; sin ti, no sería nada. Eres mi raíz y yo soy solo el fruto de todo tu esfuerzo. Te amo infinitamente. Agradezco a mi abuela que desde el cielo me bendice en cada paso que doy, haré de tu legado el mejor. Agradezco a mi pequeño bebe que es mi más grande amor, a veces es muy difícil ser tú mamá, pero puedo decir que tú me diste las fuerzas para culminar esté paso en mi vida y eres mi mayor tesoro, mi más grande sueño y mi mejor regalo, espero algún día estar leyendo los agradecimientos de tu tesis.

A Luis Marcos Rivera Ortigoza, por ser mi sostén en momentos difíciles, sé que es complicado unir dos mundos, dos pensamientos, dos ideas, pero también sé que el amor, la comunicación y paciencia son el ancla que a veces necesitamos. Agradezco su infinita paciencia y el apoyo incondicional que me ha brindado cada día. Gracias por ayudarme en mi investigación, incluso cuando mis ideas parecían inverosímiles, y por cuidar de Leo siendo mi relevo en los momentos más complicados. Aprecio profundamente las noches en que preparaste café y te desvelaste a mi lado, ofreciéndome siempre tu compañía y aliento. Le agradezco a Dios por permitirme contar con tu apoyo durante toda mi maestría, te amo infinitamente y ojalá la vida nos permita tener más logros juntos.

A mis amigos, especialmente a Israel Tejeda Cortés y Mayra Ivette Escobar Pantoja, gracias por su apoyo emocional y por estar siempre dispuestos a escuchar y ofrecer sus consejos. Sus palabras de ánimo y compañía han sido un gran consuelo durante los momentos difíciles.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una manera u otra, han contribuido a la realización de esta tesis y cuyos nombres no he mencionado explícitamente. Cada uno de ustedes ha sido una parte importante de este viaje, y estoy profundamente agradecido por su ayuda y apoyo.

Contenido

Resumen	15
Capítulo 1 Generalidades	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Posicionamiento de la Tesis	6
1.3 Planteamiento del problema	7
1.4 Objetivo general.....	12
1.4.1 Objetivos específicos.....	12
1.5 Justificación.....	13
1.5.1 Ambiental	13
1.5.2 Económica.....	14
1.5.3 Cultural	14
1.5.4 Social	15
1.5.5 Gubernamental.....	15
1.5.6 Impactos.....	15
1.6 Propuesta de solución	16
1.7 Diseño metodológico	16
1.8 Metodología	26
1.9 Organización de la tesis.....	30
Capítulo 2 Contexto de la Aplicación	31
2.1 Design Thinking (DT) o Pensamiento de Diseño.....	31
2.1.1 Proceso del Design Thinking	32
2.1.2 Herramientas y técnicas utilizadas en el Design Thinking.....	33
2.2 Simulación	40
2.2.1 Etapas para realizar un estudio de Simulación según: Piera, (2013)	40
2.2.2 Etapas de la simulación dinámica.....	41
2.2.3 Simio: Simulación de procesos discretos.....	42
2.2.4 Stella simulator: Simulación de procesos continuos.....	42
2.2.5 Diseño de la calidad de la simulación, según Moras, 2020	42
2.3 La economía circular	44
2.3.1 Los principios de la economía circular	47
2.3.2 Fuentes claras de creación de valor.	48
2.3.3 Las 10 R de la economía circular.....	49
2.4 Logística Inversa	49

2.4.1	Los inconvenientes	51
2.4.2	Los tipos de logística inversa	51
2.4.3	Características.....	51
2.4.4	Las actividades	52
2.5	Indicadores ambientales	53
2.5.1	Emisiones del dióxido de carbono	53
2.5.2	PIB Verde	54
2.5.3	Indicador de la huella ecológica.....	54
2.5.4	Indicador de la huella de carbono	56
Capítulo 3 Análisis de la Situación Actual, Alternativas, Variables Cuantitativas y Cualitativas		58
3.1	Aparatos Eléctricos o Electrónicos	58
3.1.1	Clasificación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	58
3.1.2	Residuos de Aparatos Eléctricos o Electrónicos	59
3.1.3	Composición de los RAEE	59
3.1.4	Destino de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	60
3.1.5	Gestión de RAEE	62
3.1.6	Actores para la gestión de los RAEE	66
3.1.7	Análisis PESTEL de los RAEE	67
3.1.8	Customer Journey Map	69
3.1.9	Diseño de la encuesta para usuarios.....	70
3.1.10	Definir los tipos, cantidades, ciclos de vida de los RAEE	77
3.1.11	Proceso integral para la gestión de RAEE	81
3.1.12	Sistema actual de los RAEE	85
3.2	Definir alternativas, variables cuantitativas y cualitativas	85
3.2.1	Determinar problemas, puntos de mejora	85
3.2.2	Esquema simple del proceso de diseño del servicio	86
3.2.3	Variables cuantitativas, cualitativas y preceptos	87
3.2.4	Modelo CANVAS para el Servicio orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE	95
3.2.5	Validación de los preceptos	96
3.2.6	Procesos directos (Front Office) y Procesos indirectos (Back Office)	96
3.2.7	Certificaciones y cursos requeridas	97
3.2.8	Permisos	98
3.2.9	Estructura de los costos	98

Capítulo 4 Diseño, Prototipo y Evaluación del Servicio en simulación.	99
4.1 Esquema del sistema de producción de servicios	99
4.2 Diagrama de Flujo del sistema de producción.....	100
4.3 Modelar el sistema de producción de servicios en simulación, en el software de “SIMIO”.	100
4.3.1 Modelado en 2D en Simulación	100
4.3.2 Diseño de planta y requerimientos.....	106
4.3.3 Diseño de la calidad de la simulación, número óptimo de corridas en el modelo de simulación	109
4.3.4 Corridas óptimas	110
4.3.5 Probar el modelo para verificar que es correcto (prueba pareada)	113
4.3.6 Modelado en 3D en Simulación	114
4.4 Evaluar la factibilidad financiera y ambiental.....	118
4.5 Correr el modelo en diferentes escenarios.	121
4.6 Documentación	122
4.7 Modelado en Stela de la demanda de RAEE.....	122
4.7.1 Fase 1. Conceptualización	122
4.7.2 Fase 2. Formulación	123
4.7.3 Fase 3. Evaluación	125
4.5.4 Fase 4. Implementación.....	127
Conclusiones	129
Bibliografía.....	135
Anexos	143
Anexo 1. Encuesta	143
Anexo 2 Entrevista	150
Anexo 3 Front y Back Office.....	151
Anexo 4. Diagrama de los principales procesos.....	152
Anexo 5. Diagrama de flujo	153
Anexo 6. Tabla de resultados de las 12 corridas óptimas.....	154
Anexo 7 Estados financieros.....	158
Anexo 8.Tabla de variables y procesos.....	161

Índice de Gráficas

Gráfica 1 Cantidad de residuos por tipo de recolección	8
Gráfica 2 Cantidad promedio diaria de residuos recolectados de manera selectiva y su destino	8
Gráfica 3 Cantidad promedio diaria de materiales recuperados en la recolección selectiva	9
Gráfica 4 Cantidad de residuos Eléctricos y Electrónicos recuperados en México en los Centros de Acopio.	61
Gráfica 5 Cantidad de residuos eléctricos y electrónicos recuperados en las Plantas de Tratamiento en México.	62
Gráfica 6 Falla de los AEE de intercambio de temperatura y grandes	71
Gráfica 7 Falla de los AEE pequeños equipos y pantallas	72
Gráfica 8 Reparación o mantenimiento de un AEE de intercambio de temperatura y grandes.....	72
Gráfica 9 Reparación o mantenimiento de un AEE pequeños equipos y pantallas	72
Gráfica 10 Cambio de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos por uno nuevo cuando el equipo aún funciona.....	73
Gráfica 11 Cambio de AEE de pequeños equipos y pantallas por uno nuevo cuando el equipo aún funciona	73
Gráfica 12 Cambio de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos por uno nuevo cuando el equipo NO funciona	73
Gráfica 13 Cambio de AEE de pequeños equipos y pantallas por uno nuevo cuando el equipo NO funciona	74
Gráfica 14 Desecho de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos	74
Gráfica 15 Desecho de AEE de pequeños equipos y pantallas.....	74
Gráfica 16 Venta de los AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos.....	75
Gráfica 17 Venta de los AEE de pequeños equipos y pantallas	75
Gráfica 18 Donación de los AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos	75
Gráfica 19 Donación de los AEE de pequeños equipos y pantallas	76
Gráfica 20 Efectos dañinos de los RAEE	76
Gráfica 21 Conocimiento de los efectos dañinos de los RAEE	76
Gráfica 22 Incentivos, elaboración propia	77
Gráfica 23 Información, elaboración propia.....	77
Gráfica 24 Hogares con AEE en el Estado de Veracruz	78
Gráfica 25 Información estufas	78

Gráfica 26 Información refrigeradores.....	79
Gráfica 27 Información lavadoras	79
Gráfica 28 Información licuadoras.....	80
Gráfica 29 Información planchas	80
Gráfica 30 Información televisores.....	81

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Proceso del Design Thinking	33
Ilustración 2 Ejemplo de Diagrama de Mapa de actores	33
Ilustración 3 Ejemplo de Matriz de Mapa de actores	34
Ilustración 4 Ejemplo de Análisis PESTEL	35
Ilustración 5 Customer Journey Map.....	36
Ilustración 6. Ejemplo del Modelo CANVAS.....	37
Ilustración 7 Símbolos del Diagrama de Flujo	39
Ilustración 8 Fases de dinámica de sistemas.....	41
Ilustración 9 Logística Inversa.....	50
Ilustración 10 Mapa de Actores.....	67
Ilustración 11 Análisis PESTEL.....	69
Ilustración 12 CANVAS del Servicio orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE.....	95
Ilustración 13 Diseño del servicio en 2D, vista panorámica.....	101
Ilustración 14 Diseño del servicio en 2D, inicio del servicio.....	101
Ilustración 15 Diseño del servicio en 2D, tratamientos 1	102
Ilustración 16 Diseño del servicio en 2D, tratamientos 2 y salida del servicio	102
Ilustración 17 Distribución de planta a escala	108
Ilustración 18 Vista área del servicio en 3D	114
Ilustración 19 Resultados 3D	115
Ilustración 20 Entrada al servicio en 3D	115
Ilustración 21 Área de comercialización en 3D.....	116
Ilustración 22 Área de diagnóstico en 3D.....	116
Ilustración 23 Área de almacén en 3D	117
Ilustración 24 Área de transporte en 3D.....	117
Ilustración 25 Diagrama de Forrester	124
Ilustración 26 Variables Stela.....	125

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Análisis del Diseño Metodológico, diversas fuentes.	23
Tabla 1.2 Resumen de la Metodología, elaboración propia.....	28
Tabla 3.1 Materiales de los RAEE	59
Tabla 3.2 Estaciones de Transferencia según su función	61
Tabla 3.3 Análisis de las fases de la logística inversa, diversas fuentes	83
Tabla 3.4 Análisis para la tasa de desecho.....	88
Tabla 3.5 Análisis para la demanda.....	89
Tabla 3.6 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico.....	90
Tabla 3.7 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico.....	90
Tabla 3.8 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico.....	91
Tabla 3.9 Tiempos para el tipo de tratamiento	91
Tabla 3.10 Materiales por tipo de AEE de intercambio de temperatura y grandes	92
Tabla 3.11 Materiales por tipo de AEE pequeños equipos y pantallas	92
Tabla 3.12 Validación de los preceptos	96
Tabla 4.1 Resultados de las 10 corridas	103
Tabla 4.2 Capacidad de producción por mes.....	105
Tabla 4.3 Número de actividades por área	106
Tabla 4.4 Dimensiones por área	107
Tabla 4.5 Número de racks por área.....	107
Tabla 4.6 Dimensiones en metros.....	108
Tabla 4.7 Número de AEE que se atienden en el sistema por mes.....	109
Tabla 4.8 Prueba del cálculo de corridas óptimas.....	110
Tabla 4.9 Resultados de las 12 corridas 1	110
Tabla 4.10 Resultados de las 12 corridas 2	111
Tabla 4.11 Promedio de materiales recuperados por mes	112
Tabla 4.12 Prueba pareada	113
Tabla 4.13 Costos fijos variables y mobiliario y equipo requerido	118
Tabla 4.14 Tabla de los ahorros	120
Tabla 4.15 Escenarios	121
Tabla 4.16 Prueba pareada de Stela	126

Índice de Ecuación

Ecuación 1 Determinación del número óptimo de corridas en el modelo de simulación...	44
--	----

Ecuación 2 Total de equipos por hogar.....	87
Ecuación 3 Total de equipos por hogar.....	88
Ecuación 4 Total de equipos desechados.....	88
Ecuación 5 Total de equipos desechados.....	89
Ecuación 6 Demanda del servicio por año	89
Ecuación 7 Demanda del servicio por día.....	90
Ecuación 8 Determinación del número óptimo de corridas en el modelo de simulación.	109
Ecuación 9 Sustitución para el número óptimo de corridas en el modelo de simulación	110
Ecuación 10 Prueba t pareada.....	113
Ecuación 11 Punto de equilibrio.....	119
Ecuación 12 Margen de utilidad bruta.....	119
Ecuación 13 Margen de utilidad operativa	119
Ecuación 14 Margen de utilidad neta.....	119
Ecuación 15 Rendimiento sobre los activos totales	119
Ecuación 16 Rendimiento sobre el patrimonio	120
Ecuación 17 Retorno de inversión	120
Ecuación 18 Retorno de inversión	120
Ecuación 19 Número de hogares.....	124
Ecuación 20 Hogares eliminados.....	124
Ecuación 21 Total de hogares en Orizaba	124
Ecuación 22 Equipos colocados de acuerdo con el número de hogares.....	124
Ecuación 23 Total de equipos desechados.....	124
Ecuación 24 Total de equipos colocados.....	124
Ecuación 25 Prueba t pareada de Stela.....	126

Índice de Esquema

Esquema 1 Sistema de recolección de basura en México	4
Esquema 2 Economía Circular	46
Esquema 3 Fuentes de creación de valor	48
Esquema 4 Las 10R de la Economía Circular.....	49
Esquema 5 Características de los indicadores ambientales.....	53
Esquema 6 Clasificación de los RAEE.....	58
Esquema 7 Customer Journey Map.....	70
Esquema 8 Modelo de logística que se implementará en Orizaba.....	84

Esquema 9 Sistema actual de la Gestión de RAEE	85
Esquema 10 Servicio de orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE en Orizaba.....	86
Esquema 11 Esquema del sistema de producción de servicios	99
Esquema 12 Distribución de las áreas.....	106
Esquema 13 Diagrama causal del modelo de simulación dinámica	123

Resumen

El presente trabajo se orientó al diseño de Sistema de Producción de Servicios centrado en la recuperación, selección y tratamiento de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, con la finalidad de favorecer la economía circular, reducir los riesgos a la salud y contribuir a la mejora del medio ambiente.

El desarrollo del servicio se realizó mediante el Design Thinking con herramientas de apoyo como el mapa de actores, el análisis PESTEL, el mapa de la experiencia del usuario, la encuesta, gráficas de pastel, el modelo CANVAS y el Diseño del Servicio mediante la separación del sistema de producción del servicio en procesos directos (Front Office) y procesos indirectos (Back Office). Durante el desarrollo del sistema, se consideraron las restricciones y requerimientos fundamentales del mismo. Para validar el sistema en una razón operativa-económica, se construyó el prototipo en simulación.

El diseño del sistema inició desde la recolección, diagnóstico y selección de residuos de dichos aparatos, sus diversos tratamientos (reparación, mantenimiento, readaptación, consignación o despiece), así como la posible recuperación y reutilización de piezas, materiales o componentes de los residuos. El sistema promovió la logística inversa, con ello se alarga la vida útil de equipos, materiales y/o componentes, se fomenta la conservación de los recursos naturales, se minimizan costos de fabricación, se minimiza la generación de residuos, se minimiza el impacto ambiental y fomenta la economía circular. Adicionalmente, la mayor parte de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son recolectados y reciclados de manera informal por lo que son una fuente de contaminación al medio ambiente y un riesgo para la salud, la promoción de modelos de negocios que aboguen por la gestión formal de RAEE no solo desempeña un papel crucial en la preservación del medio ambiente, sino que también tiene un impacto social positivo al mejorar las condiciones laborales y proteger la salud de personas afectadas por la gestión informal de estos residuos. Este enfoque integral busca no solo mitigar los riesgos ambientales, sino también mejorar la calidad de vida de las personas involucradas en el proceso y de las comunidades circundantes.

Palabras clave: Design Thinking, Simulación, Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Residuos, Sistema, Recolección y Reutilización.

Abstrac

This work is aimed at the design of a Service Production System focused on the recovery, selection and treatment of Waste Electrical and Electronic Devices, with the aim of promoting the circular economy, reducing health risks and contributing to the improvement of the environment environment.

The development of the service was carried out through Design Thinking with support tools such as the actor map, the PESTEL analysis, the user experience map, the survey, pie charts, the CANVAS model and Service Design through separation. . of the service production system in direct processes (Front Office) and indirect processes (Back Office). During the development of the system, the fundamental constraints and requirements of the system will be considered. To validate the system on an operational-economic basis, the prototype was built in simulation.

The design of the system begins with the collection, diagnosis and selection of waste from said devices, its various treatments (repair, maintenance, readaptation, consignment or dismantling), as well as the possible recovery and reuse of parts, materials or components of the waste. The system promotes reverse logistics, thereby extending the useful life of equipment, materials and/or components, promoting the conservation of natural resources, minimizing manufacturing costs, minimizing the generation of waste, minimizing the impact environmental. and promote the circular economy. In addition, most of the Waste Electrical and Electronic Devices are collected and recycled informally, which is why they are a source of pollution to the environment and a risk to health, the promotion of business models that advocate formal management e-waste not only plays a crucial role in preserving the environment, but also has a positive social impact by improving working conditions and protecting the health of people affected by the informal management of this waste. This comprehensive approach seeks not only to mitigate environmental risks, but also to improve the quality of life of the people involved in the process and the surrounding communities.

Keywords: Design Thinking, Simulation, Electrical and Electronic Devices, Waste, System, Collection and Reuse.

Capítulo 1 Generalidades

1.1 Introducción

La globalización ha traído consigo el desarrollo económico y la industrialización, lo que ha originado un consumo desbordado. Este fenómeno influye en la cantidad y composición de los desechos generados por las sociedades de todo el mundo. Es por lo que actualmente, la basura o residuos en la Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos, [LGPGIR] (2018) se define como:

“aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contienen en recipientes o depósitos”.

A los componentes mencionados se les puede otorgar un valor, darles un tratamiento o bien ser eliminados para su disposición final¹ y dependiendo sus características, particularidades y origen se les agrupa en los siguientes rubros: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP).

Los RSU primeramente se originan de los quehaceres domésticos que se realizan en los hogares y son el resultado de la eliminación de artículos que se consumen, de sus embalajes, envases o empaques. De igual forma pueden provenir de las actividades comerciales dentro de establecimiento, de la vía pública o bien son el resultado de la limpieza de las vías y lugares públicos (Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos, 2018). Los materiales que se pueden encontrar en los RSU son vidrio, PET, plásticos, papel y cartón, acero, hierro, plomo, aluminio, cobre, bronce, lamina, eléctricos, electrónicos y otros materiales.

Los RP son aquellos residuos que pueden ser corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o pueden contener materiales infecciosos que les concedan peligrosidad, de igual forma pueden ser envases, recipientes, embalajes o suelos que hayan sido

¹ A la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población, a los ecosistemas y sus elementos se le denomina disposición final (Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos, 2018).

contaminados cuando se transfieran de un sitio a otro (Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos, 2018).

Los RME son aquellos que se producen por grandes generadores de RSU, es decir son generados en los procesos productivos, y no reúnen las características para ser considerados RSU (Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos, 2018).

Derivado de las definiciones de los RSU, RP y RME, se puede determinar que existe una clasificación que se pierde de vista, la cual se denomina Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) estos son generados de la recolección de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE) los cuales son desechados de domicilios particulares o industrias, y pueden contener los tres tipos de residuos ya mencionados, por lo que su manejo debería ser mediante un proceso específico con la finalidad de no provocar accidentes o daños mayores al momento de su disposición final. Desafortunadamente México sigue predominando un sistema de recolección de basura básico, el cual consiste en recoger, llevar, trasladar o transferir los RSU y RME a rellenos sanitarios², los cuales son sitios cuya colocación, diseño, edificación, operación, clausura, monitorio y obras complementarias son destinados a la disposición final de los residuos. A pesar de que los principales objetivos de los rellenos sanitarios son garantizar el equilibrio ecológico, el cuidado del medio ambiente y por ende de los recursos naturales, estos sitios en el país cuentan con irregularidades ya que no se respetan las leyes, las regulaciones o su diseño es inadecuado por lo que termina afectando al medio ambiente con la producción de gases de efecto invernadero o escurrimientos tóxicos que afectan al subsuelo y los mantos freáticos³, además de afectar a las comunidades cercanas a ellos con la exposición a materiales dañinos(*Pros y Contras de Los Rellenos Sanitarios*, 2020). Un ejemplo son explosiones derivadas de la acumulación del gas metano, producido por la descomposición natural de los desechos sólidos en forma anaeróbica(Ullca, 2006). También cabe hacer mención que, aunque los rellenos sanitarios son la solución más práctica al reto de atender la basura, en la actualidad la cantidad de basura vertida en los rellenos sanitarios supera su capacidad,

² Es la disposición de capas de basura compactadas sobre un suelo previamente impermeabilizado para evitar la contaminación del acuífero y recubiertas por capas de suelo (Ullca, 2006).

³ Son capas de agua que se aglomeran en el suelo, puede ser una capa superior o al límite del suelo.

además de no ser clasificada de forma adecuada, ya que a los rellenos sanitarios llegan todo tipo de residuos, sin importar si son RSU, RP, RME o RAEE.

Dentro de la recolección de RSU, existen dos formas de recolección selectiva y mixta o no selectiva. La primera explica cómo está diferenciada desde el origen, la captación de los residuos orgánicos e inorgánicos, lo que permite la separación de los materiales que tengan un valor. En la segunda alternativa (mixta o no selectiva) no se efectúa este tipo de separación (SEMARNAT, 2012). La clasificación o separación de residuos consiste en formar conjuntos homogéneos por tipo de material y es una condición indispensable para el reciclaje. Cuando los materiales no se encuentran mezclados y no contienen materia orgánica, el reciclaje es mucho más sencillo.

Por otra parte, en lo que respecta a la recolección mixta o no selectiva, su forma de tratamiento es a través de las estaciones de transferencia. Estos lugares son infraestructuras de gestión intermedia y temporal, donde se reduce el volumen de los residuos urbanos. En estas instalaciones se realiza frecuentemente la compactación de residuos con la finalidad de facilitar su traslado cuando las distancias entre los puntos de recogida y el punto final de vertido, tratamiento o lugar de reciclaje son considerables. Cuando no es factible desde el punto de vista técnico o económico que los vehículos recolectores hagan los desplazamientos para su vaciado se pueden emplear las estaciones de transferencia. Las principales funciones de una estación de transferencia son la compactación, selección o separación, reciclaje y molido de PET, y el almacenamiento temporal y trasvase.

En el Esquema 1 Sistema de recolección de basura en México se muestra como es el sistema de recolección en México, desde su generación hasta su disposición final o utilización en algunos sectores:

Derivado del desarrollo de las tecnologías, en la última década ha existido un repunte en las ventas de los equipos eléctricos y electrónicos, ya que muchos de estos objetos son necesarios en la vida diaria tanto de personas como empresas. Estos productos al llegar al final de vida útil son desechados, generando los llamados RAEE o e-waste. En México, estos desechos no tienen un tratamiento específico o regulado. Asimismo, este tipo de desechos contienen una amplia gama de circuitos, componentes eléctricos de potencia o con suministro de batería (Iniciativa Step, 2014). El uso cotidiano en casas y comercios de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos cada día es más común tanto en el transporte, la

salud, los sistemas de seguridad y la generación de energía, como la fotovoltaica. Los AEE de igual forma son empleados en el ramo del Internet de las cosas (Internet of Things, IoT), así como dispositivos o sensores vinculados con el reciente término de "hogar inteligente" y "ciudades inteligentes" (Forti et al., 2020).

Morselli (2009), cómo se cita en ITU (2013), definió a los RAEE (e-waste) como:

“Cualquier dispositivo que por razones funcionales depende de corrientes eléctricas y campos electromagnéticos para funcionar de manera correcta. Este se vuelve RAEE cuando su dueño lo desecha, intenta o requiere descartarlo”.

En el contexto de la generación de RAEE, el mundo ha seguido una economía lineal, es decir, se extraen materias primas de los recursos naturales con la finalidad de fabricar productos. Al final de su vida útil, son desechados sin tomar en cuenta las consecuencias de su impacto ambiental, social o daños a la salud que puedan causar.

Aunado a lo anterior, un análisis realizado por el Instituto Nacional de Ecología muestra que el promedio de vida útil de algunos equipos va desde los dos años para los celulares hasta los diez para televisores (Gavilán García et al., 2010). La economía lineal, el exceso de consumo y los periodos reducidos de vida útil han creado cantidades crecientes de residuos, dichos residuos deben ser separados, valorizados, reciclados y manejados adecuadamente debido a que pueden emitir contaminantes al entorno, dañando la planeta.

La generación de los RAEE en México se ha estimado mediante la recolección de datos aduanales de importación y exportación, información de empresas recicladoras, reportes de grandes generadores, encuestas o entrevistas a la población y aplicando una metodología estandarizada. La información que se ha recabado ha ayudado a entender cómo es la dinámica del consumo, los desechos de los AEE y ha permitido afirmar que los valores van en aumento. De igual forma gracias a estos estudios se determinó que solo el 10% de estos residuos llegan a un sistema formal de valorización, por lo que es primordial impulsar alternativas de manejo y evitar su disposición inadecuada en sitios controlados y en tiraderos a cielo abierto (Gavilán García et al., 2010). Es importante recalcar que el tratamiento inadecuado de los RAEE ocasiona impactos negativos hacia la salud humana y al medio ambiente.

En consecuencia, el presente trabajo se centró en diseñar un Sistema de Producción de Servicios con la ayuda del Design Thinking, en el cual se muestre la recolección, manejo,

reutilización y reciclaje de los RAEE. Se modela desde una perspectiva alterna, una posible solución al problema presentado. Una vez desarrollada la posible solución, se evaluó su factibilidad financiera y técnica mediante la simulación. Los datos recopilados serán de la ciudad de Orizaba, Veracruz, adicionalmente el sistema favorece al cumplimiento de las Leyes en México, al medio ambiente y a la economía circular de la Región con la aplicación de la logística inversa.

1.2 Posicionamiento de la Tesis

El proyecto tiene acción en el ámbito ambiental, social, cultural, económico y gubernamental ya que se pretende dar solución a una problemática en donde interceptan los cinco ámbitos, con ello disminuir las situaciones de riesgos, ayudará a propiciar la economía circular y solventar temas políticos. En el aspecto de TI's, se vale de la simulación de eventos discretos, mediante el software de SIMIO para analizar distintos escenarios y con ello analizar la viabilidad, permitiendo dar certeza y validez en propuestas de solución, y para evaluar el incremento de la demanda, se prototipo en Stela este proceso. Adicionalmente se tiene como pertinencia la línea de Innovación y Administración del Capital Intelectual, ya que el desarrollo del sistema de producción de servicios orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE se apoyará a la creación de nuevos servicios, fomentando el intelecto humano.

Adicionalmente, se fomenta a la implementación de cuatro de los objetivos del desarrollo sostenible que son *salud y bienestar*, mediante la reducción de la contaminación y propiciando una correcta disposición de estos residuos; *trabajo decente y crecimiento económico*, con la creación y encausamiento de empleos formales; *ciudades y comunidades sostenibles* con el fomento de la economía circular; y *producción y consumo responsables* creando sensibilización sobre estos residuos.

En lo que respecta a los Programas Nacionales de Conservación y Uso Sustentable de los Ecosistemas y su Flora y Fauna (PRONACES) el presente proyecto aborda los temas de protección y conservación de los sistemas socio ecológicos, así como en la promoción de la salud y seguridad humana, lo anterior al fomentar la promoción de prácticas como son el reciclaje, la reutilización, la formalización de la disposición final de los AEE, todo lo anterior beneficia tanto a la naturaleza como a las comunidades humanas que dependen de los ecosistemas.

1.3 Planteamiento del problema

En el planeta, la cantidad de AEE desechados se ha incrementado en los cinco años anteriores a 2019, de acuerdo con la Alianza Mundial para las Estadísticas de Residuos Electrónicos, los AEE desechados incrementaron un 21% (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021), en ese año la humanidad produjo la asombrosa cantidad de 53,6 Mt⁴ de desechos electrónicos, una media de 7,3 kg por persona. Se estima un incremento mundial aproximado de 74,7 Mt para 2030 y 110 Mt para 2050. En 2019 el continente que ha generado mayor cantidad de residuos eléctricos es Asia con una producción de 24,9 Mt, seguida de la América con 13,1 Mt y en tercer lugar Europa con 12 Mt, en tanto que África y Oceanía ocasionaron 2,9 Mt y 0,7 Mt, respectivamente. Europa es el continente con mayor generación de desechos electrónicos per cápita, con 16,2 kg per cápita, como segundo generador, con 16,1 kg per cápita se encuentra Oceanía, en tercer posición América con 13,3 kg, y finalmente Asia y África generaron 5,6 y 2,5 kg per cápita, respectivamente. La elevada producción de desechos se ha convertido en una preocupación a nivel internacional, lo que dio pauta a nuevas legislaciones sobre el tema(Baldé et al., n.d.).

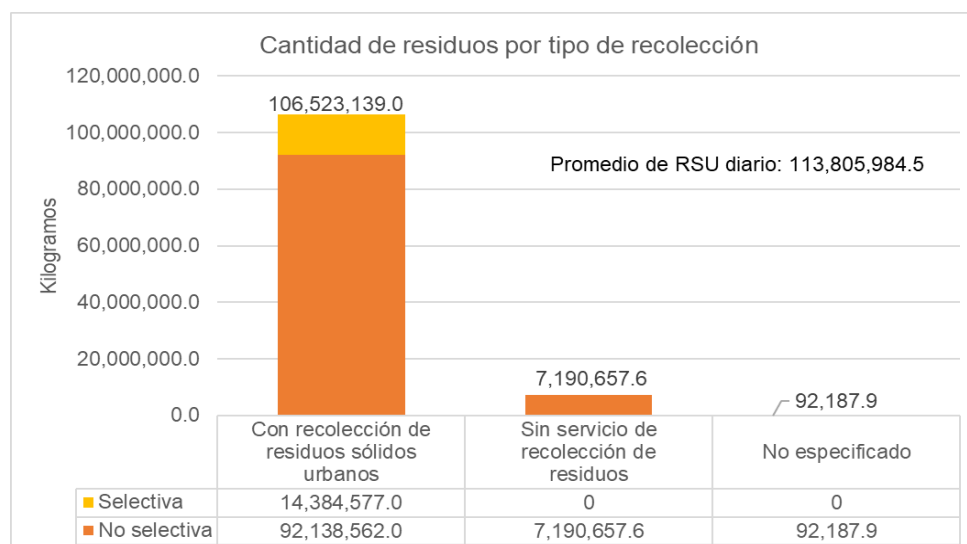
Según la Iniciativa STEP (Solving the E-waste Problem), a nivel internacional los RAEE son uno de los mayores flujos de residuos, esto conlleva a enormes implicaciones ambientales y sociales. Es de suma importancia entender que los RAEE son un tipo de residuo distinto, cuyas propiedades, gestión, tratamiento y disposición final se deben realizar de forma particular y responsable, ya que como se ha mencionado contienen compuestos altamente tóxicos (Torres, y otros, 2015).

El volumen de residuos de equipos electrónicos y eléctricos podría alcanzar alrededor de 57,4 millones de toneladas, un peso mayor que el de la Gran Muralla China (SMARTLIGHTINGHOME, 2021). Lo anterior, se ha convertido en una preocupación a nivel mundial de los gobiernos y organismos internacionales, dando pauta a nuevas legislaciones en este tema.

En México se estima que se generan 113 mil toneladas de RSU diarios, de las cuales el 93.60% son recogidos mediante un sistema de recolección y disposición final, de los cuales solo 14.4 ton son recolectadas de forma selectiva, el resto es recolectado de forma no selectiva, lo que significa que su reutilización sería costosa y posiblemente no apta. La

⁴ Millones de toneladas métricas

Gráfica 1 Cantidad de residuos por tipo de recolección muestra la cantidad de residuos por tipo de recolección:



Gráfica 1 Cantidad de residuos por tipo de recolección

Fuente: Elaboración propia con datos de Elaboración propia con datos de (INEGI, 2021)

De los residuos recolectados de forma selectiva, se clasifican en dos rubros que son Residuos Orgánicos y Residuos Inorgánicos, estos cuentan con diferentes formas de destino como son Estación de transferencia, Sitios de disposición final, Planta de compostaje, Biodigestor, Centros de Acopio, Plantas de Tratamientos, entre otros. La cantidad de residuos por destino se muestra en la Gráfica 2 Cantidad promedio diaria de residuos recolectados de manera selectiva y su destino:

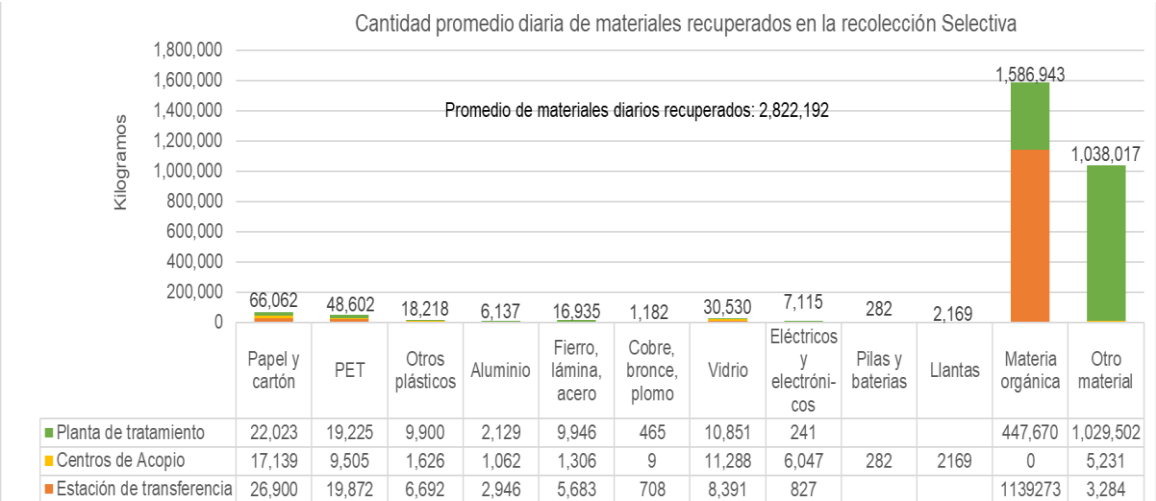


Gráfica 2 Cantidad promedio diaria de residuos recolectados de manera selectiva y su destino

Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2021).

Cabe mencionar que solo se cuenta con información acerca de la recuperación por desglose de materiales de los centros de acopio, plantas de tratamiento o estaciones de

transferencia. La cantidad recuperada de materiales en estaciones de transferencia con respecto al total de residuos generados en México es aproximadamente del 2.48% que equivalen a 2,822,192 kilogramos, como se muestran en la gráfica siguiente:



Gráfica 3 Cantidad promedio diaria de materiales recuperados en la recolección selectiva
Fuente: Elaboración propia con datos de (INEGI, 2021).

El segundo país generador de RAEE en América Latina, es México (IKI Alliance, 2019), de acuerdo con el Inventario Nacional de Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos del Proyecto Residuos Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), de la SEMARNAT, México genera anualmente más de 1.29 millones de toneladas basura eléctrica y electrónica (Statista, 2021), equivalentes a aproximadamente 3.54 millones de kilogramos diarios. De este volumen de desechos solo se recolectan de manera formal alrededor de 7,115 kilogramos diarios, que equivalente a un 0.20% del total de residuos electrónicos y eléctricos como se muestra en la Gráfica 3 Cantidad promedio diaria de materiales recuperados en la recolección selectiva (INEGI, 2021a).

Si bien todos los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) tienen un periodo de vida útil, en la actualidad existen ciertas prácticas, por parte de algunos fabricantes, que de forma intencional y deliberadamente calculan y planifican el tiempo de vida de sus productos con el fin de que estos fallen de forma funcional, tecnológica, de calidad o bien que dejen de ser novedad. Estos mecanismos de fallo se incorporan en un producto con el objetivo de que los compradores adquieran nuevos productos y esto se vea reflejado en mayores ingresos, a esta acción intencional se le denomina obsolescencia programada. Desafortunadamente, la obsolescencia programada está directamente relacionada con el aumento de los desechos de AEE, ya que normalmente la falla es irreparable o demasiado costosa, en

México aún se está trabajando en estrategias que eviten la aplicación de esta mala práctica (PROFECO, 2019).

La mayor parte de los RAEE son recolectados y reciclados de manera informal, esto puede ser el origen de PCBs (compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno, categorizados como contaminantes orgánicos persistentes), plomo, mercurio, cadmio, cromo, arsénico, fósforo, retardantes de llama bromados, contaminantes persistentes no intencionales como dioxinas y furanos, gases que agotan la capa de ozono o que afectan al **calentamiento global** como los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos (HC) o amoníaco (NH₃). Todos los compuestos mencionados son una fuente de contaminación hacia el medio ambiente y un riesgo para la salud cuando no se tratan de forma oportuna y correcta. Existen algunas investigaciones a nivel mundial efectuados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Universidad de Toronto y en Hospitales españoles que demuestran la existencia de altos niveles de los compuestos mencionados en adultos, embarazadas y niños expuestos a ellos. La absorción de dichos materiales ya sea por inhalación, absorción dérmica, vía digestiva o cualquier otro medio causa alteraciones citogenéticas, problemas en la descendencia, con efectos perjudiciales para la salud humana incluyendo la afectación del sistema inmunológico, cardiovascular, gastrointestinal, endócrino, complicaciones perinatales, tales como parto de pretérmino, restricción del crecimiento intrauterino, reducción de la función pulmonar neonatal y alteraciones neurocomportamentales en la infancia y retraso de la aparición de la pubertad (Gestores de Residuos, 2020; Lechuga Vázquez & Paredes Rizo, 2014). Además de la exposición tóxica, el reciclaje informal de RAEE puede causar heridas al desmantelar los componentes o quemaduras cuando se usan baños ácidos para separar sustancias de interés comercial (Torres et al., 2015).

En su informe Niños y vertederos de desechos electrónicos del 2021, la OMS indica que es indispensable adoptar con sentido de urgencia medidas eficaces para el cumplimiento de manera obligatoria para protección de millones de niños, adolescentes y embarazadas en todo el planeta cuya salud se encuentra en riesgo derivado de la eliminación o el reciclaje irresponsable de los AEE.

En México, según INEGI, 2021, existen 35 millones 749 mil hogares, de los cuales 33 millones cuentan con televisores, siendo este el aparato electrodoméstico predominante en los hogares mexicanos, seguido de la estufa, la licuadora, el refrigerador, la plancha y la

lavadora, razón por la cual para el presente sistema solo se considerarán los artículos ya mencionados.

A pesar de la importancia del problema, en México no existe una ley que regulen los RAEE, si bien hay normas que indican que se debe realizar un plan de manejo no indica cómo realizarlo ni su adecuado manejo e infortunadamente, el Gobierno Federal ha otorgado la obligación a los municipios de hacerse cargo de sus residuos, lo anterior con fundamento en:

- El Artículo 115 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos:
“...III. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:
a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;
b) Alumbrado público.
c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;”
- El artículo 6 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: La Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Es por ello que el municipio Orizaba, es responsable de todos y cada uno de los residuos originados en la ciudad, la mayor parte de los RSU generados en Orizaba van al “Ecori: Planta de Generación de Residuos Sólidos de Orizaba”, pero en lo que respecta a los RAEE, la ciudad aún no cuenta con un proceso específico para el tratamiento de estos residuos, por lo que no se tiene datos formales sobre la cantidad, el tipo de recolección, procesamiento, valoración o clasificación de los RAEE en la región.

1.4 Objetivo general

Diseñar un sistema de producción de servicio orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE con la finalidad de favorecer la economía circular, reducir los riesgos a la salud y contribuir a la mejora del medio ambiente en el municipio de Orizaba, Veracruz.

1.4.1 Objetivos específicos

- Determinar el número aproximado de RAEE, de acuerdo con su clasificación, que se generan en la Región y los principales elementos cualitativos de interés en el sistema (actores, medios de recolección, impactos al medio ambiente, sociales y culturales, ciclo de vida de los productos y tipos de materiales) con el fin de tener un panorama real que permita comprender la situación actual en el municipio de Orizaba.
- Determinar puntos de mejora o implementación de nuevas alternativas para la recuperación, selección o tratamiento de RAEE, así como definir las variables cualitativas y cuantitativas del sistema, con el propósito de idear nuevas alternativas o propuestas de mejora y determinar los límites y alcances a desarrollar.
- Diseñar y construir un sistema de producción de servicios que abarque la recuperación, selección y tratamiento de RAEE, donde se incluyan las variables cualitativas y cuantitativas definidas, con la finalidad de obtener una representación esquemática visual del sistema para prototiparlo en simulación y realizar el análisis de las variables financieras, operativas y ambientales.
- Evaluar los resultados obtenidos con el propósito de conocer si el sistema de producción de servicios para recuperación, selección y tratamiento de RAEE es viable de implementar en el municipio de Orizaba, mediante una razón económica – ambiental.

1.5 Justificación

Este proyecto aborda cuatro de los dieciocho Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales. Estos objetivos son una iniciativa global para combatir la pobreza, proteger el medio ambiente y el planeta para asegurar que todas las personas tengan acceso a la paz y la prosperidad (UNDP, 2020). Los cuatro objetivos específicos que se abordan son los siguientes: promover la salud y el bienestar, fomentar el trabajo decente y el crecimiento económico, desarrollar ciudades y comunidades sostenibles, y fomentar la producción y el consumo responsables.

1.5.1 Ambiental

Los cambios bruscos de temperatura, la desertificación, el calentamiento global, el deshielo de los polos, la muerte y extinción de algunas especies animales, el aumento en los niveles de CO₂ y el deterioro ambiental, son algunos de los indicios de que se están agotando los recursos naturales y con ello la posible extinción de la raza humana. La ciudad de Orizaba no se encuentra exenta de este deterioro, si se hace una retrospectiva, en los últimos 5 años se han visto olas de calor en pleno invierno o fuertes heladas en pleno verano. La excesiva extracción y consumo de los recursos naturales es una de las razones detrás de estos cambios. El exceso de consumo que se observa en la sociedad tiene también un efecto negativo sobre la disponibilidad de recursos naturales, por lo que se deben realizar nuevas acciones que permitan cuidar los recursos naturales de cualquier ciudad. En el contexto de la ciudad de Orizaba, los RAEE son almacenados en los patios, cocheras o bodegas o son donados, debido a que no se tiene una forma de desecharlos. Es necesario difundir información a la sociedad para conocer que estos desechos son dañinos para la salud, debido a que contienen elementos químicos nocivos para el ser humano, algunos de los elementos que contienen los RAEE y sus efectos son:

- Plomo: Todos los niveles de plomo existentes en la sangre son considerados riesgosos ya que este elemento causa anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad en los órganos reproductores. Los efectos neurológicos y conductuales asociados al plomo podrían ser irreversibles (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021).
- Mercurio: Ya sea a través de la exposición cutánea, la inhalación o ingestión de distintos compuestos de mercurio se pueden observar trastornos neurológicos y del

comportamiento, con síntomas como temblores, insomnio, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, cefalea o disfunciones cognitivas y motoras (OMS, 2021)

- Cadmio: El cadmio se puede encontrar en el aire, al respirarlo por un tiempo prolongado (años), aunque sea en niveles muy bajos, genera acumulación de este material en los riñones; y si alcanza niveles muy altos puede causar enfermedad renal (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR], 2016)
- Arsénico: La ingesta o exposición a este material podría producir cáncer en pulmón y piel, e inclusive puede causar otros tipos de cánceres (ATSDR, 2010).
- Fósforo: Su exposición puede causar quemaduras e irritación, daño al hígado, los riñones, el corazón, los pulmones y los huesos (ATSDR, 2016).

1.5.2 Económica

Se puede considerar a los residuos electrónicos como una mina urbana, debido a que se componen de diferentes metales preciosos (hierro, cobre y oro), críticos y otros metales no críticos que en caso de reciclarse se pueden usar como materiales secundarios. La valorización de las materias primas generadas de los desechos eléctricos a nivel internacional en 2019 fue de alrededor de \$ 57 mil millones de dólares. El hierro, el cobre y el oro son los materiales más valiosos, los cuales cooperan a este valor. De acuerdo con la tasa de recolección y reciclaje documentada del 17.4%, un valor de materia prima de \$ 10 mil millones de dólares se recupera de manera ambientalmente racional a partir de desechos electrónicos a nivel mundial (Forti et al., 2020). Orizaba se ha caracterizado en los últimos años por ser pionera en la activación de la economía, está es una oportunidad para incentivar la economía circular de la región.

1.5.3 Cultural

El pueblo mágico de Orizaba se ha transformado considerablemente en la última década. Es una de las ciudades de México con un alto índice de desarrollo humano. Este proceso de transformación modificó la cultura de la ciudad. En Orizaba, el gobierno municipal implementó muchas medidas exitosas que exigieron un cambio cultural. Entre las más relevantes se encuentra el 1X1 en toda la ciudad, el programa de basura por predial, el sistema de recolección de RSU por tipo, entre otros. En consecuencia, es necesario contribuir con ese cambio y sensibilizar a la población en el tratamiento de RAEE.

1.5.4 Social

Orizaba se ha destacado en la última década por crear empleos formales, en la instalación de la planta de reciclaje “Ecori” se crearon 23 empleos formales. Es importante resaltar que actualmente gran parte de los recolectores y recicladores de los RAEE, trabajan de forma informal y carecen del conocimiento necesario para el tratamiento de residuos peligrosos, así como del número de autorización para el manejo de estos residuos por parte de SEMARNAT. Adicionalmente es conveniente recordar que los servicios favorecen a la calidad de vida de los habitantes en materia de salud, economía y educación.

1.5.5 Gubernamental

Actualmente, el Gobierno Federal ha conferido a las autoridades municipales la responsabilidad de sus residuos sólidos, así como de su gestión, prevención de contaminación y su remediación. Así, la ciudad de Orizaba no se ha quedado atrás en el cumplimiento de dicha responsabilidad, ya que el municipio cuenta con una planta de separación de residuos sólidos llamada Ecori, que ha llevado a la ciudad a ser reconocida como la ciudad más limpia del país, sin embargo, el tema de los residuos eléctricos y electrónicos aún es una dificultad con muchas áreas de oportunidad en el municipio.

1.5.6 Impactos

1.5.6.1 Ambiental

Con la reutilización de las materias primas que sean extraídas de los RAAEs, Orizaba apoyará a minorizar la explotación de los recursos del planeta, con esta contribución se generará una disminución del calentamiento global y se alargará la vida de los productos al máximo posible. De igual forma al no destinados en su totalidad al relleno sanitario, se disminuirá la cantidad de residuos generados en la ciudad y, por lo tanto, reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero de la zona.

1.5.6.2 Económico

La aplicación de la logística inversa con el desarrollo de este proyecto en Orizaba tendría como consecuencia la reintegración de las materias primas, esto se traduce en dinero para la ciudad, apoyando a la economía circular, creando un valor añadido al ciclo de vida de los AEE.

1.5.6.3 Cultural

El proyecto tiene el potencial de generar una iniciativa que permite ampliar la calidad de vida de la ciudad y promover un cambio cultural en la ciudad. De este modo, el proyecto colabora con el posicionamiento de la ciudad de Orizaba como una ciudad con una sólida cultura ambiental.

1.5.6.4 Social

Creación de empleos formales y brindar los medios para que los recicladores conozcan con las normas para el manejo de residuos peligrosos, así como los canales por los cuales se pueden integrar al padrón de SEMARNAT.

1.5.6.5 Gubernamental

Para las autoridades locales, tendrá un beneficio aún mayor ya que se dará un paso contundente en la gestión ambiental en cumplimiento con la legislación vigente y apoyando a la economía de la región con la reincorporación de las materias primas extraídas.

1.6 Propuesta de solución

Mediante la aplicación del Design Thinking se desarrollará un sistema de producción de servicios viable para la recuperación, selección y tratamiento de RAEE, y con la aplicación de la simulación se conocerá la factibilidad económica, operativa y ambiental de dicho sistema en la Ciudad de Orizaba, así como el impacto ambiental de su aplicación.

1.7 Diseño metodológico

Con el propósito de realizar una correcta estructura de la metodología, se tomaron como guía doce investigaciones realizadas, de las cuales se sustrajeron sus metodologías, a continuación, se muestran los títulos de las doce investigaciones y sus diferentes etapas:

(1) Ríos-Obando, (2017) en Gestión de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el municipio de Armenia, Quindío aplicó la gestión mediante dos etapas que fueron:

1. Aplicación de una encuesta a una muestra aleatoria:
 - a. Determinación de la muestra.

- b. Aplicación de la encuesta.
- 2. Análisis de los resultados
 - a. Gráficas de las preguntas de la encuesta.
 - b. Conclusiones

(2) Vargas F., (2017) en Gestión Ambiental del Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización en Tiendas por Departamento basó su investigación en tres etapas:

1. Recopilación de Datos:
 - a. Revisiones bibliográficas, reuniones y vistas de campo a productores, puntos de acopio, empresas de recolección, transporte y tratamiento, lugares de disposición final, recicladores.
 - b. Solicitud de información a Dirección General de Salud Ambienta. Ministerio de la Producción, Ministerio del Ambiente.
2. Determinación del flujo de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos:
 - a. Descripción del flujo de RAEE.
 - b. Estimación de la posible generación de RAEE.
3. Descripción del actual ciclo de manejo de RAEE
 - a. Actores involucrados
 - b. Tiendas por departamento
 - c. Consumidores
 - d. Empresas prestadoras de servicios o comercializadoras de RAEE
 - e. Sector informal y/o de segunda mano
 - f. Instituciones
 - g. Generación de RAEEs
4. Propuesta del planteamiento de mejoras
 - a. Propuesta de mejora.

(3) Yurico Meza, (2018) en la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli Departamento de Junín definió las siguientes etapas:

1. Determinación del diagnóstico de RAEE.
 - a. Visita al lugar.
 - b. Reuniones con diferentes organizaciones locales, entrevistas, colegios, representantes y actores locales.

- c. Inspecciones técnicas a botaderos
 - d. Determinación de la muestra a encuestar
 - e. Aplicación de las encuestas
 - f. Análisis de la información
 - g. Graficar información.
 - h. Identificar actores.
 - i. Diagramas de flujo.
2. Determinación del Plan de Gestión RAEE
 3. Determinación de metales pesados en el suelo
 4. Resultados

(4) Guibrunet, (2019) en What is “informal” in informal waste management? Insights from the case of waste collection in the Tepito neighbourhood, Mexico City, puntualizó las siguientes tres etapas:

1. Presentación del caso
 - a. Descripción del lugar donde se realiza el estudio.
 - b. Descripción de la situación actual.
2. Recogida de datos
 - a. Investigación empírica de 6 meses para determinar cómo se producen los residuos, su gestión, transporte y eliminación.
 - b. Entrevistas etnográficas en sitio a los recolectores informales y formales.
 - c. Encuesta cuantitativa a recolectores municipales y recicladores, donde se documentó los tipos de materiales reciclables, precios, el promedio las cantidades recolectadas y una estimación de ingresos de los recicladores.
3. Análisis de datos
 - a. Se utilizó el método de análisis temático, se basó en la observación en profundidad

(5) Gutiérrez, (2019) en el Modelo para la Gestión Integral de Residuos "Ciudades Inteligentes Y Sostenibles" Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás Sección de Estudios de Posgrado e Investigación basó su modelo en siete etapas

1. Determinación de la situación actual.
2. Descripción y realización de un Taller creativo y aplicación del Design Thinking
3. Prototipo como resultado del taller (modelo CANVAS).
4. Análisis de respuestas.

5. Propuesta de Modelo para la Gestión Integral de Residuos "Ciudades Inteligentes"
6. Campaña de concientización
7. Estrategias para la aplicación del modelo.
8. Plan de Acción.

(6) Mastrandrea G., (2019) en su investigación denominada ¿Está Chile preparado para implementar la Regulación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?, definió las siguientes etapas:

1. Determinación de los actores
2. Entrevistas estructuradas a los gestores de residuos.
3. Análisis de información
4. Estudio observacional a los consumidores, descriptivo de corte transversal.
5. Determinación de la muestra de consumidores.
6. Recolección de información a través de un cuestionario vía on-line.
7. Análisis estadístico de la información recolectada.

(7) Pérez C., (2019) en su Propuesta de una Estrategia para la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la Universidad Católica de Colombia, preciso cinco etapas, las cuales son las siguientes:

1. Diagnostico el estado actual de manejo de Residuos de Aparatos eléctricos y Electrónicos
 - a. Análisis PESTEL.
2. Identificar las estrategias implementadas por Universidades ubicadas en la ciudad.
 - a. Recolección y análisis de las estrategias implementadas.
 - b. Aplicación de una encuesta para reconocer las estrategias.
3. Proponer acciones y la ruta de implementación adecuada para la gestión de RAEE.
 - a. Descripción de la situación actual.
 - b. Análisis FODA.
 - c. Plan de acción.

(8) Vela-Anda, (2019) en su Análisis de Soluciones para la Acumulación de Basura en Lima Metropolitana y Callao presento las siguientes seis etapas:

1. Presentación del problema
2. Contexto del problema
3. Presentación de alternativas

- a. Formulación de seis posibles alternativas de solución:
 - 1a Planificación territorial para la creación de más rellenos sanitarios.
 - 2a Generación de energía utilizando los desechos.
 - 3a Creación de un programa municipal, donde se intercambien descuentos de impuestos por basura.
 - 4a Fomentar la segregación en los hogares a través de generación de beneficios, pero en el transporte.
 - 5a Alianza entre municipio y empresas recolectoras para reducir los costos del recojo de basura.
 - 6a Programas de sensibilización por parte del gobierno.
 - 4. Análisis y selección de alternativas
 - a. Analizar cada posible alternativa de forma cualitativa
 - 5. Diseño de solución.
 - a. Diseño de una alternativa con base en la alternativa 6
 - 6. Validación de la solución.
 - a. Entrevistas para validar los resultados.
- (9) Calpa-Oliva, (2020) en la Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas utilizó las siguientes etapas:
- 1. Supuestos del modelo (construcción del modelo cualitativo)
 - a. Identificar los principales elementos cualitativos de interés del sistema.
 - b. Identificar bucles y actores.
 - c. Análisis del proceso de recolección de plástico en los RAEE.
 - d. Considerar posibles destinos.
 - e. Modelo en diagrama de influencias.
 - 2. Notación y definición
 - a. Definir niveles de variables.
 - b. Definir variables de flujo.
 - c. Definir ordenes de producción.
 - d. Definir parámetros.
 - 3. Formulación del modelo matemático

- a. Definir fórmulas para capacidad de producción, generación de RAEE, ingreso de productos recuperados, ingresos de materiales reciclados, ordenes de producción, producto recuperado, personal asignado, entre otras
- 4. Simulación con dinámica de sistemas
 - a. Se realizó en un periodo de 24 días.
 - b. Se desarrollaron dos simulaciones: la primera con todos los datos descritos y otra con una disminución en el valor esperado, máximo y mínimo de la demanda de productos recuperados

(10) Escamilla-García et al., (2020) en Technical and economic analysis of energy generation from waste incineration in Mexico, planteó las siguientes etapas:

- 1. Estimación de la generación de residuos
 - a. Estimaciones por número de habitantes.
 - b. Estimación de la producción de residuos por tamaño de población.
- 2. Estimaciones de salida de energía
 - a. Formulación para determinar la cantidad de energía producida a partir de la incineración
- 3. Estimación de parámetros económicos
 - a. Determinación de la viabilidad financiera de la incineración de residuos.
 - b. Determinación de parámetros.
 - c. Determinación del costo de inversión.
 - d. Determinación del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.
 - e. Determinación de la tarifa de venta de energía.
- 4. Análisis de resultados
 - a. Análisis de la viabilidad del proyecto

(11) Mor et al., (2021) en su obra E-waste Management for Environmental Sustainability an Exploratory Study determinó las siguientes etapas:

- 1. Revisión de la literatura
 - a. Análisis de casos de estudio similares
- 2. Visitas en campo
 - a. Aplicación de la encuesta
- 3. Formulación del problema
 - a. Cálculo matemático del tamaño de la muestra.
 - i. Definición de la herramienta a utilizar: Cuestionario.

- ii. Determinación de la fiabilidad.
- 4. Recogida y análisis de datos
 - a. Análisis y gráficos de los resultados
- 5. Conclusión y alcance.
 - a. Conclusión del caso.

(12) Rueda-Avellaneda et al., (2021) en Current and prospective situation of municipal solid waste final disposal in Mexico: A spatio-temporal evaluation señaló las siguientes etapas:

1. Recolección de datos.
 - Número y distribución de los sitios de disposición final, condiciones operativas, infraestructura y antigüedad.
 - Determinación de datos históricos y prospectivos de los RSU.
 - Determinación del tiempo de operación de los sitios de disposición final.
2. Determinación de la generación de gases en los sitios de disposición final.
 - Formulación para la determinación de gases contaminantes.
3. Evaluación de la generación de gas en vertederos de los sitios de disposición final.
 - Evaluación espacial de la generación de gases utilizando QGIS.
4. Minimización de la disposición final y generación de energía a partir de los gases en vertederos.
 - Análisis de sensibilidad para evaluar el efecto del uso de sitios de disposición final sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de energía a partir del biogás capturado,
 - Evaluación de 5 escenarios.
 - Análisis de Resultados.

Una vez identificadas las etapas, se realizó un análisis comparativo, tal como se muestra en la Tabla 1.0.1 Análisis del Diseño Metodológico, diversas fuentes.; las etapas con mayor frecuencia se tomaron como base para la metodología a desarrollar.

Tabla 1.0.1 Análisis del Diseño Metodológico, diversas fuentes.

Referencia	Presentación del caso (Determinación de Actores, Determinación de la muestra, Análisis de la Situación actual, Definición de la encuesta)	Recolección de información o datos (Aplicación de encuestas, Estudio observacional, Aplicación de un taller, Impactos)	Determinación del flujo de RAEEs (estrategias)	Determinación del diagnóstico actual de RAEE (Análisis de información y resultados)	Propuesta del planteamiento de mejoras (acciones)	Diseño de solución o modelo	Análisis y selección de alternativas	Prototipo del modelo (Simulación)	Validación de la solución	Plan de acción	Campaña de concienti- zación	Estrategias para la aplicación del modelo
Gestión de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el municipio de Armenia, Quindío (Ríos-Obando, 2017).	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Gestión Ambiental del Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) (Vargas F., 2017)	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli Departamento de Junín (Yurico Meza, 2018).	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-
What is “informal” in informal waste management? Insights from the case of waste collection in the Tepito neighbourhood, Mexico City (Guibrunet, 2019).	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-

Referencia	Presentación del caso (Determinación de Actores, Determinación de la muestra, Análisis de la Situación actual, Definición de la encuesta)	Recolección de información o datos (Aplicación de encuestas, Estudio observacional, Aplicación de un taller, Impactos)	Determinación del flujo de RAEEs (estrategias)	Determinación del diagnóstico actual de RAEE (Análisis de información y resultados)	Propuesta del planteamiento de mejoras (acciones)	Diseño de solución o modelo	Análisis y selección de alternativas	Prototipo del modelo (Simulación)	Validación de la solución	Plan de acción	Campaña de concientización	Estrategias para la aplicación del modelo
Modelo para la Gestión Integral de Residuos "Ciudades Inteligentes y Sostenibles" (Gutiérrez, 2019)	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
¿Está Chile preparado para implementar la Regulación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos? (Mastrandrea G., 2019).	X	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-
Propuesta de una Estrategia para la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la Universidad Católica de Colombia (Pérez C., 2019).	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Análisis de Soluciones para la Acumulación de Basura en Lima Metropolitana y Callao (Vela-Anda, 2019).	X	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-

Referencia	Presentación del caso (Determinación de Actores, Determinación de la muestra, Análisis de la Situación actual, Definición de la encuesta)	Recolección de información o datos (Aplicación de encuestas, Estudio observacional, Aplicación de un taller, Impactos)	Determinación del flujo de RAEEs (estrategias)	Determinación del diagnóstico actual de RAEE (Análisis de información y resultados)	Propuesta del planteamiento de mejoras (acciones)	Diseño de solución o modelo	Análisis y selección de alternativas	Prototipo del modelo (Simulación)	Validación de la solución	Plan de acción	Campaña de concientización	Estrategias para la aplicación del modelo
Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas (Calpa-Oliva, 2020)	X	X				X		X				
Technical and economic analysis of energy generation from waste incineration in Mexico (Escamilla-García et al., 2020)	X	X		X								
E-waste Management for Environmental Sustainability an Exploratory Study (Mor et al., 2021)	X	X		X			X					
Current and prospective situation of municipal solid waste final disposal in Mexico (Rueda-Avellaneda et al., 2021)	X	X	X	X								

1.8 Metodología

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, debido a que inicialmente se investigará a nivel descriptivo y exploratorio, la situación actual del problema, para posteriormente medir las variables económicas, técnicas y ambientales, con la finalidad de determinar la viabilidad del proyecto.

Para la realización de este Sistema de Producción de Servicios se utilizó el Design Thinking y la Simulación en sus diferentes fases, razón por la cual para la definición de la metodología se realizó una combinación de ambas herramientas, adicionalmente de acuerdo con el análisis realizado en el tema 1.7 Diseño Metodológico, se tomaron las actividades con más frecuencia y se colocaron en las etapas que era afines a su realización, teniendo como resultado cuatro grandes etapas que son:

1. *Análisis de la situación actual (empatizar en design thinking y formulación del problema en simulación)* (Gutiérrez, 2019): En esta fase se comprenderá la situación actual sobre la generación de RAEE, los actores que interfieren en el actual proceso, los medios de recolección, los impactos ambientales, culturales y sociales, así como, los materiales que se pueden obtener de los RAEE, y el ciclo de vida de estos. Las técnicas que se utilizarán son: mapa de actores, el análisis PESTEL, el mapa de la experiencia del usuario, y, por último, la aplicación de una encuesta (validada mediante Alfa Ordinal) a los posibles usuarios del sistema (determinar población y muestra), después de dicha encuesta se deberá realizar gráficas de pastel con sus interpretaciones. Derivado de la aplicación de la encuesta se determinarán el número aproximado de RAEE generados en la región, así como el panorama del actual proceso, los medios de recolección y los impactos ambientales, culturales y sociales. Con todo lo anteriormente descrito se comenzará con una comprensión de las necesidades actuales.
2. *Definir alternativas (definir en design thinking y diseño del modelo conceptual en simulación)* (Yurico Meza, 2018) y *definir variables Cuantitativas y Cualitativas (recogida de datos en simulación)* (Pérez C., 2019): Una vez obtenido un escenario de la situación actual de los RAEE, se determinarán los problemas reales para definir los posibles puntos de mejora, con el apoyo del modelo CANVAS y el Diseño del Servicio mediante la separación del sistema de producción del servicio en procesos directos (Front Office) y procesos indirectos (Back Office), se diseñará el proceso de producción de servicios planteado. De igual forma se definirán de forma clara y exacta los datos que se

necesitarán, con el fin de que este produzca los resultados que se desean. Básicamente en esta etapa se decidirán los posibles actores, variables, interrelaciones y parámetros. Adicionalmente se definirá la disposición final o tratamiento de cada material, de igual forma se estimarán la cantidad de materiales posibles a recuperar, su demanda y volumen de recuperación, así como la valorización de cada uno. Con todo lo anteriormente mencionado, se podrán indicar las fórmulas necesarias para determinar la capacidad de producción, generación de RAEE, Ingresos de materiales reciclados, ordenes de producción, producto recuperado, personal asignado, capacidad de recolección, tasas de producción por área y finalmente como monetizar todo lo anterior. Esta etapa ayudara a la acotación de los alcances y limitaciones del sistema.

3. *Diseño (idear en design thinking y construcción del modelo en simulación)* (Vela-Anda, 2019) y *Prototipo del Sistema de Producción de Servicios para la recuperación, selección y tratamiento de RAEE en simulación. (prototipar en design thinking y construcción del modelo en simulación, verificación, validación, diseño de experimentos y experimentación en simulación)* (Calpa-Oliva, 2020): Se esquematizará de manera ilustrativa el Sistema de Producción de Servicios y de forma sistemática mediante un Diagrama de Flujo el proceso desde su inicio hasta el final, tomando como base lo determinado en las etapas 2 y 3, además teniendo presente que lo que se busca es la mayor recuperación, reciclaje y beneficio financiero posible, con la meta de aplicar la logística inversa y aplicando en todo momento un pensamiento sistémico que conecte a todos los elementos. Una vez definido el esquema se procederá a construir el sistema de producción en simulación, el en software de “SIMIO”, una vez realizado el modelado, se realizarán pruebas para verificar su correcto funcionamiento en caso de no estar correcto, se realizarán las correcciones del modelo para después probarlo en diversos escenarios con el fin de verificar que esté sea el óptimo y cumpla con los objetivos. Adicionalmente se modelará en Stela el aumento de la demanda de los equipos.
4. *Evaluación de los resultados obtenidos (evaluar en design thinking y análisis de resultados y documentación en simulación)*(Mastrandrea G., 2019): Este último paso se interpretarán los datos arrojados y se evaluará si el sistema de producción es viable con base en los beneficios económicos, técnicos y ambientales. Igualmente, se realizará un documento técnico con las especificaciones del modelo desarrollado.

Tabla 1.0.2 Resumen de la Metodología, elaboración propia

ETAPA	SUBETAPAS DE ACUERDO CON LAS HERRAMIENTAS APLICADAS	ACTIVIDADES	RESULTADO
1. Análisis de la situación actual	Empatizar en Design Thinking	1. Definir los actores del sistema actual. 2. Realizar el mapa de actores, el análisis PESTEL y Customer Journey Map. 3. Diseño de la encuesta. 4. Aplicar la encuesta. 5. Analizar la información recopilada.	Determinar el número aproximado de RAEE generados en la Región, así como los actores, medios de recolección, impactos, ciclo de vida de los productos y tipos de materiales.
	Formulación del problema en simulación	1. Definir los tipos, cantidades, ciclos de vida y flujo de recolección de RAEE. 2. Realizar un esquema del proceso actual.	
2. Definir alternativas y variables cuantitativas y cualitativas	Definir en Design Thinking y Diseño del modelo en Simulación	1. Determinar problemas 2. Definir puntos de mejora 3. Esquema del proceso de diseño de nuevos servicios	Determinar nuevas alternativas
	Recogida de datos en simulación	1. Definir actores y variables. 2. Definir interrelaciones 3. Definir parámetros 4. Determinar la disposición final o tratamiento de cada material, ya sea que sean desechados, reciclados y revendidos. 5. Definir ordenes de producción. 6. Estimar la cantidad por tipo de material que se podría recuperar, así como su demanda, su volumen de recuperación y su valor. 7. Definir fórmulas para la capacidad de producción, generación de RAEE 8. Ingreso de productos recuperados, ingresos de materiales reciclados, ordenes de producción, producto recuperado, personal asignado, capacidad de recolección, tasas de producción por área	Diseño del Servicio mediante la separación del sistema de producción del servicio en procesos directos (Front Office) y procesos indirectos (Back Office)

ETAPA	SUBETAPAS DE ACUERDO CON LAS HERRAMIENTAS APLICADAS	ACTIVIDADES	RESULTADO
3. Diseño y prototipo del servicio en simulación.	Idear en Design Thinking y Construcción del modelo en simulación	1. Esquematizar de forma ilustrativa el sistema, donde se muestren los actores y su interrelación. 2. Realizar un Diagrama de Flujo del sistema de producción.	Representación esquemática del Sistema de Producción de Servicios orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE.
	Prototipar en Design Thinking y Construcción del modelo en simulación	Modelar el sistema de producción en simulación, en el software de "SIMIO" y la parte de la demanda en Stela.	Modelo en simulación del Sistema de Producción de Servicios para la recuperación, selección y tratamiento de RAEE, que evalúe las variables financieras, económicas, técnicas y ambientales. Modelar en Stela el incremento de la demanda.
	Verificación y validación en Simulación	Probar el modelo para verificar que es correcto	
		Realizar las correcciones correspondientes.	
4. Evaluación de los resultados obtenidos.	Diseño de experimentos y experimentación en simulación	Correr el modelo en diferentes escenarios y evaluar la factibilidad financiera, económica, técnica y ambiental.	Obtención de la viabilidad del proyecto.
	Evaluación en Design Thinking y análisis de resultados en simulación	Interpretación de los datos arrojados por el modelo.	
	Documentación en simulación	Se realizará un documento técnico con las especificaciones del modelo.	

1.9 Organización de la tesis

Para el desarrollo de esta investigación se desarrollaron cuatro capítulos en los cuales se encuentra desde los fundamentos teóricos y prácticos de cómo se realizó el proyecto hasta la viabilidad de este, así como las razones por las cuales se desarrolló.

El primer capítulo titulado "Aspectos Generales" comienza desde la introducción al tema, la problemática desde la perspectiva mundial hasta la regional, el posicionamiento del presente trabajo, el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación de llevar a cabo el proyecto desde la perspectiva ambiental, social, cultural, económica y gubernamental, así como, la propuesta de solución a la problemática, el diseño de cómo se fundamentó la metodología y la descripción de la metodología utilizada.

El segundo capítulo denominado "Contexto de la Aplicación" se centra en analizar y comprender el argumento teórico en el que se enmarca el estudio. Este capítulo proporciona una base sólida de conocimientos teóricos que servirá como punto de partida para la comprensión y el análisis de la presente investigación. Se abordan herramientas, técnicas y metodologías como el Design Thinking y la Simulación que ayudarán a explorar diversas perspectivas y enfoques, con el objetivo de ampliar la comprensión y visión del sistema de proceso de servicios.

El tercer capítulo tiene como objetivo presentar un análisis detallado del diagnóstico realizado y las variables cualitativas y cuantitativas que intervendrán en sistema de servicios. Esta etapa es fundamental para comprender la situación actual y las distintas dimensiones que influyen, así como actores y sus interrelaciones. Se identificaron y examinaron los factores y variables que tienen un impacto directo o indirecto en el objeto de la creación del servicio con la finalidad de brindar una base sólida para el desarrollo de nuestro marco conceptual. Este capítulo proporciona una visión completa del diagnóstico realizado y es la base para el desarrollo del sistema.

En el último capítulo consistió en el desarrollo del sistema primero en simulación de eventos discretos y posteriormente en simulación de eventos dinámicos, en lo que respecta a la demanda. En esta etapa crucial, ya que se exploran los posibles escenarios del sistema y su comportamiento, además con la simulación dinámica se pone especial énfasis en entender y modelar la variabilidad de la demanda.

Capítulo 2 Contexto de la Aplicación

Con el fin de desarrollar una solución de diseño y modelado del sistema, como campo de aplicación se utilizará el Design Thinking y la Simulación, así como los conceptos de Economía Circular y Logística inversa.

2.1 Design Thinking (DT) o Pensamiento de Diseño

Es un método para resolver problemas de forma práctica y creativa, esto significa que al final de su aplicación se tendrá una solución al problema propuesto. Este problema puede ser real o un problema que podría surgir a futuro. En el Design Thinking se pueden seguir dos caminos uno orientado a los problemas y otro a la solución, el primero se será analítico y el segundo buscará una meta específica (Langenfeld, 2019).

El Design Thinking es un proceso donde se crea, se prueba y se hacen revisiones de forma recurrente hasta sentirse satisfecho con el resultado final, es idóneo para resolver problemas complejos, gracias a su proceso iterativo, se puede retroceder en algún paso para perfeccionarlo, incluso saltando fases no consecutivas, aunado a lo anterior con este proceso se recopila gran cantidad de información hasta obtener una posible solución que ayude al cumplimiento de los objetivos.

Esta herramienta se desarrolla mediante el desarrollo de opiniones e ideas diversas, en el que relaciona cinco principales características que hacen una diferenciación, estas características son las siguientes:

- Generación de empatía: este término, es conocido dentro de una expresión más informal, “el ponerse en los zapatos del otro”, para este caso es entender el problema, las necesidades o deseos de los actores para llegar a una solución. Sin importar que problema se esté deseando resolver, siempre se deben considerar a las personas involucradas, su satisfacción será la clave del éxito.
- Mediante el trabajo en equipo se pone a prueba la capacidad de los actores de aportar algo significativo.
- La creación de prototipos, con ello se defiende el hecho de que toda creación debe ser validada antes de pensar que es idónea. El Design Thinking ayuda a identificar posibles

errores para que cuando se encuentre la solución deseada, los errores ya hayan sido solventados.

- Los pasos del Design Thinking son promovidos en un ambiente divertido, recreativo, entretenido, como una especie de juego, ya que lo que se busca es el disfrute del proceso en la creación de ideas.
- Durante su proceso se pueden desarrollar diversas técnicas visuales, dando pie a la creatividad en forma de análisis, el resultado de esto son soluciones factibles y novedosas.

Aunque el Design Thinking puede ser conocido como una herramienta generadora de innovación, en realidad lo que este genera, son soluciones creativas e inclusive inusuales, por lo que su área de aplicación es muy amplia, no obstante, se debe tener en cuenta que solo se puede utilizar cuando se va a crear algo nuevo o cuando se requiere resolver un problema de una forma diferente o creativa (Langenfeld, 2019).

2.1.1 Proceso del Design Thinking

El procedimiento o la metodología de aplicación del DT se puede dividir en cinco grandes etapas, según Brown, 2009:

- **EMPATÍA:** Esta es clave para la interacción con usuarios en el sentido de darles a conocer aquellas necesidades que aún no se descubren, por lo su experiencia será mucho más satisfactoria, dado que encuentran áreas de su interés que anteriormente pudieron ser inexploradas. Para empatizar se sugiere el uso de técnicas como son encuestas, entrevistas, observaciones, moodboard, focus group.
- **DEFINICIÓN:** Una vez detectadas las necesidades o puntos de mejora de los actores, se podrá definir el problema, centrándose en los deseos, necesidades y posibles retos que se tendrán.
- **IDEACIÓN:** Trata de poner la mente a funcionar, mediante diversas fases que incluyen a la creatividad, la innovación, el realismo puro y duro donde, además, se presentan ideas que encajen con la solución viable.
- **PROTOTIPADO:** A partir de la idea seleccionada se realiza una “maqueta”, o sea, la solución más cercana a la realidad deseada, de tal forma que está pueda ser evaluada.
- **PRUEBA O EVALUACIÓN:** Tal fase prueba el prototipo propuesto.

A continuación, se muestra el esquema de las etapas del Design Thinking:



Ilustración 1 Proceso del Design Thinking

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Herramientas y técnicas utilizadas en el Design Thinking

- **Mapa de actores o stakeholder mapping:** Los stakeholder pueden ser personas u organizaciones ya sea internas o externas al proyecto, pero con un interés personal sobre el éxito de este, ese interés puede ser positivo o negativo, por lo que conocer a los actores es crucial. Un mapa de las partes interesadas puede ser un esquema o una matriz donde se muestre la influencia de interés de las partes interesadas por categorías y es el primer paso hacia la gestión de actores, ya que en este mapa se define la relación e interacción que tienen unos con otros. Así también, se debe recordar que los stakeholder son de suma importancia para el éxito de un proyecto y sin un mapeo adecuado se tendrá dificultades para la comunicación y mantenerlos a todos satisfechos. A continuación, se muestran ejemplos de mapas de actores:

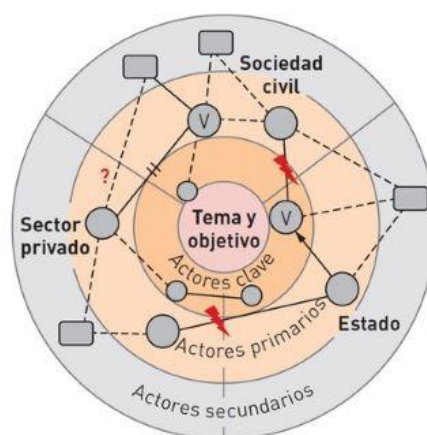


Ilustración 2 Ejemplo de Diagrama de Mapa de actores

Fuente: (Mapa de Actores, 2020)

La siguiente ilustración es un ejemplo de una matriz de mapa de actores, se debe mostrar el nivel influencia y el nivel de interés, desde lo más bajo a lo más alto.



Ilustración 3 Ejemplo de Matriz de Mapa de actores
Fuente: (López, 2021)

- **Análisis PESTEL:** Se reconoce por ser un instrumento o marco, utilizado para el análisis y monitorización de factores macroambientales, es decir, del entorno del marketing externo, que a su vez, tienen un impacto en algún organismo. Al arrojar sus resultados, ayudarán para la identificación de amenazas y debilidades. Del mismo modo, servirá para el entendimiento y análisis de información con el fin de revisar la estrategia, la posición, la dirección de una propuesta o la ideas, de la que se tenga bien en claro el significado del mercado al cual se dirige. Para alcanzar dicho análisis, hay que tomar en cuenta algunos factores que a continuación se presentan:
 1. Los políticos: asociados a causas de la normatividad.
 2. Los económicos: incorporan la situación financiera del país, el tipo de cambio y su interés.
 3. Los sociopolíticos: se ve la posición del estado del bienestar, el nivel de vida con relación a agentes sociales y culturales.
 4. Los tecnológicos: caracterizados por los proyectos y apoyos a la inversión tecnológica.
 5. Los ecológicos: incluyen las políticas asociadas al medio ambiente, la actitud ecológica que, en la actualidad, es una preocupación a razón del calentamiento global.

6. Lo legal: Se refiere a la presencia de las patentes, las licencias, los derechos, las leyes de salud y seguridad social (Pérez C., 2019).



Ilustración 4 Ejemplo de Análisis PESTEL

Fuente: (Facchin, n.d.).

- Encuesta:** Es una serie de preguntas diseñadas para que la población de respuesta y con ello obtener información o conocer su punto de vista sobre cierto tema, dicha información será analizada y se deberá presentar en un informe. Las encuestas pueden ser físicas o vía electrónicas, las preguntas pueden ser cerradas o abiertas (EDU, 2022). Se caracterizan por ser un método de observación no directa de la realidad, por ser una herramienta de investigación sencilla, económica, con capacidad masiva y estandariza la aplicación, además arroja resultados contabilizables, expresados en términos porcentuales y requiere de un mayor estudio y control para evitar el sesgo muestral. Para elaborar una encuesta, es recomendable seguir los siguientes pasos: definir los objetivos de la encuesta, definir y delimitar la población a encuestar, diseñar las preguntas de la encuesta, aplicar la encuesta y analizar los datos obtenidos (CONCEPTO, 2022)
- Customer Journey Map (CJM):** El cliente es el rey, desde esta premisa puede definir a esta herramienta como un análisis de todos los elementos que pueden mejorar la experiencia del cliente con la empresa, creando una oportunidad única. Este instrumento, aportará para cada etapa del procesamiento de compra la ilustración e interpretación de los vínculos y vivencias que un usuario tiene con un producto y/o servicio. Se puede decir que el CJM es un mapa de los clientes centrado en comprender sus necesidades, intenciones y deseos, que se centra en darle valor a aspectos

emocionales y racionales del consumidor, pues brinda armonía entre el panorama interno y externo de la compañía.

Las fases para crear el CJM son reconocer al cliente, concebir los periodos de relación concebidos por el usuario, distinguir sus motivaciones y dudas, mapear los puntos de contacto, valorar los momentos esenciales y sus métricas, anexar procesos internos de la empresa, comprender pesares y oportunidades (Peñalver, 2021).

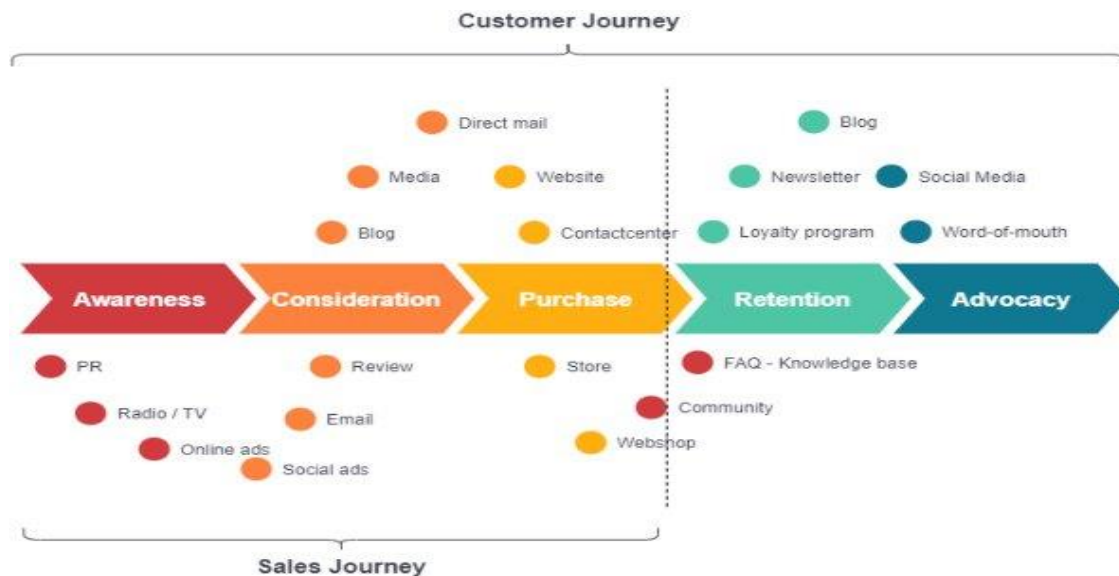


Ilustración 5 Customer Journey Map
Fuente: (Peñalver, 2021)

- **Modelo CANVAS:** También denominado Business Model Canvas que es un modelo muy visual con el que se pueden ordenar las ideas al momento de delimitar cuál es el giro del negocio. Es una herramienta idónea para establecer y concebir modelos novedosos con la finalidad de crear valor para los clientes, mediante las cuatro grandes áreas (los clientes, la oferta, la infraestructura y la viabilidad financiera-económica) que se desenvuelven en 9 apartados según Molina, 2022. :
 1. Segmentos de mercado: ¿Quién es mi cliente? ¿A quién va dirigido?
 2. Propuesta de valor: Identificar las necesidades que se cubren para el segmento de mercado, detallando qué productos y/o servicios se ofrecen y cómo se diferencia de la competencia.
 3. Canal: ¿Cómo los clientes podrán comprar el producto? O, cómo se hará llegar la propuesta de valor a los diferentes clientes. Básicamente la distribución.
 4. Relación con el cliente: Definir cómo será la relación con el cliente, si será personalizado o exclusiva, si va a existir una relación personal con ellos o será

automatizada y ¿Cómo se podrían captar nuevos clientes y cuál es la mejor forma de crear una relación con ellos?

5. Fuentes de ingresos: ¿Cómo generar recursos con lo que se ofrece? No solo pensar en el precio sino en cuanto está dispuesto el cliente a pagar por ello.
6. Actividades clave: Establecer que actividades son indispensables para crear la propuesta de valor. Se debe abordar la producción, la solución de problemas y la plataforma que necesites utilizar.
7. Recursos clave: Que recursos tanto físicos, materiales, humanos y financieros se requieren para que el modelo de negocio funcione.
8. Socios clave: ¿Cuáles serán las alianzas estratégicas para desarrollar el modelo de negocio?
9. Estructuras de los costes más importantes de tus actividades y recursos claves. Tener en mente un precio justo para el cliente y para el valor del producto o servicio

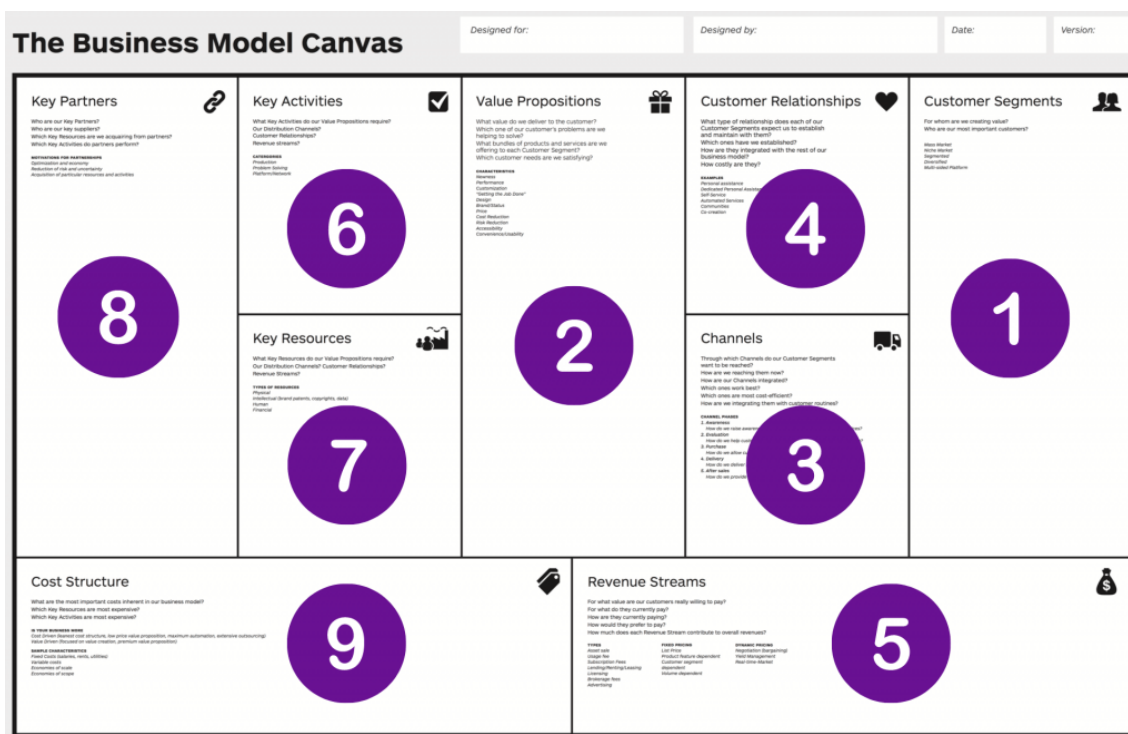


Ilustración 6. Ejemplo del Modelo CANVAS

Fuente:(Molina, 2022)

- **Diagrama de Flujo:** También nombrado diagrama de actividades, en el que de manera esquematizada se representan los pasos definidos y vinculados de algún proceso, para su revisión como un todo. Su representación gráfica, implica el empleo de ciertas figuras geométricas para una mejor comprensión puntual de su desarrollo, las cuales, se

entrelazan por medio de flechas o líneas que sirven como dirección del flujo en el que se aprecia su recorrido, tal y como si fuera el trazo del camino de un mapa que hay que seguir. Existen 4 tipos de diagrama de flujo con base a su representación:

- El horizontal. Que se dirige derecha a izquierda, todo dependerá del orden de la lectura.
- El vertical. En dirección de arriba hacia abajo, como si fuera un listado.
- El panorámico. En una sola hoja se puede visualizar todo el proceso completo, intercalando el modelo vertical y horizontal.
- El arquitectónico. Muestra el trayecto del trabajo o bien, alguna área de trabajo.

Los diagramas de actividades son considerados como un mecanismo variable y nada complejo en los que se puede observar el control y la descripción de procesos a través de una mejor organización, evaluación o replanteamiento de una sucesión de actividades y desarrollos, del mismo modo, se emplean frecuentemente en otras disciplinas relacionadas a la programación, la informática, la economía, finanzas, lo industrial e inclusive la psicología (Equipo Editorial: Etecé, 2021).

La simbología de un diagrama de flujo

Los diagramas de flujo se presentan en un gráfico de los símbolos convencionales que suelen ser utilizados para los diagramas de flujo, los símbolos son los siguientes:

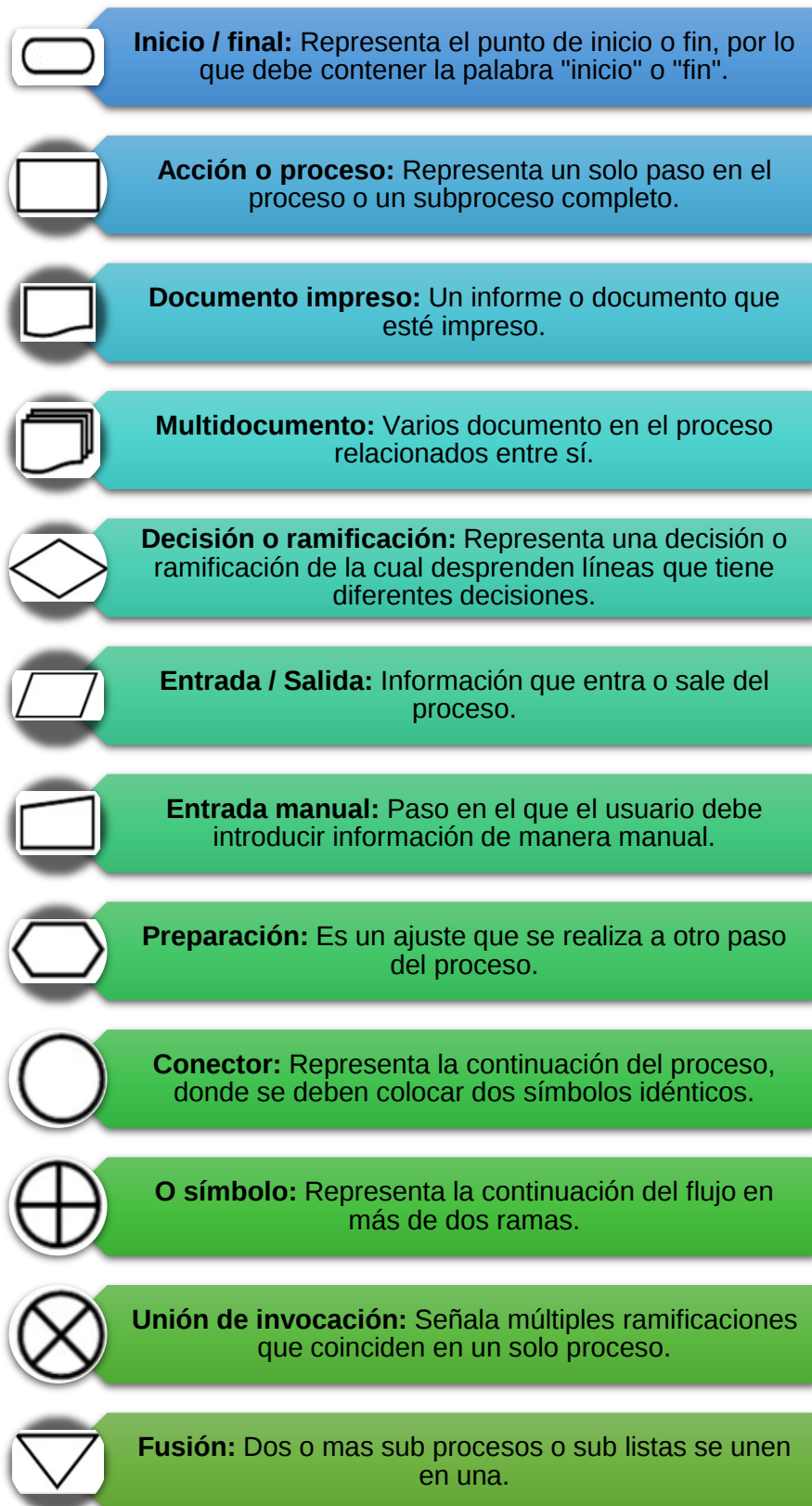


Ilustración 7 Símbolos del Diagrama de Flujo
Fuente: (Lista de Símbolos Utilizados En Diagramas de Flujo, n.d.)

2.2 Simulación

Se conoce como una herramienta en donde realizas pruebas antes de llegar al resultado final y es definida como una alteración aparente de la causa, índole o el objeto verdadero de un acto o contrato (Oxford Languages and Google, 2022). Esta potente herramienta permite adelantar el proceso real, verificarlo, analizarlo, modificarlo y adquirir su mejor versión, es así como ayuda a la evaluación y estudios de nuevos sistemas y de a los ya existentes (Elogística, 2022).

Por otro lado, menciona las técnicas de simulación apoyan en la distinción de actuales procesos relacionados a la mejora y optimización de procesos futuros para su anticipación en cuanto a soluciones, con el fin de alcanzar soluciones eficientes en las que se acentúen los siguientes objetivos principales del proceso:

- La optimización de recursos.
- La verificación de la inversión a efectuar.
- La detección de restricciones.
- El análisis de puntos críticos.
- La evaluación de alternativas en el diseño.
- La valoración del diseño para la adaptación en la elaboración de modelos nuevos.
- El estudio a detalle de la máxima capacidad.
- El cálculo de la eficiencia y productividad.
- La simulación de las condiciones extremas (Elogística, 2022).

2.2.1 Etapas para realizar un estudio de Simulación según: Piera, (2013)

- 1 La formulación del problema: aquí se define la situación a estudiar e incluye sus objetivos.
- 2 El diseño del modelo conceptual: precisa el modelo basándose en características del sistema, así como de sus interacciones tomadas en cuenta de la primera fase.
- 3 La recogida de datos: reconoce, recolecta e indaga en los datos que sean necesarios para la investigación.
- 4 La construcción del modelo: se discurrirá en alguna forma para la elaboración del modelo sin que se pierda alguna de sus fases ya mencionadas, puesto en marcha, se tomará en cuenta el modelo conceptual y de datos.

- 5 La verificación y validación: donde se confirma que este modelo actúa con base a lo esperado.
- 6 El diseño de experimentos y experimentación: ahora se crean los escenarios en relación con los objetos de estudio, al desarrollo de las estrategias y a experimentar con estas.
- 7 El análisis de resultados: trata de investigar en los resultados para detectar posibles problemas, brindar soluciones o validar la viabilidad del sistema.
- 8 La documentación: facilitar todos los documentos sobre el trabajo elaborado.
- 9 La implementación: se pone en marcha las decisiones tomadas.

Según Law (Law, 1982), la técnica de simulación se puede clasificar en tres tipos que son

- Modelo analógico. Reemplaza al sistema original o físico por un análogo de mayor facilidad en su manejo.
- Modelo continuo. Representa al sistema que experimenta cambios uniformes en sus características de tiempo.
- Modelo discreto. Se simula observándolo únicamente en puntos seleccionados en el tiempo. Estos puntos coinciden con la ocurrencia de ciertos eventos cruciales para efectuar cambios en el funcionamiento del sistema

2.2.2 Etapas de la simulación dinámica

A continuación, se muestra un resumen de las fases o etapas de la simulación dinámica:

Dinámica de Sistemas			
Fase 1 Conceptualización	Fase 2 Formulación	Fase 3 Evaluación	Fase 4 Implementación
1) Selección del escenario. 2) Definir el propósito del modelo. 3) Identificar las variables críticas y los límites del modelo. 4) Establecer el horizonte de tiempo. 5) Establecer las relaciones entre las variables. 6) Desarrollar el diagrama causal.	1) Elaboración del diagrama de Forrester. 2) Determinación de las ecuaciones matemáticas. 3) Estimar y seleccionar los parámetros del modelo.	1) Simular el modelo y probar las relaciones del diagrama causal. 2) Probar el modelo bajo diferentes supuestos. 3) Documentar la respuesta del modelo con análisis de sensibilidad.	1) Presentar el modelo en una forma accesible al usuario. 2) Observar y analizar el comportamiento del modelo bajo diferentes políticas.

Ilustración 8 Fases de dinámica de sistemas

Fuente: (Maciel, Jesús & Cortes, 2023)

2.2.3 Simio: Simulación de procesos discretos

Es un programa o bien, un software de modelización, simulación o alguna animación en 3D de sistemas mezclados por flujos de procesos, utilizando una técnica de eventos discretos, a la vez que, se asienta en una orientación mixta en la que se crean combinaciones entre objetos y procedimientos que dan como resultado modelos de comportamiento de sistemas logísticos, industriales o de servicio. Al mismo tiempo, oferta una enorme capacidad de conexión por medio de diversas fuentes de datos en tiempo real e igualmente se puede usar en cualquier sistema que conste de flujo de materiales, información o personas. Dentro de sus principales atribuciones se encuentran:

- Modeliza: puede capturar y describir un funcionamiento y comportamiento del sistema real o imaginario.
- Simula: posibilita el estudio de resultados y respuestas del sistema que puedan surgir ante alguna situación presente o futura.
- Visualiza: arroja informes numéricos de todo tipo y los expresa de modo gráfico y tridimensional (Simio Master Reseller, 2022).

2.2.4 Stella simulator: Simulación de procesos continuos.

Stella es un simulador independiente que funciona con XMILE y se apoya en el reconocido motor STEAM de Isee Systems. Apto para computación de alto rendimiento y sistemas como Windows, Mac y Linux, proporciona un control total de los parámetros en cada fase del modelo (Isee Systems, 2023).

Isee Systems, es un software de modelado dinámico y es considerado una poderosa herramienta potente que permite al usuario crear diagramas que pueden simularse por un periodo prolongado. Al crear estos diagramas, su puede comprender el comportamiento de cualquier sistema e identificar áreas de oportunidad. La capacidad de simular a lo largo del tiempo permite al usuario probar fácilmente varias hipótesis para evitar consecuencias no deseadas y costosas pruebas y errores (Isee Systems, 2023).

2.2.5 Diseño de la calidad de la simulación, según Moras, 2020

Lista de los estimadores o medidas de desempeño a obtener de la simulación.

Para definir la lista de los estimadores o medidas de desempeño que serán evaluadas mediante el modelo de simulación es necesario antes definir claramente los objetivos de la

simulación. El objetivo de la simulación define el propósito por el cual se conduce el estudio de simulación. El objetivo debe ser realista y ajustarse al tiempo y al costo del proyecto.

Los objetivos de la simulación pueden ser agrupados en cinco categorías generales:

- a. Análisis de Desempeño: ¿Cuál es el desempeño global del sistema en términos de la utilización de los recursos, tiempo de flujo, tasa de producción de salida de productos terminados, etc.? Medidas de desempeño: utilización de los recursos, tiempo de flujo, tasa de producción de salida de productos terminados, ¿tiempo que esperan los clientes o piezas en las colas?)
- b. Análisis de capacidad y restricciones: Cuando el sistema se empuja a que dé su máximo esfuerzo, ¿cuál es la capacidad de producción total y en donde se encuentran los cuellos de botella? (Medidas de desempeño: número de piezas producidas en toda la simulación, tamaño de las colas, utilización de las máquinas).
- c. Comparación de configuraciones: ¿Cómo la configuración de un sistema cumple con las medidas de desempeño marcadas en comparación a otra configuración? (Medidas de desempeño: tiempo de espera de los clientes o las piezas, número de piezas producidas por día, costo de producción de las piezas, ganancias y utilidades).
- d. Optimización: ¿Qué valor de las variables maximizan o minimizan las medidas de desempeño establecidas? (Medidas de desempeño: costos, ganancias, utilidades).
- e. Análisis de sensibilidad: ¿Qué variables de decisión son las que más influyen en las medidas de desempeño, y qué tanto influyen? (Medidas de desempeño: número de obreros, número de máquinas, tipo de máquinas, tasa de llegadas de los clientes).

Identificación del estimador determinante o líder.

Dependiendo del objetivo de la simulación es la forma en que se elige el estimador determinante (líder).

Características estadísticas del estimador líder estableciendo su nivel de precisión y calculando el número mínimo (óptimo) de corridas necesarias en base a un intervalo de confianza.

En base al estimador líder es necesario definir la precisión de este, así como el número mínimo de réplicas que será corrido el modelo de simulación para poder cumplir con la precisión, basados en un nivel de confianza. Esto se realiza mediante el siguiente procedimiento estadístico llamado: *Determinación del número óptimo de corridas en el*

modelo de simulación. Es posible determinar $n^*(\beta)$ incrementando i en uno hasta que un valor de i se obtiene para el cual:

$$t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{\frac{S_n^2}{n}} \leq \beta$$

Ecuación 1 Determinación del número óptimo de corridas en el modelo de simulación

2.3 La economía circular

La economía circular busca un cambio de paradigma de un sistema lineal de producción (extracción de materias primas, fabricación, consumo y desecho) a un modelo donde los productos, sus materiales, recursos y/o componentes se mantienen en un ciclo continuo de uso, recuperación, tratamiento y reutilización. Se reconoce por ser deliberadamente restaurativa y regenerativa, teniendo en cuenta, en todo momento, que los productos, los componentes y los materiales conserven su utilidad y valor máximo con la distinción entre los ciclos técnicos y biológicos. También toma en cuenta los crecientes retos asociados con los recursos que desafían las empresas y las economías, esos que posiblemente ocasionen crecimiento, empleo y la reducción de efectos medioambientales, en los que se incluyen las emisiones de carbono.

Del mismo modo, es percibida como un ciclo de desarrollo continuo y positivo, el cual, resguarda y aumenta el capital natural, potencia los rendimientos de los recursos y minimiza los peligros del sistema, pues gestiona las reservas finitas y los flujos renovables. Su funcionamiento es educar para todas las escalas. Este tipo de economía, sin duda, trata de romper vínculo con el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos.

La economía circular discierne entre:

- Un ciclo técnico, que reside de la administración de las reservas de las materias finitas; su uso, reemplaza al consumo y sus materias técnicas, en su mayoría, se rescatan y restauran.
- Un ciclo biológico, conocible a los flujos de las materias renovables, su consumo es exclusivo de este ciclo y los nutrientes biológicos y/o renovables, durante la mayor parte del proceso, se regeneran.

Este modelo también se precisa fundamentalmente por las características siguientes:

- Los residuos se eliminan del diseño. Aquí son inexistentes los residuos y se suprimen del diseño deliberadamente, así como que las materias biológicas, no son tóxicas y pueden regresar sin complicaciones al suelo por medio del compostaje o por la digestión anaeróbica. Sus materias técnicas – polímeros, alineaciones, entre otras materias artificiales, se esbozan para ser recuperadas, renovadas y mejoradas, minimizando lo que aporta la energía necesaria pero también, maximizando la retención del valor en cuanto al término económico y de los recursos.
- La diversidad genera solidez. Se valora a la diversidad como parte de esta característica, dado que, para muchos tipos de sistemas, esta, se aprecia como un motor esencial de versatilidad y resiliencia. Por ejemplo, con en el caso de los sistemas vivos, donde la biodiversidad es primordial para la supervivencia ante cambios medioambientales, lo mismo sucede con las economías, que precisan un equilibrio de diferentes escalas de actividades para progresar a un largo plazo, y en donde las grandes empresas, aportan volumen y eficiencia, mientras que las pequeñas ofertan modelos alternativos ante la crisis.
- Las fuentes de energías renovables impulsan la economía. Suponiendo desde un carácter renovable para el empuje y reducir aquella dependencia de los recursos para la incrementación de la resiliencia en los sistemas ante posibles crisis (como la del petróleo, por ejemplo), siendo posible por los pequeños umbrales de energía que también necesitan de la economía circular.
- Pensar en sistemas. Dentro de este tipo de economía, está característica es aplicable de una forma generalizada y muchos aspectos de la realidad forman parte del sistema complejo, tales como las empresas, las personas o las plantas, que de alguna manera, se llegan a asociar entre sí, atrayendo consecuencias asombrosas. Para el logro de una transición efectiva de esta economía, los mencionados vínculos y sus consecuencias, deben tenerse presente en todo momento.
- Los precios u otro mecanismo de retroalimentación deben reflejar costes reales. En el modelo, los precios deben reflejar precios totales para ser efectivos, así como los costes totales de los factores externos, se deben dar a conocer para tenerlos presente en la eliminación de los subsidios perversos; ya que la ausencia de la transparencia en estos factores actuará como barrera para la transición de la economía circular.

PRINCIPIO

1

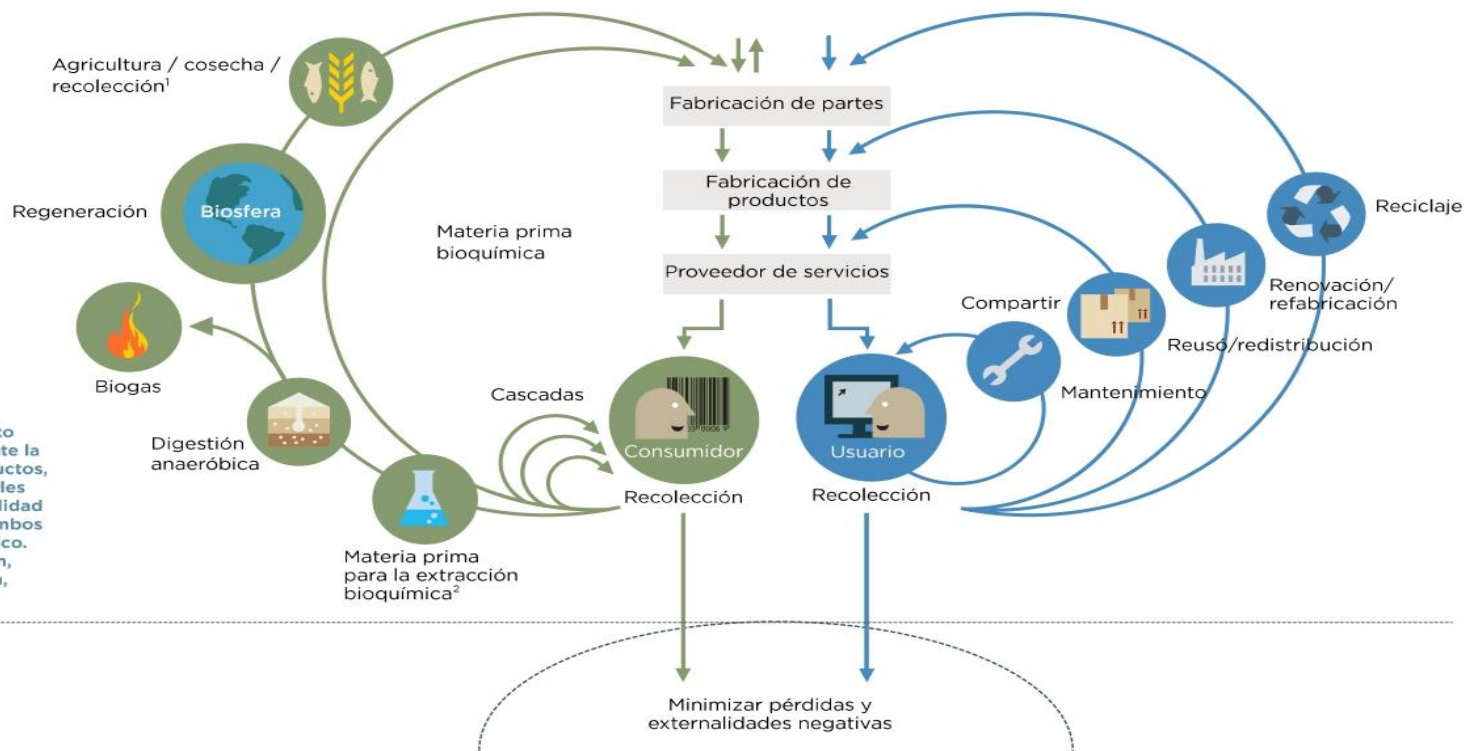
Preservar y mejorar el capital natural, controlando los stocks y equilibrando los flujos de recursos renovables
Palancas : Regenerar, desmaterializar, compartir



PRINCIPIO

2

Optimizar el rendimiento de los recursos, mediante la circulación de los productos, componentes y materiales en uso, a su máxima utilidad en todo momento en ambos ciclos, técnico y biológico.
Palancas : Regeneración, compartir, optimización, circularidad



PRINCIPIO

3

Fomentar la eficiencia del sistema mediante la revelación y el descarte de las externalidades negativas

Esquema 2 Economía Circular
Fuente: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016)

2.3.1 Los principios de la economía circular

Principio 1. Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables: inicia con la desmaterialización de la utilidad ofreciendo una virtual, que en cuanto comienza a necesitar de los recursos, el sistema circular los elige de una manera precisa, selecciona tecnologías y procesos para el uso de los recursos renovables o de mejor rendimiento. Además, la economía circular, mejora el capital natural alentando a los flujos de nutrientes del sistema y procreando las condiciones para la regeneración.

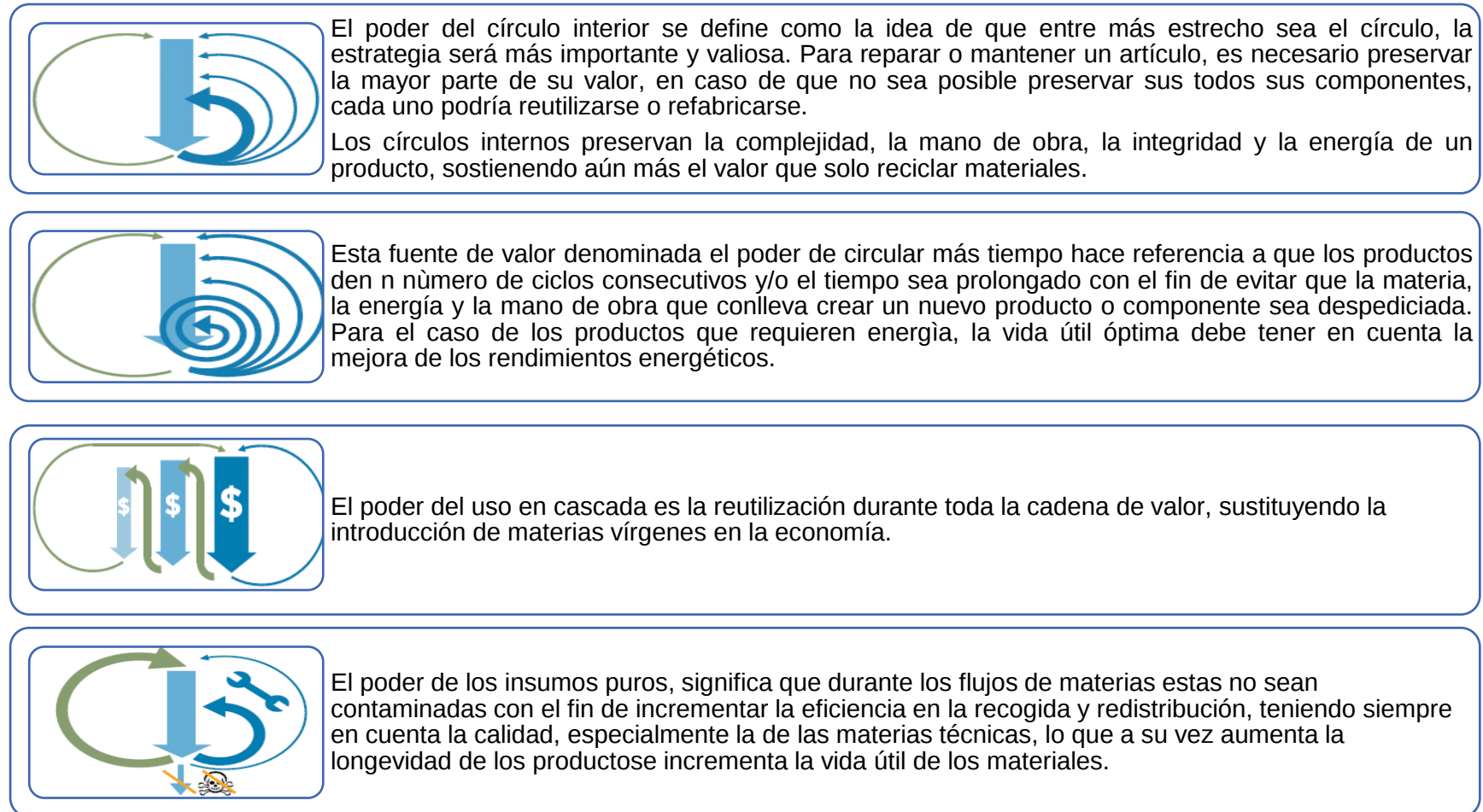
Principio 2. Optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos: lo que implica diseñar para refabricar, así como reacondicionar y reciclar para mantener componentes técnicos y materias que sigan circulando para la contribución de la economía, y cuando les es posible, estos sistemas circulares, hacen uso de los bucles internos más estrechos para preservar más energía implícita y otro valor.

De igual forma, dichos sistemas, llevan al máximo el número de ciclos consecutivos y/o el tiempo empleado para cada uno, ocasionando un incremento en la vida útil de los productos y perfeccionar la reutilización. Al mismo tiempo, el compartir acrecenta el uso de los productos.

Igualmente, los sistemas circulares promueven que los nutrientes biológicos ingresen nuevamente en la biosfera de una manera segura, con el fin de que la descomposición brinde materias más valiosas para el nuevo ciclo. Entonces, el ciclo biológico diseña deliberadamente los productos para su consumo o para ser metabolizados por la economía y restablezcan el valor del nuevo recurso. Para las materias biológicas, la esencia de la creación del valor se desenvuelve en la oportunidad de extraer un valor adicional a los productos y materias, a través de su paso en cascada por otras aplicaciones, así como todo sistema lineal, busca un mejor rendimiento en sus niveles, que resulta eficiente y requiere de constantes mejoras del sistema, sin embargo, se diferencia por no poner en peligro la eficacia.

Principio 3. Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos: lo que hace reducir los daños en sistemas y situaciones, como en la alimentación, la movilidad, los centros de acogida, la educación, la sanidad y el ocio, gestionando elementos externos como el uso del suelo, la contaminación acústica, del aire y del agua, así como el vertido de sustancias tóxicas.

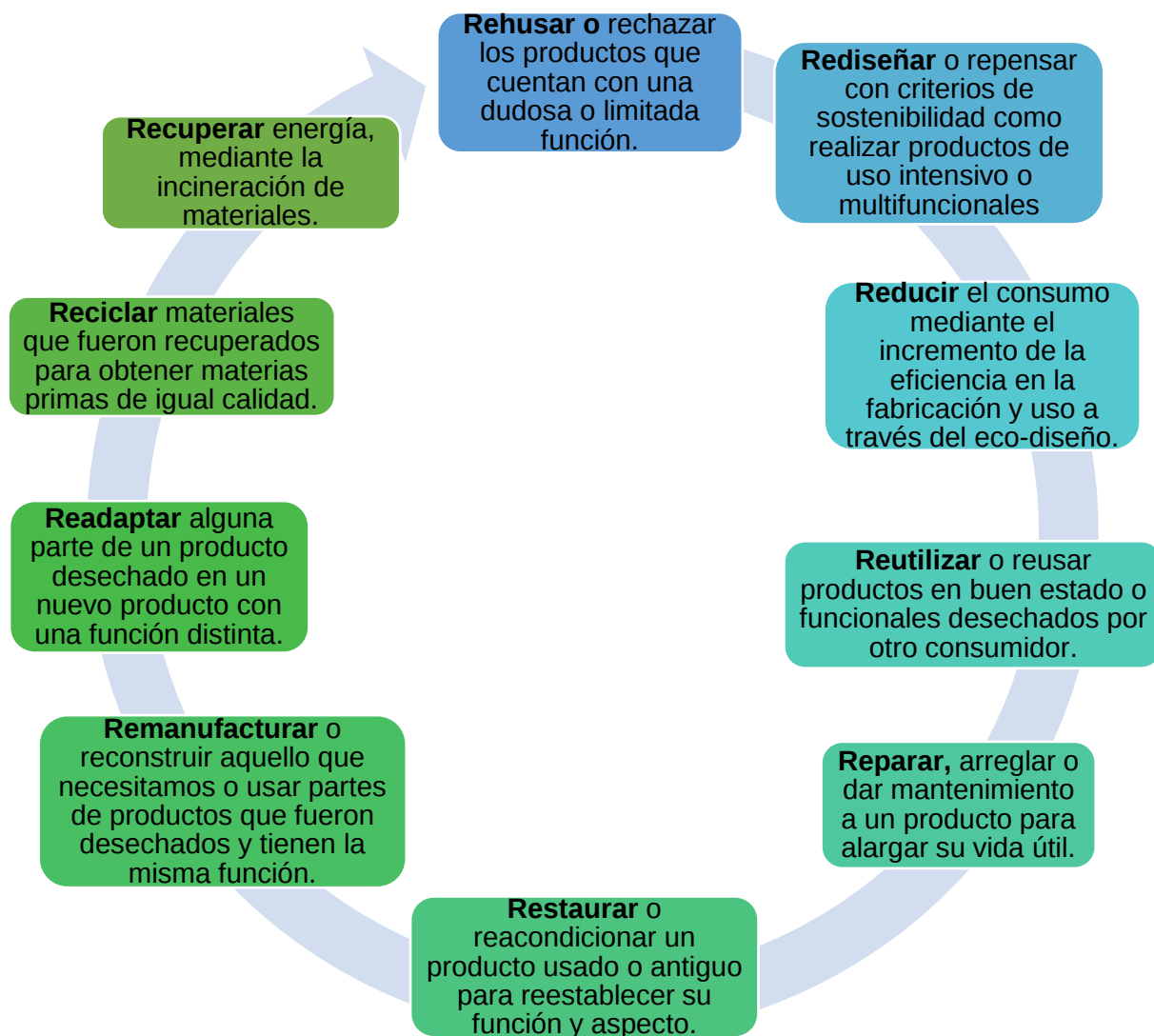
2.3.2 Fuentes claras de creación de valor.



Esquema 3 Fuentes de creación de valor
Fuente: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016)

2.3.3 Las 10 R de la economía circular

Con el fin de aprovechar mejor los recursos naturales, el reciclaje es uno de los pilares en una economía circular, además de este se deben de tomar en cuenta otros aspectos que en la actualidad se denominan las 10 R de la economía circular.



Esquema 4 Las 10R de la Economía Circular

Fuente: Elaboración propia con información de (Camacho, 2018)

2.4 Logística Inversa

Esta modalidad es la encargada de recuperar y reciclar envases, embalajes y residuos peligrosos, junto con los procesos de retorno excedidos de inventario, las devoluciones a usuarios, los productos obsoletos e inventarios estacionales, son una manera de retornos para los materiales que se reutilizan, reciclan o destruyen, (Rentero, 2018).

El mencionado proceso, favorece la creación de canales de recogida selectiva de residuos, ya sean industriales, de vehículos o neumáticos que se encuentren sin algún uso, así como los de equipos eléctricos-electrónicos, los de construcción o los de los subproductos cárnicos. Es así como, se define como una estrategia dentro del mundo de la logística que se inclina por la recuperación de residuos surgidos por actividades productivas o de consumo (Rentero, 2018).

Cabe mencionar que la logística evoluciona y es adaptable ante las necesidades que va presentando el sector de manera gradual, a la vez, este tipo de logística se presenta como una necesidad y una oportunidad para poder incrementar la cantidad y calidad de materiales reciclados, entre los beneficios que se pueden obtener de esta, se encuentran:

- El cuidado del medio ambiente: aminorar el impacto medioambiental, sin ser su objetivo primordial.
- Reduce el coste: un modo de lograr ahorrar con relación a la compra de nuevas materias primas es reciclando, que significa volver a usar e inclusive volver a fabricar.
- La reducción en el consumo de recursos: como su nombre lo dice, minimiza el gasto de compra y abastecimiento de materiales, así como de los recursos nuevos.
- Una mejor relación entre cliente y los proveedores: interacción en la que ambas partes se benefician (Rentero, 2018).



Ilustración 9 Logística Inversa
Fuente: (Rentero, 2018)

2.4.1 Los inconvenientes

- El aumento de trabajo: como los procesos de logística inversa suelen ser algo complicados, se debe saber gestionar la cadena de suministros y realizar una programación pertinente para un buen funcionamiento, requiriendo más personal o bien, que existan las horas extras de trabajo para la puesta en marcha de dichas funciones.
- Deben participar todos los departamentos de la empresa: tal cual, toda la compañía o al menos, gran parte de ella tiene que involucrarse, en caso de no hacerlo, posiblemente surja algún aspecto negativo en secciones o departamentos del trabajo en su día a día.
- Control de los productos que se devuelven: es preciso tener personal de inspección de los materiales para llevar a cabo la revisión uno a uno, resulta algo costoso.
- Devolución de material: aunque no se suele amortizar el coste de la logística inversa, si el cliente regresa cantidades pequeñas, lo más previsible es que el reciclado o reutiliza uno no valga la pena (Rentero, 2018).

2.4.2 Los tipos de logística inversa

Acorde a la operatividad de la empresa, se alcanzan a diferenciar dos tipos de logística inversa, los cuales son:

- De residuos: se apoya en la recolección, reciclaje y el tratamiento de desechos producidos por el producto final después de que es mercantilizado, esto con el objetivo de disminuir el impacto ambiental que se obtiene por dichos residuos, por lo que también se busca reutilizarlos para atribuirles nuevamente un valor como bien puede ser las materias primas, repuestos, etc.
- De devoluciones: procede en retomar el producto desde algún cliente final hasta su centro de origen, por motivo de insatisfacción del cliente, entrega errónea, producto en estado defectuoso, entre otros. Particularmente, la logística inversa es la que se encuentra más vinculada con la operatividad de los e-commerce (ECOMMERCE, 2020).

2.4.3 Características

Las principales características que se encuentran de acuerdo con la logística inversa son:

- Pueden surgir al mismo tiempo entre diferentes grupos de interés, mejor conocidos como stakeholders

- Se implementa por medio del servicio de posventa.
- Dentro de un punto de vista global, se interponen múltiples departamentos de la empresa, como el soporte técnico, atención al cliente, ventas, finanzas y logística.
- Se mantiene como sostenible por el efecto de la economía a escala, pues si más productos son devueltos, disminuyen los costos de transporte terrestre y otros asociados.
- Su proceso exige más esfuerzos, en cuanto a trabajo e inversión, sin embargo, ello genera oportunidades de establecer una mejor relación con el cliente.
- En la categoría de logística inversa por devolución, se encuentra el proceso desencadenado de entregas fallidas, esto es, que hay envíos no entregados de manera final a los usuarios, por lo que deben devolverse y ser reprocesados.

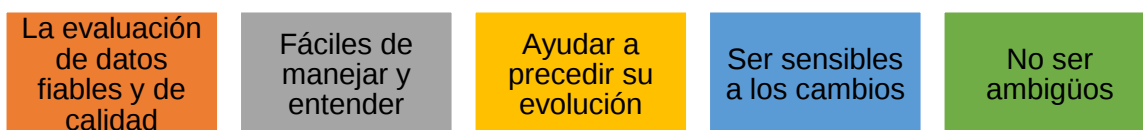
2.4.4 Las actividades

En cuanto a las actividades de la logística inversa, suelen modificarse según el producto con el que se trabaje, pero dentro las más habituales son:

- La retirada de mercancías: trata de la recolección de los artículos que se devolverán.
- La clasificación de mercancías: categoriza los productos recolectados para decidir qué se hará con ellos.
- El reacondicionamiento de mercancías: si los productos llegasen a ser vendidos, se acondicionan y se preparan para ser lanzados nuevamente al mercado.
- La devolución a almacén de origen: respecta al proceso de traslado de la mercancía en el que se gestionan los procesos logísticos desde el comprador hasta su ubicación de origen.
- La destrucción de mercancías irreversible: hay productos inservibles que tendrán que ser destruidos.
- La recuperación, reciclaje y gestión de materiales: los artículos que serán destruidos, su proceso se debe emplear de manera adecuada, lo que integra los tres elementos antes mencionados, con el fin de que se puedan en algún momento, volver a utilizar, de acuerdo con una correcta gestión de la que no resulten ser peligrosos.
- Los procesos administrativos: estos acceden a dejar constancia del desarrollo de la logística inversa y de cómo se ha efectuado cada operación de esta, (ECOMMERCE, 2020).

2.5 Indicadores ambientales

Estos indicadores destacan por ser herramientas que toman valor en la toma de decisiones en cuanto a las políticas ambientales, también son útiles para la evaluación de la protección del medio ambiente (Roper, n.d.), cabe mencionar que sus primordiales características son:



Esquema 5 Características de los indicadores ambientales

Fuente: Elaboración propia

2.5.1 Emisiones del dióxido de carbono

Aquí destaca la fórmula referente al seguimiento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) la cual es:

Datos de la actividad x Factor de emisión x Factor de oxidación

Datos de la Actividad

En cuanto a los datos de la actividad su seguimiento con relación al combustible utilizado, índice de producción, etc. Se hará con base a los datos de suministro o bien, por medio de mediaciones.

Factor de Emisión (tCO₂/TJ)

Los componentes de emisión de una actividad van a ser aceptables para todos los combustibles a excepción de los no comerciales como en el caso de neumáticos y gases de procesos insufribles. También se determinarán aquellos por defectos específicos destinados a filones de carbón y gas natural. Entonces los valores por defecto del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) serán validados en el caso de productos de refinería. El factor de emisión de emisión de la biomasa será cero.

Factor de Oxidación

Para este factor, se tomará en cuenta que la emisión no acepta el hecho de que cierta parte del carbono no está oxidado, para lo que se ocupará un elemento de oxidación adicional.

2.5.2 PIB Verde

El principal organismo que impulsa esta métrica es el de las Naciones Unidas. Trata de un medidor económico para el medio ambiente, por lo que reduce el desarrollo económico de los países con su sostenibilidad ecológica.

Dicho concepto surge en la Conferencia de las Naciones Unidas acerca del desarrollo Sostenible, presentada en Río de Janeiro, en Brasil en el año 2012; cuyo principal objetivo fue el de incrementar la información cuantitativa, así como el análisis para un panorama de mayor plazo del bienestar y la sostenibilidad.

Del mismo modo, existen algunos otros objetivos secundarios que se mencionan a continuación:

- Identificar si los distintos países están siguiendo una trayectoria sostenible en su desarrollo económico.
- Identificar los componentes de la riqueza de un país y su relación con el desarrollo económico, resaltando el capital natural.
- Monitorizar a través de indicadores bianuales el desarrollo sostenible de las naciones.
- Ayudar a los países a formular y estimular políticas de desarrollo sostenible
- Identificar áreas que necesitan más investigación.
- Ser un documento de ayuda para políticas de los determinados países como, por ejemplo, las políticas y medidas de corte fiscal.

El fin del estudio, fueron de los datos recogidos entre los años de 1990 y 2008 en alrededor de veinte países, de los cuales forman parte de la mitad de la población del planeta, significando un 72% del PIB a un nivel mundial.

Entonces, el indicador económico nos brinda que al momento de medir El Progreso de una Nación hay que tener presente el capital natural y el humano, además de mi estado de conservación y deterioro y no solo en las estadísticas de producción o exportación (GRUPO FI, n.d.).

2.5.3 Indicador de la huella ecológica

De acuerdo con el estilo de vida de algún sujeto, es cuando se emplea mayor o menor impacto sobre el medio ambiente; el calcular su huella ecológica dará pie para limitar el

impacto que tendrá sobre el planeta y así, reducir la cantidad de gases de efecto invernadero relacionados con las actividades humanas.

Es así como la huella ecológica o huella medioambiental, se conoce como una forma de medir el impacto que la humanidad tiene dentro del planeta. Se considera también como aquella superficie ecológicamente para la producción de recursos consumidos por un individuo, al igual que para la absorción de residuos que se originan.

Al mismo tiempo sirve de indicador de sostenibilidad dentro de una escala internacional, para calcular la colisión con respecto a los hábitos en el entorno. Tal elemento se produce como parte de los siguientes aspectos:

Al crear cualquier tipo de bienes y servicios es necesario el flujo de materiales y energía que provengan de los sistemas ecológicos.

En cuanto lo anterior es producido y llega al final de su vida útil, ahora se requiere de sistemas ecológicos que absorban los residuos generados en el tiempo que dure el proceso de la producción, así como al término del uso de tales productos.

Para la producción de estos bienes y servicios, y de la materia final, es necesario considerar un espacio físico en el que también puedan acceder la infraestructura, viviendas, equipamientos... de modo que se reduzca el terreno de los sistemas ecológicos. Así como el sitio en el que se encuentre la edificación o maquinaria al igual que se disponga de un radio de influencia que varíe de acuerdo con el tipo de actividad (Andrés Blanco, 2020).

2.5.3.1 ¿Cómo calcular tu huella ecológica?

Para ello has que tener presente dos factores:

- La bio sociedad del planeta.
- La actividad humana, o sea, aquellos recursos consumidos por humanos, así como sus desechos.

2.5.3.2 Las calculadoras de huella ecológica

Hay disponibles diversas calculadoras que ayudan a la medición de la huella ecológica, muchas de estas gratuitas para cualquier usuario que desee calcular su huella de forma eficaz y práctica. Dentro de estas se encuentran disponibles:

- La calculadora del Global Footprint Network: pone a disposición un cuestionario encargado de calcular la huella ecológica y que, además, proporciona consejos para poder reducir el impacto al planeta.
- Calculadora de Fundación Vida Sostenible: está presenta cuestionamientos destinados a medir el número de planetas que necesita uno para poder vivir.

Por lo tanto, el reducir la huella ecológica a nivel global es cuestión de todos sus habitantes y cada uno es responsable de actuar acorde a su propio nivel adoptando un estilo de vida más sustentable(*Huella Ecológica: Definición, Cálculo y Reducción*, 2022).

2.5.3.3 ¿Cuál es la diferencia entre huella ecológica y huella de carbono?

En este punto es pertinente hacer mención que la huella de carbono que es calculada en equivalente de CO₂, toma en cuenta a los gases de efecto invernadero, además, se ocupa para la evaluación del impacto que tienen las actividades para el entorno. A diferencia de la ecológica, la cual tiene presente los factores de estilo de vida así emitan o no gases de efecto invernadero que son dañinos para el medio ambiente.

Es así como estos dos indicadores de sostenibilidad de nivel internacional dan pauta a concientizar a las personas sobre el daño medioambiental que originan y así, actúen de manera distinta y en contra del calentamiento global para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero(*Huella Ecológica: Definición, Cálculo y Reducción*, 2022).

2.5.4 Indicador de la huella de carbono

Este indicador ayuda como base para la identificación de la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI). Su fórmula para calcular es muy simple, pues solo se requiere multiplicar la actividad o bien, el dato de consumo basado en el factor de emisión en función del tipo de combustible o gas empleado.

No obstante, depende de la información existente al igual que de los datos de interés que se busquen ya que así los resultados podrán variar. Así es como El Ministerio para la Transición Ecológica ha creado una serie de herramientas para un fácil acceso al cálculo de la huella de carbono. Por lo que hay que tener en cuenta que, antes de medirla, es esencial escoger el año de cálculo, las áreas que serán parte de la recolección de tal información, reconocer los orígenes relacionados a las operaciones de los departamentos al igual que los datos de consumo. Algunas calculadoras son:

- Calculadora de alcance 1 y 2. Esta accede a la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero que se encuentren vinculadas a actividades de empresas o de alguna persona en específico, considera las emisiones directas (derivadas de combustibles de edificios, fugas de gases de aparatos climáticos o refrigeración, consumo del combustible de vehículos) como las indirectas como en el caso del consumo de electricidad. Igualmente, permite cuantificar la reducción de emisiones en el que se pueda emplear algún Olán de mejora determinado para la comparación de resultados de emisiones entre diferentes años.
- Calculadora de Alcance 3. En la que se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas a otras emisiones indirectas tales como en el caso de viajes de trabajo externos, servicios subcontratados o la gestión de residuos (limpieza y/o seguridad) y la compra de productos.

Para el cálculo de la huella de carbono, se requiere reflexionar acerca de los puntos en los que hay que actuar para reducir las emisiones. La información tendrá que agregarse a un plan de reducción que contenga las medidas a implementar y la cuantificación de las estimaciones de las reducciones que conllevarían. Asimismo, las personas físicas, juristas públicas y/o privadas, trabajadores independientes, podrán elegir por certificar y registrar su huella de carbono.

Capítulo 3 Análisis de la Situación Actual, Alternativas, Variables Cuantitativas y Cualitativas

En este apartado, se presenta un panorama global sobre que son los RAEE, de donde se derivan, tipos, su gestión, los actores que intervienen, así como los indicadores ambientales a utilizar y los problemas que se manifiestan en el proceso de gestión.

3.1 Aparatos Eléctricos o Electrónicos

Aquellos equipos que funcionan con energía eléctrica, campos electromagnéticos y están conformados de cables, bombillas, interruptores, bobinas, imanes, motores, circuitos, transistores, diodos o procesadores, se les denomina Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE), su consumo se ha vuelto vital para la vida diaria, por lo que gran parte de la población los utiliza.

3.1.1 Clasificación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

Los AEE, se catalogan en seis clases que van rigurosamente relacionados con las características de la gestión de residuos:



Equipo de intercambio de temperatura: más comúnmente conocido como equipo de enfriamiento y congelación. El equipo típico incluye refrigeradores, congeladores, acondicionadores de aire y bombas de calor.



Pantallas y monitores: incluye televisores, monitores, computadoras portátiles y tabletas.



Lámparas: incluye lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad y lámparas LED.



Equipo grande: incluye lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, grandes máquinas de impresión, copiadoras y paneles fotovoltaicos.



Equipo pequeño: incluye aspiradoras, microondas, equipo de ventilación, tostadoras, hervidores eléctricos, afeitadoras eléctricas, balanzas, calculadoras, aparatos de radio, cámaras de video, juguetes eléctricos y electrónicos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños dispositivos médicos, pequeños instrumentos de seguimiento y control.



Pequeños equipos de TI y telecomunicaciones: incluye teléfonos móviles, dispositivos del Sistema de posicionamiento global (GPS), calculadoras de bolsillo, enrutadores, computadoras personales, impresoras y teléfonos

Esquema 6 Clasificación de los RAEE
Fuente: (Forti et al., 2020).

Las características de los AEE ayudarán a determinar la forma más adecuada de recolección, gestión, logística, el tratamiento y disposición final de cada uno de estos equipos al fin de su vida útil.

Por su lado, la generación de los RAEE depende varias causas como son: la vida útil del equipo, la necesidad de una renovación de sus dispositivos por parte de sus clientes, los grandes cambios tecnológicos, entre otros. Cabe mencionar que para efectos del desarrollo del modelo sólo se seleccionaron los televisores, estufas, licuadoras, refrigeradores, planchas y lavadoras, debido a que son los AEE, más utilizados en México, según datos de (INEGI, 2020c).

3.1.2 Residuos de Aparatos Eléctricos o Electrónicos

Son los desechos de los AEE, son originados una vez que finaliza su vida útil o bien cuando el dueño de un AEE determina que el aparato ya no es funcional o útil para él, no necesariamente significa que sea inservible. Es importante resaltar que un residuo de un AEE es denominado residuo porque se espera que no se mezcle con otros desechos, con el fin de darle un manejo adecuado.

3.1.3 Composición de los RAEE

De manera general, los materiales se constituyen por: plástico, metal y tarjetas electrónicas. Los últimos mencionados, son de gran importancia dentro del sitio del que son exportados a plantas ubicadas en Europa y Asia con el fin de la recuperación de metales, como lo son: el Orozco la plata, el indujo, entre otros. En cuanto a los materiales no recuperables, se identifican por ser residuos peligrosos, como: las baterías, pantallas LES, pilas, entre otros. Dichos materiales suelen destinarse a los rellenos de seguridad, (Vargas F., 2017)

A continuación, en la tabla siguiente, se expone la variedad de metales y sus aplicaciones dentro de la fabricación de artefactos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos:

Tabla 3.0.1 Materiales de los RAEE

Fuente: (Vargas F., 2017).

Metal	Uso en los artefactos eléctricos y electrónicos
Ferrosos	Carcasas, bobinas, elementos magnéticos
Aluminio	Carcasas, cables
Magnesio	Carcasas, cuerpo de cámaras
Cobre	Cable, conectores

Metal	Uso en los artefactos eléctricos y electrónicos
Plata	Contactos, transistores, diodos, interruptores, circuitos integrados, soldaduras libres de plomo, condensadores, contactos, transistores, baterías, chips para radio frecuencias, celdas fotovoltaicas
Paladio / Platino / Rhodio	Condensadores, conectores, contactos, transistores, diodos, soldaduras
Antimonio	Aleaciones, aditivos para retardantes de flamas, elementos de soldadura
Galio	Semiconductores, diodos de LED, foto detectores, celdas fotovoltaicas
Germanio	Celdas fotovoltaicas, fibra de vidrio, chips semiconductores.
Indio	Pantallas planas, celdas fotovoltaicas, semiconductores, LED
Tierras raras (neodimio, disprosio, escandio, lantano, itrio)	Magnetos, baterías níquel metal hidruro, fluorescentes fosforados.
Tantalio	Condensadores
Berilio	Aleaciones de: berilio-cobre, óxidos de berilio-cerámicas
Telurio	Celdas fotovoltaicas, foto-receptores, aparatos fotoeléctricos
Tungsteno	Electrodos, cables y componentes eléctricos, aditivos en tubos de rayos catódicos
Niobio	Aleaciones, condensadores.
Nitruro de titanio	Soldaduras libres de plomo, celdas fotovoltaicas, LCD, condensadores en miniatura.

3.1.4 Destino de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

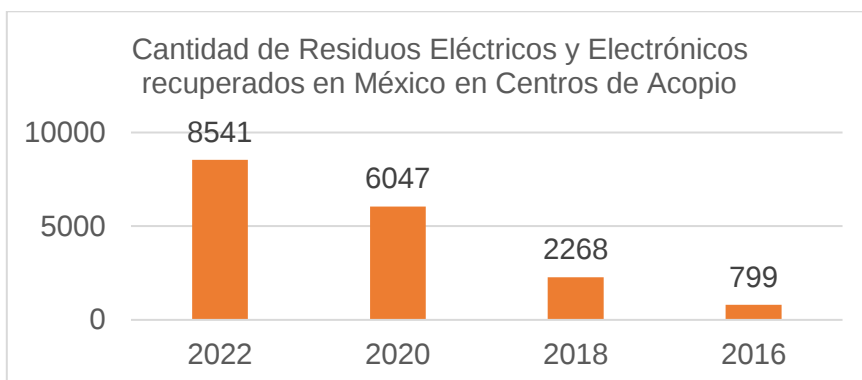
Según INEGI, durante los años 2016, 2018 y 2020, existen en México tres principales formas de destino de los Residuos Sólidos Urbanos en México, que son Centros de Acopio, Estaciones de Transferencia y Plantas de Tratamiento, dentro de cada una de ellas se clasifican los tipos de residuos que se recolectan, en lo que respecta a los residuos de eléctricos y electrónicos, se muestra a continuación las tendencias en cada una de las formas de tratamiento y la descripción de lo que se realiza en cada una.

3.1.4.1 Centros de Acopio

Los centros de acopio son lugares o instalaciones que son administrados por el municipio o delegación, cuyo objetivo es la concentración de materiales que se derivan de los residuos, básicamente se encargan de sustraer los materiales reutilizables de los residuos

para confinarlos o canalizarlos a un proceso de reciclaje para luego comercializarlos(SEMARNAT, 2022).

En lo que respecta a la recuperación de residuos eléctricos y electrónicos en Centros de Acopio, existe una tendencia al alza, de 2016 a 2018 la recuperación aumento en un 65%, de 2018 a 2020 la recuperación aumento un 62% y se estima un aumento mínimo del 29% para el año 2022, como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 4 Cantidad de residuos Eléctricos y Electrónicos recuperados en México en los Centros de Acopio.

Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI 2020,2018,2016, el dato del 2022, es una proyección lineal

3.1.4.2 Estaciones de transferencia

Son establecimientos de almacenamiento temporal donde posteriormente los residuos son trasladados a un sitio de disposición final; antes de ser llevados al destino final puede aplicarse algún otro proceso a los materiales recibidos (SEMARNAT, 2022), en México existen diferentes tipos de Estaciones de Transferencia según su función, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.0.2 Estaciones de Transferencia según su función

Fuente: Elaboración propia

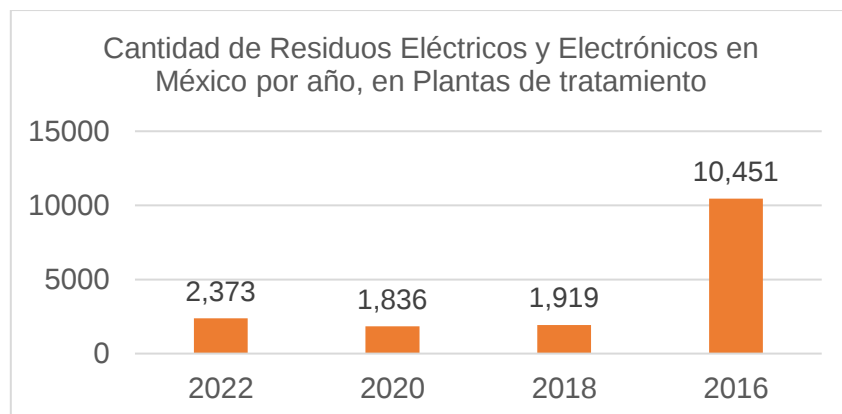
Tipo de Estación de Transferencia, según su función	No de Estaciones en el año 2020
Sólo trasvase	30
Selección o separación	43
Compactación	14
Almacenamiento temporal	44
Trituración	5
Otra	3

Cabe mencionar que el número total de estaciones de transferencia en México, según INEGI 2020, es de 104, pero algunas realizan dos funciones a la vez, de los principales materiales que se recolectan en las plantas de transferencia, según INEGI 2020, son materia orgánica, papel, cartón y PET (Polietileno Tereftalato), en lo que respecta a residuos eléctricos y electrónicos las estaciones de transferencia solo se recuperan 855 kilogramos diarios.

3.1.4.3 Planta de tratamiento.

Lugar en donde se ejecutan procesos mecánicos o manuales orientados a la recuperación de materiales de residuos sólidos urbanos (SEMARNAT, 2022).

Respecto a la recuperación de residuos eléctricos y electrónicos en Plantas de Tratamiento, en 2016 la recuperación fue de 10,461 toneladas, pero en 2018, gracias al aumento de los Centros de Acopio, las plantas de tratamiento solo recuperaron 1,919 kilogramos diarios, se estima que para 2022 se recuperen 2,373 kilogramos de residuos eléctricos y electrónicos.



Gráfica 5 Cantidad de residuos eléctricos y electrónicos recuperados en las Plantas de Tratamiento en México.

Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI 2020,2018,2016, el dato del 2022, se estimó mediante una proyección lineal.

3.1.5 Gestión de RAEE

Aunque en México pocas ciudades han promovido una adecuada gestión de los RAEE, es conveniente hacer mención que casi todos los RAEE o sus materiales, pueden reciclarse o reutilizarse por medio de programas formales o informales, que pueden generar nuevas oportunidades de negocio con una buena gestión de los residuos de los AEE, debido a que estos pueden ser reacondicionados o bien realizar una recuperación de las materias primas

que los integran y por consiguiente una activación de la economía, mediante la creación de nuevos empleos y comercialización tanto de las materias primas o de los productos reacondicionados.

Para poder realizar alguna actividad económica en donde los RAEE sean el principal elemento es conveniente realizar una recolección adecuada de ellos algunos tipos de recolección que se han implementado como son:

- **Recogida capilar:** Los ciudadanos depositan los aparatos eléctricos o electrónicos en contenedores que se encuentran en puntos estratégicos de las ciudades. Posteriormente, una empresa especializada se encarga de recogerlos y transportarlos a un centro especializado para su adecuado tratamiento.
- **Recogida selectiva:** Esta se lleva a cabo a través de los puntos de distribución donde hay personal especializado que recibe los AEE, brinda un diagnóstico del equipo y lo clasifica de acuerdo con el tipo de tratamiento que recibirá (ECOLEC, 2023b).
- **Recolección de casa en casa:** Un vehículo con personal especializado se encarga de recoger el AEE en el domicilio del dueño de este.
- **Recolección masiva:** Mediante campañas en puntos concurridos de las ciudades donde hay personal especializado que recibe los AEE, brinda un diagnóstico del equipo y lo clasifica de acuerdo con el tipo de tratamiento que recibirá.

Para el transporte de los RAEE a un centro especializado se deben considerar las siguientes condiciones:

- Garantizar protección contra la intemperie.
- Evitar que personas no autorizadas tengan acceso a la carga, lo anterior con el fin de evitar la pérdida o adición de piezas o partes.
- Se deben de empacar, acomodar, estibar, apilar, sujetar y cubrir los equipos de forma que no exista peligro de daños tanto a los equipos como al personal o medio ambiente.
- Es recomendable la utilización de cajas de madera, cartón o rejas.
- En caso de transportar en estibas se recomienda no poner más de tres capas de RAEE, se deberá flejar con una película plástica y si es necesario colocar espumas o cartones entre capas y asegurar que la carga no sobresalga de las cajas.
- Contar con personal capacitado para la utilización de extintores y portar como mínimo dos, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, en sitio de fácil acceso para que,

en caso de emergencia, se pueda utilizar rápidamente (Ministerio de Ambiente Colombia, 2010).

Una vez realizada la recolección de los RAEE, se debe considerar el almacenaje de estos en instalaciones adecuadas, entre los requisitos mínimos para el almacenaje son:

- Protección contra la intemperie: el almacenamiento debe realizarse a temperatura ambiente y protegido de la intemperie, con el objeto de evitar que agentes contaminantes puedan lixiviar al ambiente debido a los efectos del tiempo y para permitir el posterior reacondicionamiento o reutilización de los equipos.
- Pisos: impermeables para evitar infiltraciones y contaminación de los suelos.
- Capacidad: adecuada para el manejo de todo el inventario.
- Protección contra acceso no autorizado: el desecho electrónico se debe almacenar de manera tal que no se permita el ingreso de personas no autorizadas a las instalaciones para evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.
- Registros: mantener registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recuperadas.
- Procedimientos: se deben documentar los procedimientos que se llevan a cabo en el sitio de almacenamiento.
- Personal: el personal debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos del almacenamiento.
- Almacenamiento y empaque: en general, los RAEE se deben almacenar sobre estibas, o en cajas de rejas o de madera, facilitando su almacenamiento, carga y transporte hacia procesos posteriores (Ministerio de Ambiente Colombia, 2010).

Una vez ya recolectados y transportados, los RAEE llegan a un centro especializado donde se definirá cual es el tipo de tratamiento de acuerdo con las condiciones en las que se encuentre el aparato (estado general) dentro los principales tipos de tratamiento están:

- **Re-uso:** significa ampliar la vida útil del equipo o sus componentes, para que se usen dentro del mismo propósito por el cual, se conceptualizaron en un único; esto puede incluir o no, la transformación de la propiedad del equipo. Regularmente, este proceso promueve un uso óptimo de los recursos disponibles, no obstante, se debe tener precaución por los riesgos sociales o ambientales que se vinculan por una mala gestión. Se pone en práctica la donación, venta y comercialización de los AEE funcionales.

- **Desembalaje, segregación o despiece:** se basa de la separación manual y moderada de las partes y los componentes de un equipo en desuso. Se aconseja qué tal actividad, se lleve a cabo por recicladores autorizados o compañías especializadas.
- **Reciclaje y recuperación:** estriba en la recuperación del equipo, de sus componentes, así como materiales. Su desmantelamiento puede ser manual o semi, la recuperación de los materiales será parte del proceso de reciclaje de RAEE, principalmente, para la recuperación de metales que requieran de instalaciones especializadas e inversiones significativas.
- **Reacondicionamiento (refurbishment):** es toda operación que permitan a los AEE considerada como los RAEE, vuelva a funcionar, incorpora operaciones de hardware y software, su principal objetivo es la reventa de los AEE con garantía de uso.
- **Disposición final:** trata del proceso de eliminación final de residuos o materiales que no son recuperable bajo ninguna técnica controlada, por ejemplo: los rellenos sanitarios o la incineración, (ITU, 2013).

Cabe hacer mención que los tratamientos mencionados son para clasificar el destino de los RAEE, pero para el caso de que el RAEE sea desensamblado, despiezado, desagregado, reciclado, algún material sea recuperado o bien vaya a disposición final es importante un proceso de descontaminación del RAEE, que es básicamente sustraer todos los materiales peligrosos y no peligrosos para clasificarlos, además cada material deberá tener un tratamiento posterior específico.

Dentro de los tratamientos específicos para cada tipo de material se debe tener en cuenta ya existen empresas dedicadas al tratamiento especializado para materiales en proceso de reciclaje (ECOLEC, 2023a), pero es crucial que al momento del despiece se almacenen, identifiquen y clasifique al menos lo siguiente:

- Separación de materiales peligrosos como mercurio, cromo, plomo, cadmio y fósforo, arsénico y antimonio (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2023).
- Separación de fluidos como refrigerantes, aceites y otros.
- Separación por tipos de plástico, vidrio, metales de hierro, metales no ferreos, estos pueden tener un proceso de trituración para su posterior fundición y reutilización.

- Separación de metales estratégicos como son el litio, el galio, el estaño, el tántalo o indio⁵.
- Pilas en contenedores especiales.

En caso de que algunos materiales no puedan ser separados porque son muy pequeños o bien están homogeneizados, se deberá enviar los residuos a Plantas de Tratamiento o Estaciones de Transferencia, que cuenten con equipos especializados en la separación de estos, es importante resaltar que no se debe enviar ningún residuo peligroso a alguno de estos sitios ya que estos deberán destinarse a empresas especializadas en su manejo y disposición final, autorizadas por la SEMARNAT(OPEMED, 2019; STEINERT KSS, 2023).

3.1.6 Actores para la gestión de los RAEE

- **Los productores o fabricantes de AEE:** tienen la responsabilidad que les corresponda en el caso de que algún artículo fabricado produzca algún daño ambiental, así como de detallar la composición de sus dispositivos y la manera en la que deben ser tratados al final de su vida útil e informa a sus consumidores sobre la propician de dispo nes de los RAEE junto a residuos domiciliarios.
- **Los consumidores de AAE:** constituyen un rol primordial, pues ellos deciden si adquieren o cambian sus artefactos o equipos cuando crean que deben renovarse. Aunque el usuario trata de acceder a lo último en tecnología, tendrá que tomar en cuenta que su residuo podría ser reutilizado o reciclado para la cadena de valor de los RAEE, por lo que tendrá el cargo de elegir acertadamente sus productos, intentando extender la vida última de estos. Además, deberían comprar dispositivos que sean amigables con los estándares medioambientales, darles un mayor ciclo de vida y promover su reutilización. Al igual que, no deberán desecharlos dentro de la basura urbana, tendrán que acercarse a algún centro de acopio establecido en el que recibirán un tratamiento adecuado. Estos hábitos, contribuirán a evitar el incremento de los RAEE.
- **Los gestores de residuos:** constan de las entidades a cargo de la gestión de los RAEE por medio de la cadena de gestión y disposición final. Su papel se asocia a cada una de las funciones que se desatan dentro de las distintas etapas del proceso, en este caso: recolección, desmantelamiento, tratamiento y disposición final. Es así como, serán los designados para garantizar los desarrollos ambientales bajo procesos seguros. Dichos

⁵ También denominados metales críticos, una economía política debe disponer de ellos para abastecer su industria, comercio y población, pero su obtención no está asegurada (STEINERT KSS, 2023).

gestores, incluyen a las empresas públicas y privadas de reciclaje, reacondicionamiento y desensamble de RAEE, por lo que se les solicitará el requisito de estar autorizadas y formalizadas para su participación, puesto que tiene que cumplir estándares técnicos, ambientales y de calidad, del mismo modo, que deberán asegurar un adecuado procedimiento que afiance los criterios de calidad del producto original.

- **Los gobiernos nacionales y municipales:** de lo que respecta al Estado, tendrá que establecer leyes que dispongan de la responsabilidad de los productos y su obligación de administrar los equipos al término de su vida útil, al igual que, promover la reutilización de los RAEE, distribuir a sus consumidores la información sobre la prohibición de arrojarlos a los desechos domiciliarios y comunicar que se entregarán en puntos de recolección habilitados.
- **El distribuidor de AEE:** las compras que distribuyan RAEE, tendrán como función cooperar durante el proceso de gestión de RAEE (Torres et al., 2015).

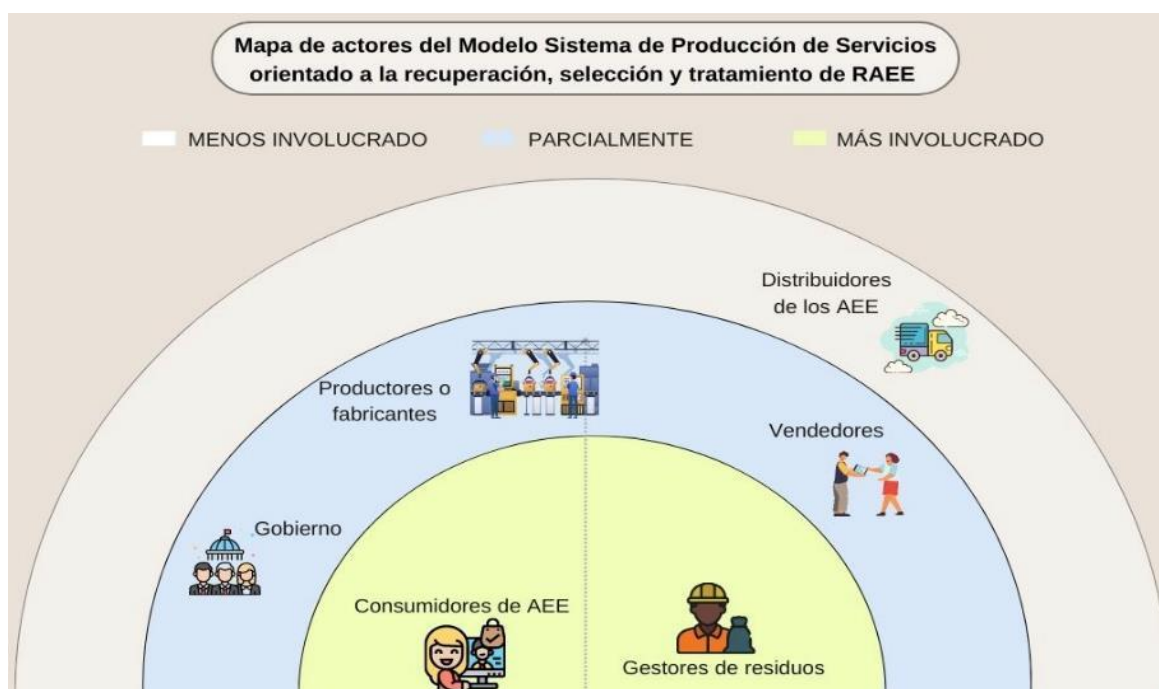


Ilustración 10 Mapa de Actores
Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Análisis PESTEL de los RAEE

- **Factor Político:**
Favorece al desarrollo sustentable mediante la aplicación del sistema de producción de servicios, coadyuvando con las políticas internacionales emitidas por las Naciones

Unidas, a las cuales países como Colombia, Chile, Brasil, España, entre otros se encuentran activamente ayudando al tema de los RAEE.

- **Factor Económico:**

En una economía circular se aprovechan los recursos a su máximo posible, por lo que al diseñar el sistema de recuperación, selección y tratamiento de RAEE se fomenta a este sistema, que va más allá de brindar una solución viable, lo que se busca es erradicar el problema de raíz creando un círculo de reintegración de los recursos para evitar su explotación.

- **Factor Social:**

En México comienza una era donde la sociedad se encuentra más involucrada en lo que respecta al reciclaje y preocupada por la utilización de los recursos naturales, con el fin de sumar un granito de arena a esta nueva perspectiva el sistema pretende una nueva forma de reutilizar los recursos a su máxima capacidad de vida.

- **Factor Tecnológico:**

Se puede innovar creando herramientas que ayuden a la logística de recolección, separación o restauración de los AEE. De igual forma con el conocimiento obtenido se pueden realizar mejoras a la infraestructura de los lugares de recolección.

- **Factor Ecológico:**

Con la disminución del consumo de materias primas se promueve al máximo el aprovechamiento de los recursos naturales y por ende se crea una disminución de contaminantes como PCBs o los gases que agotan la capa de ozono o que afectan al calentamiento global como los clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos (HC) o amoníaco (NH₃).

- **Factor Legal:**

El desarrollo del sistema apoya al cumplimiento de las siguientes Leyes y Normas del país:

- El 4 de febrero del 2021 por consenso, la Cámara de Diputados avaló cambios a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en lo que respecta a incluir el término RAEE en dicha ley, el objetivo es reducir sus efectos perjudiciales al medio ambiente y a la salud, las modificaciones aún no se han emitido, pero definitivamente el presente aporta al cumplimiento de dicha Ley(Cámara de Diputados, 2021).
- NOM-161-SEMARNAT-2011 la cual establece las pautas a seguir para para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y su plan de manejo, es importante mencionar que,

dentro de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los RAEE se clasificaban como de manejo especial.

- Norma Ambiental para el Distrito Federal (NADF-019-AMBT-2018), donde indica los requisitos y especificaciones para el manejo de RAEE.
- Norma Ambiental (NADF-019-AMBT-2018) donde establece que las Secretarías del Medio Ambiente y de Obras y Servicios apoyarán de manera coordinada a las alcaldías con la difusión y promoción de actividades en materia de educación ambiental en lo que respecta los RAEE, con el fin de brindar información para su correcta aplicación y cumplimiento (Cámara de Diputados, 2021).
- Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SE-2021 donde se establece información comercial y sanitaria que debe contener un producto, en específico de los productos reacondicionados en lo que respecta a sus garantías, leyendas y especificaciones (DOF, 2022).

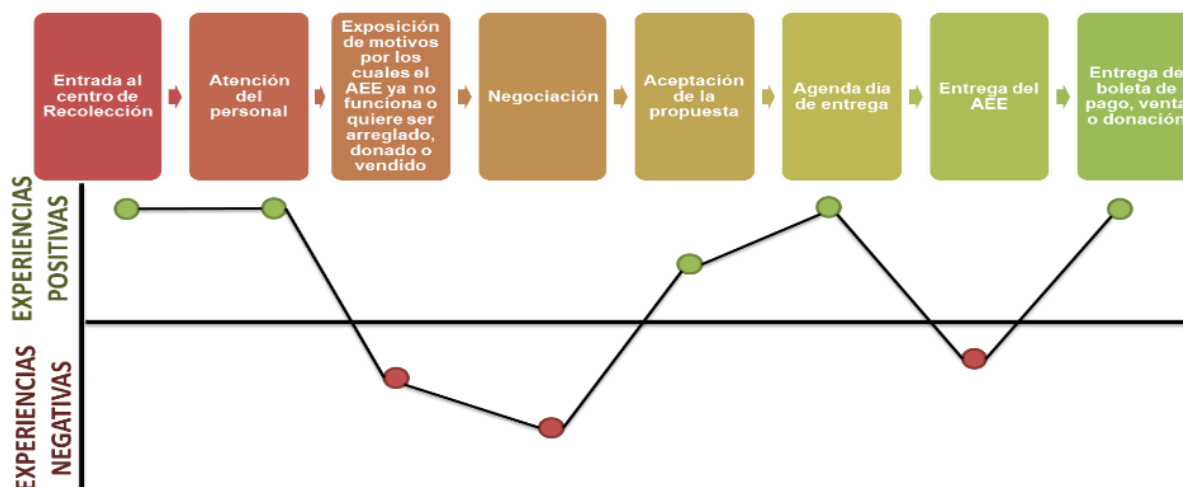


Ilustración 11 Análisis PESTEL
Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Customer Journey Map

Con la finalidad de tener un panorama sobre las actividades y experiencias del usuario principal del modelo del sistema de producción, se realizó el diagrama Customer Journey

Map, que muestra las interacciones del usuario con el sistema y su grado de satisfacción en cada una de ellas.



Esquema 7 Customer Journey Map
Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Diseño de la encuesta para usuarios

La población total de Orizaba, según INEGI 2020b, es de 123,182 personas, las cuales conforman 37,690 hogares, con el fin de delimitar la población solo se tomaron en cuenta aquellas personas que tienen 20 años o más, los cuales según INEGI, 2020b, son aproximadamente 89,334. Derivado de lo anterior se determinó que la población objetivo para la encuesta a usuarios es de personas que tienen 20 años o más que habiten en Orizaba y que en su hogar cuenten con al menos uno de los siguientes aparatos: televisor, estufa, licuadora, refrigerador, plancha y lavadora. La muestra se determinó de 384 personas con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 5%, el tipo de muestreo es un Muestreo aleatorio simple.

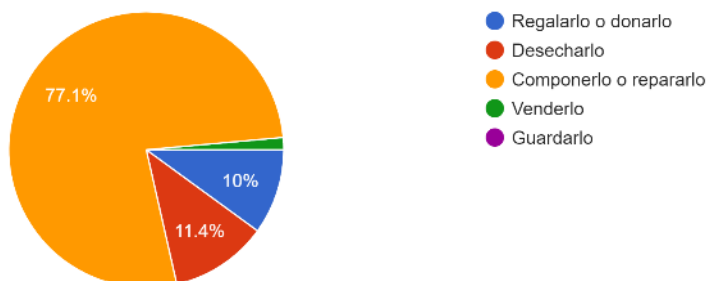
Cabe mencionar que la encuesta fue diseñada con una escala nominal que es de naturaleza cualitativa, ya que lo que se busca es identificar el proceso actual y no evaluarlo. Para validar el índice de confiabilidad para este tipo de encuestas, es recomendable el “alfa ordinal” que es un coeficiente que se utiliza para evaluar la confiabilidad o consistencia interna de las encuestas con variables nominales u ordinales, el cual es el equivalente al “alfa de Cronbach” que es utilizada para las escalas de tipo de razón, ordinales o de intervalo (Espinoza & Novoa-Muñoz, 2018). Por lo que, el alfa ordinal se adapta a las encuestas con respuestas nominales u ordinales. El cálculo del alfa ordinal se basa en la correlación policonómica, que mide la asociación entre los ítems de la encuesta teniendo

en cuenta el orden o jerarquía de las categorías de respuesta, por lo que para ello se calculan los pesos factoriales (Castillo et al., 2022). No existen softwares disponibles actualmente que calculen automáticamente este índice de confiabilidad, pero el autor Domínguez (2012), desarrollo una base de datos que mediante los pesos factoriales calcula automáticamente el alfa ordinal, el resultado del alfa ordinal oscila entre 0 y 1, donde el valor más cercano a 1 indica una mayor consistencia interna de los ítems. Generalmente, se considera que un coeficiente alfa ordinal superior a 0.7 es aceptable. Con base en lo anterior, se calcularon los pesos factoriales en el programa Minitab y posteriormente con la calculadora en Excel se determinó que el índice de confiabilidad de la encuesta realizada fue de 0.81.

La encuesta se encuentra como anexo 1 del presente documento, es relevante mencionar que, con la finalidad de realizar un conteo eficiente y eficaz, se utilizó Google Forms como herramienta de implementación.

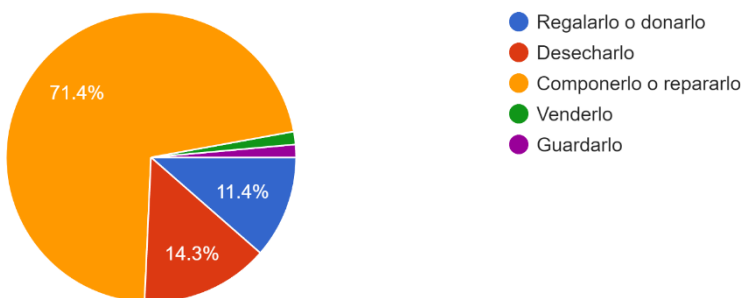
3.1.9.1 Análisis de la información recopilada en la entrevista

Pregunta 1. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), tuviesen una falla, ¿qué realiza con él?



Gráfica 6 Falla de los AEE de intercambio de temperatura y grandes

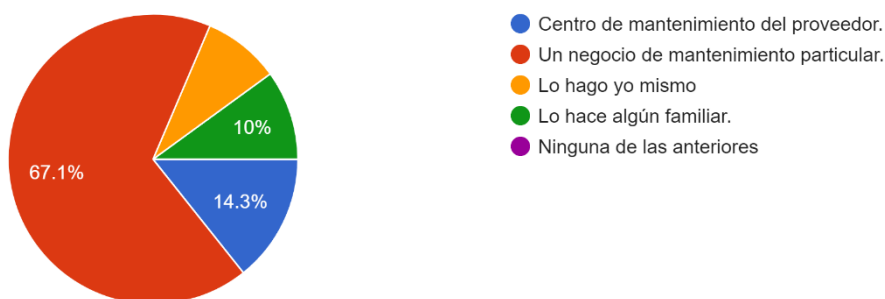
Pregunta 8. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), tuviesen una falla, ¿qué realiza con él?



Gráfica 7 Falla de los AEE pequeños equipos y pantallas

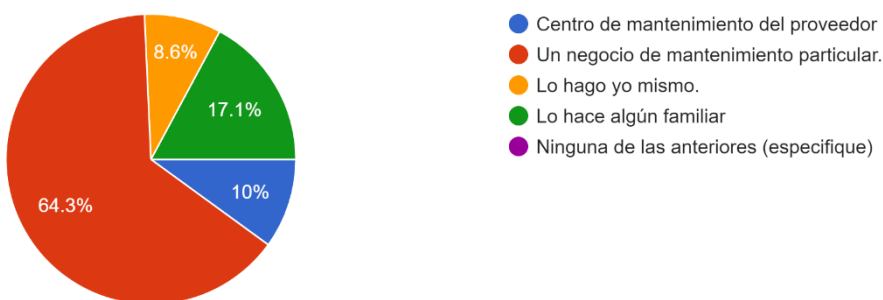
Como se muestra en la gráfica 6 y 7 más del 70% de la población al momento de que sus electrodomésticos tienen una falla, son reparados y entre el 10 y 15% son desechados.

Pregunta 2. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), necesitarán de una reparación o mantenimiento, ¿Quién la realizaría?



Gráfica 8 Reparación o mantenimiento de un AEE de intercambio de temperatura y grandes

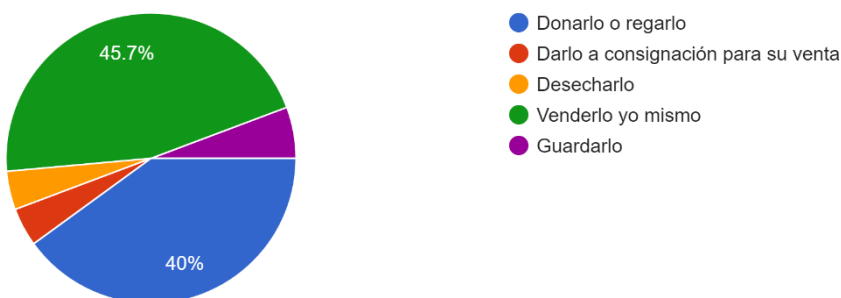
Pregunta 9. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), necesitarán de una reparación o mantenimiento, ¿Quién la realizaría?



Gráfica 9 Reparación o mantenimiento de un AEE pequeños equipos y pantallas

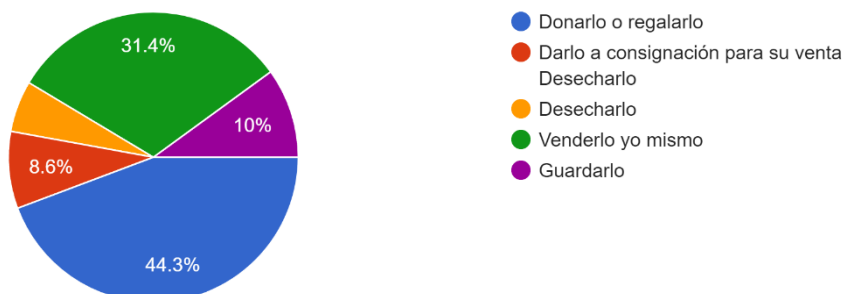
Como se puede apreciar en la gráfica 8 y 9, entre el 64 y 68% llevan sus equipos a un negocio particular para su reparación o mantenimiento.

Pregunta 3. Si compra un nuevo electrodoméstico (estufa, refrigerador o lavadora) y el equipo viejo aún funciona ¿qué realiza con el equipo viejo?



Gráfica 10 Cambio de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos por uno nuevo cuando el equipo aún funciona

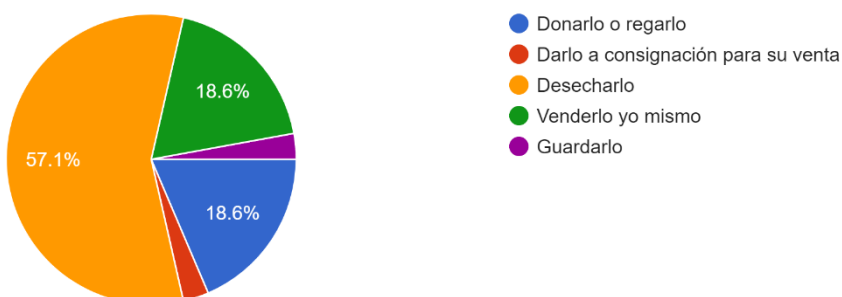
Pregunta 10. Si compra un nuevo electrodoméstico (licuadoras, planchas o televisores) y el equipo viejo aún funciona ¿qué realiza con el equipo viejo?



Gráfica 11 Cambio de AEE de pequeños equipos y pantallas por uno nuevo cuando el equipo aún funciona

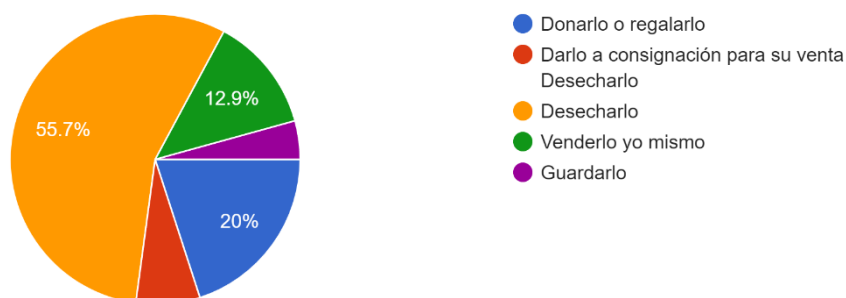
Como se ilustra en la gráfica 10 el 30% de la población al realizar la compra de un nuevo AEE de intercambio de temperatura o equipos grande, vende el equipo viejo, si es que aún funciona, sin ningún intermediario. En cambio, cuando se trata de equipos pequeños o pantallas el 44.3% los regala o dona.

Pregunta 4. Si compra un nuevo electrodoméstico (estufa, refrigerador o lavadora) y el equipo viejo NO funciona ¿qué realiza con el equipo viejo?



Gráfica 12 Cambio de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos por uno nuevo cuando el equipo NO funciona

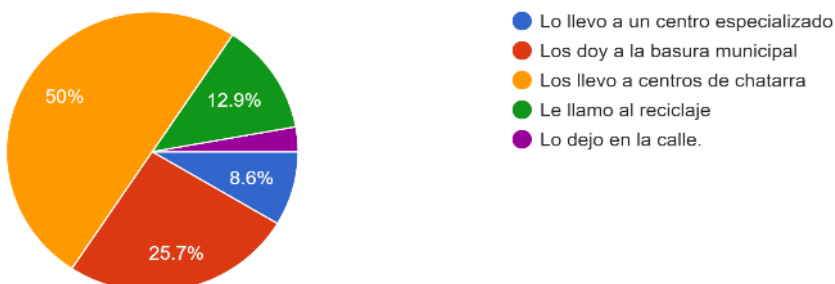
Pregunta 11. Si compra un nuevo electrodoméstico (licuadoras, planchas o televisores) y el equipo viejo NO funciona ¿qué realiza con el equipo viejo?



Gráfica 13 Cambio de AEE de pequeños equipos y pantallas por uno nuevo cuando el equipo NO funciona

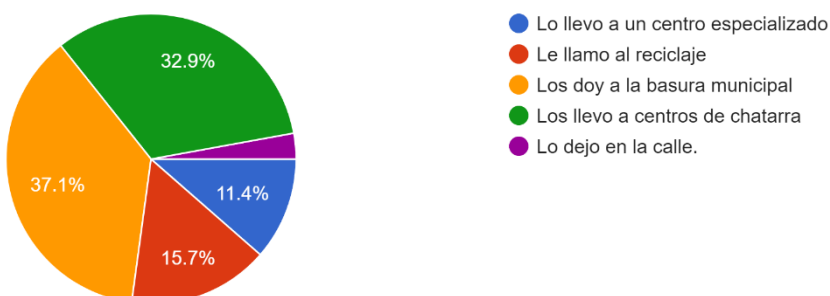
Como se observa en la gráfica 12 y 13, del 55 al 58% de la población, al realizar la compra de un nuevo AEE, si el equipo no funciona, es desechado.

Pregunta 5. En caso de desechar alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 14 Desecho de AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos

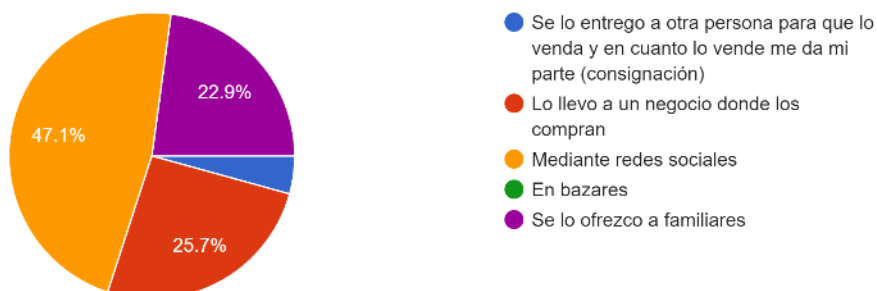
Pregunta 12. En caso de desechar alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 15 Desecho de AEE de pequeños equipos y pantallas

Como se presenta en la gráfica 14, el 50% de la población, al desechar un equipo de intercambio de temperatura o grandes equipos, lo llevan a un centro de chatarra, mientras que, según la gráfica 15, si son equipos pequeños o pantallas, el 32% los da a la basura municipal y el 37.1% los da a un centro de chatarra.

Pregunta 6. En caso de vender alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 16 Venta de los AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos

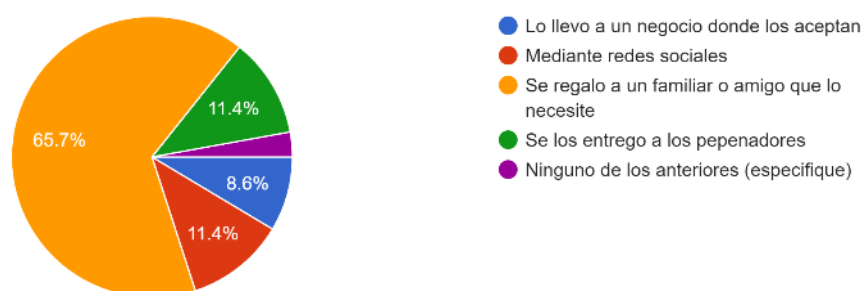
Pregunta 13. En caso de vender alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 17 Venta de los AEE de pequeños equipos y pantallas

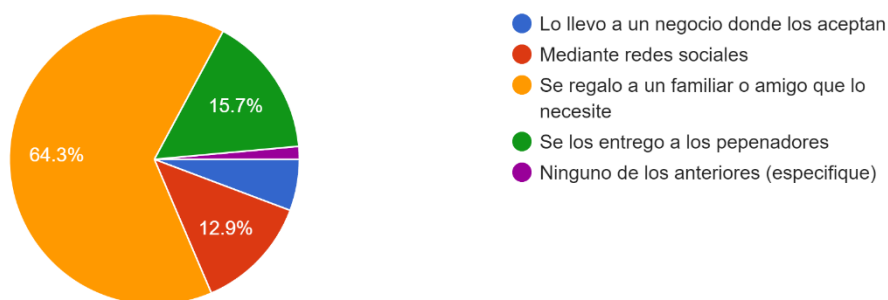
Como se muestra en la gráfica 16 y 17, del 42 al 47% de la población, en caso de vender su AEE, lo realizan en redes sociales.

Pregunta 7. En caso de regalar o donar alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 18 Donación de los AEE de intercambio de temperatura y grandes equipos

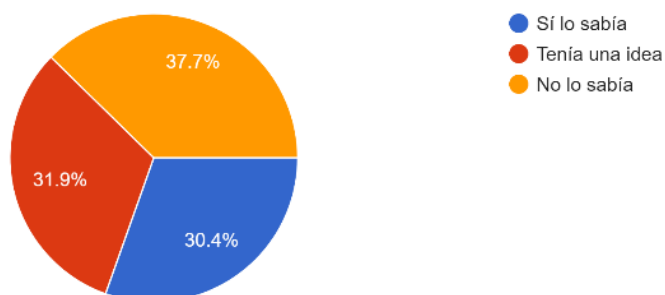
Pregunta 14. En caso de regalar o donar alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora) ¿cómo lo realiza?



Gráfica 19 Donación de los AEE de pequeños equipos y pantallas

Como se puede apreciar en la gráfica 18 y 19, del 64 al 65% de la población cuando quieren regalar o donar un AEE se lo dan a un familiar o amigo, mientras que del 11 al 16% se los entregan a los pepenadores.

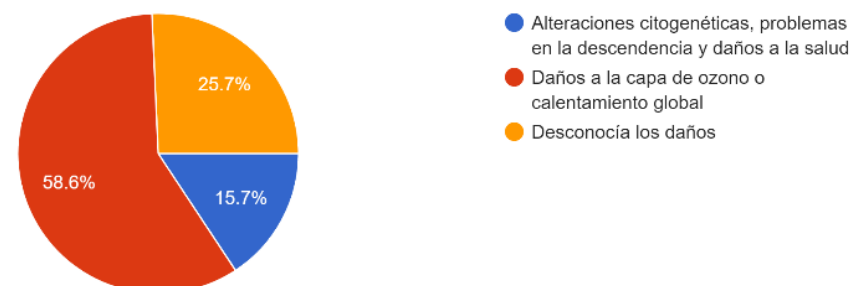
Pregunta 27. ¿Sabe que los desechos de electrodomésticos son denominados RAEE.



Gráfica 20 Efectos dañinos de los RAEE

En Orizaba el 37.7% de la población desconocen que es un RAEE y el 31.9% sí conocía el término, tal como se muestra en la gráfica 20.

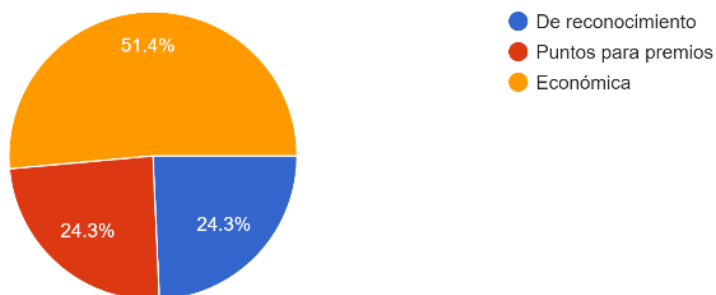
Pregunta 28. ¿Conoce alguno de los siguientes efectos dañinos de los componentes de electrodomésticos electrónicos?



Gráfica 21 Conocimiento de los efectos dañinos de los RAEE

Como se ilustra en la gráfica 21, el daño más conocido de los componentes de los equipos electrodomésticos es el daño a la capa de ozono y el calentamiento global.

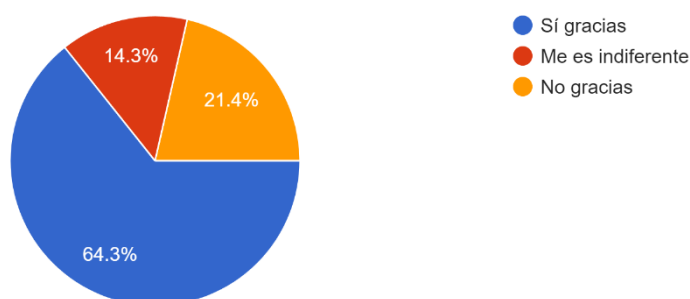
Pregunta 29. Si existiera una campaña para la recolección formal de estos electrodomésticos



Gráfica 22 Incentivos, elaboración propia

Como se observa en la gráfica 22, el incentivo que mayormente motivaría la población a dejar su equipo es el económico con un 51.4%

Pregunta 30. Le gustaría recibir más información al respecto de los RAEE

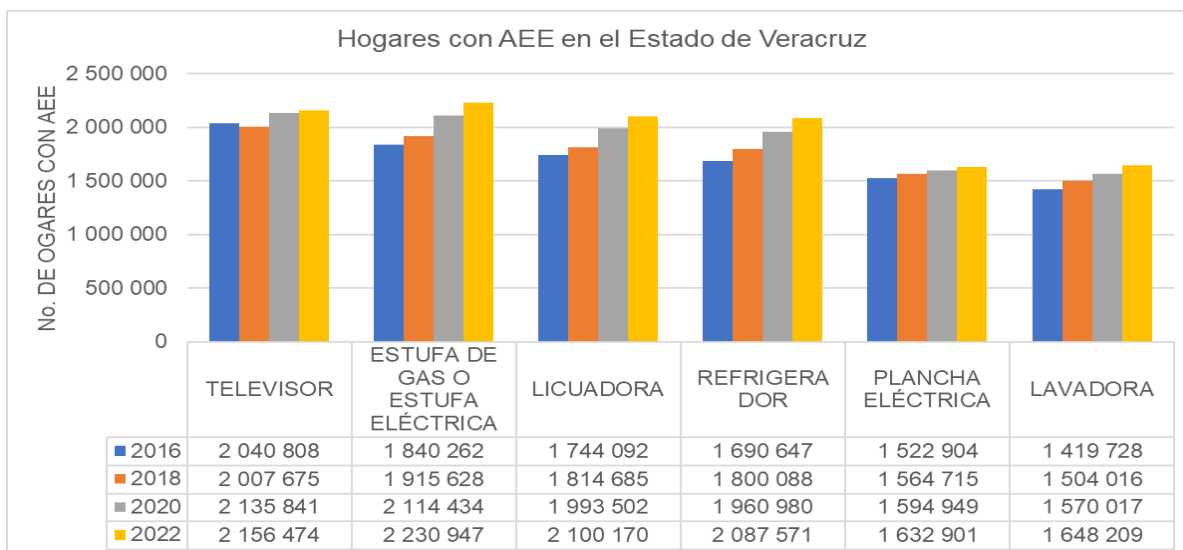


Gráfica 23 Información, elaboración propia

Al 64.3% de la población Orizabeña le agradaría conocer sobre el tema de los RAEE

3.1.10 Definir los tipos, cantidades, ciclos de vida de los RAEE

Con la finalidad de abarcar los electrodomésticos más utilizados en México y específicamente en el estado de Veracruz, de acuerdo con INEGI son los televisores, estufas, licuadoras, refrigeradores, planchas y lavadoras, tal como se muestra en las siguientes estadísticas:

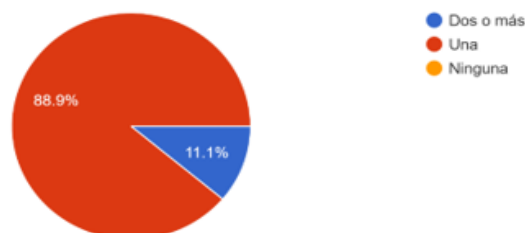


Gráfica 24 Hogares con AEE en el Estado de Veracruz

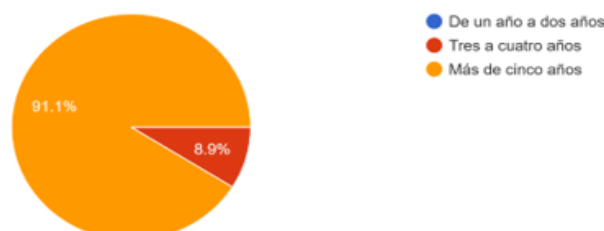
Fuente: (INEGI, 2020, 2018, 2016) la información de 2022 fue estimada mediante una proyección lineal⁶

En el Estado de Veracruz, el número de AEE seleccionados tiende a un alza en su adquisición. Respecto al municipio de Orizaba, según el Censo de Población y Vivienda, realizado por INEGI 2020, existen 37,690 hogares de los cuales el 94.36% cuentan con Televisor, el 91.59% cuentan con refrigerador y el 76.86% cuentan con lavadora.

¿Cuántas estufas tiene en su casa?



Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de estufa



Gráfica 25 Información estufas

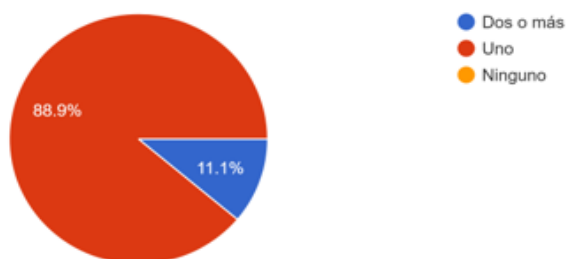
⁶ Se utilizó una proyección lineal debido a que el coeficiente de correlación se determinó en 0.9 para todos casos.

Como se ilustra en la gráfica 25, en Orizaba el 88.9% de la población cuenta con al menos una estufa en su hogar y el ciclo de vida de las estufas es de más de cinco años.

Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de refrigerador



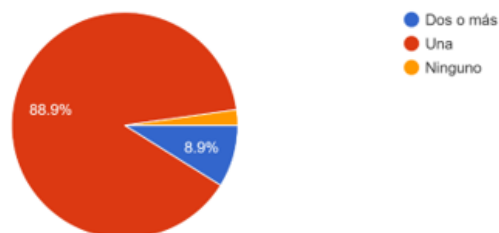
¿Cuántos refrigeradores tiene en su casa?



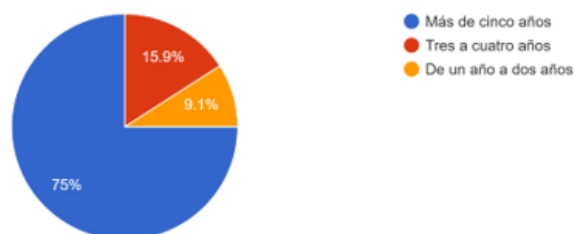
Gráfica 26 Información refrigeradores

En Orizaba el 88.9% de la población cuenta con al menos un refrigerador en su hogar y su ciclo de vida es de más de cinco años, según la gráfica 26..

¿Cuántas lavadoras tiene en su casa?



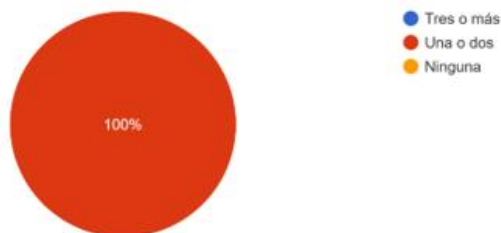
Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de lavadora



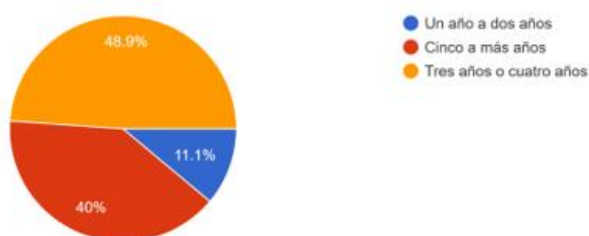
Gráfica 27 Información lavadoras

Como se muestra en la gráfica 27, el 88.9% de la población cuenta con al menos una lavadora en su domicilio y el ciclo de vida del equipo es de más de cinco años.

¿Cuántas licuadoras tiene en su casa?



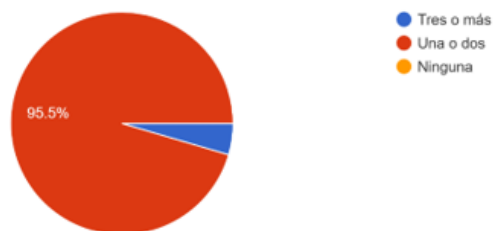
Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de licuadora



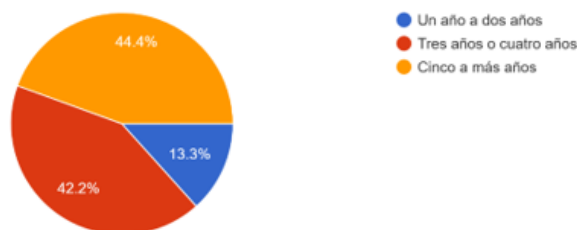
Gráfica 28 Información licuadoras

Como se puede apreciar en la gráfica 28, toda la población Orizabeña cuenta con una licuadora en su casa y su ciclo de vida es de entre los tres y cinco años o más.

¿Cuántas planchas tiene en su casa?



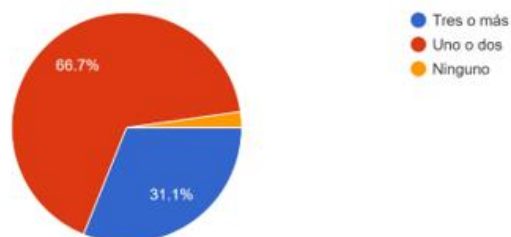
Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de plancha



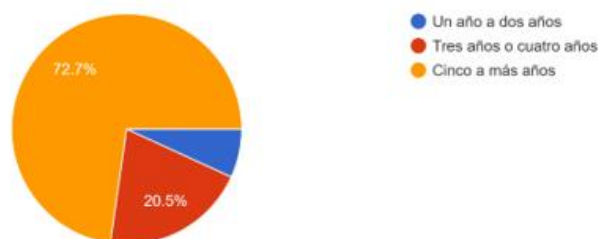
Gráfica 29 Información planchas

Como se ilustra en la gráfica 29, 95.5% de la población cuenta con una o dos planchas en sus hogares y el tiempo de ciclo de vida de las planchas es de tres a cinco años o más.

¿Cuántos televisores tiene en su casa?



Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de televisor



Gráfica 30 Información televisores

En la gráfica 30, se puede observar que 66.7% de la población cuenta con una o dos televisores y el 31.1% tienen tres o más, así como el de ciclo de vida de estos cinco años o más.

3.1.11 Proceso integral para la gestión de RAEE

Con el fin de contar con una base sólida sobre la gestión de residuos se identificó la necesidad de desarrollar un proceso integral que combine principalmente el proceso de producción (cadena de suministros), la logística inversa y las estrategias de economía circular. Al integrar estos tres conceptos, se genera una nueva perspectiva conceptual y teórica que aborda problemas de sostenibilidad y gestión de recursos. Esta innovación fomenta la investigación interdisciplinaria y proporciona una base para el desarrollo de nuevos marcos teóricos. Adicionalmente facilita el diseño y la implementación de prácticas más sostenibles que pueden traducirse en estrategias empresariales que promueven la economía circular y la gestión sostenible de recursos.

El proceso se centró en 7 fases que son: obtención de materias primas, fabricación de piezas y/o componentes, fabricación de AEE, distribución de AEE, comercialización de AEE, consumo del AEE y gestión del RAEE. Dentro de la fase 7 existen cuatro subfases que son: recolección de los RAEE, envío al centro especializado, diagnóstico y clasificación, y finalmente tratamiento. Para incorporar las estrategias de la economía circular, se

deberán emplear las siguientes: acciones: rehusar o rechazar, reducir, rediseñar o repensar, reutilizar o reusar, reparar, restaurar, remanufactura, o reconstruir, readaptar, reciclar y recuperar.

Para respaldar la viabilidad de este proceso, se consultaron diversas perspectivas de autores relevantes en el campo de los cuales su contribución teórica y conceptual fuese sólida y coherente, existieran casos de estudio sobre el tema, tuviesen reconocimiento en la comunidad científica o bien un impacto en el contexto actual.

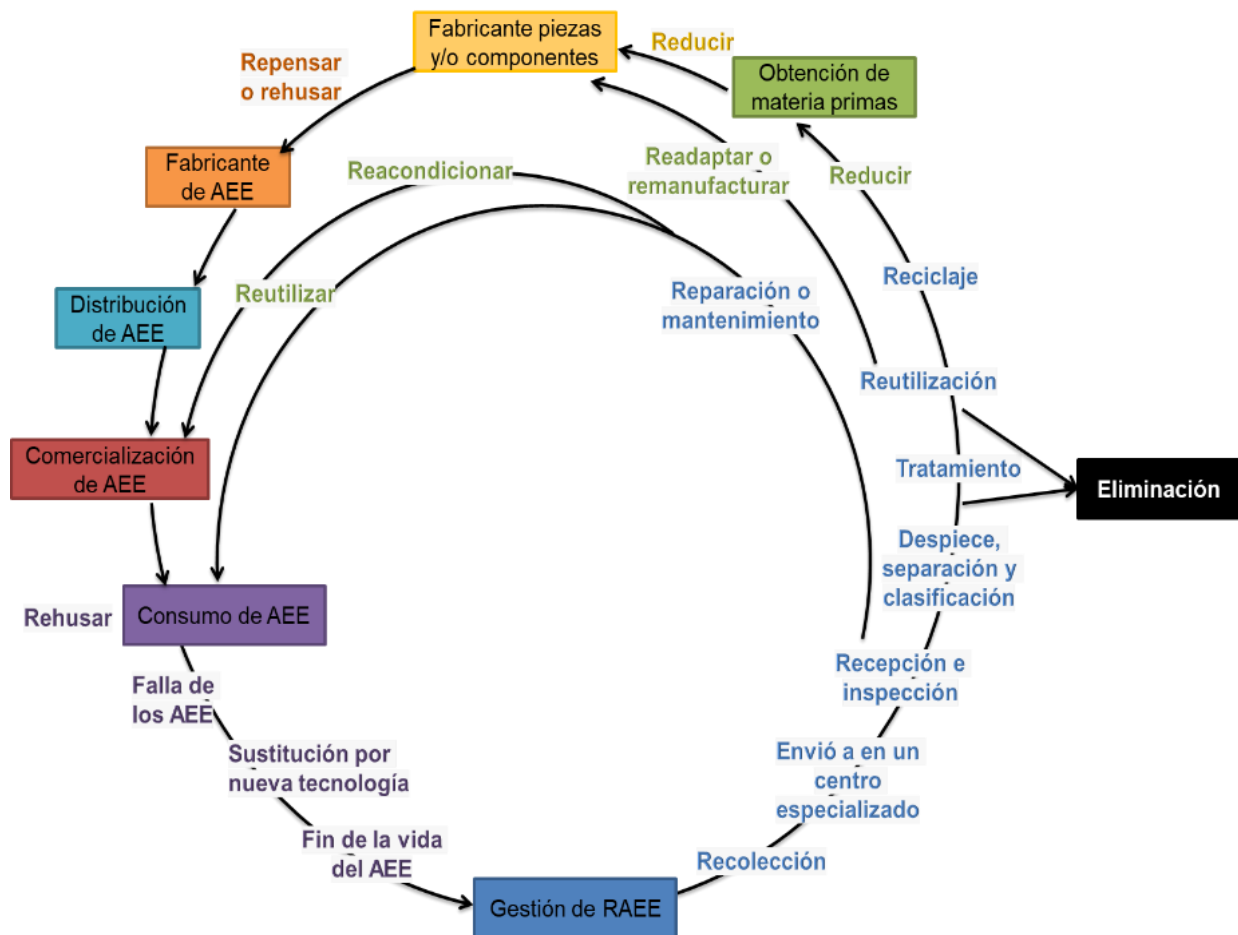
La Tabla 3.3 es un resumen las etapas de los trabajos más destacados que sirvieron como base teórica para la creación del proceso integral para la gestión de RAEE:

Tabla 3.0.3 Análisis de las fases de la logística inversa, diversas fuentes

Etapas persistentes en la logística inversa	Autores								R de economía circular persistentes	Autores									
	(Albaladejo et al., 2021)	(Hortal & Navarro, 2011)	(Rubio et al., 2003)	(Peña et al., 2013)	(ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016)	(Flórez et al., 2012)	(Gómez, 2010)	(Rentero, 2018)		(TRANSEOP, 2023)	(Albaladejo et al., 2021)	(Hortal & Navarro, 2011)	(Rubio et al., 2003)	(Peña et al., 2013)	(ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016)	(IKEA, 2021)	(Naveira, 2023)	(Cramer, 2020)	(Potting et al., 2017)
Materias primas	X	X	X	X	X	X				Reciclaje ¹	X	X	X		X				
										Reutilización				X					
Fabricación materias primas, piezas o componentes										Rehusar								X	
										Reciclaje				X					
	X	X	X	X	X	X		X	X	Remanufactura o refabricación		X	X	X	X				
										Reutilización		X	X		X				
										Reducir							X	X	X
Distribución		X	X	X		X		X	X	Reducir						X			
										Rehusar						X			
										Restauración				X					
										Devoluciones		X	X						
Uso del producto (consumo)										Reutilizar		X	X			X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X		X	X	Reparar o mantener					X		X	X	X
										Remanufactura o refabricación						X		X	X
										Readaptar						X	X	X	X
										Mercados secundarios				X					
Recolección y selección	X				X	X	X	X	X	Recuperar	X					X	X		
										Recuperación de energía	X				X			X	X
Reciclaje ⁷	X							X	X	Reciclaje	X						X		
Tratamiento						X	X			-									
Transporte y almacenamiento						X	X			-									
Retoma Productos						X				Reparar					X				
										Remanufactura r								X	X
										Repropósito o rediseño				X		X		X	X

⁷ Los autores (Albaladejo et al., 2021; Rentero, 2018; TRANSEOP, 2023) consideran que al reciclaje como una etapa de la logística inversa, razón por la cual se colocó en ambos conceptos.

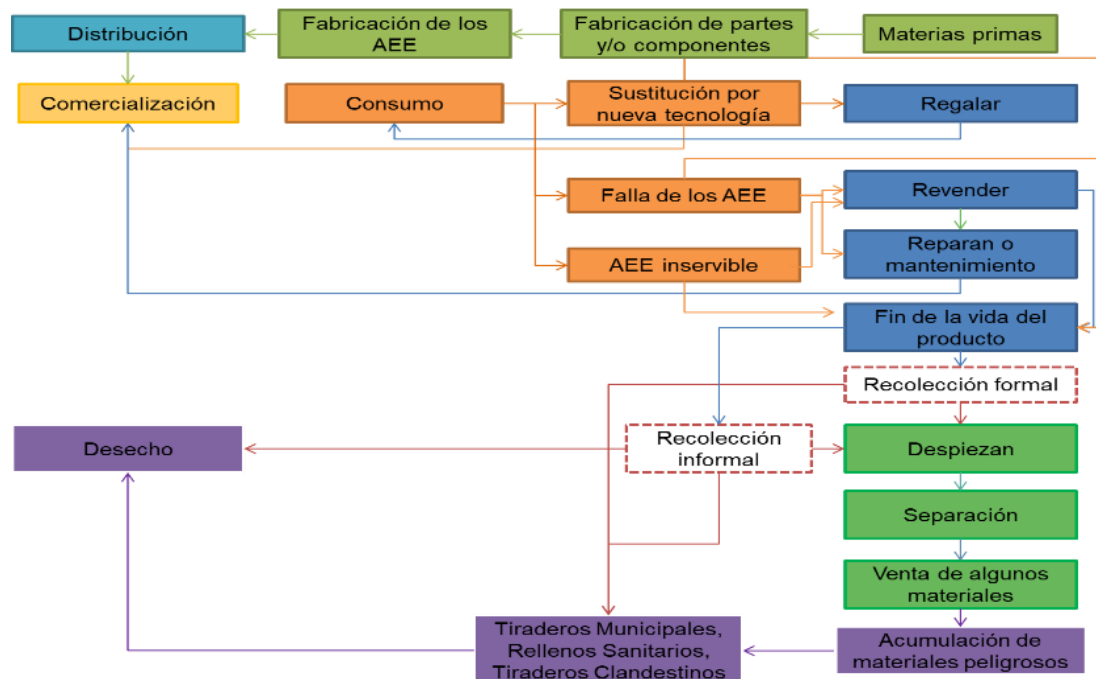
Para el desarrollo del proceso, se priorizó la inclusión de las etapas comunes de los modelos de logística inversa y de todos los principios de la economía circular. Adicionalmente, con relación a la cadena de suministro, se emplearon las fases del proceso de producción como punto de partida, las cuales se ajustaron según las necesidades y particularidades del proceso integral. Se realizaron adaptaciones específicas en función de los conceptos incorporados a cada fase o subfase. Este enfoque permitió crear una versión personalizada y contextualizada que garantiza la consistencia y eficacia del proceso de gestión para RAEE. El proceso propuesto se muestra a continuación:



Esquema 8 Modelo de logística que se implementará en Orizaba
Fuente: Elaboración propia

3.1.12 Sistema actual de los RAEE

De acuerdo con la parte documental y muestral, se determinó que el proceso actual de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Orizaba es el siguiente:



Esquema 9 Sistema actual de la Gestión de RAEE

Fuente: Elaboración propia

3.2 Definir alternativas, variables cuantitativas y cualitativas

3.2.1 Determinar problemas, puntos de mejora

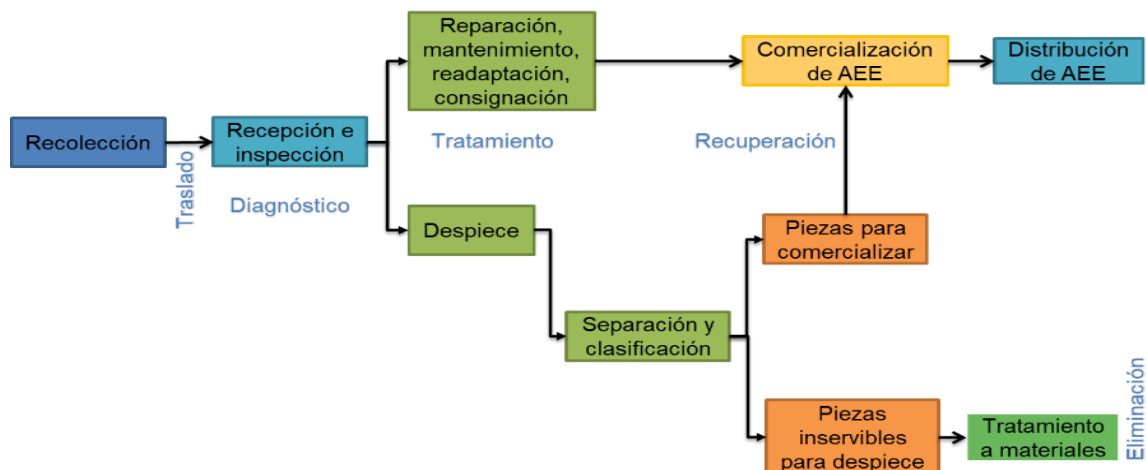
Existen puntos críticos en el proceso, el primero de ellos surge después de la “sustitución por una nueva tecnología” cuando el propio consumidor comercializa o regala a un familiar o amigo su AEE, sin que dicho aparato sea diagnosticado por un profesional que avale que realmente el aparato se encuentra en óptimas condiciones para ser comercializado o consumido. El segundo punto crítico es cuando falla un AEE y el mismo usuario revende el aparato inservible sin tener en cuenta normas de desecho o bien revenderlo a recolectores informales fomentando la economía informal y el uso inadecuado de los residuos que se generan de los AEE; de igual forma cuando un AEE falla puede ser reparado por el propio usuario, lo cual pone en riesgo su salud, o bien reparado por un particular formal o informal, sin aval de que el AEE tenga una vida útil óptima de al menos 90 días, que es el tiempo mínimo por ley de los AEE reacondicionados en el mercado (DOF, 2022; Procuraduría Federal del Consumidor, 2021). El tercer punto crítico es que los mismos usuarios vendan

el AEE inservible para la reutilización de sus piezas, en el mejor escenario se lo venderán a un recolector formal pero gran parte de los usuarios los revenden a recolectores informales que son ayudados por niños, adolescentes o mujeres embarazadas, las cuales no tienen los cuidados, conocimientos adecuados, mal manejo de los residuos o materiales peligrosos, lo cual nuevamente pone en riesgo la salud de dichos niños, adolescentes o mujeres. El cuarto punto crítico es que al no existir un intermediario que se encargue de los AEE, estos pueden ir a una recolección informal que como ya se mencionó tiene efectos dañinos a la salud, al medio ambiente ya que puede llegar a tiraderos clandestinos, a tiraderos municipales o rellenos sanitarios, a pesar de que estos últimos se encuentran normados, la cantidad de basura que llega a ellos hace que exista el riesgo de accidentes y desastres por explosiones debido a la acumulación del gas metano, toxinas y los gases de efecto invernadero, que van directamente al medio ambiente.

Por lo anteriormente expuestos es de vital importancia crear un diseño de un sistema donde se realice de forma adecuada la gestión de los RAEE.

3.2.2 Esquema simple del proceso de diseño del servicio

El fin de la creación del servicio es fomentar un cambio local con mira a una sociedad respetuosa del medio ambiente, ofreciendo una forma segura, cómoda y viable en la gestión del manejo de RAEE, la gestión contempla la recolección, traslado, recepción e inspección de un aparato eléctrico o electrónico, diagnóstico del AEE, tratamiento y recuperación del aparato completo o de los materiales, así como la eliminación de los residuos, el diseño se muestra de forma concreta en el siguiente diagrama:



Esquema 10 Servicio de orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE en Orizaba
Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Variables cuantitativas, cualitativas y preceptos

En el marco de este estudio, se considerarán las siguientes variables cuantitativas: la demanda del servicio, la demanda por tipo de tratamiento, la cantidad de RAEE generadas, el costo de implementación de un nuevo sistema de gestión, la cantidad de materiales reciclados y el número de empleos generados. Estas variables desempeñarán un papel fundamental en la realización de análisis cuantitativos y en la evaluación de los aspectos económicos, técnicos y ambientales del proyecto.

Por otro lado, se explorarán variables cualitativas que incluyen la percepción de los usuarios sobre la eficacia de un sistema de gestión, la aceptación de nuevas prácticas por parte de la comunidad, así como el impacto social y cultural derivado de las iniciativas de gestión de RAEE, entre otras. Estas variables se emplearán para comprender aspectos subjetivos y sociales relacionados con el problema, arrojando luz sobre la dimensión humana y cultural de la gestión de RAEE.

A continuación, se presentan datos duros de las variables que se emplearán dentro de la simulación, es relevante señalar que algunas estas cifras fueron estimadas a partir de los resultados obtenidos en la encuesta.

- Años de rotación: Según las respuestas de las preguntas 15, 17, 19, 21, 23 y 25 el tiempo para el cambio de un equipo grande como estufas, lavadoras y refrigeradores es más de 5 años Para los equipos pequeños como licuadoras, y pantallas va de tres a cinco años, según las respuestas a las preguntas 16, 18, 20, 22, 24 y 26.
- Número de equipos por hogar: Todos cuentan con al menos un refrigerador, una estufa, una lavadora, un refrigerador, una licuadora, una plancha y una televisión, dando como resultado que cada hogar Orizabeño tiene por los menos los 6 equipos propuestos para el diseño de este modelo.
- Hogares en Orizaba: El número de hogares en Orizaba según INEGI 2020 son 37,690.
- Total de equipos en Orizaba: Para estimar el total de equipos colocados en la Ciudad de Orizaba se multiplicó el número de hogares por el número de equipos, en la afirmación de que todos los hogares cuentan con los seis equipos propuestos. A continuación, se muestra la fórmula para la estimación de equipos colocados:

$$\text{Total de equipos colocados} = \text{No hogares} * \text{No eq. x hogar} = 37,690 * 6 = 226,140$$

Ecuación 2 Total de equipos por hogar

- Tasa de desecho: Para estimar la tasa de desecho se promedió el porcentaje de respuesta de las preguntas donde los usuarios señalaron que desechaban el equipo, ya sea que funcionará o no, o debido a alguna falla. A continuación, se presenta una tabla resumen de las respuestas a las preguntas 1, 3, 4, 8, 10 y 11:

Tabla 3.0.4 Análisis para la tasa de desecho.

Fuente: Elaboración propia

¿Qué hace con su equipo cuando...	Respuestas	% de respuestas para aparatos de intercambio de temperatura y/o grandes	% de respuestas para aparatos pequeños y/o pantallas	Promedio de respuesta
Falla	Desecharlo	11%	14%	13%
Cambia el equipo, pero este funciona	Desecharlo	4.30%	8.60%	6.45%
Cambia por que el equipo no funciona	Desecharlo	57.10%	55.70%	56.40%
Tasa de desecho en Orizaba				25.23%

La fórmula utilizada para determinar la tasa de desechos es la siguiente:

$$Tasa\ de\ desecho = \frac{\sum \% desecho\ de\ equipos\ que\ funcionan,\ no\ funcionan\ o\ fallan}{13 + 6.45 + 56.40} = 25.23\%$$

Ecuación 3 Total de equipos por hogar

- Total de equipos desechados: Para el total de equipo desechados, multiplicaremos el total de equipos colocados por la tasa de desecho como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Total\ de\ equipos\ desechados = Total\ de\ equipos\ colocados * Tasa\ de\ desecho \\ = 226,140 * 25.23 = 57,062.66 \approx 57,063$$

Ecuación 4 Total de equipos desechados

El total de equipos desechados son 57,063, debido a que se redondeó la cantidad al entero inmediato superior ya que no puede haber equipos en particiones.

- Estimación del total los equipos desechados por año: Es importante mencionar que la estimación del desecho va desde 1 a 5 años, ya que como se mencionó anteriormente los usuarios desechan sus equipos en el periodo mencionado, por lo que para estimar el desecho anual se dividió el total de equipos desechados entre el 5.

$$\text{Equipos desechados por año} = \frac{\text{Total de equipos desechados}}{5} = \frac{57,063}{5} = 11,412.6$$

$$\approx 11,413$$

Ecuación 5 Total de equipos desechados

El estimado de desechos anual de los RAEE fue de 11,413 equipos.

- Demanda por año: Para estimar la demanda anual del servicio, teniendo como base que el nicho de mercado son aquellos aparatos que requieren de algún mantenimiento, reparación, venta, desecho o donación y que para realizar esta actividad el usuario acudía a un tercero, se tomaron en consideración los promedios de porcentajes de respuesta de las preguntas 2, 5, 6, 7, 9, 12, 13 y 14, dando como resultado un 36.25%, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3.0.5 Análisis para la demanda.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de tratamiento actual	Respuestas	% de respuestas para aparatos de intercambio de temperatura y/o grandes	% de respuestas para aparatos pequeños y/o pantallas	Promedio de respuesta
Mantenimiento /reparación	Negocio	67%	64%	66%
	Centro mantenimiento	14%	10%	12%
	Promedio de las respuestas de interés para el servicio			78%
Venta	Lo llevo a un local	26%	31%	29%
	Consignación	4%	4%	4%
	En bazares	0%	1%	1%
	Promedio de las respuestas de interés para el servicio			34%
Desecho	Reciclaje	13%	16%	14%
	Centro especializado	9%	11%	10%
	Promedio de las respuestas de interés para el servicio			24%
Donar	Negocio donde se aceptan	9%	6%	7%
	Ninguno	3%	1%	2%
	Promedio de las respuestas de interés para el servicio			9%
Porcentaje promedio de la demanda				36.25%

Posteriormente solo se aplicó ese porcentaje sobre el total de equipos desechados, tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda por año} = \text{Equipos desechados por año} * \% \text{ de nicho de mercado}$$

$$= 11413 * 36.25\% = 4137.04 \approx 4,137$$

Ecuación 6 Demanda del servicio por año

El número estimado de equipos por año son 4,137 equipos, tomando en consideración que no se pueden tomar decimales, por lo que se redondeó al entero inmediato inferior.

- Demanda por día: para la demanda diaria, se dividió el número estimado de equipos por año entre los 365 días que tiene el año, lo anterior se plasma en la siguiente ecuación:

$$\text{Demanda por día} = \frac{4,137}{365} = 11.33 \approx 12 \text{ equipos por día}$$

Ecuación 7 Demanda del servicio por día

La demanda diaria estimada para el sistema de producción sería de 12 equipos diarios.

- Demanda por tipo de tratamiento: Para definir la demanda por tipo de tratamiento se utilizó nivel socioeconómico de la zona y a cada extracto se le colocó el tipo de tratamiento, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.0.6 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico

Fuente: Elaboración propia

Nivel Socioeconómico	100,000 y más habitantes*	Tratamiento de acuerdo con el tipo de cliente
A/B	9.80%	Donación
C+	14.90%	Donación/Consignación
C	17.20%	Consignación/mantenimiento
C-	17.50%	Mantenimiento/ Reparación
D+	15.40%	Reparación/ Despiece
D	20.20%	Reparación/ Despiece
E	5.00%	Despiece

Una vez delimitado el tipo de tratamiento por nivel socioeconómico se promedió con las respuestas de las preguntas 1, 3, 4, 8, 10 y 11, en las cuales el usuario indica el tipo de tratamiento que sigue, derivado de lo anterior se obtuvieron los siguientes porcentajes para cada tipo de mantenimiento, tal como se muestran en la tabla 3.7:

Tabla 3.0.7 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico

Fuente: Elaboración propia con información de (AMAI, 2023)

Tipo de tratamiento	% por nivel socioeconómico	% de respuestas	Promedio de respuesta	% final
Mantenimiento/Reparación	43.90%	24.75%	34.3%	34%
Donarlo	17.25%	42.62%	29.9%	30%
Desecharlo	22.80%	29.75%	26.3%	26%
Consignación	16.05%	2.87%	9.5%	10%

Dichos datos fueron utilizados para determinar los porcentajes de acuerdo con el tipo de tratamiento que el servicio utilizaría, los cuales se visualizan en la tabla siguiente:

Tabla 3.0.8 Tipo de tratamiento de acuerdo con el nivel socioeconómico

Fuente: Elaboración propia

Tipo de tratamiento	% por tratamiento demanda
Venta derivada de una donación	30.0%
Venta derivado de la consignación	10.0%
Mantenimiento	17.0%
Reparación	17.0%
Despiece total	15.6%
Despiece por pieza	10.4%
Total	100.0%

Cabe hacer mención que lo que los usuarios consideran desecho para el sistema es considerado un despiece, con el fin de recuperar el componentes o piezas y estos sean reutilizados.

- **Tiempos por procesos:** Los tiempos del proceso fueron determinados con base en una entrevista realizada a una persona especialista en el tema, en el anexo 2 se encuentran las preguntas realizadas y la evidencia fotográfica. Los datos se observan en las tablas 3.9 y 3.10 siguiente:

Tabla 3.0.9 Tiempos para el tipo de tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Tiempo de recolección	Tiempo de diagnóstico	Tiempo de despiece	Tiempo de reparación, mantenimiento o reacondicionar (horas)
Lavadoras	35	1 a 2 hrs	3 a 4 hrs	4
Estufas	35	20 a 30 min	2 a 3 hrs	4
Licuadoras	0	15 a 20 min	30 min a 1 hr	2
Televisión	0	1 a 2 hrs	1 a 2 hrs	3
Refrigeradores	35	30 a 40 min	5 a 6 hrs	4
Planchas	0	15 a 20 min	30 a 1 hr	2

- **Determinación de los materiales por tipo de AEE y sus porcentajes:** Para la selección de los materiales, se recurrió a diversas fuentes bibliográficas, y se calculó el porcentaje de cada material considerando su peso estimado como referencia, dando como resultado la tabla 3.10:

Tabla 3.0.10 Materiales por tipo de AEE de intercambio de temperatura y grandes

Fuente: (Cienciasfera, n.d.; Ministerio de Ambiente Colombia, 2010; Portal de arquitectura Arqhys.com., 2018; Redhogar, n.d.; Tecnoworld, n.d.-b, n.d.-a, 2021)

Equipo	Lavadora			Estufas			Refrigerador		
Peso estimado	65.72			52			100		
Material	Contiene	kilos	% Aproximado	Contiene	kilos	% aproximado	Contiene	kilos	% aproximado
Aceites	x	0.01	0.02%				x	0.66	0.7%
Acero				x	2.6	5.0%			
Acero Inoxidable	x	13.14	20%	x	6	11.5%			
Aleación de metal	x	13.80	21%						
Aluminio	x	6.57	10%	x	10.6	20.4%	x	2.70	2.7%
Bronce	x	1.97	3%						
Clorofluorocarbonados							x	17.29	17.3%
Cobre	x	6.57	10%	x	2.8	5.4%	x	11.07	11.1%
Condensadores	x	0.33	1%	x	4	8%			
Espuma de Polietileno				x	1.92	3.7%			
Materiales ferrosos	x	6.57	10%	x	13.6	26.2%	x	43.47	43.5%
Hule	x	3.29	5%	x	0.4	0.8%			
Latón	x	1.97	3%						
Mercurio				x	0.4	0.8%			
Poliestireno (PS)							x	13.36	13.4%
Plástico (todo tipo)	x	11.50	18%	x	8.08	15.5%	x	4.25	4.3%
Vidrio							x	2.11	2.1%
Cristal templado				x	1.6	3%			
Otros							x	5.19	5.2%
Total		65.73	100.0%		52	100%		100.10	100%

Tabla 3.0.11 Materiales por tipo de AEE pequeños equipos y pantallas

Fuente: (EcuRed, n.d.; Equipo de Redacción Partesdel.com., 2017; Ministerio de Ambiente Colombia, 2010; VistaLED, n.d.)

Equipo	Televisores			Planchas			Licudadoras		
Peso	15			0.8			1.7		
Material	Contiene	kilos	% Aproximado	Contiene	kilos	% aproximado	Contiene	kilos	% aproximado
Acero Inoxidable				x	0.08	10%	x	0.09	5.00%
Aluminio	x	0.15	1.01%	x	0.24	30%			

Equipo	Televisores			Planchas			Licadoras		
Peso	15			0.8			1.7		
Material	Contiene	kilos	% Aproximado	Contiene	kilos	% aproximado	Contiene	kilos	% aproximado
Azufre							x	0.002	0.09%
Carbón							x	0.02	1.00%
Cobre	x	0.33	2.23%	x	0.08	10%	x	0.17	10.00%
Cromo							x	0.02	1.00%
Estaño	x	0.01	0.04%				x	0.001	0.05%
Fosforo							x	0.02	1.00%
Manganeso							x	0.02	1.00%
Materiales ferrosos	x	2.97	19.81%						
Hule							x	0.03	2.00%
Niquel							x	0.001	0.05%
Material magnético	x	0.09	0.60%				x	0.23	13.81%
Poliestireno (PS)	x	1.79	11.90%						
Plástico (todo tipo)	x	1.01	6.71%				x	0.43	25.00%
Plomo	x	0.01	0.04%						
Porcelana							x	0.02	1.00%
Silicio									
Vidrio	x	8.57	57.14%				x	0.66	39.00%
Plástico alta temperatura				x	0.24	30%			
Otros	x	0.08	0.56%						
Total		15.01	100.0%	0.0%	0.64	80.0%	0.0%	1.70	100.00%

Con la finalidad de diseñar el modelo basado en las variables cualitativas definidas se crearon preceptos que orienten a los clientes a utilizar el servicio. Estos fueron los siguientes:

- Eficiencia: Brindar una recolección de forma oportuna, un diagnóstico rápido y al menor costo.
- Confianza: Brindar plena certeza de que el diagnóstico del AEE es preciso y mantener informado a al cliente sobre ello.
- Integridad: De no hay dolo ni mala fé al momento de dar el diagnóstico, ni de ofrecer un intercambio por el AEE.
- Comodidad: Que el usuario con solo una llamada pueda solicitar la recolección de su AEE.
- Responsabilidad ambiental: Al poner en práctica la recolección, reparación, reacondicionamiento, reciclaje, reutilización, reconstrucción o readaptación de los AEE o sus piezas con el fin de alargar su vida útil o reintegrar sus componentes o materiales al proceso productivo, aplicando la logística inversa fomentando la economía circular.
- Responsabilidad social: Contribuyendo a la mejora de la calidad de vida, mediante los factores económico y ambiental, con el fin de propiciar un cambio cultural.

3.2.4 Modelo CANVAS para el Servicio orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE

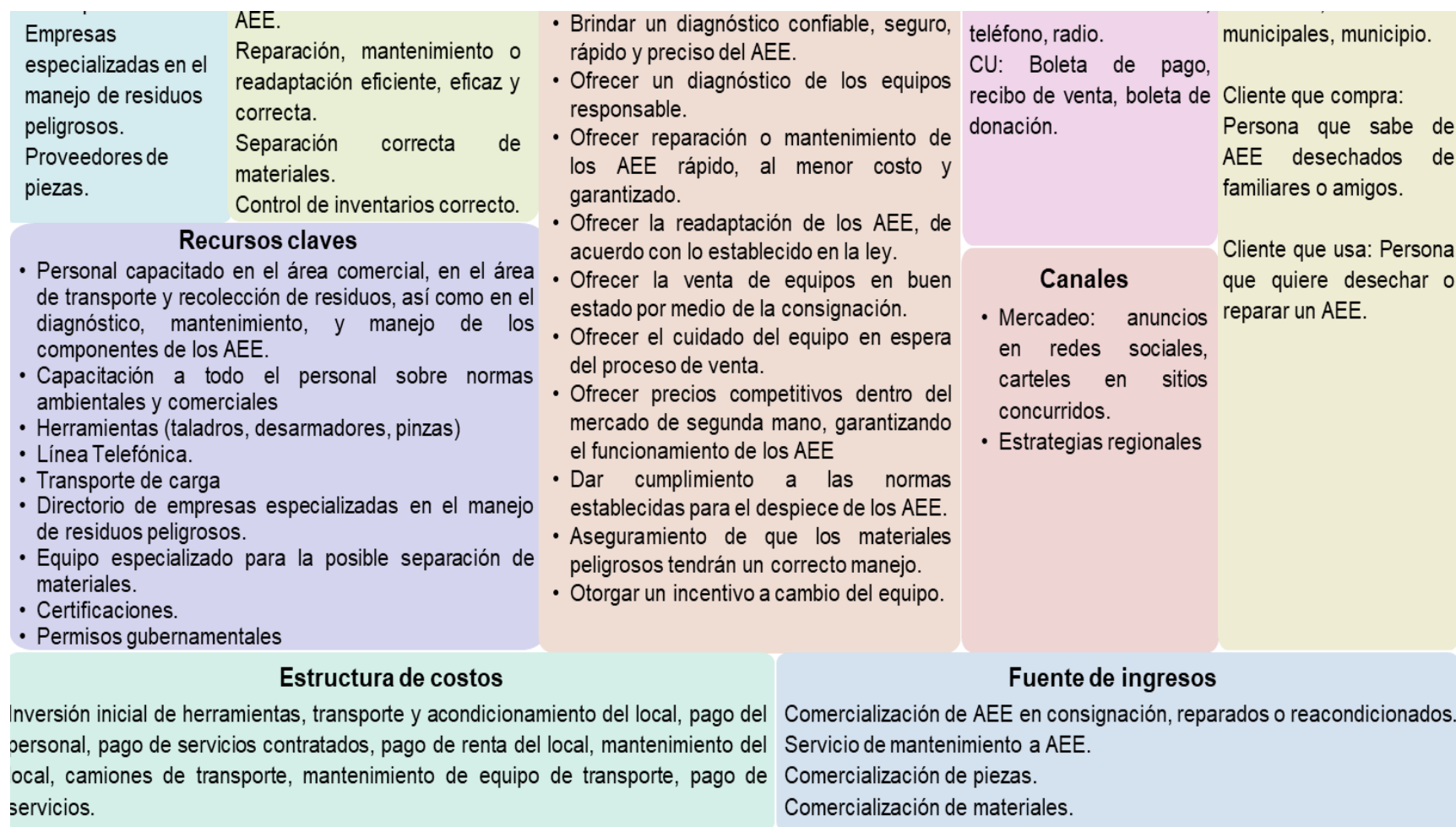


Ilustración 12 CANVAS del Servicio orientado a la recuperación, selección y tratamiento de RAEE

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Validación de los preceptos

Para la validación de los preceptos, se utilizó la tabla 3.8, donde se identificaron los preceptos que se encuentran cubiertos en el diseño del modelo:

Tabla 3.0.12 Validación de los preceptos
Fuente: Elaboración propia

Precepto	Propuesta de valor	Relación con el cliente	Canales	Actividades	Recursos	Alianzas
Eficiencia	X	X	X	X	X	X
Confianza	X	X	X	X	X	X
Integridad	X	X		X	X	
Comodidad	X	X	X	X	X	X
Responsabilidad	X	X		X	X	

3.2.6 Procesos directos (Front Office) y Procesos indirectos (Back Office)

El sistema de producción de servicios comienza desde el contacto con el cliente, en donde se establece el intercambio de información con la finalidad de comprender las necesidades y requerimientos del cliente acerca de su AEE. Esta etapa es crucial para establecer una relación sólida en donde el cliente tenga certeza de que el servicio a contratar será eficiente, confiable, seguro y cómodo.

Una vez establecido el contacto, el cliente acepta la recolección del AEE, este punto es clave para el proceso de producción del servicio ya que se requiere el equipo para llevar a cabo las siguientes etapas, por lo que la recolección debe ser rápida, segura y fácil para el cliente, por lo que un punto esencial en esta etapa es el correcto llenado de la lista de verificación del personal que reciba el equipo y con ello dar paso a la etapa del diagnóstico.

En la fase del diagnóstico se analizará y evaluará detalladamente el estado del AEE, para determinar en qué situación se encuentra y poder brindar un tratamiento adecuado en costo y tiempo.

Una vez realizado el diagnóstico se determina el tipo de tratamiento del AEE, siempre tomando en cuenta la decisión inicial del cliente y realizando las recomendaciones necesarias para la optimización de tiempos y costos, es importante resaltar que el tratamiento tiene el objetivo de alargar la vida útil tanto del equipo como de sus componentes o materiales.

Si el tratamiento del AEE es un despiece completo del AEE, es importante separar y clasificar los tipos de materiales de acuerdo con lo siguiente:

- Materiales peligrosos como mercurio, cromo, plomo, cadmio y fósforo, arsénico y antimonio.
- Fluidos como refrigerantes, aceites y otros.
- Tipos de plástico, vidrio, metales de hierro, metales no férreos.
- Metales estratégicos como son el litio, el galio, el estaño, el tántalo o indio.
- Pilas en contenedores especiales.

Cada tipo de material debe ser resguardo en contenedores que seguirán las normas y cantidades establecidas por aliados estratégicos.

Finalmente, en caso de que el tratamiento del AEE sea mantenimiento, reparación, consignación se desarrolla un proceso comercial en donde existe nace el proceso de compra y venta y la entrega de un equipo seminuevo. Para mayor referencia, se anexa el diagrama del front y back office el anexo 3 del presente documento.

3.2.7 Certificaciones y cursos requeridas

Algunas certificaciones son:

- Certificados por General Electric como proveedor de residuos peligrosos.
- Gestión integral de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- Curso de Gestión Integral de RAEE: Este curso está dirigido a profesionales y técnicos involucrados en la gestión de RAEE. Proporciona conocimientos sobre la normativa vigente, buenas prácticas, procesos de recolección, tratamiento y disposición final de los RAEE (MCG MÉXICO, n.d.).
- Curso de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs): Pretende familiarizar al alumno con el mundo de la gestión de este tipo de residuos. Se aprenderá a clasificar y caracterizar los diferentes tipos de RAEEs en función de su naturaleza y procedencia, además de las obligaciones y deberes de cada uno de los agentes que intervienen en dicha gestión (ISM, 2023).
- Certificación de organizaciones gestoras de RAEE: Esta certificación está diseñada para organizaciones que realizan actividades tanto de logística como de almacenamiento, tratamiento y descontaminación de RAEE, se pueden certificar en

una sola auditoria y obtiene dos certificados con el correspondiente nivel en cada uno de ellos (ICONTEC, 2023).

3.2.8 Permisos

- SEMARNAT
- SCT
- NRA
- Autorización para la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- CAAT
- Seguro Daños Ecológicos

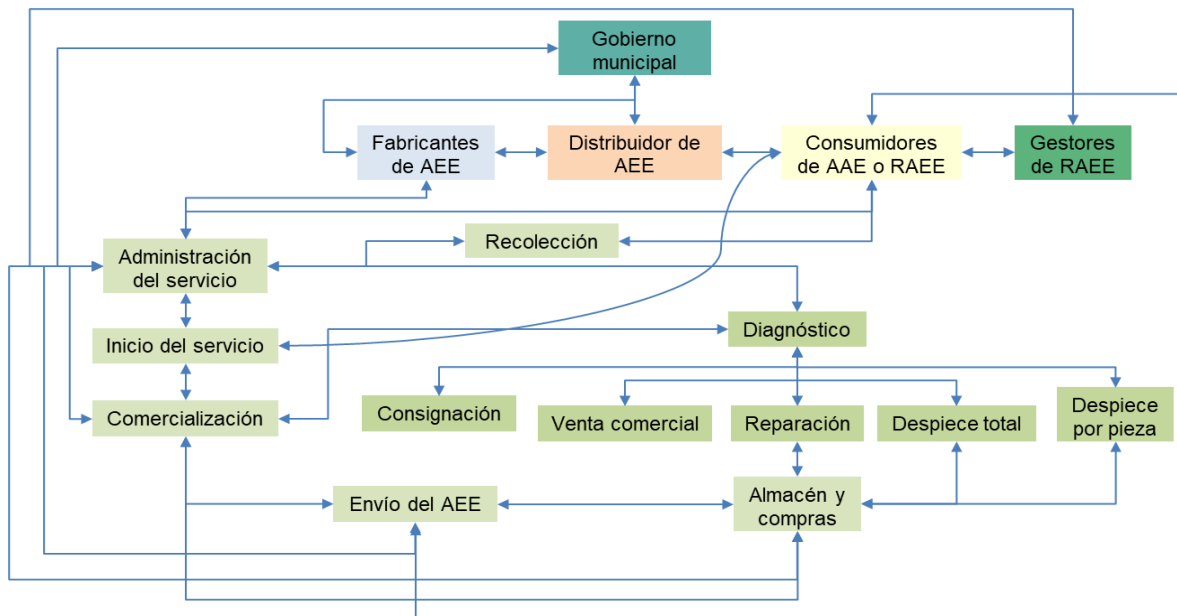
3.2.9 Estructura de los costos

Inversión inicial de herramientas, transporte y acondicionamiento del local, pago del personal, pago de servicios contratados, pago de renta del local, mantenimiento del local, camiones de transporte y mantenimiento de equipo de transporte.

Capítulo 4 Diseño, Prototipo y Evaluación del Servicio en simulación.

4.1 Esquema del sistema de producción de servicios

Para comprender a detalle el sistema propuesto, resulta esencial crear un esquema que partiendo de un marco conceptual, desglose y analice de manera estructurada los procesos relacionados con la creación y entrega del servicio. Este esquema se convierte en una herramienta valiosa ya que ayuda a identificar áreas de mejora, optimizar la eficiencia operativa y, en última instancia, satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes de manera efectiva. El esquema plasma los procesos principales del sistema y su interrelación, así como la interrelación con los actores involucrados, tal como se muestra en la siguiente ilustración:



Esquema 11 Esquema del sistema de producción de servicios
Fuente: Elaboración propia

Las flechas en la ilustración se señalan las relaciones entre los actores y las actividades clave del sistema, destacando el área de administración por su número de interacciones y sus vínculos con cada actividad y sector del sistema, además, de sus relaciones con fabricantes, consumidores, gestores y el gobierno. Un componente esencial es el área de diagnóstico, determinante para el tratamiento de los RAEE. Se subraya la importancia de los consumidores como el actor con mayor participación en el sistema. Para mayor claridad en los procesos, se incluye el diagrama en el anexo 4.

4.2 Diagrama de Flujo del sistema de producción.

La eficiencia y calidad en la producción son imperativos esenciales en cualquier entorno empresarial. Para lograr estos objetivos, se emplean herramientas visuales poderosas que facilitan la comprensión, análisis y optimización de los procesos. En este contexto, se ha desarrollado el Diagrama de Flujo del sistema propuesto. Este diagrama permite identificar áreas críticas, detallar los pasos a seguir, visualizar las interacciones entre las áreas, trazar los flujos de materiales e información, identificar las actividades clave, así como detectar cuellos de botella y oportunidades de mejora. Cabe destacar que, mediante el diagrama de flujo, se ha logrado una integración efectiva entre los procesos directos (Front Office) y los procesos indirectos (Back Office), ofreciendo una representación completa del funcionamiento del sistema. Dicho diagrama se encuentra en el anexo 5 de este documento o bien en las siguientes ligas para su consulta:

- https://miro.com/app/board/uXjVNQaevpc=/?share_link_id=785682888078
- https://1drv.ms/i/s!AomDB65_URbNgupY6UEnp73170coJA?e=vZtcF3

4.3 Modelar el sistema de producción de servicios en simulación, en el software de “SIMIO”.

En este tema se implementarán todas las variables tanto cuantitativas como cualitativas establecidas en el tema 3.2, adicionalmente se deben presentar como el diseño de la planta. Básicamente es crear el modelo tal como se vería en el mundo real. Por lo que el modelo debe ser una representación detallada de cómo se implementaría el sistema en la realidad para analizar su funcionamiento y determinar las áreas de oportunidad.

4.3.1 Modelado en 2D en Simulación

Se llevó a cabo el diseño del sistema en dos dimensiones (2D) con el propósito de realizar pruebas iniciales y obtener datos preliminares sólidos. Este enfoque permitió una visualización detallada de los potenciales requisitos del sistema, la identificación de áreas de oportunidad y la evaluación de la viabilidad técnica del proyecto. La representación gráfica en 2D brinda una perspectiva más completa, facilitando la detección temprana de posibles desafíos y optimizando la fase de planificación antes de avanzar a etapas más avanzadas del desarrollo. Asimismo, la obtención de datos proporcionó una visión más clara para el diseño de la planta, en las siguientes ilustraciones se muestra el modelado del sistema en 2D:

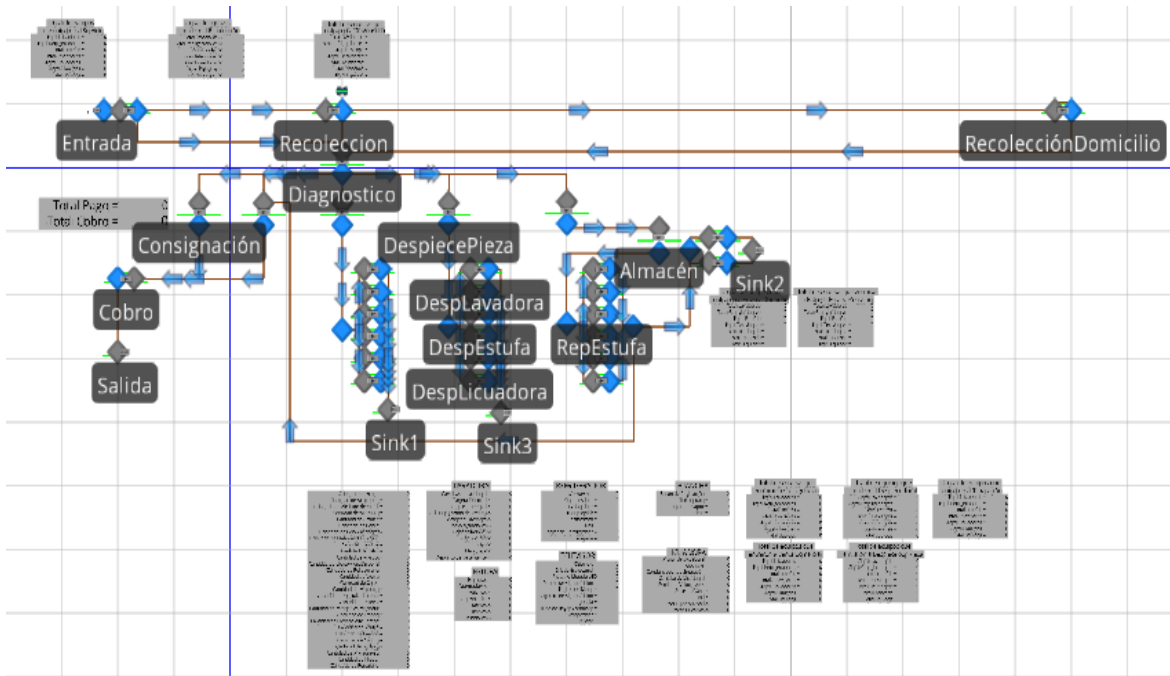


Ilustración 13 Diseño del servicio en 2D, vista panorámica
Fuente: Elaboración propia

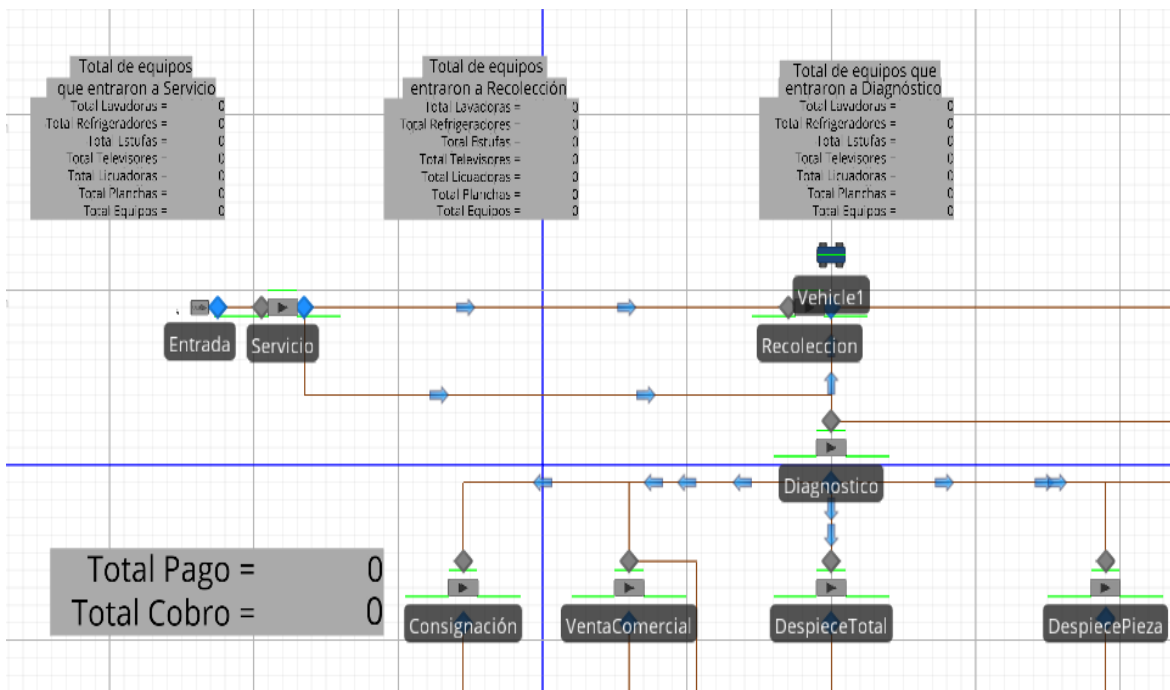


Ilustración 14 Diseño del servicio en 2D, inicio del servicio
Fuente: Elaboración propia

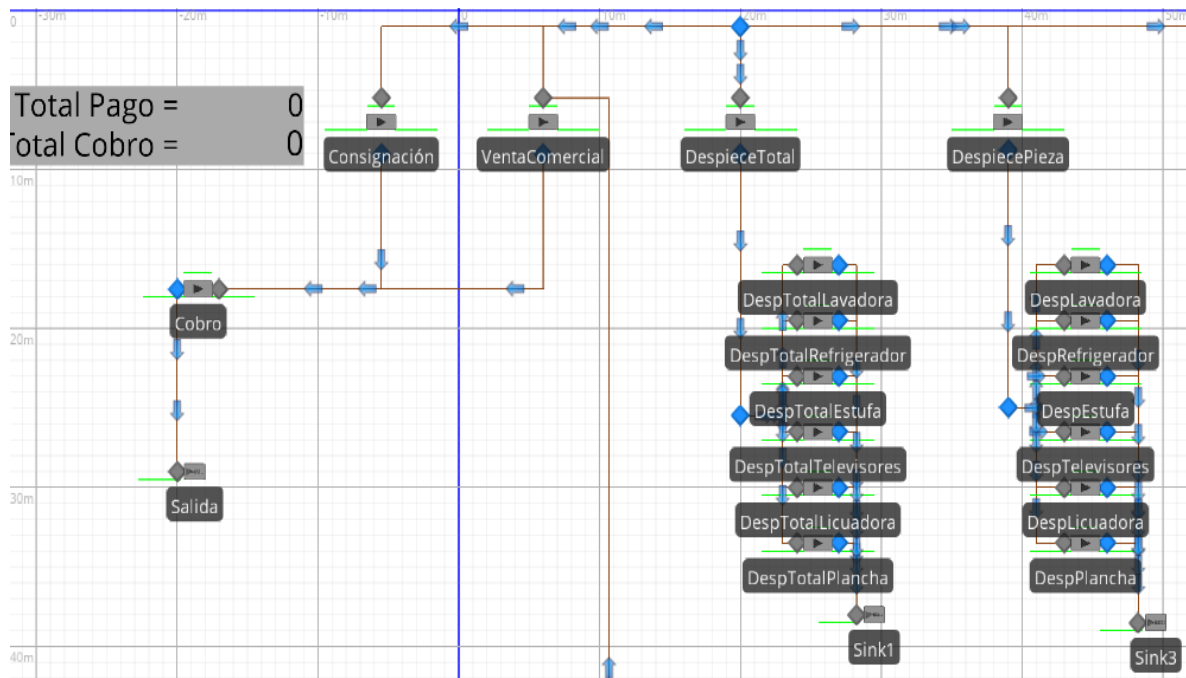


Ilustración 15 Diseño del servicio en 2D, tratamientos 1
Fuente: Elaboración propia

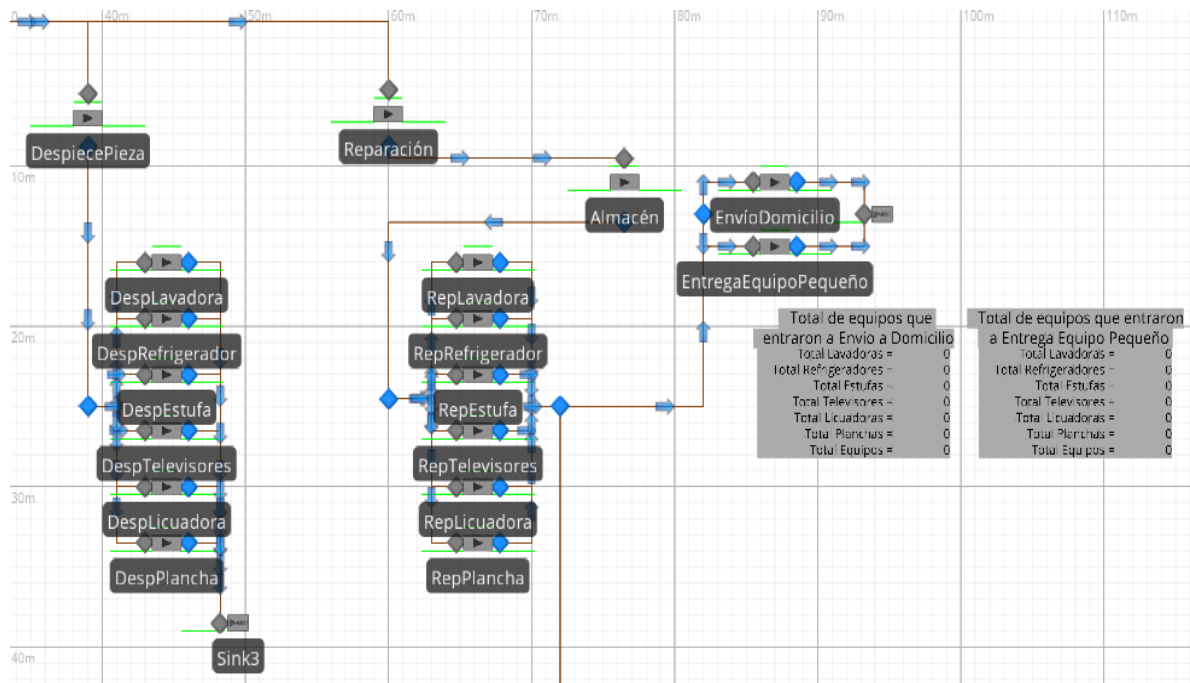


Ilustración 16 Diseño del servicio en 2D, tratamientos 2 y salida del servicio
Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el modelo en 2D, se realizó la corrida del sistema 10 veces obteniendo los datos de la tabla:

Tabla 4.0.1 Resultados de las 10 corridas

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén
CORRIDA 1										
Lavadoras	58	58	19	5	5	31	9	12	6	4
Refrigeradores	71	71	31	5	4	47	17	10	4	5
Estufas	18	18	5	3	3	10	4	4	0	1
Televisiones	117	0	40	9	8	67	16	24	10	7
Licuadoras	32	0	10	3	3	16	8	7	4	2
Planchas	74	0	32	9	7	40	8	11	7	7
CORRIDA 2										
Lavadoras	61	61	24	7	7	35	11	7	5	7
Refrigeradores	90	90	24	9	9	49	12	10	14	8
Estufas	21	21	8	1	1	12	2	7	1	0
Televisiones	117	0	34	11	11	71	25	25	8	2
Licuadoras	28	0	5	0	0	15	5	6	6	1
Planchas	78	0	27	8	8	42	11	13	9	6
CORRIDA 3										
Lavadoras	48	48	18	3	2	30	12	7	5	3
Refrigeradores	87	87	28	10	8	42	13	16	6	13
Estufas	21	21	6	6	6	14	6	1	0	0
Televisiones	108	0	38	14	13	61	18	11	14	8
Licuadoras	24	0	9	4	3	15	2	2	1	2
Planchas	74	0	27	7	7	41	12	9	9	8
CORRIDA 4										
Lavadoras	65	65	14	7	6	35	14	7	11	5
Refrigeradores	64	64	19	9	9	31	9	13	3	8
Estufas	20	20	3	2	1	14	4	3	1	0
Televisiones	119	0	37	13	12	65	25	19	12	10
Licuadoras	18	0	4	2	2	8	1	6	2	0
Planchas	77	0	24	10	8	46	18	11	6	4

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén
CORRIDA 5										
Lavadoras	52	52	23	4	4	31	6	7	7	3
Refrigeradores	97	97	29	7	5	60	17	18	8	4
Estufas	18	18	7	2	2	8	0	4	1	3
Televisiones	128	0	37	12	10	70	19	23	12	11
Licuadoras	25	0	9	2	2	15	4	3	4	1
Planchas	95	0	28	7	6	60	16	17	9	2
CORRIDA 6										
Lavadoras	59	59	18	8	7	29	5	9	7	6
Refrigeradores	85	85	34	10	7	47	18	14	8	6
Estufas	9	9	3	0	0	5	2	2	2	0
Televisiones	105	0	31	10	10	59	23	19	10	7
Licuadoras	24	0	3	2	2	14	2	3	4	1
Planchas	73	0	24	5	5	52	17	9	5	2
CORRIDA 7										
Lavadoras	57	57	14	10	9	25	5	10	6	6
Refrigeradores	85	85	30	9	8	47	11	16	8	5
Estufas	21	21	7	3	3	12	3	2	2	2
Televisiones	115	0	44	13	12	68	20	11	9	14
Licuadoras	34	0	13	2	1	21	8	5	5	1
Planchas	78	0	35	10	8	48	17	9	3	8
CORRIDA 8										
Lavadoras	75	75	27	8	8	44	12	10	11	2
Refrigeradores	88	88	29	3	3	54	22	10	10	11
Estufas	24	24	6	2	2	8	2	6	4	4
Televisiones	114	0	36	8	7	60	24	24	13	9
Licuadoras	30	0	9	5	5	12	2	4	6	3
Planchas	52	0	18	7	7	34	6	7	5	-1

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén
CORRIDA 9										
Lavadoras	48	48	15	1	1	34	14	6	4	3
Refrigeradores	77	77	26	9	7	46	14	8	8	6
Estufas	19	19	5	0	0	10	4	6	2	1
Televisiones	114	0	37	12	11	60	19	21	11	10
Licuadoras	30	0	6	3	3	15	3	8	3	1
Planchas	80	0	31	7	7	47	12	12	9	5
CORRIDA 10										
Lavadoras	53	53	15	7	7	35	11	7	5	-1
Refrigeradores	83	83	26	9	9	49	12	10	14	1
Estufas	14	14	5	1	1	12	2	7	1	-7
Televisiones	120	0	37	11	11	71	25	25	8	5
Licuadoras	31	0	6	0	0	15	5	6	6	4
Planchas	76	0	31	8	8	42	11	13	9	4

Es importante mencionar que cada corrida del sistema corresponde a un periodo de 30 días (un mes), con un horario de trabajo de 8 horas. Con los datos de la tabla 4.1, se determinó la capacidad de producción por área, lo anterior con la finalidad de contar con el espacio suficiente ya sea para almacenamiento o procesamiento, dando como resultado la tabla 4.2 que se muestra a continuación:

Tabla 4.0.2 Capacidad de producción por mes

Fuente: Elaboración propia

Equipos	Promedio de equipos en ventas por mes	Promedio de equipos en almacén por mes	Promedio de equipos de despiece por pieza por mes	Promedio de equipos de despiece total por mes	Promedio de equipos de reparación/diagnóstico por mes	Promedio diario de envíos
Lavadoras	23	5	5	8	18	3
Refrigeradores	33	7	7	12	27	3
Estufas	8	1	2	4	5	1
Televisiones	44	9	10	20	37	0
Licuadoras	10	2	3	5	7	0
Planchas	33	5	6	11	27	0

4.3.2 Diseño de planta y requerimientos

Con la finalidad de optimizar el espacio disponible, mejorar temas de fluidez de los procesos y facilitar la comunicación entre las áreas del sistema, se desarrolló el diseño de planta, así como los requerimientos necesarios para la ejecución de sus procesos. Dicho diseño incluyó la determinación de áreas de trabajo, equipo necesario, y el almacenamiento. En lo que respecta a los requerimientos, por otro lado, se determinó la capacidad de producción por área, los recursos humanos necesarios y la infraestructura tecnológica. Tanto el diseño de la planta y los requisitos están estrechamente vinculados en la creación de un entorno operativo eficaz y funcional.

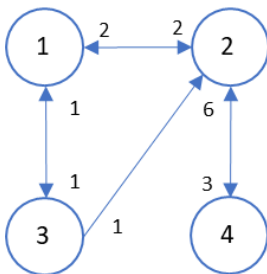
Para configurar el diseño espacial, se analizó la cantidad de actividades entre las diversas áreas y sus interconexiones. Se optó por ubicar en cercanía aquellas áreas con una mayor interacción, como se ilustra detalladamente en la tabla 4.3:

Tabla 4.0.3 Número de actividades por área

Fuente: Elaboración propia

Área	Comercial	Diagnóstico, Mantenimiento, Reparación, Despiece y Clasificación	Transporte	Almacén y compras
Comercial	0	2	1	0
Diagnóstico, Mantenimiento, Reparación, Despiece y Clasificación	2	0	0	6
Transporte	1	1	0	0
Almacén y compras	0	3	0	0

Una vez identificadas las áreas se procedió a realizar un esquema de la distribución de los departamentos, tal como se muestra en el esquema siguiente:



Esquema 12 Distribución de las áreas

Fuente: Elaboración propia

Para establecer las dimensiones de cada área, se tuvieron en cuenta los datos de capacidad de producción de la tabla 4.2. Se multiplicó el número de equipos por sus respectivas medidas, obteniendo así los valores que se presentan en la tabla 4.4:

Tabla 4.0.4 Dimensiones por área
Fuente: Elaboración propia

Equipo	Área											
	Medidas del Equipo		Comercialización		Almacén		Almacén piezas		Diagnóstico		Transporte	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
Lavadoras	0.46	0.46	4.6	4.6	2.3	2.3	1.84	1.84	3.6800	3.68	1.38	1.38
Refrigeradores	0.9	0.83	13.5	12.45	4.5	4.15	7.2	6.64	9.9	9.13	2.7	2.49
Estufas	0.74	0.64	2.22	1.92	0.74	0.64	0.74	0.64	2.22	1.92	0.74	0.64
Televisiones	0.71	0.2	16.33	4.6	6.39	1.8	7.81	2.2	12.07	3.4	0	0
Licadoras	0.24	0.2	1.2	1	0.24	0.2	0.48	0.4	0.96	0.8	0	0
Planchas	0.3	0.2	4.5	3	1.5	1	2.1	1.4	3.3	2.2	0	0
Total	3.35	2.53	42.35	27.57	15.67	10.09	20.17	13.12	32.13	21.13	4.82	4.51

Cabe señalar que para el dimensionamiento solo se obtuvo el largo por el ancho de cada área, teniendo en cuenta que el alto para todas las áreas será de 3.5 mts y como se evidencia que las áreas serán considerablemente extensas, por lo cual, con el objetivo de optimizar el espacio disponible, se decidió implementar racks de las dimensiones siguientes: largo: 91.4, alto: 183 cm y ancho:45 cm, de dos y tres divisiones, la cantidad de racks se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4.0.5 Número de racks por área
Fuente: Elaboración propia

Área	Número de racks de 2 divisiones	Número de racks de 3 divisiones
Comercial	3	3
Diagnóstico, Mantenimiento, Reparación, Despiece y Clasificación	2	3
Transporte	0	0
Almacén y compras	2	2
Almacén piezas	1	2

Una vez determinada la cantidad de racks a emplear y las medidas de la tabla 4.4, se definieron las dimensiones de cada área, obteniendo como resultado la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 4.0.6 Dimensiones en metros

Fuente: Elaboración propia

Área	Dimensiones en metros
Comercial	12x17x3
Diagnóstico, Mantenimiento, Reparación, Despiece y Clasificación	5x8x3
Transporte	5x5x3
Almacén y compras	5x12x3
Almacén piezas	5x9x3

Con el propósito de obtener una perspectiva más detallada sobre la distribución de las áreas, se realizó la siguiente ilustración a escala, que refleja las dimensiones de cada departamento y su respectiva ubicación:

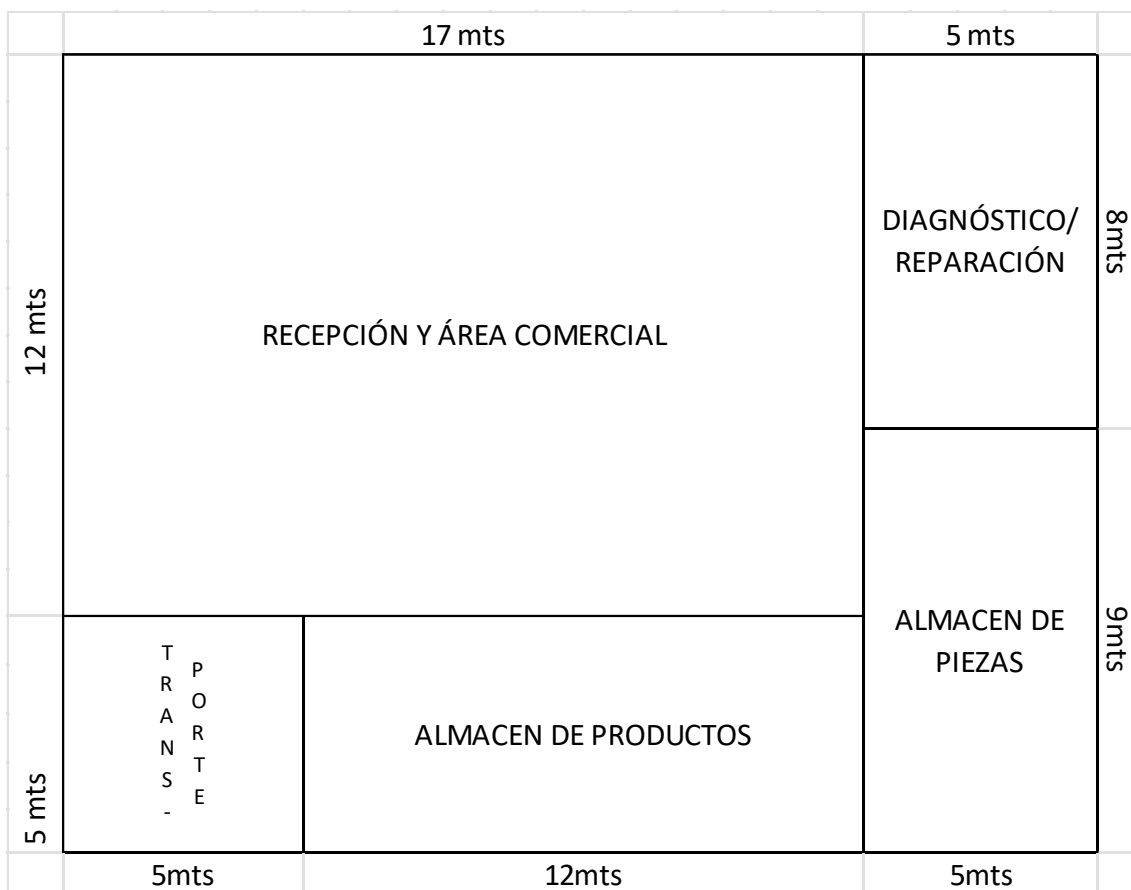


Ilustración 17 Distribución de planta a escala

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Diseño de la calidad de la simulación, número óptimo de corridas en el modelo de simulación

Con los datos de las 10 corridas piloto independientes, y con el fin de determinar el tipo de medida o estimador a utilizar, por lo que se identificó que el principal objeto de estudio de la simulación es el análisis de capacidad del sistema y sus restricciones, por lo que su principal medida de desempeño es el número de aparatos eléctricos y electrónicos que atiende el sistema. Se definió que el nivel de confianza fuera de 95%. A continuación, se muestra la tabla con los datos de las corridas y la comparación con el total de equipos real obtenida de la entrevista mencionada en el 3.2.3:

Tabla 4.0.7 Número de AEE que se atienden en el sistema por mes
Fuente: Elaboración propia

Corridas	Total AEE según la simulación	Total Equipos AEE según reales
1	370	360
2	395	300
3	362	270
4	363	270
5	415	390
6	355	330
7	390	480
8	383	510
9	368	570
10	377	420

Derivado de los datos de las corridas, con ayuda del programa Excel se determinó que el promedio es de $\bar{X} = 377.80$, $\bar{\mu} = 390.00$, lo que da un error absoluto de $\beta = 12.20$, una desviación estándar de $S = 18.2622$ y un $\alpha = 0.05$.

Para determinar el número de corridas óptimas se utilizó la siguiente ecuación:

$$t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{\frac{S_n^2}{n}} \leq \beta$$

Ecuación 8 Determinación del número óptimo de corridas en el modelo de simulación

Sustituyendo la ecuación:

$$t_{n-1,0.05/2} \sqrt{\frac{333.51}{n}} \leq 12.20$$

Ecuación 9 Sustitución para el número óptimo de corridas en el modelo de simulación

Donde $t_{n-1,0.05/2}$, corresponderá según las tablas de la t de student y n según el número de datos utilizados. Para determinar el número óptimo de corridas se utilizó el programa Excel, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 4.0.8 Prueba del cálculo de corridas óptimas
Fuente: Elaboración propia

i	t de student	Resultado	Comparación con β
9	2.306	14.0376	No
10	2.262	13.0631	No
11	2.228	12.2680	No
12	2.201	11.6034	Si
13	2.179	11.0367	Si
14	2.16	10.5425	Si

Se puede concluir que el número de corridas óptimas son 12.

4.3.4 Corridas óptimas

En el anexo 6 del presente documento se muestra la tabla completa con los resultados de las 12 corridas, una vez definidos los datos, se promediaron dando como resultado las tablas siguientes:

Tabla 4.0.9 Resultados de las 12 corridas 1
Fuente: Elaboración propia

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos de diagnóstico	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación
Lavadoras	55	55	54	19	6	5
Refrigeradores	81	80	80	27	7	6
Estufas	19	19	19	7	2	2
Televisiones	116	0	116	40	11	10
Licuadoras	30	0	30	10	2	2
Planchas	80	0	80	25	9	8
Total	381	154	379	128	37	33

El promedio total de equipos recibidos en el sistema sería de 381 RAEE, con un porcentaje de atención del 99%, de los cuales 128 RAEE entran a reparación y 37 a consignación, en consignación el 89% de los equipos son vendidos en el primer mes.

Tabla 4.0.10 Resultados de las 12 corridas 2

Fuente: Elaboración propia

Equipo	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Despiece total	Despiece por pieza	Envío a domicilio	Entrega de equipos
Lavadoras	30	9	7	6	3	0
Refrigeradores	46	13	11	7	4	0
Estufas	12	3	2	1	0	0
Televisiones	65	20	18	11	0	5
Licadoras	17	5	4	3	0	2
Planchas	43	12	12	7	0	5
Total	213	62	54	35	7	12

Es importante resaltar que las ventas pueden ser provenientes de: donaciones o equipos que fueron comprados por parte del servicio porque el usuario lo consideró un desecho y dicho equipo fue reparado o reacondicionado en el sistema y fue colocado a la venta. El promedio de equipos colocados a la venta es de 213 y de los cuales se vendería un 30%. En promedio se realiza un despiece por pieza de 35 equipos por mes y un despiece total de 54 equipos por mes.

Cabe mencionar que cada equipo cuenta un monto diferente de venta y un costo diferenciado al ser comprado al usuario. Los equipos de intercambio de temperatura y grandes equipos y pantallas tienen un precio de venta de \$1,600.00 y un precio de compra de \$500.00, para los equipos pequeños un precio de venta de \$200 y un precio de compra de \$100. Derivado de la simulación se calculó un promedio de \$14,670 pagados a los usuarios que vendieron sus equipos al servicio y una ganancia de \$104,610, es relevante hacer mención que está ganancia es proveniente de las ventas de los equipos en consignación, de las ventas provenientes de equipos donados en buen estado o donados y reparados o reacondicionados.

De igual forma de las 12 corridas independientes realizadas, se obtuvo un promedio mensual de los kilogramos que se obtendrían de cada tipo de material derivado del despiece completo, a continuación de muestra la tabla con dicho resultado:

Tabla 4.0.11 Promedio de materiales recuperados por mes

Fuente: Elaboración propia

Material	Promedio de cada tipo de material (kg)	Material recuperado por año
Aceites	7.89	94.68
Acero Inoxidable	119.90	1,438.8
Aleación de metal	108.10	1,297.2
Aluminio	116.66	1,399.92
Bronce	15.43	185.16
Cobre	197.64	2,371.68
Materiales ferrosos	655.69	7,868.28
Hule	26.95	323.4
Latón	15.43	185.16
Plástico (todo tipo)	181.96	2,183.52
Clorofluorocarbonados	204.61	2,455.32
Poliestireno (PS)	191.06	2,292.72
Vidrio	186.04	2,232.48
Otros	62.89	754.68
Mercurio	1.03	12.36
Cristal templado	4.13	49.56
Plomo	0.18	2.16
Material magnético	2.79	33.48
Estaño	0.19	2.28
Plástico alta temperatura	3.10	37.2
Azufre	0.01	0.12
Carbón	0.10	1.2
Cromo	0.10	1.2
Fosforo	0.10	1.2
Manganeso	0.10	1.2
Niquel	0.01	0.12
Porcelana	0.10	1.2

Los materiales recuperados se venderán, y en su caso mediante aliados estratégicos recibirán un tratamiento óptimo para que sean reintegrados a los sistemas de producción de nuevos AEE, dentro de los materiales más sobresalientes recuperados son los ferrosos con 655 kg., cobre 197 kg., plástico 181 kg., acero inoxidable 117 kg. y el aluminio con 116 kg.

4.3.5 Probar el modelo para verificar que es correcto (prueba pareada)

Mediante el empleo de la prueba t pareada, se evaluó la congruencia del modelo con la realidad. Los resultados obtenidos respaldaron la afirmación de que el modelo se comportó de manera acorde a lo esperado. A continuación, se presenta la tabla base utilizada para llevar a cabo la implementación de la prueba t pareada:

Tabla 4.0.12 Prueba pareada
Fuente: Elaboración propia

Corridas	Total equipos simulado Xj	Total equipos real Yj	Zj=Xj-Yj	$(Z_i - \bar{Z}_{10})^2$
1	380	360	20.00	556.17
2	398	300	98.00	10,319.17
3	391	270	121.00	15,521.01
4	371	270	101.00	10,937.67
5	396	390	6.00	91.84
6	346	330	16.00	383.51
7	380	480	-100.00	9,296.17
8	382	510	-128.00	15,479.51
9	401	570	-169.00	27,362.67
10	361	420	-59.00	3,071.01
11	381	390	-9.00	29.34
12	420	360	60.00	4,042.84
Suma				97,090.92
Promedio	383.916667	387.5	-3.58	

Una vez determinados los datos se procedió a la sustitución en la formula, tal como se muestra a continuación:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n} = -3.58$$

$$\hat{var}[\bar{Z}_n] = \frac{\sum_{i=1}^n [Z_i - \bar{Z}_n]^2}{n(n-1)} = \frac{97,090.92}{12(12-1)} = \frac{97,090.92}{132} = 735.537$$

$$\bar{Z}_n \pm t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{\hat{var}(\bar{Z}_n)} = -3.58 \pm t_{12-1, \frac{0.05}{2}} \sqrt{735.537} = -3.58 \pm 2.228(27.120)$$

$$-3.58 \pm 60.43 = (56.85, -64.01)$$

Ecuación 10 Prueba t pareada

El intervalo de confianza incluye al 0, por lo que no hay diferencia significativa entre las medias de los datos reales y los datos simulados, lo que significa que el modelo tiene validez.

4.3.6 Modelado en 3D en Simulación

Con el diseño de planta ya establecido, que incorporó la capacidad de la planta, el dimensionamiento de las áreas y los requisitos específicos de cada sección; se procedió al diseño tridimensional (3D) del sistema como parte integral de la investigación. La simulación en 3D es representación gráfica tridimensional que ofrece una perspectiva integral. A continuación, se presentan las ilustraciones que detallan el modelado del sistema en 3D, destacando la disposición espacial y las interrelaciones entre las diversas áreas de la planta:

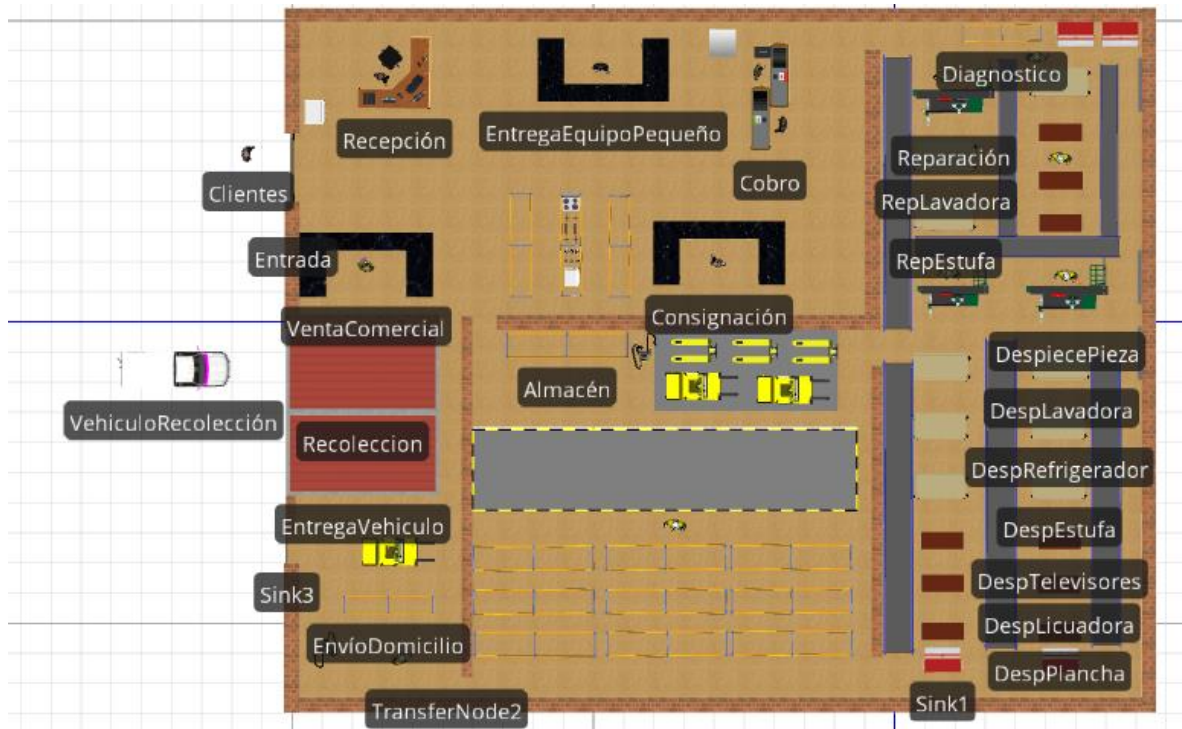


Ilustración 18 Vista área del servicio en 3D
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 21 Área de comercialización en 3D
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 22 Área de diagnóstico en 3D
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 23 Área de almacén en 3D
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 24 Área de transporte en 3D
Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de que se pueda observar como trabaja la simulación se realizó un video de su ejecución el cual se encuentra en la liga siguiente:

https://1drv.ms/v/s!AomDB65_URbNgukPgW1rS86RbETmIQ?e=RhHRSC

4.4 Evaluar la factibilidad financiera y ambiental

Para evaluar el sistema financieramente se determinará el punto de equilibrio, la rentabilidad del sistema y el retorno de la inversión, así como el período de recuperación, para ello se determinarán los flujos de efectivo por mes, con base en los datos de la simulación, durante el periodo de un año, además los ingresos y costos operativos del sistema.

A continuación, se muestran los datos para determinar el punto de equilibrio:

Tabla 4.0.13 Costos fijos variables y mobiliario y equipo requerido
Fuente: Elaboración propia

COSTOS FIJOS			COSTOS VARIABLE		
Concepto	No	Monto	Concepto	Pieza	Monto
Comercial	2	12,480.00	Grasa	10	500.00
Diagnóstico	3	18,720.00	Soldadura	3	300.00
Transporte	2	12,480.00	Cinta de aislar	10	300.00
Almacén y compras	2	12,480.00	Gasolina	320	7,360.00
Depreciación		8,183.75			
Internet		800.00			
Publicidad		1,000.00			
Energía eléctrica		4,000.00			
Mtto del Local	1	1.00			
Pago de hipoteca		3,500.00			
Total		74,643.75	Total		8,460.00
INVERSIÓN					
Concepto	Piezas				
Mesas de trabajo	3	15,000.00			
Equipo de transporte	11	9,130.00			
Mesas	2	5,000.00			
Sillas	2	700.00			
Camioneta	1	350,000.00			
Taladros	3	3,000.00			
Destornillador eléctrico	3	1,200.00			
Llaves Allen	3	450.00			
Kit de Desarmadores	3	750.00			
Esmeriladora	3	1,500.00			
Multímetro	3	990.00			
Cautín	3	1,500.00			
Pulidora	3	3,600.00			
Terreno	1	1,000,000.00			
TOTAL		1,392,820.00			

Con base en el mobiliario, se determinó la depreciación lineal anual del 25%, dando como resultado \$98,205.00, lo que se traduce a \$8,183.75 mensuales.

A continuación, se muestra la ecuación del punto de equilibrio y su sustitución con los datos obtenidos:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ventas}}} = \frac{74,643.75}{1 - \frac{8,460}{104,700}} = \frac{74,643.75}{1 - 0.081} = \frac{84,083.75}{0.9191} = 81,205.33$$

Ecuación 11 Punto de equilibrio
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Significa que el punto de equilibrio para no perder ni ganar sería de \$81,205.33 mensuales.

Con la finalidad de obtener los datos financieros del sistema se realizaron los presupuestos de GIF, gastos de operación, el estado del costo de venta, flujo de efectivo, estado de resultados y balance general los cuales se encuentran en el anexo 7 del presente documento, el dato de las ventas fue tomado de la simulación.

Una vez realizados los estados financieros se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$\text{Margen de utilidad bruta} = \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de ventas}}{\text{Ventas}} = \frac{1,254,910 - 545,040}{1,254,910} = 0.57$$

$\approx 57\%$

Ecuación 12 Margen de utilidad bruta
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Se tiene una ganancia del 57% sobre lo invertido en materiales para la reparación de los equipos

$$\text{Margen de utilidad operativa} = \frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}} = \frac{240,752}{1,245,910} = 0.19 \approx 19\%$$

Ecuación 13 Margen de utilidad operativa
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Una vez pagados los gastos operativos, se cuenta con una utilidad del 19%.

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Ganancias disponibles}}{\text{Ventas}} = \frac{157,746}{1,245,910} = 0.13 \approx 13\%$$

Ecuación 14 Margen de utilidad neta
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Se cuenta con una utilidad neta del 13% sobre las ventas totales anuales.

$$\text{Rendimiento sobre los activos totales(RSA)} = \frac{\text{Ganancias disponibles}}{\text{Total de activos}} = \frac{157,910}{2,141,656} = 0.07$$

$\approx 7\%$

Ecuación 15 Rendimiento sobre los activos totales
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Se tiene un rendimiento del 7% sobre los activos totales.

$$\text{Rendimiento sobre el patrimonio (RSP)} = \frac{\text{Ganancias disponibles}}{\text{Capital}} = \frac{157,910}{1,657,746} = 0.095$$

$\approx 9.5\%$

Ecuación 16 Rendimiento sobre el patrimonio
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Se tiene un rendimiento del 9.5% sobre el capital total.

$$\text{Retorno de inversión(ROI)} = \frac{\text{Ganancias}}{\text{Costo de inversión}} = \frac{338,581}{1,500,000} = 0.225 \approx 22.5\%$$

Ecuación 17 Retorno de inversión
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

Se tiene un retorno de inversión del 5% anual.

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de efectivo anual}} = \frac{1,500,00}{338,581} = 4 \approx 4 \text{ años}$$

Ecuación 18 Retorno de inversión
Fuente:(Noel Ramírez Padilla, n.d.)

La inversión inicial se recuperaría en 4 años, con todo lo anterior se diría que el sistema es viable en términos financieros.

Para evaluar la parte ambiental se determinó mediante por tecnología las emisiones de CO₂e tal como se muestra en la tabla siguiente:

Adicionalmente con base en los materiales recuperados, se estimó el ahorro de estos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.0.14 Tabla de los ahorros
Fuente: Elaboración propia

Concepto	Dato
No de equipos totales por año derivados de la simulación	4,607
No de emisiones totales ahorradas en kg	941,364
Ton ahorradas de emisiones	941
Precio por ton de CO ₂ E USD(BANXICO, 2017)	60
Precio del dólar en pesos	\$ 17.35
Ahorro de las emisiones en pesos anual	\$ 979,959.58

El ahorro de las emisiones anuales de CO₂e, al implementar el sistema se traduce a \$979,959.58.

4.5 Correr el modelo en diferentes escenarios.

Posteriormente, se avanzó en el desarrollo de estrategias cuidadosamente planificadas, las cuales se sometieron a diferentes experimentos detallados. Este enfoque garantizó una comprensión de los elementos analizados, al tiempo que facilitó la refinación y adaptación de las estrategias con el fin de lograr resultados aún más precisos y efectivos. La principal variable modificada fue la demanda del servicio, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 4.0.15 Escenarios
Fuente: Elaboración propia

Corrida	Demanda 12	Demanda 11
	No de equipos	No de equipos
1	380	353
2	398	374
3	391	346
4	371	317
5	396	377
6	346	312
7	380	357
8	382	330
9	401	334
10	361	356
Total	3806	3456
Porcentaje		9%

Se probaron dos diferentes escenarios, el primero con la demanda de 12 equipos y el segundo con una demanda de 11, de acuerdo con el punto de equilibrio determinado en el 4.4, con una disminución de la demanda del 9%, el sistema seguiría siendo viable tanto en temas operativos como financieros.

Se sabe que los RAEE van al alza razón por la cual con el fin de evaluar la posible demanda futura se utilizará la simulación dinámica para evaluar escenarios con mayor demanda, cabe mencionar que si la demanda fuera a la alza en los años subsecuentes a lo pronosticado, el sistema debería ser modificado en los requerimientos tanto de personal como mobiliario y equipo, razón por la cual cuando se realizó el dimensionamiento la altura de la planta se determinó en 3 metros, con el fin de en un futuro contar con almacenes modulares.

4.6 Documentación

Con el propósito de simplificar la implementación futura de este modelo, se ha elaborado una tabla exhaustiva que enumera todas las variables y procesos empleados en el sistema de servicio, junto con sus respectivos significados. Esta tabla se encuentra detallada en el Anexo 8 del presente documento, proporcionando una referencia completa y accesible para los interesados en comprender y replicar el modelo.

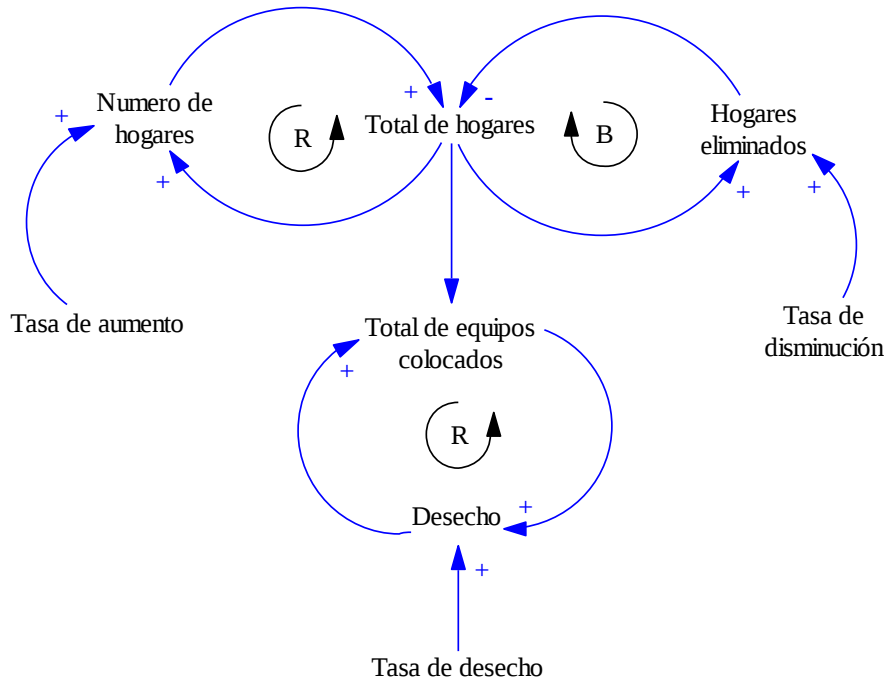
4.7 Modelado en Stela de la demanda de RAEE.

4.7.1 Fase 1. Conceptualización

- 1) Selección del escenario: El escenario seleccionado para este estudio son los hogares ubicados en la ciudad de Orizaba y su manejo de RAEE. Esta elección se fundamenta en la necesidad de evaluar cómo el aumento o disminución de hogares impacta el crecimiento de los RAEE en la región.
- 2) Definir el propósito del modelo: El propósito de esta evaluación es considerar la planificación de futuros requerimientos del sistema de producción de servicios propuesto en este documento.
- 3) Identificar las variables críticas y los límites del modelo: Las variables críticas son el total de hogares en Orizaba, número de nuevos hogares, el número de hogares eliminados, equipos colocados de acuerdo con los hogares, total de equipos colocados, total de equipos en Orizaba, total de equipos desechados. Por el momento solo se contemplan las variables anteriores, pero conforme avance el modelo, se podrían contemplar aquellos equipos que se encuentren en negocios como restaurantes o tiendas.
- 4) Establecer el horizonte de tiempo: Se hará la simulación hasta un periodo de 10 años.
- 5) Establecer las relaciones entre las variables: Elaborar las hipótesis dinámicas que están presentes en el modelo:
 - Si el total de hogares en Orizaba aumenta, entonces el número de hogares nuevos aumenta.
 - Si total de hogares en Orizaba aumenta, entonces el número de hogares eliminados aumenta.

- Si número de hogares nuevos aumenta, entonces el total de hogares en Orizaba aumenta.
- Si el número de hogares eliminados aumenta, entonces total de hogares en Orizaba disminuye.
- Si el total de hogares aumenta, entonces equipos colocados de acuerdo con número de hogares aumentan.
- Si equipos colocados de acuerdo con número de hogares aumenta, entonces el total de equipos colocados aumenta.
- Si el total de equipos colocados aumenta, entonces el desecho aumenta.
- Si el desecho aumenta, el total de equipos colocados aumenta.

6) Desarrollar el diagrama causal, el cual se muestra a continuación:



Esquema 13 Diagrama causal del modelo de simulación dinámica
Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Fase 2. Formulación

1. Elaboración del Diagrama de Forrester: se realizó en el programa Stela el diagrama indicado, el cual se muestra a continuación:

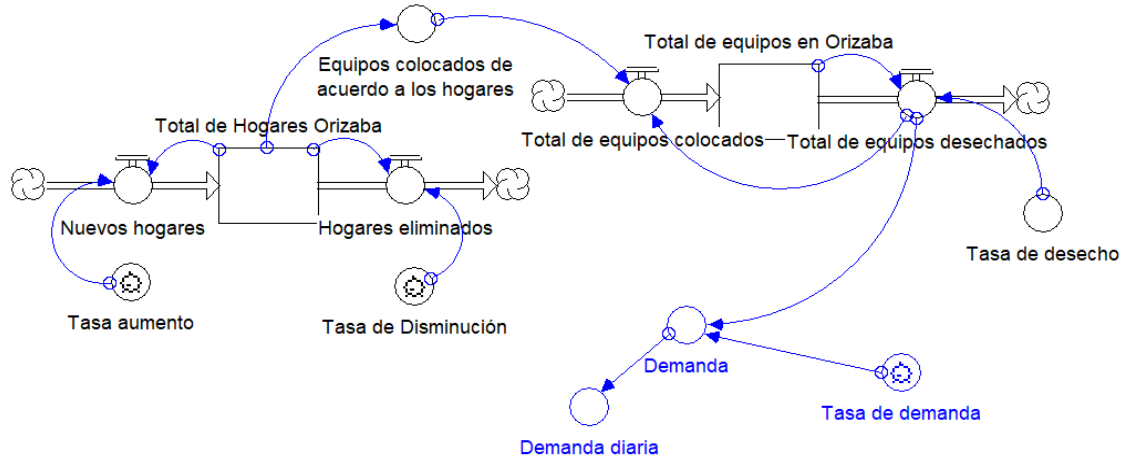


Ilustración 25 Diagrama de Forrester
Fuente: Elaboración propia

2. Determinación de las ecuaciones matemáticas:

$$\text{Nuevos hogares} = (\text{Tasa_aumento} * \text{Total_de_Hogares_Orizaba})$$

Ecuación 19 Número de hogares

$$\text{Hogares eliminados} = (\text{Tasa_dismución} * \text{Total_de_Hogares_Orizaba})$$

Ecuación 20 Hogares eliminados

Total de hogares en Orizaba

$$= \text{Número actual de hogares} + \text{nuevos hogares} - \text{hogares eliminados}$$

Ecuación 21 Total de hogares en Orizaba

Equipos colocados de acuerdo al número de hogares

$$= \text{Sí } (\text{Total de Hogares en Orizaba} - \text{Número de actual de hogares}) \leq 0, \\ \text{entonces } (\text{Total de Hogares Orizaba} * 6),$$

$$\text{sino } ((\text{Total de Hogares Orizaba} - \text{Número de actual de hogares}) * 6)$$

Ecuación 22 Equipos colocados de acuerdo con el número de hogares

$$\text{Total de equipos desechados} = (\text{Total_de_equipos_en_Orizaba} * \text{Tasa_de_desecho})$$

Ecuación 23 Total de equipos desechados

Total de equipos colocados

$$= \text{Equipos colocados de acuerdo a los hogares}$$

$$+ \text{Total de equipos desechados}$$

Ecuación 24 Total de equipos colocados

Cabe mencionar que las constantes utilizadas en el modelo fueron definidas en el tema 3.2.3 del presente documento y que de acuerdo con la interfaz de estela las ecuaciones diferenciales basadas en los flujos y variables de nivel son:

-
- ☐ $Total_de_equipos_en_Orizaba(t) = Total_de_equipos_en_Orizaba(t - dt) + (Total_de_equipos_colocados - Total_de_equipos_desechados) * dt$
 INIT Total_de_equipos_en_Orizaba = 0
 INFLOWS:
 $\Rightarrow Total_de_equipos_colocados = Equipos_colocados_de_acuerdo_a_los_hogares + Total_de_equipos_desechados$
 OUTFLOWS:
 $\Rightarrow Total_de_equipos_desechados = INT (Total_de_equipos_en_Orizaba * Tasa_de_desecho)$
- ☐ $Total_de_Hogares_Orizaba(t) = Total_de_Hogares_Orizaba(t - dt) + (Nuevos_hogares - Hogares_eliminados) * dt$
 INIT Total_de_Hogares_Orizaba = 37690
 INFLOWS:
 $\Rightarrow Nuevos_hogares = INT (Tasa_aumento * Total_de_Hogares_Orizaba)$
 OUTFLOWS:
 $\Rightarrow Hogares_eliminados = INT (Total_de_Hogares_Orizaba * Tasa_de_Disminución)$
- ☐ Demanda = Total_de_equipos_desechados * Tasa_de_demanda
☐ Demanda_diaria = Demanda / 365
☐ Equipos_colocados_de_acuerdo_a_los_hogares = if (Total_de_Hogares_Orizaba - 37690) <= 0 THEN Total_de_Hogares_Orizaba * 6 ELSE ((Total_de_Hogares_Orizaba - 37690) * 6)
☐ Tasa_aumento = 0.05
☐ Tasa_de_demanda = 0.3625
☐ Tasa_de_desecho = 0.2523 / RANDOM(3,5)
☐ Tasa_de_Disminución = 0.04

Ilustración 26 Variables Stela

Fuente: Elaboración propia

3. Estimar y seleccionar los parámetros del modelo:

Los principales parámetros dentro de este modelo son la tasa de aumento de hogares y de disminución de hogares, ya que de ellos depende el aumento o disminución de los hogares y de igual forma la tasa de desecho, ya que a pesar de que se podría decir que de ello depende la disminución de equipos, no es así ya que normalmente cuando un equipo es desechado este es suplido por uno nuevo.

4.7.3 Fase 3. Evaluación

1. Simular el modelo y probar las relaciones del diagrama causal:

Se realizaron pruebas donde cambiaron las variables principales y se demostró que las relaciones del diagrama causal son verdaderas.

2. Probar el modelo bajo diferentes supuestos:

Se probó el modelo cambiando las tasas y se vio en las tablas y gráficas el aumento o disminución del número de hogares y el número de equipos desechados.

3. Prueba pareada

Tabla 4.0.16 Prueba pareada de Stela
Fuente: Elaboración propia

Corridas	Total equipos simulado Xj	Total equipos real Yj	Zj=Xj-Yj	$(Z_i - \bar{Z}_{10})^2$
1	388	360	28.00	560.11
2	505	300	205.00	23,511.11
3	467	270	197.00	21,121.78
4	529	270	259.00	42,987.11
5	411	390	21.00	940.44
6	432	330	102.00	2,533.44
7	516	480	36.00	245.44
8	450	510	-60.00	12,469.44
9	407	570	-163.00	46,081.78
10	375	420	-45.00	9,344.44
11	408	390	18.00	1,133.44
12	382	360	22.00	880.11
Suma				161,808.67
Promedio	439.166667	387.5	51.67	

Una vez determinados los datos se procedió a la sustitución en la formula, tal como se muestra a continuación:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n} = 51.67$$

$$\hat{var}[\bar{Z}_n] = \frac{\sum_{i=1}^n [Z_i - \bar{Z}_n]^2}{n(n-1)} = \frac{161,808.67}{12(12-1)} = \frac{97,090.92}{132} = 1,225.83$$

$$\bar{Z}_n \pm t_{n-1, \alpha/2} \sqrt{\hat{var}(\bar{Z}_n)} = 51.67 \pm t_{12-1, \frac{0.05}{2}} \sqrt{1,225.83} = 51.67 \pm 2.228(35.018)$$

$$51.67 \pm 78.01 = (129.68, -26.34)$$

Ecuación 25 Prueba t pareada de Stela

El intervalo de confianza incluye al 0, por lo que no hay diferencia significativa entre las medias de los datos reales y los datos simulados, lo que significa que el modelo tiene validez.

4.Documentar la respuesta del modelo con análisis de sensibilidad:

Se modificó el periodo de determinación tal como se muestra a continuación, con el fin de obtener la demanda mensual:

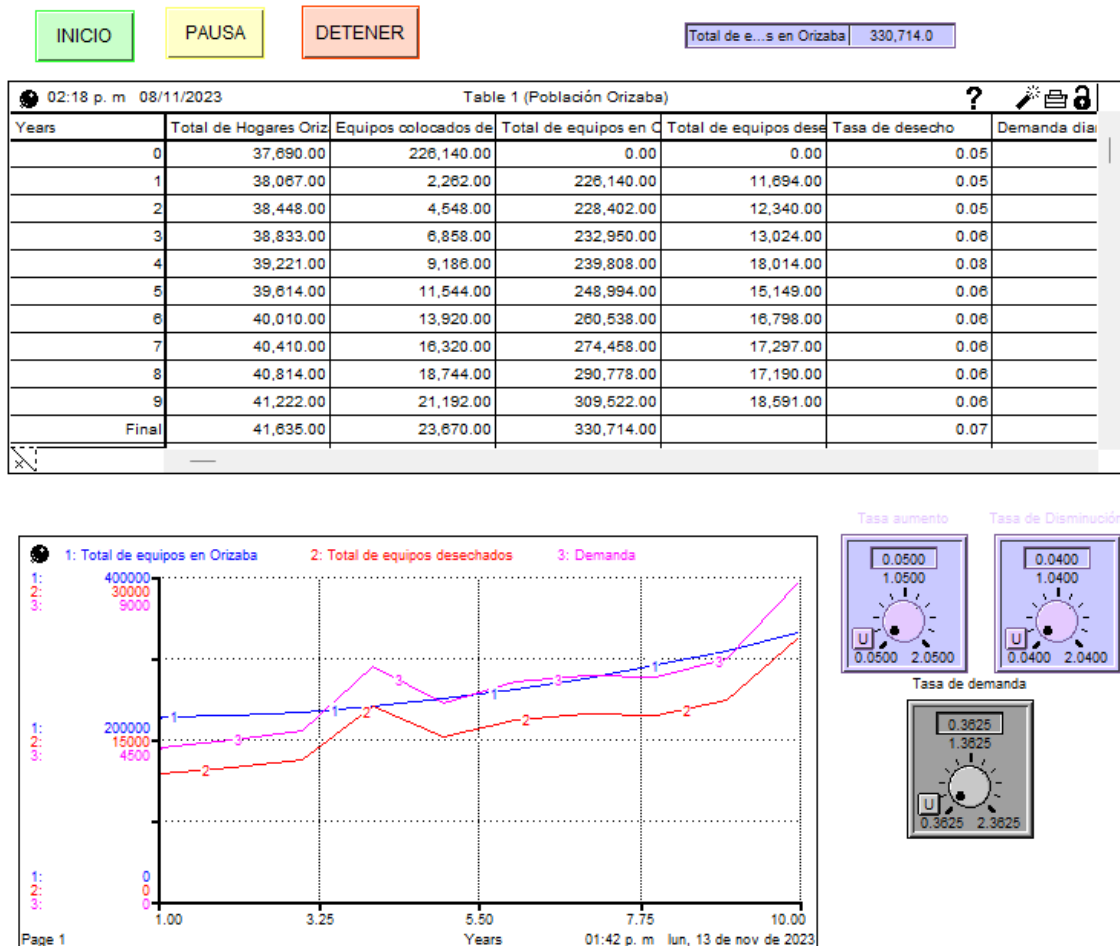
Tabla 4.0.17 Demanda determinada en Stela
Fuente: Elaboración propia

Mes	Demanda
1	388
2	505
3	467
4	529
5	411
6	432
7	516
8	450
9	407
10	375
11	408
12	382

Adicionalmente mediante la interfaz se realizaron diferentes pruebas sobre la tasa de demanda, obteniendo que está incrementaría considerablemente solo aumentando un 3.5, ya que la demanda por día sería de casi 20 equipos.

4.5.4 Fase 4. Implementación

1. Presentar el modelo en una forma accesible al usuario: Con la finalidad de que el usuario pueda modificar las variables del sistema se colocaron elementos que ayudarán a realizar estos posibles cambios, tal como se muestra a continuación:



2. Observar y analizar el comportamiento del modelo bajo diferentes políticas:

Las políticas las determinará el usuario final, en caso de realizar modificaciones.

Conclusiones

Durante el desarrollo de la investigación se tuvieron diversos obstáculos, la carencia de información se reveló como un desafío fundamental, destacando la ausencia de datos concretos acerca de la cantidad de RAEE generados en México, y aún más específicamente en la localidad de Orizaba. La escasez de información relacionada con el manejo y destino final de estos residuos, así como la falta de datos sobre la tasa anual de desecho de estos aparatos, planteó un impedimento significativo. Además, la dinámica de rotación de los AEE añadió complejidad en el desarrollo. Estos desafíos subrayan la necesidad de abordar las deficiencias de información para avanzar exitosamente hacia soluciones sostenibles en la gestión de RAEE.

De igual forma, surgieron ventajas que enriquecieron significativamente la propuesta de este sistema de servicios, una de ellas fue el diseño del proceso de servicio para RAEE que interrelaciona los principios de la economía circular, la implementación de estrategias de logística inversa y la integración eficiente en la cadena de suministro. La conexión con la economía circular no solo amplió la sostenibilidad del sistema, sino que también generó oportunidades para la reutilización y reciclaje de componentes, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental. Además, la cuidadosa consideración de la viabilidad financiera resultó en un retorno de inversión estimado en un período de seis años, destacando la rentabilidad a largo plazo de la implementación de este enfoque innovador. Estas ventajas subrayan la pertinencia del sistema de servicios propuesto, apuntando hacia un paradigma de gestión de RAEE que no solo es eficiente desde el punto de vista económico, sino también ambientalmente sostenible.

Como parte del desarrollo del presente trabajo surgieron oportunidades clave como son la posibilidad de establecer alianzas estratégicas con empresas especializadas en el reciclaje de RAEE, aprovechando sus conocimientos y recursos para fortalecer la gestión de residuos y maximizar la eficiencia del proceso. Además de la creación de programas de concientización y educación pública sobre la importancia del manejo adecuado de los dispositivos electrónicos podría generar un cambio cultural positivo, fomentando la participación de la comunidad en la recolección y reciclaje de RAEE. Otra oportunidad destacada es la exploración de incentivos fiscales o subsidios gubernamentales para empresas comprometidas con prácticas sostenibles en la gestión de RAEE. Estos estímulos podrían actuar como catalizadores financieros, facilitando la adopción y expansión del sistema propuesto. Asimismo, la integración de tecnologías emergentes, como la

inteligencia artificial, podría optimizar aún más la eficiencia operativa y la trazabilidad de los residuos a lo largo de la cadena de suministro, es importante mencionar que la trazabilidad en los procesos da un plus en temas de calidad.

Es importante considerar a futuro, la implementación piloto del sistema en Orizaba con el fin de evaluar su viabilidad práctica, esto permitirá obtener un mayor panorama al respecto e investigar o adoptar tecnologías emergentes que puedan mejorar la eficiencia del proceso, de igual forma su implementación fomentaría la colaboración con organismos gubernamentales, empresas privadas y organizaciones no gubernamentales para establecer regulaciones sólidas y promover la concientización pública. Una vez implementado el modelo se deberá mantener una investigación continua sobre las tendencias en gestión de RAEE, economía circular y tecnologías emergentes para asegurar que el sistema se mantenga actualizado y sea líder en prácticas sostenibles.

El sistema de producción de servicios diseñado demuestra ser viable en lo que respecta a aspectos operativos, económicos y ambientales. En la parte operativa se determinó una demanda estimada de 12 equipos que se traduce, según la simulación, a un promedio de 381 equipos por mes, de los cuales 128 ingresan a reparación y posteriormente entregados al cliente en condiciones restauradas o bien se comercializan dentro del sistema, en promedio los equipos vendidos al mes son 213; 54 se despieza totalmente; 35 se despiezan por pieza y 37 van a consignación. La demanda es creciente y sostenible hasta el año 5. En lo que respecta a la recuperación de materiales, destacan cantidades significativas, como 7.9 ton de ferrosos, 2.3 ton de cobre, 2.1 ton de plástico, 1.4 ton de acero inoxidable y 1.4 ton de aluminio. En el ámbito financiero la inversión es de 1.5 millones de pesos, un punto de equilibrio de \$81,205.33, un periodo de recuperación de 4 con 2 meses años, un retorno de inversión del 22.5%, estos logros financieros no solo respaldan la viabilidad económica, sino que también posiciona al modelo como una inversión estratégica con impactos positivos en la gestión de RAEE. Finalmente, en la parte ambiental se estimó un ahorro de las toneladas de CO₂e de 941 que equivalen a un ahorro económico de \$979,956.

Es importante resaltar que el sistema contribuye activamente a la promoción de la economía circular mediante la implementación de la logística inversa. Este enfoque innovador asegura que los materiales recuperados regresen al proceso de producción, cerrando el ciclo de vida de los AEE y fomentando la reutilización y el reciclaje de componentes. Este compromiso con la economía circular no solo reduce la dependencia de recursos vírgenes,

sino que también minimiza la generación de residuos, consolidando así la sostenibilidad ambiental del modelo.

A continuación, en la tabla se muestran los objetivos específicos y el resumen de la evidencia de su cumplimiento, así como los obstáculos o beneficios no previsto en cada objetivo, cabe mencionar que cada objetivo es una fase en el desarrollo de la presente tesis:

Tabla C.1 Tabla resumen de objetivos específicos, evidencia del cumplimiento y obstáculos o beneficios

Objetivo específico	Evidencia del cumplimiento	Obstáculo o beneficio no previsto
1. Determinar el número aproximado de RAEE, de acuerdo con su clasificación, que se generan en la Región y los principales elementos cualitativos de interés en el sistema (actores, medios de recolección, impactos al medio ambiente, sociales y culturales, ciclo de vida de los productos y tipos de materiales) con el fin de tener un panorama real que permita comprender la situación actual en el municipio de Orizaba.	Se elaboró un mapa de actores que destacó a los consumidores y a los recolectores de residuos, tanto formales como informales, como los actores principales del sistema. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis PESTEL para identificar los aspectos clave que podrían influir en el modelo de negocios. Con el objetivo de comprender las motivaciones y los puntos críticos de los posibles usuarios, se desarrolló el Customer Journey Map. Finalmente, para identificar los ciclos de vida de los productos, los tipos de materiales y evaluar la viabilidad del servicio, se implementó una encuesta validada mediante el índice alfa ordinal, que arrojó un índice de confiabilidad del 0.81. Con estos pasos, se logró esquematizar el sistema actual para la gestión de residuos.	La falta de información representó un desafío clave, especialmente evidenciada por la falta de datos concretos sobre la cantidad de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados. Sin embargo, esta carencia de información también tuvo aspectos positivos, ya que permitió abordar la situación con una perspectiva fresca y adaptarse al entorno de manera flexible.

Objetivo específico	Evidencia del cumplimiento	Obstáculo o beneficio no previsto
2. Determinar puntos de mejora o implementación de nuevas alternativas para la recuperación, selección o tratamiento de RAEE, así como definir las variables cualitativas y cuantitativas del sistema, con el propósito de idear nuevas alternativas o propuestas de mejora y determinar los límites y alcances a desarrollar.	Con el fin de identificar nuevas alternativas, se elaboró el modelo CANVAS, resaltando la identificación de propuestas de valor, actividades, socios y recursos clave. Integrando esta información con los resultados obtenidos en el primer objetivo, se definieron las variables cuantitativas y cualitativas del sistema. De las que destacan los años de rotación, el número de equipos por hogar, la cantidad de hogares, el total de equipos, la tasa de desecho de dichos equipos, la cantidad de equipos desechados, el nicho de mercado, la demanda anual y diaria, los tipos de procesamiento y su demanda estimada, los tiempos de procesamiento, los tipos de materiales y el porcentaje de recuperación de estos. Una vez identificados todos estos elementos, se elaboró un esquema del servicio propuesto para determinar sus alcances, al mismo tiempo que se reconoció la necesidad de establecer un proceso logístico que facilitara la implementación del sistema. Finalmente, se desglosó el sistema en los diagramas de Front y Back Office con el propósito de identificar y gestionar todas las actividades que se llevarían a cabo dentro del sistema.	La obtención de los datos duros de las variables cuantitativas del sistema, represento un desafío en lo que respecta a la determinación de la formula, sin embargo, gracias a los conocimientos adquiridos durante la ejecución de este proyecto, se pudo fundamentar este proceso en principios estadísticos y matemáticos. Además, se observaron ventajas que aportaron considerablemente a la propuesta del sistema de servicios. Entre ellas, destaca el diseño del proceso de manejo de RAEE, que integra los principios de la economía circular, la aplicación de estrategias de logística inversa y una eficiente integración en la cadena de suministro.

Objetivo específico	Evidencia del cumplimiento	Obstáculo o beneficio no previsto
3. Diseñar y construir un sistema de producción de servicios que abarque la recuperación, selección y tratamiento de RAEE, donde se incluyan las variables cualitativas y cuantitativas definidas, con la finalidad de obtener una representación esquemática visual del sistema para prototiparlo en simulación y realizar el análisis de las variables financieras, operativas y ambientales.	Se consolidaron los diagramas de front y back office en el diagrama de flujo, con el propósito de disponer de una guía que incluyera todas las actividades que debían colocarse o unificarse durante la programación en simulación. Adicionalmente, se realizó un esquema de la interrelación de los procesos del sistema con los actores involucrados con el fin de proceder a la programación en simulación, la cual fue realizada en SIMIO, inicialmente en una visualización en 2D para facilitar posibles ajustes. Se llevaron a cabo 10 corridas de prueba y se validó el modelo mediante una prueba T pareada. Con la información obtenida, se procedió al diseño de la planta, el cual abarcó el diseño de las áreas de trabajo y la disposición espacial de cada una de ellas. Una vez que el diseño quedó definido, se avanzó hacia el prototipado en 3D, se determinó el número óptimo de corridas y se recopilaron datos precisos del sistema. Durante este proceso, se identificó que el modelado en simulación se limitaba a eventos discretos, mientras que el sistema, en cuanto a la demanda, era continuo. Por este motivo, se optó por realizar la simulación utilizando dinámica de sistemas a través del programa Stela, dando como resultado un crecimiento sostenible de la demanda.	No se anticipó que la simulación de eventos discretos no abordaría la dinámica de la demanda. Sin embargo, afortunadamente, se solucionó este inconveniente mediante la aplicación de dinámica de sistemas en Stela. De esta manera, incorporar esta metodología al desarrollo resultó ser una decisión acertada.

Objetivo específico	Evidencia del cumplimiento	Obstáculo o beneficio no previsto
4. Evaluar los resultados obtenidos con el propósito de conocer si el sistema de producción de servicios para recuperación, selección y tratamiento de RAEE es viable de implementar en el municipio de Orizaba, mediante una razón económica – ambiental.	Se determinó que, desde una perspectiva operativa, el sistema tiene una sostenibilidad proyectada de 5 años, a pesar de la creciente demanda. Después de este periodo, se anticipa que la demanda superará la capacidad del sistema, lo que requerirá ajustes. Desde el punto de vista financiero, el sistema se muestra viable, con un retorno de inversión anual del 22.5% y un periodo de recuperación estimado de 4 a 5 años. En términos ambientales, se estima un ahorro de 941 toneladas de CO₂e, equivalente a un ahorro económico de \$979,956. Es crucial destacar que el sistema contribuye a la economía circular mediante la implementación de la logística inversa. La economía circular no solo reduce la utilización de recursos vírgenes, sino que también minimiza la generación de residuos.	El sistema muestra claros beneficios en términos de sostenibilidad operativa, viabilidad financiera, impacto ambiental positivo y promoción de la economía circular, pero también enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad a largo plazo y posibles modificaciones futuras, así como la gestión de factores externos como nuevas legislaciones o un crecimiento desbordado no previsto en la simulación dinámica.

Bibliografía

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR]. (2016). *Resumen de Salud Pública: Cadmio (Cadmium)*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html
- Albaladejo, M., Mirazo, P., & Franco, L. (2021, March 26). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- AMAI. (2023). *Niveles Socio Económicos*.
<https://www.amai.org/NSE/index.php?queVeo=NSE2020>
- Andrés Blanco, T. (2020). *¿Cómo se calcula la huella de carbono que emite una empresa?* <https://www.bbva.com/es/es/sostenibilidad/como-se-calcula-la-huella-de-carbono/>
- ATSDR. (2010). *La toxicidad del arsénico*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/efectos_fisiologicos.html
- ATSDR. (2016). *Fósforo blanco*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts103.html
- Baldé, C. P., Angelo, E. D', Luda, V., Deubzer, O., & Kuehr, R. (2022). *Global Transboundary E-waste Flows Monitor 2022*.
- BANXICO. (2017). *Fijación del precio del carbono*.
<https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing>
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires*.
https://books.google.com.mx/books?id=x7PjWyVUoVAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Calpa-Oliva, J. E. (2020). Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas. *TecnoLógicas*, 23(48), 55–81.
<https://doi.org/10.22430/22565337.1418>
- Camacho, Á. (2018, November 14). *Las circularidades de la economía circular*.
<https://twitter.com/AngelECamacho/status/1062853637922267137>
- Cámara de Diputados. (2021, February 4). *Aprueban reforma para regular manejo y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*.
<https://comunicacionnoticias.diputados.gob.mx/comunicacion/index.php/boletines/aprueban-reforma-para-regular-manejo-y-disposicion-final-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos#gsc.tab=0>
- Castillo, V., Barrón, D., Álvarez, E., & Cortés, G. (2022). *Propuesta metodológica de análisis que integra la cocreación de valor y centralidad equilibrada en los Restaurantes de Puebla*.

- Cienciasfera. (n.d.). *Componentes de una lavadora doméstica*. Retrieved September 23, 2023, from https://www.cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno02/tema23/2_componentes_de_una_lavadora_domstica.html
- CONCEPTO. (2022). *Encuesta* . <https://concepto.de/encuesta/>
- Cramer, J. (2020). *How Network Governance Powers the Circular Economy Ten Guiding Principles for Building a Circular Economy, Based on Dutch Experiences*. https://assets.ctfassets.net/fqjwh0badmlx/1elraV8llz6bCeHJVntNF0/3d1b3fda50f0bce1062ad1c043972c68/Network_governance_for_Circular_Economy_web_version.pdf
- DOF. (2022, March 25). *Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SE-2021*. [https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5646791&fecha=25/03/2022#gsc.ta
b=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5646791&fecha=25/03/2022#gsc.tab=0)
- Dominguez, S. (2012). *PROPUESTA PARA EL CÁLCULO DEL ALFA ORDINAL Y THETA DE ARMOR*. 15, 213–217.
- ECOLEC. (2023a). *Procesos de reciclaje de RAEE | Reciclaje electrónico y gestión de RAEE*. <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/procesos-de-reciclaje/>
- ECOLEC. (2023b). *Recogida de RAEE en puntos de venta de distribuidores | Reciclaje electrónico y gestión de RAEE*. <https://ecolec.es/distribuidores/recogida/>
- ECOMMERCE. (2020). *Logística inversa en la cadena de suministro: qué es, tipos y ejemplos*. <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-inversa-cadena-suministro>
- EcuRed. (n.d.). *Plancha*. Retrieved September 23, 2023, from <https://www.ecured.cu/Plancha>
- EDU. (2022). *Estadística básica: La encuesta*. <https://edu.gcfglobal.org/es/estadistica-basica/la-encuesta/1/>
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. (2016). *HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR: MOTIVOS ECONÓMICOS PARA UNA TRANSICIÓN ACELERADA*.
- Elogistica. (2022). *Simulación de procesos*. ITA INNOVA. <http://web.itainnova.es/elogistica/lineas-de-trabajo/logistica-inteligente/simulacion-de-procesos/>
- Equipo de Redacción Partesdel.com. (2017). *Partes de la licuadora*. Portal Educativo Partesdel.Com. . https://www.partesdel.com/partes_de_la_licuadora.html
- Equipo Editorial: Etécé. (2021, August). *Diagrama de Flujo*. Argentina. <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>
- Escamilla-García, P. E., Camarillo-López, R. H., Carrasco-Hernández, R., Fernández-Rodríguez, E., & Legal-Hernández, J. M. (2020). Technical and economic analysis of energy generation from waste incineration in Mexico. *Energy Strategy Reviews*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100542>

- Espinoza, S. C., & Novoa-Muñoz, F. (2018). Ventajas del alfa ordinal respecto al alfa de Cronbach ilustradas con la encuesta AUDIT-OMS. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.65>
- Facchin, J. (n.d.). *Análisis PESTEL ¿qué es, para qué sirve y cómo hacerlo?* Retrieved July 4, 2022, from <https://josefacchin.com/analisis-pestel/>
- Flórez, Á., Toro, E., & Granada, M. (2012). Diseño de redes de Logística inversa: Una revisión del estado del arte y aplicación práctica. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(2), 153–177. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91126903009>
- Forti, V., Baldé, C., Kuehr, R., Bel, G., Adrian, S., Drisse, M. B., Cheng, Y., Devia, L., Deubzer, O., Goldizen, F., Jingwei, W., Jinhui, L., Khetriwal, D. S., Linnell, J., Magalini, F., Nnororm, I. C., Onianwa, P., Ott, D., Ramola, A., ... Zeng, X. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.*
- Gavilán García, A., Kathia, F., Robles, C., Concepción, V. A., Flores Martínez, S., & Rüd, S. B. (2010). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN MÉXICO.*
- Gestores de Residuos. (2020, June 22). *Una investigación prueba que desmantelar RAEE implica riesgos para la salud - Gestores de Residuos.* <https://gestoresderesiduos.org/noticias/una-investigacion-prueba-que-desmantelar-raee-implica-riesgos-para-la-salud>
- Gómez, A. (2010). *Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad.* 4. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3875599.pdf>
- GRUPO FI. (n.d.). *El pib verde, midamos la sostenibilidad. Índice de Enriquecimiento Inclusivo.* | FI Group España. 2017. Retrieved January 8, 2023, from <https://es-fi-group.com/el-pib-verde-midamos-la-sostenibilidad-%C3%ADndice-de-enriquecimiento-inclusivo/>
- Guibrunet, L. (2019). What is “informal” in informal waste management? Insights from the case of waste collection in the Tepito neighbourhood, Mexico City. *Waste Management*, 86, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.021>
- Gutiérrez, L. (2019). *MODELO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS “CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBLES” INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO Y ADMINISTRACIÓN UNIDAD SANTO TOMÁS SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.*
- Hortal, M., & Navarro, V. (2011, March 28). *La logística inversa: ¿qué es y para qué sirve?* <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/50133-La-logistica-inversa-que-es-y-para-que-sirve.html>
- Huella ecológica: definición, cálculo y reducción.* (2022). Garrett Caroline. <https://climate.selectra.com/es/que-es/huella-ecologica>

- ICONTEC. (2023). *Certificación de organizaciones gestoras de RAEE - Icontec*.
https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-de-organizaciones-gestoras-de-raee/
- IKEA. (2021). *¿Conoces las 9 'R' de la Economía Circular? ~ Orígenes: El principio de la solución*. EL MUNDO. <https://origenes.elmundo.es/conoces-las-9-r-de-la-economia-circular>
- IKI Alliance. (2019, September 10). *Residuos electrónicos en México y su potencial consumo sustentable*. <https://iki-alliance.mx/residuos-electronicos-en-mexico-y-su-potencial-consumo-sustentable/>
- INEGI. (2020a). *Consulta interactiva de datos*.
https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?c=
- INEGI. (2020b). *Consulta interactiva de datos*.
https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=
- INEGI. (2021a). *Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México*.
- INEGI. (2021b). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*.
- Iniciativa Step. (2014). *One Global Definition of E-waste*.
- Isee Systems. (2023). *Simulador de estrella*.
<https://www.iseesystems.com/store/products/stella-simulator.aspx>
- ISM. (2023). *Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - ISM*.
<https://www.ismedioambiente.com/programas-formativos/gestion-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos/>
- ITU. (2013). *Toolkit on environmental sustainability for the ICT sector*.
www.itu.int/ITU-T/climatechange/ess/index.html
- Langenfeld, K. (2019). *Design Thinking para principiantes*.
- Lechuga Vázquez, P., & Paredes Rizo, M. ^a L. (2014). Efectos biológicos derivados de la exposición a PBDES en trabajadores del reciclaje de e-waste: revisión sistemática. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 60(237), 685–713. <https://doi.org/10.4321/S0465-546X2014000400008>
- Ley General Para La Prevención y Gestión Integral de Los Residuos (2018).
- Lista de Símbolos Utilizados en Diagramas de Flujo*. (2020).
<https://es.scribd.com/document/448712808/LISTA-DE-SIMBOLOS-UTILIZADOS-EN-DIAGRAMAS-DE-FLUJO>
- López, A. (2021). *Mapeo de partes interesadas 101: una guía rápida para los mapas de partes interesadas*. <https://www.projectmanager.com/blog/stakeholder-mapping-guide>

- Maciel, Jesús, & Cortes, G. (2023). *Modelación dinámica de problemas inventivos: diseño de estrategias orientadas a la resolución simultánea de conflictos*.
- Mapa de actores. (2020). <https://conociendodeprevencion.org/documentos/mapa-de-actores/>
- Mastrandrea G. (2019). *¿Está Chile preparado para implementar la Regulación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?* [Tesis documental]. Universidad del Desarrollo- Facultad de Derecho.
- MCG MÉXICO. (n.d.). *Curso de gestión Integral de Residuos*. Retrieved May 24, 2023, from https://mcgmexico.com/07AM-curso_de_residuos.html
- Ministerio de Ambiente Colombia. (2010). *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia.
- Molina, D. (2022). Qué es el Modelo Canvas y ejemplos de Canvas reales. *Thinking for Innovation*. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-modelo-canvas-y-como-aplicarlo-a-tu-negocio-agile-scrum/>
- Mor, S. R., Singh, K., Singh, S., Singh, A., & Kharub, M. (2021). *E-waste Management for Environmental Sustainability an Exploratory Study*.
- Moras, C. (2020). *Diseño de la Calidad de la Simulación*.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. (2023, January 18). *La basura electrónica y su peligro para el medio ambiente*. https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239
- Naveira, L. M. (2023, January 26). *Conferencia Ambiental presencial y online: “Las siete ‘R’ básicas de la Economía Circular: rediseñar, reducir, reutilizar, reparar, renovar, recuperar y reciclar.”* Universidad de Burgos. <https://www.ubu.es/agenda/conferencia-ambiental-presencial-y-online-las-siete-r-basicas-de-la-economia-circular-redisenar-reducir-reutilizar-reparar-renovar-recuperar-y-reciclar-con-luis-marcos>
- Noel Ramírez Padilla, D. (n.d.). *Contabilidad administrativa, 8va Edicion*. www.FreeLibros.me
- OMS. (2021a). *El mercurio y la salud*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
- OMS. (2021b). *Intoxicación por plomo*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- OPEMED. (2019, June 27). *¿Cómo se reciclan los RAEE?* | *Opemed*. <https://gestionderesiduosonline.com/como-se-reciclan-los-raee/>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). *La OMS alerta de que el incremento rápido de los desechos electrónicos afecta a la salud de millones de niños*. <https://www.who.int/es/news/item/15-06-2021-soaring-e-waste-affects-the-health-of-millions-of-children-who-warns>

- Oxford Languages and Google. (2022). *Oxford Languages*.
<https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>
- Peña, C. C., Torres, P., Vidal, C. J., & Marmolejo, L. F. (2013). La logística de reversa y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos. *Entramado*, 9(1), 226–238.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032013000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Peñalver, P. (2021, May). *Customer Journey Map: Entiende y Diseña la Experiencia de Cliente*. <https://www.wearemarketing.com/es/blog/customer-journey-map-entiende-y-disena-la-experiencia-de-tus-clientes.html>
- Pérez C. (2019). *Propuesta de una Estrategia para la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la Universidad Católica de Colombia* [Tesis de Campo]. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA.
- Piera, M. Á. (2013). *Cómo mejorar la logística de su empresa mediante la simulación*. Diaz de Santos.
<https://books.google.com.mx/books?id=hSQBAQAAQBAJ&pg=PA18&dq=simulaci%C3%B3n+etapas&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjn5qWdpvP6AhUtnWoFHRsqDcEQuwV6BAglEAc#v=onepage&q=simulaci%C3%B3n%20etapas&f=false>
- Portal de arquitectura Arqhys.com. (2018, May). *Partes de una estufa*.
https://www.arqhys.com/decoracion/partes_de_una_estufa.html
- Potting, J., Hekkert, Marco, Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain*.
<https://www.researchgate.net/publication/319314335>
- PROFECO. (2019). *Obsolescencia programada: diseñados para morir*.
<https://www.gob.mx/profeco/articulos/obsolescencia-programada-disenados-para-morir>
- Pros y contras de los rellenos sanitarios*. (2020, March 14).
<https://coprocesamiento.org/pros-y-contras-de-los-rellenos-sanitarios/>
- Redhogar. (n.d.). *¿Sabes que partes componen una lavadora?* Retrieved September 23, 2023, from <https://www.redhogar.com.mx/noticia/sabes-que-partes-componen-una-lavadora>
- Rentero, A. (2018). *La logística inversa: ¿qué es y para qué sirve?*
<https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/la-logistica-inversa-que-es-y-para-que-sirve/>
- Ríos-Obando, J. F. (2016). Gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el municipio de Armenia, Quindío. *LIBRE EMPRESA*, 14(1), 167–187.
<https://doi.org/10.18041/libemp.2017.v14n1.27108>

- Ropero, S. (n.d.). *INDICADORES AMBIENTALES: qué son, tipos y ejemplos*. 2020. Retrieved January 8, 2023, from https://www.ecologiaverde.com/indicadores-ambientales-que-son-tipos-y-ejemplos-2759.html#anchor_1
- Rubio, S., Bañegil, T., & Corominas, A. (2003). *EL SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA EN LA EMPRESA: ANÁLISIS Y APLICACIONES*. Universidad de Extremadura.
- Rueda-Avellaneda, J. F., Rivas-García, P., Gomez-Gonzalez, R., Benitez-Bravo, R., Botello-Álvarez, J. E., & Tututi-Avila, S. (2021). Current and prospective situation of municipal solid waste final disposal in Mexico: A spatio-temporal evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 1, 100007. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2021.100007>
- SEMARNAT. (2012). *Residuos Sólidos Urbanos*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/Compendio_2012/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet5c54.html
- SEMARNAT. (2017). *Inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México. Escala nacional y estatal para Jalisco, Baja California, y Ciudad de México ejecutivo extendido. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 "Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes" (ResiduosCOP)*.
- SEMARNAT. (2022). http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D3_GLOS_RSM.htm
- Simio Master Reseller. (2022). *Simio: Simulación de procesos logísticos*. <https://www.simio-simulacion.es/>
- Statista. (2021). *E-waste: generación de residuos-e en México | Statista*. <https://es.statista.com/estadisticas/1215540/generacion-residuos-electronicos-mexico/>
- STEINERT KSS. (2023). *Separación y clasificación en todas las fracciones de chatarra electrónica*. <https://steinertglobal.com/es/reciclaje-de-metales/reciclaje-de-chatarra-electronica-raee/>
- Tecnoworld. (n.d.-a). *Lista de partes de un refrigerador y/o sus componentes*. Retrieved September 23, 2023, from <https://twoparts.com.mx/lista-de-partes-de-un-refrigerador/>
- Tecnoworld. (n.d.-b). *Partes de una lavadora que debes conocer*. Retrieved September 23, 2023, from <https://twoparts.com.mx/partes-de-una-lavadora/>
- Tecnoworld. (2021). *ESTUFAS Y SUS COMPONENTES*. <https://twoparts.com.mx/estufas-y-sus-componentes/>
- Torres, D., Guzmán, S., Kuehr, R., Magalini, F., Devia, L., Cueva, A., Herbeck, E., Kern, M., Rovira, S., Drisse, M. N., Silva, A. S., Pascale, A., Laborde, A., & Kitsara, I. (2015). *Gestión Sostenible de Aparatos de Residuos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*. itu.int/ITU-T/climatechange/

- TRANSEOP. (2023, January 27). *Logística Inversa: ¿Qué es? Descubre sus ventajas*.
<https://www.transeop.com/blog/Logistica-Inversa/311/>
- Ullca, J. (2006). *Los Rellenos Sanitarios*.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047388001>
- UNDP. (2020). *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?*
<https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Vargas F. (2017). *Gestión Ambiental del Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización en Tiendas por Departamento*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9107>
- Vela-Anda, D. (2019). *Análisis de Soluciones para la Acumulación de Basura en Lima Metropolitana y Callao*.
- VistaLED. (n.d.). *Componentes de una Pantalla LED Publicitaria*. Retrieved September 23, 2023, from <https://www.vistaled.es/glosario/componentes-de-una-pantalla-led/>
- Yurico Meza. (2018). *Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli Departamento de Junín* [Tesis experimental]. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- .

Anexos

Anexo 1. Encuesta

- Muchas gracias por ingresar a la encuesta, por favor lea detenidamente y conteste con honestidad.

Agradecemos su participación.

* Indica que la pregunta es obligatoria

APARATOS DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA Y GRANDES

La presente encuesta es para conocer que realiza con los aparatos de intercambio de temperatura (refrigeradores) y/o grandes aparatos (estufas o lavadoras) después de su vida útil

1. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), tuviesen una falla, ¿qué realiza con él? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Regalarlo o donarlo
- ☐ Desecharlo
- ☐ Componerlo o repararlo
- ☐ Venderlo
- ☐ Guardarlo

2. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), necesitarán de una reparación o mantenimiento, ¿Quién la realizaría? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Centro de mantenimiento del proveedor.
- ☐ Un negocio de mantenimiento particular.
- ☐ Lo hago yo mismo
- ☐ Lo hace algún familiar.
- ☐ Ninguna de las anteriores

3. Si compra un nuevo electrodoméstico (estufa, refrigerador o lavadora) y el equipo viejo aún funciona ¿qué realiza con el equipo viejo? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Donarlo o regalarlo
- ☐ Darlo a consignación para su venta
- ☐ Desecharlo
- ☐ Venderlo yo mismo
- ☐ Guardarlo

4. Si compra un nuevo electrodoméstico (estufa, refrigerador o lavadora) y el equipo viejo **NO funciona** ¿qué realiza con el equipo viejo? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Donarlo o regarlo
- ☐ Darlo a consignación para su venta
- ☐ Desecharlo
- ☐ Venderlo yo mismo
- ☐ Guardarlo

5. En caso de desechar alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Lo llevo a un centro especializado
- ☐ Los doy a la basura municipal
- ☐ Los llevo a centros de chatarra
- ☐ Le llamo al reciclaje
- ☐ Lo dejo en la calle.

6. En caso de vender alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Se lo entrego a otra persona para que lo venda y en cuanto lo vende me da mi parte (consignación)
- ☐ Lo llevo a un negocio donde los compran
- ☐ Mediante redes sociales
- ☐ En bazares
- ☐ Se lo ofrezco a familiares

7. En caso de regalar o donar alguno de los electrodomésticos mencionados (estufa, refrigerador o lavadora), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Lo llevo a un negocio donde los aceptan
- ☐ Mediante redes sociales
- ☐ Se regalo a un familiar o amigo que lo necesite
- ☐ Se los entrego a los pepenadores
- ☐ Ninguno de los anteriores (especifique)

APARATOS PEQUEÑOS Y/O PANTALLAS

La presente encuesta es para conocer que realiza con los aparatos pequeños (licuadoras o planchas) y/o pantallas (televisores) después de su vida útil

8. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), tuviesen una falla, ¿qué realiza con él? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Regalarlo o donarlo
☐ Desecharlo
☐ Componerlo o repararlo
☐ Venderlo
☐ Guardarlo

9. Si alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), necesitarán de una reparación o mantenimiento, ¿Quién la realizaría? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Centro de mantenimiento del proveedor
☐ Un negocio de mantenimiento particular.
☐ Lo hago yo mismo,
☐ Lo hace algún familiar
☐ Ninguna de las anteriores (especifique)

10. Si compra un nuevo electrodoméstico (licuadoras, planchas o televisores) y el equipo viejo aún funciona ¿qué realiza con el equipo viejo? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Donarlo o regalarlo
☐ Darlo a consignación para su venta Desecharlo
☐ Desecharlo
☐ Venderlo yo mismo
☐ Guardarlo

11. Si compra un nuevo electrodoméstico (licuadoras, planchas o televisores) y el equipo viejo NO funciona ¿qué realiza con el equipo viejo? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Donarlo o regalarlo
☐ Darlo a consignación para su venta Desecharlo
☐ Desecharlo
☐ Venderlo yo mismo
☐ Guardarlo

12. En caso de desechar alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Lo llevo a un centro especializado
- ☐ Le llamo al reciclaje
- ☐ Los doy a la basura municipal
- ☐ Los llevo a centros de chatarra
- ☐ Lo dejo en la calle.

13. En caso de vender alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Se lo entrego a otra persona para que lo venda y en cuanto lo vende me da mi parte (consignación)
- ☐ Lo llevo a un negocio donde los compran
- ☐ Mediante redes sociales
- ☐ En bazares
- ☐ Se lo ofrezco a familiares

14. En caso de regalar o donar alguno de los electrodomésticos mencionados (licuadoras, planchas o televisores), ¿Cómo lo realiza? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Lo llevo a un negocio donde los aceptan
- ☐ Mediante redes sociales
- ☐ Se regalo a un familiar o amigo que lo necesite
- ☐ Se los entrego a los pepenadores
- ☐ Ninguno de los anteriores (especifique)

PREGUNTAS GENERALES DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS

15. ¿Cuántas estufas tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Dos o más
- ☐ Una
- ☐ Ninguna

16. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de estufa

Marca solo un óvalo.

- ☐ De un año a dos años
- ☐ Tres a cuatro años
- ☐ Más de cinco años

17. ¿Cuántos refrigeradores tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Dos o más
☐ Uno
☐ Ninguno

18. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de refrigerador

Marca solo un óvalo.

- ☐ De un año a dos años
☐ Tres a cuatro años
☐ Más de cinco años

19. ¿Cuántas lavadoras tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Dos o más
☐ Una
☐ Ninguno

20. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de lavadora

Marca solo un óvalo.

- ☐ Más de cinco años
☐ Tres a cuatro años
☐ De un año a dos años

21. ¿Cuántas licuadoras tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Tres o más
☐ Una o dos
☐ Ninguna

22. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de licuadora

Marca solo un óvalo.

- ☐ Un año a dos años
☐ Cinco a más años
☐ Tres años o cuatro años

23. ¿Cuántas planchas tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Tres o más
☐ Una o dos
☐ Ninguna

24. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de plancha

Marca solo un óvalo.

- ☐ Un año a dos años
☐ Tres años o cuatro años
☐ Cinco a más años

25. ¿Cuántos televisores tiene en su casa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Tres o más
☐ Uno o dos
☐ Ninguno

26. Seleccione cada cuanto tiempo realiza un cambio de televisor

Marca solo un óvalo.

- ☐ Un año a dos años
☐ Tres años o cuatro años
☐ Cinco a más años

27. ¿Sabe que los desechos de electrodomésticos eléctricos y electrónicos son denominados RAEE (Residuos de Electrodomésticos Eléctricos y Electrónicos)?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí lo sabía
☐ Tenía una idea
☐ No lo sabía

28. ¿Conoce alguno de los siguientes efectos dañinos de los componentes de los electrodomésticos electrónicos?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Alteraciones citogenéticas, problemas en la descendencia y daños a la salud
- ☐ Daños a la capa de ozono o calentamiento global
- ☐ Desconoce los daños

29. Si existiera una campaña para la recolección formal de estos electrodomésticos, ¿qué incentivo haría que usted cediera sus electrodomésticos electrónicos inservibles?

Marca solo un óvalo.

- ☐ De reconocimiento
- ☐ Puntos para premios
- ☐ Económica

30. Le gustaría recibir más información al respecto de los RAEE

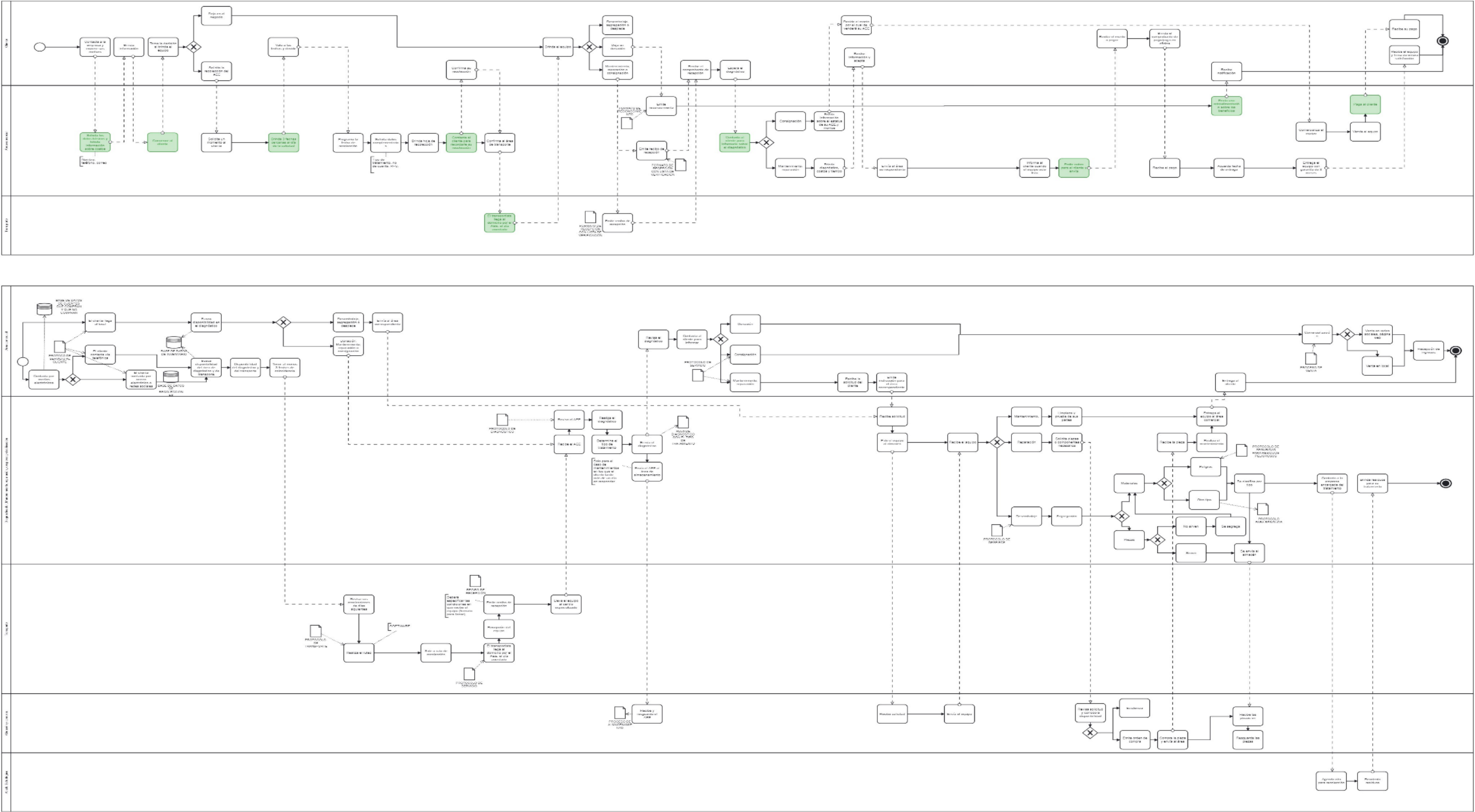
Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí gracias
- ☐ Me es indiferente
- ☐ No gracias

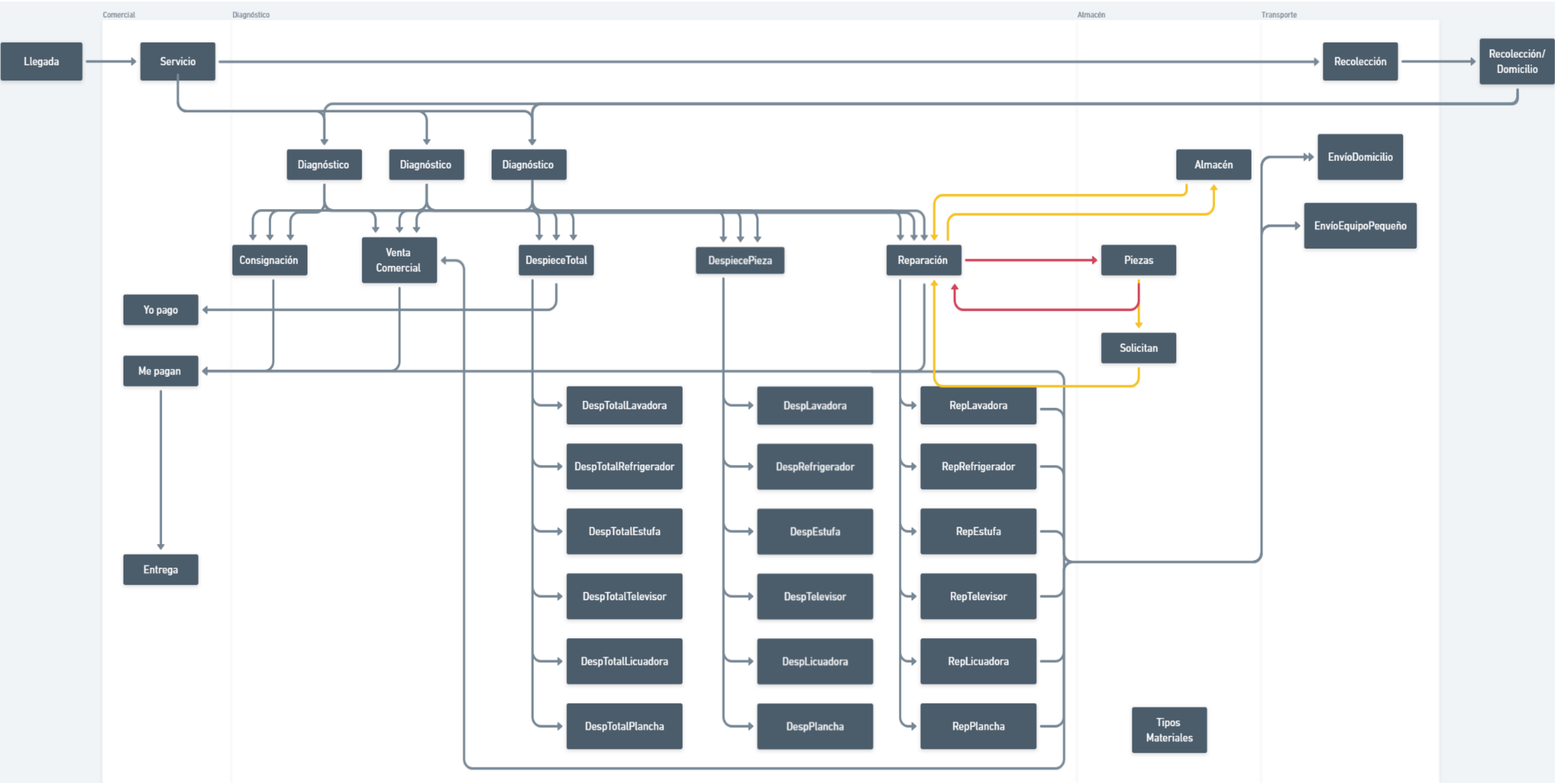
Anexo 2 Entrevista

- 1 ¿Cómo recolecta los aparatos eléctricos y electrónicos?
- 2 ¿Qué hace con los aparatos eléctricos o electrónicos que recibe?
- 3 ¿Le pagan por llevarse los aparatos, o usted para para se los lleven?
- 4 En caso de reparar algún aparato, ¿cómo consigue las piezas y en qué tiempo llegan?
- 5 ¿Me podría mencionar el tiempo que tarda en saber si el equipo sirve o no sirve o puede ser reparados?
- 6 ¿Me podría mencionar el tiempo que tarda en reparar una lavadora, una estufa, un refrigerador, una pantalla, una televisión, una plancha o una licuadora?
- 7 ¿Me podría mencionar el tiempo que tardaría en despiezar una lavadora, una estufa, un refrigerador, una pantalla, una televisión, una plancha o una licuadora?
- 8 Me podría decir su proceso en general.

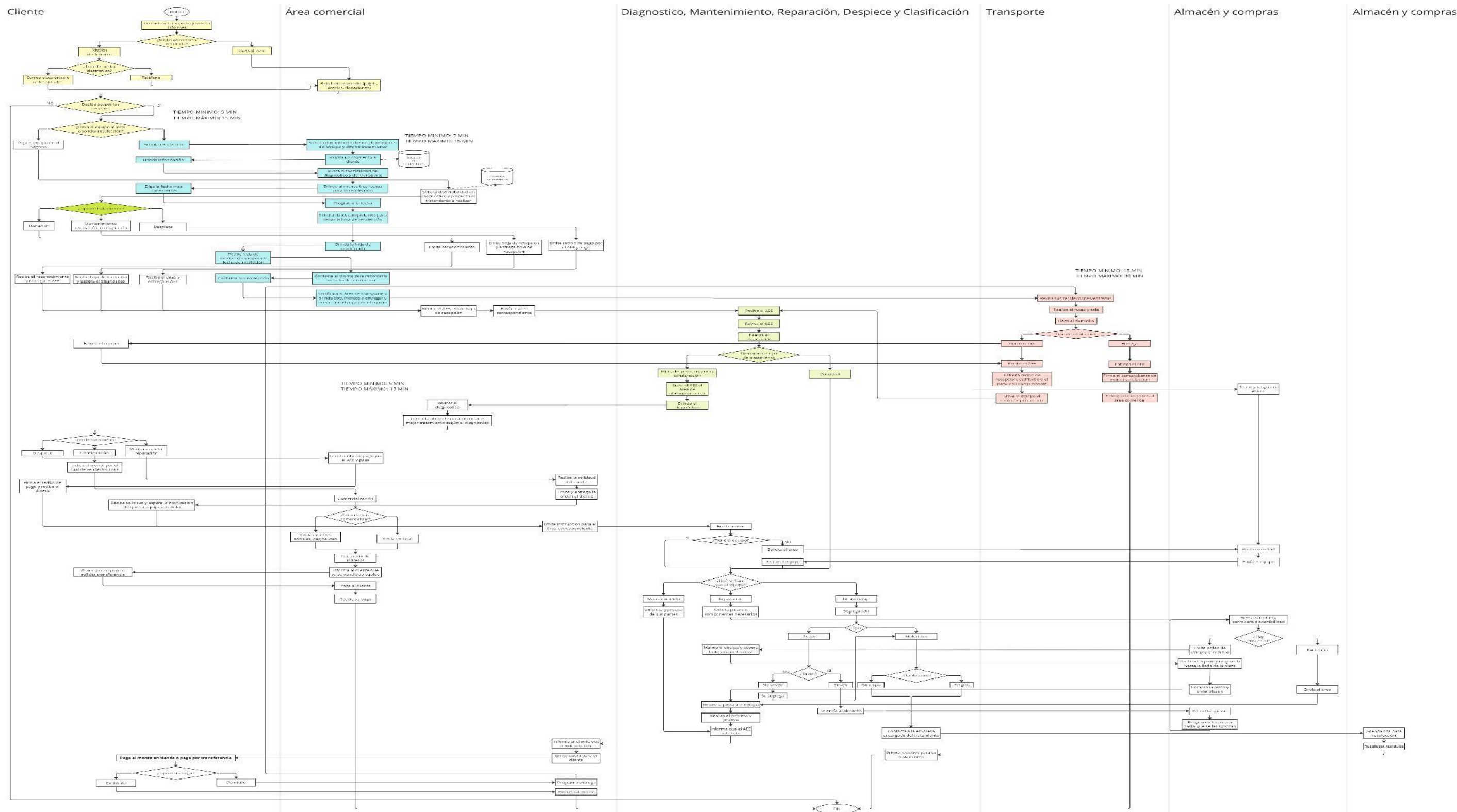
Anexo 3 Front y Back Office



Anexo 4. Diagrama de los principales procesos



Anexo 5. Diagrama de flujo



Anexo 6. Tabla de resultados de las 12 corridas óptimas

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos de diagnóstico	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos que a. consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Equipos a. ventas	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén	Envío a domicilio	Entrega de equipos	Total pago	Total cobro
CORRIDA 1																	
Lavadoras	53	53	53	12	5	4	1	28	4	24	12	6	2	2	0	16500	121200
Refrigeradores	91	91	91	31	11	10	1	50	18	32	12	9	9	8	0		
Estufas	22	22	22	5	6	4	2	10	4	6	4	1	1	1	0		
Televisiones	108	0	108	32	10	10	0	58	18	40	18	17	5	0	2		
Licuadoras	27	0	27	11	4	4	0	18	4	14	2	2	1	0	1		
Planchas	79	0	79	25	11	8	3	40	14	26	10	11	7	0	7		
CORRIDA 2																	
Lavadoras	56	56	56	19	7	5	2	24	5	19	11	7	7	7	0	18300	126200
Refrigeradores	78	78	77	27	6	6	0	43	12	31	16	6	7	4	0		
Estufas	24	24	24	8	4	4	0	16	5	11	2	1	1	1	0		
Televisiones	134	0	134	41	17	16	1	74	22	52	19	6	18	0	7		
Licuadoras	34	0	34	11	3	3	0	21	5	16	3	6	1	0	1		
Planchas	72	0	72	25	10	10	0	43	13	30	10	7	2	0	2		
CORRIDA 3																	
Lavadoras	58	58	58	27	7	7	0	32	8	24	7	5	7	5	0	14200	118200
Refrigeradores	78	78	78	27	8	7	1	49	17	32	13	5	3	2	0		
Estufas	19	19	19	7	4	4	0	11	4	7	2	1	1	1	0		
Televisiones	117	0	117	39	8	7	1	74	17	57	14	16	5	0	3		
Licuadoras	31	0	31	15	2	2	0	19	5	14	5	2	3	0	2		
Planchas	88	0	88	25	5	4	1	49	12	37	11	15	8	0	5		
CORRIDA 4																	
Lavadoras	57	65	56	24	6	5	1	31	12	19	9	3	8	5	0	13400	108600
Refrigeradores	66	64	66	18	8	6	2	41	11	30	6	6	5	2	0		
Estufas	23	20	23	15	2	2	0	14	2	12	2	1	4	3	0		
Televisiones	114	0	114	46	8	8	0	71	18	53	17	11	7	0	6		
Licuadoras	31	0	31	17	1	1	0	24	8	16	0	2	4	0	4		
Planchas	80	0	80	35	13	13	0	44	9	35	7	7	9	0	7		
CORRIDA 5																	
Lavadoras	52	52	52	14	6	5	1	30	9	21	7	5	4	2	0	15600	117200
Refrigeradores	69	69	69	22	8	7	1	44	12	32	7	7	3	2	0		
Estufas	14	14	14	1	1	1	0	9	2	7	3	1	0	0	0		
Televisiones	131	0	131	47	13	12	1	72	21	51	18	15	13	0	11		
Licuadoras	42	0	42	8	6	5	1	15	4	11	11	6	4	0	4		
Planchas	88	0	88	34	10	10	0	45	15	30	11	7	15	0	7		

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos de diagnóstico	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos que a. consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Equipos a. ventas	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén	Envío a domicilio	Entrega de equipos	Total pago	Total cobro
CORRIDA 6																	
Lavadoras	67	67	67	27	7	7	0	40	9	31	11	5	4	3	0	11600	119400
Refrigeradores	68	68	67	21	1	1	0	42	12	30	10	10	5	3	0		
Estufas	21	21	21	8	2	2	0	11	4	7	1	6	1	1	0		
Televisiones	104	0	104	38	12	12	0	60	25	35	15	6	11	0	6		
Licadoras	28	0	28	12	4	3	1	19	6	13	4	1	0	0	0		
Planchas	58	0	58	21	2	2	0	31	10	21	10	9	6	0	6		
CORRIDA 7																	
Lavadoras	56	56	56	23	7	6	1	32	17	15	7	5	5	4	0	13400	120000
Refrigeradores	83	83	83	31	5	4	1	49	9	40	8	3	18	7	0		
Estufas	16	16	15	7	1	1	0	10	4	6	2	1	2	1	0		
Televisiones	108	0	108	40	11	11	0	59	19	40	17	12	9	0	4		
Licadoras	26	0	26	7	4	4	0	12	6	6	6	2	2	0	2		
Planchas	91	0	91	23	10	9	1	45	13	32	24	9	3	0	3		
CORRIDA 8																	
Lavadoras	58	58	58	15	8	6	2	31	9	22	6	9	4	3	0	15500	119000
Refrigeradores	85	85	84	27	9	9	0	44	15	29	12	9	11	6	0		
Estufas	20	20	20	8	3	3	0	11	3	8	3	3	0	0	0		
Televisiones	120	0	120	42	9	9	0	63	17	46	20	15	13	0	6		
Licadoras	27	0	27	13	1	1	0	18	6	12	3	1	4	0	4		
Planchas	72	0	72	20	9	9	0	40	11	29	12	7	4	0	3		
CORRIDA 9																	
Lavadoras	46	46	46	15	9	8	1	22	14	8	5	9	1	1	0	12000	117000
Refrigeradores	93	93	93	38	5	3	2	57	14	43	15	6	10	7	0		
Estufas	19	19	19	7	0	0	0	12	4	8	5	2	0	0	0		
Televisiones	105	0	105	33	12	12	0	55	19	36	18	12	8	0	5		
Licadoras	36	0	36	11	4	2	2	16	3	13	6	7	3	0	3		
Planchas	102	0	102	39	10	9	1	56	12	44	17	4	15	0	8		
CORRIDA 10																	
Lavadoras	49	49	49	14	6	6	0	24	7	17	7	9	3	3	0	16200	126000
Refrigeradores	89	89	89	23	12	9	3	47	14	33	16	8	6	4	0		
Estufas	20	20	20	3	0	0	0	15	5	10	3	1	1	1	0		
Televisiones	109	0	109	33	12	11	1	65	23	42	20	6	6	0	6		
Licadoras	21	0	21	4	1	1	0	13	5	8	6	1	0	0	0		
Planchas	73	0	73	22	11	11	0	43	13	30	8	6	5	0	4		
CORRIDA11																	
Lavadoras	48	48	48	13	2	1	1	27	6	21	7	10	2	2	0	17100	116600

Equipo	Entrada de equipos	Equipos de recolección	Equipos de diagnóstico	Equipos en reparación	Equipos que entraron a consignación	Equipos vendidos en consignación	Equipos que a. consignación	Equipos entraron a venta	Equipos vendidos	Equipos a. ventas	Despiece total	Despiece por pieza	Almacén	Envío a domicilio	Entrega de equipos	Total pago	Total cobro
Refrigeradores	79	78	77	28	14	12	2	39	10	29	15	6	5	3	0		
Estufas	20	20	20	8	4	4	0	11	5	6	2	2	1	1	0		
Televisiones	116	0	115	38	12	11	1	64	19	45	16	12	12	0	1		
Licadoras	32	0	32	11	2	2	0	19	5	14	5	3	3	0	2		
Planchas	86	0	86	27	14	12	2	48	20	28	15	5	4	0	4		
CORRIDA 12																	
Lavadoras	60	60	59	26	3	2	1	41	12	29	5	5	6	3	0	13600	123000
Refrigeradores	93	93	92	42	7	7	0	51	14	37	9	9	17	7	0		
Estufas	20	20	20	9	2	2	0	16	3	13	2	0	0	1	0		
Televisiones	137	0	137	53	13	12	1	70	22	48	29	10	15	0	6		
Licadoras	31	0	31	8	2	2	0	14	7	7	8	5	2	0	1		
Planchas	79	0	79	14	9	8	1	36	6	30	20	8	6	0	5		

Corridas de materiales

Material	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aceites	8.04	10.67	8.65	6.03	4.69	6.71	5.35	7.98	9.95	10.63	9.97	5.99
Acero Inoxidable	182.60	157.61	105.31	130.82	111.85	151.70	106.44	98.07	97.60	111.16	105.63	80.02
Aleación de metal	165.60	151.80	96.60	124.20	96.60	151.80	96.60	82.80	69.00	96.60	96.60	69.00
Aluminio	158.74	141.92	107.03	108.86	102.03	114.52	97.10	109.50	133.13	125.91	113.69	87.50
Bronce	23.64	21.67	13.79	17.73	13.79	21.67	13.79	11.82	9.85	13.79	13.79	9.85
Cobre	229.96	262.57	201.85	170.53	140.57	192.20	148.70	188.73	221.22	239.77	224.97	150.61
Materiales ferrosos	708.34	851.42	679.88	528.05	444.54	565.12	471.44	661.26	806.36	841.71	772.76	537.41
Hule	41.14	37.08	23.98	30.41	24.56	36.71	24.01	21.03	18.63	24.41	23.98	17.49
Latón	23.64	21.67	13.79	17.73	13.79	21.67	13.79	11.82	9.85	13.79	13.79	9.85
Plástico (todo tipo)	240.36	231.14	168.20	175.08	157.40	193.95	150.41	165.73	182.41	195.52	178.72	144.64
Clorofluorocarbonados	207.48	276.77	224.77	155.61	121.03	172.90	138.32	207.48	259.35	276.64	259.35	155.61
Poliestireno (PS)	192.54	247.77	198.74	150.67	125.74	160.45	137.31	196.12	232.62	249.56	229.04	172.15
Vidrio	180.90	198.57	150.71	164.68	176.29	152.29	166.53	198.70	189.87	209.12	172.07	272.80
Otros	63.72	84.56	68.59	48.07	37.77	53.10	42.88	63.88	79.29	84.64	79.13	49.03
Mercurio	1.60	0.80	0.80	0.80	1.20	0.40	0.80	1.20	2.00	1.20	0.80	0.80
Cristal templado	6.40	3.20	3.20	3.20	4.80	1.60	3.20	4.80	8.00	4.80	3.20	3.20
Plomo	0.18	0.19	0.14	0.17	0.18	0.15	0.17	0.20	0.18	0.20	0.16	0.29
Material magnético	2.08	2.40	2.41	1.53	4.15	2.27	2.91	2.49	3.00	3.18	2.59	4.45
Estaño	0.18	0.19	0.15	0.17	0.19	0.15	0.17	0.20	0.19	0.21	0.17	0.30
Plástico alta temperatura	2.40	2.40	2.64	1.68	2.64	2.40	5.76	2.88	4.08	1.92	3.60	4.80

Material	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Azufre	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Carbón	0.04	0.06	0.10	0.00	0.22	0.08	0.12	0.06	0.12	0.12	0.10	0.16
Cromo	0.04	0.06	0.10	0.00	0.22	0.08	0.12	0.06	0.12	0.12	0.10	0.16
Fosforo	0.04	0.06	0.10	0.00	0.22	0.08	0.12	0.06	0.12	0.12	0.10	0.16
Manganeso	0.04	0.06	0.10	0.00	0.22	0.08	0.12	0.06	0.12	0.12	0.10	0.16
Niquel	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Porcelana	0.04	0.06	0.10	0.00	0.22	0.08	0.12	0.06	0.12	0.12	0.10	0.16

Anexo 7 Estados financieros

Presupuesto GIF

Gastos indirectos de fabricación fijos	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mantenimiento	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Servicios	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00
Total GIF fijos	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00	\$ 6,000.00

Presupuesto de gastos de operación

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gastos de operación fijos												
Sueldos	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960	\$ 24,960
Depreciación	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184	\$ 8,184
Publicidad	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ 800
Total	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944	\$ 33,944
Gastos variables de operación												
Ventas	\$ 104,610	\$ 107,900	\$ 104,000	\$ 95,200	\$ 101,600	\$ 107,800	\$ 106,600	\$ 103,500	\$ 105,000	\$ 109,800	\$ 99,500	\$ 109,400
(x) porcentaje sobre ventas	5%	5%	5%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Gastos variables de operación	\$ 5,231	\$ 5,395	\$ 5,200	\$ 3,808	\$ 5,080	\$ 5,390	\$ 5,330	\$ 5,175	\$ 5,250	\$ 5,490	\$ 4,975	\$ 5,470
Gastos de operación presupuestados	\$ 39,174	\$ 39,339	\$ 39,144	\$ 37,752	\$ 39,024	\$ 39,334	\$ 39,274	\$ 39,119	\$ 39,194	\$ 39,434	\$ 38,919	\$ 39,414

Estado de costos de producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
IIMP	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460
+ Compras	\$ 8,270	\$ 8,370	\$ 8,170	\$ 7,780	\$ 7,970	\$ 8,350	\$ 8,350	\$ 8,270	\$ 8,270	\$ 8,460	\$ 7,860	\$ 8,520
- IFMP	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460
= MP utilizada	\$ 8,270	\$ 8,370	\$ 8,170	\$ 7,780	\$ 7,970	\$ 8,350	\$ 8,350	\$ 8,270	\$ 8,270	\$ 8,460	\$ 7,860	\$ 8,520
+ MOD	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200
+ CIF	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000
= Costo de los articulos prod	\$ 45,470	\$ 45,570	\$ 45,370	\$ 44,980	\$ 45,170	\$ 45,550	\$ 45,550	\$ 45,470	\$ 45,470	\$ 45,660	\$ 45,060	\$ 45,720
= Costo ventas	\$ 45,470	\$ 45,570	\$ 45,370	\$ 44,980	\$ 45,170	\$ 45,550	\$ 45,550	\$ 45,470	\$ 45,470	\$ 45,660	\$ 45,060	\$ 45,720

Estado de Flujo de efectivo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Saldo inicial	\$ 1,500,000	\$ 126,870	\$ 148,555	\$ 166,397	\$ 178,244	\$ 197,103	\$ 219,961	\$ 239,996	\$ 257,478	\$ 277,215	\$ 300,864	\$ 313,987
Entradas												
Ventas del mes	\$ 104,610	\$ 107,900	\$ 104,000	\$ 95,200	\$ 101,600	\$ 107,800	\$ 106,600	\$ 103,500	\$ 105,000	\$ 109,800	\$ 99,500	\$ 109,400
Total de entrada	\$ 104,610	\$ 107,900	\$ 104,000	\$ 95,200	\$ 101,600	\$ 107,800	\$ 106,600	\$ 103,500	\$ 105,000	\$ 109,800	\$ 99,500	\$ 109,400
Salidas												
Mobiliario y equipo	\$ 392,820	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Terreno	\$ 1,000,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Materia prima	\$ 16,730	\$ 8,370	\$ 8,170	\$ 7,780	\$ 7,970	\$ 8,350	\$ 8,350	\$ 8,270	\$ 8,270	\$ 8,460	\$ 7,860	\$ 8,520
Pago de hipoteca	\$ -	\$ 1,600	\$ 1,700	\$ 1,800	\$ 1,900	\$ 2,000	\$ 2,100	\$ 2,200	\$ 2,300	\$ 2,400	\$ 2,500	\$ 2,600
Intereses	\$ -	\$ 1,900	\$ 1,800	\$ 1,700	\$ 1,600	\$ 1,500	\$ 1,400	\$ 1,300	\$ 1,200	\$ 1,100	\$ 1,000	\$ 900
Pago de MOD	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200	\$ 31,200
GIF	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000	\$ 6,000
Gastos de operación fijos	\$ 30,991	\$ 31,155	\$ 30,960	\$ 29,568	\$ 30,840	\$ 31,150	\$ 31,090	\$ 30,935	\$ 31,010	\$ 31,250	\$ 30,735	\$ 31,230
Pago de impuestos	\$ -	\$ 5,990	\$ 6,327	\$ 5,306	\$ 3,230	\$ 4,742	\$ 6,425	\$ 6,113	\$ 5,283	\$ 5,741	\$ 7,082	\$ 4,356
Total de salidas	\$ 1,477,741	\$ 86,215	\$ 86,157	\$ 83,354	\$ 82,740	\$ 84,942	\$ 86,565	\$ 86,018	\$ 85,263	\$ 86,151	\$ 86,377	\$ 84,806
Efectivo disponible	\$ 126,870	\$ 148,555	\$ 166,397	\$ 178,244	\$ 197,103	\$ 219,961	\$ 239,996	\$ 257,478	\$ 277,215	\$ 300,864	\$ 313,987	\$ 338,581

Estado de resultados

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	Ventas	\$ 104,610	\$ 107,900	\$ 104,000	\$ 95,200	\$ 101,600	\$ 107,800	\$ 106,600	\$ 103,500	\$ 105,000	\$ 109,800	\$ 99,500	\$ 109,400
(-)	Costo de ventas	\$ 45,470	\$ 45,570	\$ 45,370	\$ 44,980	\$ 45,170	\$ 45,550	\$ 45,550	\$ 45,470	\$ 45,470	\$ 45,660	\$ 45,060	\$ 45,720
(=)	Utilidad Bruta	\$ 59,140	\$ 62,330	\$ 58,630	\$ 50,220	\$ 56,430	\$ 62,250	\$ 61,050	\$ 58,030	\$ 59,530	\$ 64,140	\$ 54,440	\$ 63,680
(-)	Gastos de operación	\$ 39,174	\$ 39,339	\$ 39,144	\$ 37,752	\$ 39,024	\$ 39,334	\$ 39,274	\$ 39,119	\$ 39,194	\$ 39,434	\$ 38,919	\$ 39,414
(=)	Utilidad de Operación	\$ 19,966	\$ 22,991	\$ 19,486	\$ 12,468	\$ 17,406	\$ 22,916	\$ 21,776	\$ 18,911	\$ 20,336	\$ 24,706	\$ 15,521	\$ 24,266
(-)	Gastos financieros	\$ -	\$ 1,900	\$ 1,800	\$ 1,700	\$ 1,600	\$ 1,500	\$ 1,400	\$ 1,300	\$ 1,200	\$ 1,100	\$ 1,000	\$ 900
(=)	Utilidad financiera (antes de impuestos)	\$ 19,966	\$ 21,091	\$ 17,686	\$ 10,768	\$ 15,806	\$ 21,416	\$ 20,376	\$ 17,611	\$ 19,136	\$ 23,606	\$ 14,521	\$ 23,366
(-)	Impuestos	\$ 5,990	\$ 6,327	\$ 5,306	\$ 3,230	\$ 4,742	\$ 6,425	\$ 6,113	\$ 5,283	\$ 5,741	\$ 7,082	\$ 4,356	\$ 7,010
	Utilidad Neta	\$ 13,976	\$ 14,764	\$ 12,380	\$ 7,538	\$ 11,064	\$ 14,991	\$ 14,263	\$ 12,328	\$ 13,395	\$ 16,524	\$ 10,165	\$ 16,356

Balance general

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Activo													
Activo circulante													
Efectivo	\$ 1,500,000	\$ 126,870	\$ 148,555	\$ 166,397	\$ 178,244	\$ 197,103	\$ 219,961	\$ 239,996	\$ 257,478	\$ 277,215	\$ 300,864	\$ 313,987	\$ 338,581
Inventario	\$ -	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460	\$ 8,460
Total de activo circulante	\$ 1,500,000	\$ 135,330	\$ 157,015	\$ 174,857	\$ 186,704	\$ 205,563	\$ 228,421	\$ 248,456	\$ 265,938	\$ 285,675	\$ 309,324	\$ 322,447	\$ 347,041
Activo Fijo													
Terreno	\$ -	\$ 1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000	\$1,000,000
Edificio	\$ -	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000	\$ 500,000
Planta y equipo	\$ -	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120	\$ 22,120
Equipo de oficina	\$ -	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700	\$ 20,700
Equipo de transporte	\$ -	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000	350,000
Dep. acum	\$ -	-\$ 8,184	-\$ 16,368	-\$ 24,551	-\$ 32,735	-\$ 40,919	-\$ 49,103	-\$ 57,286	-\$ 65,470	-\$ 73,654	-\$ 81,838	-\$ 90,021	-\$ 98,205
Total de activo fijo	\$ -	\$ 1,884,636	\$1,876,453	\$1,868,269	\$1,860,085	\$1,851,901	\$1,843,718	\$1,835,534	\$1,827,350	\$1,819,166	\$1,810,983	\$1,802,799	\$1,794,615
Total de activo	\$ 1,500,000	\$ 2,019,966	\$2,033,467	\$2,043,126	\$2,046,789	\$2,057,464	\$2,072,139	\$2,083,990	\$2,093,288	\$2,104,841	\$2,120,307	\$2,125,246	\$2,141,656
Pasivo													
Pasivo circulante													
Impuestos por pagar	\$ -	\$ 5,990	\$ 6,327	\$ 5,306	\$ 3,230	\$ 4,742	\$ 6,425	\$ 6,113	\$ 5,283	\$ 5,741	\$ 7,082	\$ 4,356	\$ 7,010
Total de pasivos circulantes	\$ -	\$ 5,990	\$ 6,327	\$ 5,306	\$ 3,230	\$ 4,742	\$ 6,425	\$ 6,113	\$ 5,283	\$ 5,741	\$ 7,082	\$ 4,356	\$ 7,010
Pasivo a largo plazo													
Hipoteca por pagar	\$ -	\$ 500,000	\$ 498,400	\$ 496,700	\$ 494,900	\$ 493,000	\$ 491,000	\$ 488,900	\$ 486,700	\$ 484,400	\$ 482,000	\$ 479,500	\$ 476,900
Total de pasivo a largo plazo	\$ -	\$ 500,000	\$ 498,400	\$ 496,700	\$ 494,900	\$ 493,000	\$ 491,000	\$ 488,900	\$ 486,700	\$ 484,400	\$ 482,000	\$ 479,500	\$ 476,900
Total Pasivo	\$ -	\$ 505,990	\$ 504,727	\$ 502,006	\$ 498,130	\$ 497,742	\$ 497,425	\$ 495,013	\$ 491,983	\$ 490,141	\$ 489,082	\$ 483,856	\$ 483,910
Capital contable													
Capital social	\$ 1,500,000	\$ 1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000	\$1,500,000
Utilidades retenidas	\$ -	\$ 13,976	\$ 28,740	\$ 41,120	\$ 48,658	\$ 59,722	\$ 74,714	\$ 88,977	\$ 101,305	\$ 114,700	\$ 131,225	\$ 141,390	\$ 157,746
Total de capital contable	\$ 1,500,000	\$ 1,513,976	\$1,528,740	\$1,541,120	\$1,548,658	\$1,559,722	\$1,574,714	\$1,588,977	\$1,601,305	\$1,614,700	\$1,631,225	\$1,641,390	\$1,657,746
Total pasivo + capital	\$ 1,500,000	\$ 2,019,966	\$2,033,467	\$2,043,126	\$2,046,789	\$2,057,464	\$2,072,139	\$2,083,990	\$2,093,288	\$2,104,841	\$2,120,307	\$2,125,246	\$2,141,656
Diferencia	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Anexo 8. Tabla de variables y procesos

Nombre de la Variable	Definición
VAceiteLav	Está variable contabiliza la cantidad de aceite que se extrae de una lavadora
VAcero	Está variable contabiliza la cantidad de acero que se extrae de una estufa
VAceroInoxLav	Está variable contabiliza la cantidad de acero inoxidable que se extrae de una lavadora
VAluminioLav	Está variable contabiliza la cantidad de aluminio que se extrae de una lavadora
VBronce	Está variable contabiliza la cantidad de bronce que se extrae de una lavadora
VCobreLav	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de una lavadora
VCondensadoresLav	Está variable contabiliza la cantidad de condensadores que se extraen de una lavadora
V Materiales Ferrosos Lav	Está variable contabiliza la cantidad de materiales ferrosos que se extraen de una lavadora
VHuleLav	Está variable contabiliza la cantidad de hule que se extrae de una lavadora
VLatón	Está variable contabiliza la cantidad de latón que se extrae de una lavadora
VPlásticoLav	Está variable contabiliza la cantidad de plástico que se extrae de una lavadora
VCloroFluoroCarbonados	Está variable contabiliza la cantidad de clorofluorocarbonados que se extraen de un refrigerador
VPoliestirenoRefri	Está variable contabiliza la cantidad de poliestireno que se extrae de un refrigerador
VVidrioRefri	Está variable contabiliza la cantidad de vidrio que se extrae de un refrigerador
VOtrosRefri	Está variable contabiliza las cantidades de diversos materiales que se extraen de un refrigerador
VEspumaPolietileno	Está variable contabiliza la cantidad de espuma de polietileno que se extrae de una estufa
VPlomo	Está variable contabiliza la cantidad de plomo que se extrae de un televisor

Nombre de la Variable	Definición
VMercurio	Está variable contabiliza la cantidad de mercurio que se extrae de una estufa
VCristalTemplado	Está variable contabiliza la cantidad de cristal templado que se extrae de una estufa
VMaterialMagnético	Está variable contabiliza la cantidad de material magnético que se extrae de un televisor
VEstaño	Está variable contabiliza la cantidad de estaño que se extrae de un televisor
VAleacionMetal	Está variable contabiliza la cantidad de aleación de metal que se extrae de una lavadora
TotalPago	Esta variable suma los pagos que se realizan por cada equipo
TotalCobro	Esta variable suma la cantidad en la que es vendida cada equipo
VAceiteRefri	Está variable contabiliza la cantidad de aceite que se extrae de un refrigerador
VAluminioRefri	Está variable contabiliza la cantidad de aluminio que se extrae de un refrigerador
VAluminioEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de aluminio que se extrae de una estufa
VAluminioTele	Está variable contabiliza la cantidad de aluminio que se extrae de una televisión
VCobreEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de una estufa
VCobreRefri	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de un refrigerador
VAceroInoxEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de acero inoxidable que se extrae de una estufa
VCobreTele	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de una televisión
VCondensadoresEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de condensadores que se extraen de una estufa
VMaterialesFerrososRefri	Está variable contabiliza la cantidad de materiales ferrosos que se extraen de un refrigerador
VMaterialesFerrososEstufas	Está variable contabiliza la cantidad de materiales ferrosos que se extraen de una estufa

Nombre de la Variable	Definición
VMaterialesFerrososTele	Está variable contabiliza la cantidad de materiales ferrosos que se extraen de una televisión
VHuleEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de hule que se extrae de una estufa
VPlásticoRefri	Está variable contabiliza la cantidad de plástico que se extrae de un refrigerador
VPlásticoEstufa	Está variable contabiliza la cantidad de plástico que se extrae de una estufa
VPlásticoTele	Está variable contabiliza la cantidad de plástico que se extrae de una televisión
VPoliestirenoTele	Está variable contabiliza la cantidad de poliestireno que se extrae de una televisión
V VidrioTele	Está variable contabiliza la cantidad de vidrio que se extrae de una televisión
VOtrosTele	Está variable contabiliza las cantidades de diversos materiales que se extraen de una televisión
VAcerolInoxLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de acero inoxidable que se extrae de una licuadora
VAzufreLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de azufre que se extrae de una licuadora
VCarbón	Está variable contabiliza la cantidad de carbón que se extrae de una licuadora
VCobreLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de una licuadora
VCromo	Está variable contabiliza la cantidad de cromo que se extrae de una licuadora
VEstañoLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de estaño que se extrae de una licuadora
VFosforo	Está variable contabiliza la cantidad de fosforo que se extrae de una licuadora
VManganeso	Está variable contabiliza la cantidad de manganeso que se extrae de una licuadora
VHuleLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de hule que se extrae de una licuadora
VNíquel	Está variable contabiliza la cantidad de Níquel que se extrae de una licuadora
VMaterialMagnéticoLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de material magnético que se extrae de una licuadora

Nombre de la Variable	Definición
VPlásticoLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de plástico que se extrae de una licuadora
VPorcelana	Está variable contabiliza la cantidad de porcelana que se extrae de una licuadora
VVidrioLicuadora	Está variable contabiliza la cantidad de vidrio que se extrae de una licuadora
VAceroInoxPlancha	Está variable contabiliza la cantidad de acero inoxidable que se extrae de una plancha
VAluminioPlancha	Está variable contabiliza la cantidad de aluminio que se extrae de una plancha
VCobrePlancha	Está variable contabiliza la cantidad de cobre que se extrae de una plancha
VPlásticoAltaTemperatura	Está variable contabiliza la cantidad de plástico alta temperatura que se extrae de una plancha
TotalLavadoraServicio	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por el servicio
TotalRefrigeradorServicio	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por el servicio
TotalEstufaServicio	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por el servicio
TotalTelevisorServicio	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por el servicio
TotalLicuadoraServicio	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por el servicio
TotalPlanchaServicio	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por el servicio
TotalLavadoraRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por recolección
TotalRefrigeradorRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por recolección
TotalEstufaRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por recolección
TotalTelevisorRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por recolección
TotalLicuadoraRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por recolección
TotalPlanchaRecolección	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por recolección
TotalLavadoraDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por diagnóstico

Nombre de la Variable	Definición
TotalRefrigeradorDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por diagnóstico
TotalEstufaDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por diagnóstico
TotalTelevisorDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por diagnóstico
TotalLicuadoraDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por diagnóstico
TotalPlanchaDiagnóstico	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por diagnóstico
TotalLavadoraConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por consignación
TotalRefrigeradorConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por consignación
TotalEstufaConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por consignación
TotalTelevisorConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por consignación
TotalLicuadoraConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por consignación
TotalPlanchaConsignación	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por consignación
TotalLavadoraVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por venta comercial
TotalRefrigeradorVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por venta comercial
TotalEstufaVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por venta comercial
TotalTelevisorVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por venta comercial
TotalLicuadoraVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por venta comercial
TotalPlanchaVtaComercial	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por venta comercial
TotalLavadoraDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por despiece total
TotalRefrigeradorDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por despiece total
TotalEstufaDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por despiece total

Nombre de la Variable	Definición
TotalTelevisorDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por despiece total
TotalLicuadoraDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por despiece total
TotalPlanchaDespTotal	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por despiece total
TotalLavadoraDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por despiece pieza
TotalRefrigeradorDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por despiece pieza
TotalEstufaDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por despiece pieza
TotalTelevisorDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por despiece pieza
TotalLicuadoraDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por despiece pieza
TotalPlanchaDespPza	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por despiece pieza
TotalLavadoraReparación	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por reparación
TotalRefrigeradorReparación	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por reparación
TotalEstufaReparación	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por reparación
TotalTelevisorReparación	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por reparación
TotalLicuadoraReparación	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por reparación
TotalPlanchaReparación	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por reparación
TotalLavadoraEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por envío a domicilio
TotalRefrigeradorEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por envío a domicilio
TotalEstufaEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por envío a domicilio
TotalTelevisorEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por envío a domicilio
TotalLicuadoraEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por envío a domicilio

Nombre de la Variable	Definición
TotalPlanchaEnvíoDomicilio	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por envío a domicilio
TotalLavadoraEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de lavadoras que pasan por entrega equipo pequeño
TotalRefrigeradorEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de refrigeradores que pasan por entrega equipo pequeño
TotalEstufaEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de estufas que pasan por entrega equipo pequeño
TotalTelevisorEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de televisores que pasan por entrega equipo pequeño
TotalLicuadoraEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de licuadoras que pasan por entrega equipo pequeño
TotalPlanchaEntregaEquipo	Está variable contabiliza la cantidad de planchas que pasan por entrega equipo pequeño

Pieza/Material	Definición
CarcasaLavadora	Carcasa de Lavadora, material o pieza extraído de la lavadora
TarjetaEléctrica	Tarjeta Eléctrica, material o pieza extraído de la lavadora
CierredePuerta	Cierre de Puerta, material o pieza extraído de la lavadora
Tambor	Tambor, material o pieza extraído de la lavadora
MotorLavadora	Motor de lavadora, material o pieza extraído de la lavadora
Amortiguadores	Amortiguadores, material o pieza extraído de la lavadora
Condensadores	Condensadores, material o pieza extraído de la lavadora
Termostato	Termostato, material o pieza extraído de la lavadora
Filtro	Filtro, material o pieza extraído de la lavadora
Manguera	Manguera, material o pieza extraído de la lavadora

Pieza/Material	Definición
DepositoDetergente	Depósito de Detergente, material o pieza extraído de la lavadora
Compresor	Compesor, material o pieza extraído del refrigerador
Condensador	Condensador, material o pieza extraído del refrigerador
Evaporador	Evaporador, material o pieza extraído del refrigerador
TuboCapilar	Tubo Capilar, material o pieza extraído del refrigerador
TermostatoRefrigerador	Termostato, material o pieza extraído del refrigerador
Gas	Gas, material o pieza extraído del refrigerador
MotorRefri	Motor, material o pieza extraído del refrigerador
Lámpara	Lámpara, material o pieza extraído del refrigerador
Hornillas	Hornillas, material o pieza extraído de la estufa
Quemadores	Quemadores, material o pieza extraído de la estufa
Válvulas	Válvulas, material o pieza extraído de la estufa
TermostatoEstufa	Termostato, material o pieza extraído de la estufa
Rejillas	Rejillas, material o pieza extraído de la estufa
Fusibles	Fusibles, material o pieza extraído de la estufa
Bastidores	Bastidores, material o pieza extraído de la estufa
Cabinets	Cabinets, material o pieza extraído del televisor
ChasisEstructural	Chasis Estructural, material o pieza extraído del televisor
PlacasModuloLED	Placas o Modulo LED, material o pieza extraído del televisor
Fuente de Alimentación	Fuente de Alimentación, material o pieza extraído del televisor
Tarjeta de Datos	Tarjeta de Datos, material o pieza extraído del televisor

Pieza/Material	Definición
CircuitodeAlimentación	Circuito de Alimentación, material o pieza extraído del televisor
Jungla	Jungla, material o pieza extraído del televisor
TubodeRayosCatódicos	Tubo de Rayos Catódicos, material o pieza extraído del televisor
Sintonizador	Sintonizador, material o pieza extraído del televisor
Flyback	Flyback, material o pieza extraído del televisor
BotóndeRegulación	Botón de Regulacion, material o pieza extraído de la plancha
TermostatoPlancha	Termostato, material o pieza extraído de la plancha
BotóndeVapor	Botón de Vapor, material o pieza extraído de la plancha
Cable	Cable, material o pieza extraído de la plancha
MotorLicuadora	Motor, material o pieza extraído de la licuadora
Cuchillas	Cuchillas, material o pieza extraído de la licuadora
CondensadordeSupresión	Condensador de Supresión, material o pieza extraído de la licuadora
CarcasaLicuadora	Carcasa, material o pieza extraído de la licuadora
PerilladeVelocidades	Perilla de Velocidades, material o pieza extraído de la licuadora
BasedelVaso	Base del Vaso, material o pieza extraído de la licuadora
Tapa	Tapa, material o pieza extraído de la licuadora
AnillodeSilicona	Anillo de Silicona, material o pieza extraído de la licuadora
PortaCuchillas	Porta Cuchillas, material o pieza extraído de la licuadora

Monitor	Definición
MonitorCarcasaLavadora	Monitorea la cantidad de Carcasas de Lavadora disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero carcasas este activa la orden a proveedor.

Monitor	Definición
MonitorTarjetaEléctrica	Monitorea la cantidad de Tarjetas Eléctricas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tarjetas este activa la orden a proveedor.
MonitorCierredePuerta	Monitorea la cantidad de Cierres de Puerta disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero cierres de puerta este activa la orden a proveedor.
MonitorTambor	Monitorea la cantidad de Tambores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tambores este activa la orden a proveedor.
MonitorMotorLavadora	Monitorea la cantidad de motores de lavadora disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero motores de lavadora este activa la orden a proveedor.
MonitorAmortiguadores	Monitorea la cantidad de Amortiguadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero amortiguadores este activa la orden a proveedor.
MonitorCondensadores	Monitorea la cantidad de Condensadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero condensadores este activa la orden a proveedor.
MonitorTermostato	Monitorea la cantidad de Termostatos disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero termostatos este activa la orden a proveedor.
MonitorFiltro	Monitorea la cantidad de Filtros disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero filtros este activa la orden a proveedor.
MonitorManguera	Monitorea la cantidad de Mangueras disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero mangueras este activa la orden a proveedor.
MonitorDepositoDetergente	Monitorea la cantidad de Depósitos disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero depósitos de detergente este activa la orden a proveedor.
MonitorCompresor	Monitorea la cantidad de Compresores disponibles, cuando el monitor detecta que

Monitor	Definición
	hay cero compresores este activa la orden a proveedor.
MonitorCondensador	Monitorea la cantidad de Condensadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero condensadores este activa la orden a proveedor.
MonitorEvaporador	Monitorea la cantidad de Evaporadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero evaporadores este activa la orden a proveedor.
MonitorTuboCapilar	Monitorea la cantidad de Tubos Capilares disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tubos capilares este activa la orden a proveedor.
MonitorTermostatoRefrigerador	Monitorea la cantidad de Termostatos de Refrigerador disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero termostatos de refrigerador este activa la orden a proveedor.
MonitorGas	Monitorea la cantidad de Gas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero gas este activa la orden a proveedor.
MonitorMotorRefri	Monitorea la cantidad de Motores de Refrigerador disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero motores este activa la orden a proveedor.
MonitorLámpara	Monitorea la cantidad de Lámparas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero lámparas este activa la orden a proveedor.
MonitorHornillas	Monitorea la cantidad de Hornillas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero hornillas este activa la orden a proveedor.
MonitorQuemadores	Monitorea la cantidad de Quemadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero quemadores este activa la orden a proveedor.
MonitorVálvulas	Monitorea la cantidad de Válvulas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero válvulas este activa la orden a proveedor.

Monitor	Definición
MonitorTermostatoEstufa	Monitorea la cantidad de Termostatos de Estufa disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero termostatos este activa la orden a proveedor.
MonitorRejillas	Monitorea la cantidad de Rejillas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero rejillas este activa la orden a proveedor.
MonitorFusibles	Monitorea la cantidad de Fusibles disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero fusibles este activa la orden a proveedor.
MonitorBastidores	Monitorea la cantidad de Bastidores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero bastidores este activa la orden a proveedor.
MonitorCabinets	Monitorea la cantidad de Cabinets disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero cabinets este activa la orden a proveedor.
MonitorChasisEstructural	Monitorea la cantidad de Chasis estructural disponible, cuando el monitor detecta que hay cero chasis estructurales este activa la orden a proveedor.
MonitorPlacasModuloLED	Monitorea la cantidad de Placas o Módulos LED disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero placas o módulos LED este activa la orden a proveedor.
MonitorFuentedeAlimentación	Monitorea la cantidad de Fuentes de Alimentación disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero fuentes este activa la orden a proveedor.
MonitorTarjetadeDatos	Monitorea la cantidad de Tarjetas de Datos disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tarjetas este activa la orden a proveedor.
MonitorCircuitodeAlimentación	Monitorea la cantidad de Circuitos de Alimentación disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero circuitos este activa la orden a proveedor.
MonitorJungla	Monitorea la cantidad de Junglas disponibles, cuando el monitor detecta que

Monitor	Definición
	hay cero junglas este activa la orden a proveedor.
MonitorTubodeRayosCatódicos	Monitorea la cantidad de Tubos de Rayos Catódicos disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tambores este activa la orden a proveedor.
MonitorSintonizador	Monitorea la cantidad de Sintonizadores disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero sintonizadores este activa la orden a proveedor.
MonitorFlyback	Monitorea la cantidad de Flybacks disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero flybacks este activa la orden a proveedor.
MonitorBotóndeRegulación	Monitorea la cantidad de Botones de Regulación disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero botones de regulación este activa la orden a proveedor.
MonitorTermostatoPlancha	Monitorea la cantidad de Termostatos de Plancha disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero termostatos este activa la orden a proveedor.
MonitorBotóndeVapor	Monitorea la cantidad de Botones de Vapor disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero botones de vapor este activa la orden a proveedor.
MonitorCable	Monitorea la cantidad de Cables disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero cables este activa la orden a proveedor.
MonitorMotorLicuadora	Monitorea la cantidad de Motores de Licuadora disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero motores este activa la orden a proveedor.
MonitorCuchillas	Monitorea la cantidad de Cuchillas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero cuchillas este activa la orden a proveedor.
MonitorCondensadordeSupresión	Monitorea la cantidad de Condensadores de Supresión disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero condensadores este activa la orden a proveedor.

Monitor	Definición
MonitorCarcasaLicuadora	Monitorea la cantidad de Carcasas de Licuadora disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero carcasas este activa la orden a proveedor.
MonitorPerilladeVelocidades	Monitorea la cantidad de Perillas de Velocidades disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero perillas de velocidad este activa la orden a proveedor.
MonitorBasedelVaso	Monitorea la cantidad de Bases del Vaso disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero bases de vaso este activa la orden a proveedor.
MonitorTapa	Monitorea la cantidad de Tapas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero tapas este activa la orden a proveedor.
MonitorAnillodeSilicona	Monitorea la cantidad de Anillo de Silicona disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero anillos de silicona este activa la orden a proveedor.
MonitorPortaCuchillas	Monitorea la cantidad de Porta Cuchillas disponibles, cuando el monitor detecta que hay cero porta cuchillas este activa la orden a proveedor.