

**SISTEMA INTEGRADO DE DISPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS INORGÁNICOS, NO PELIGROSOS, EN VIVIENDAS DE INTERÉS
SOCIAL (VIS). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

JAIME ANDRÉS GARCÍA GARCÍA

COD. 2050977

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2016

**SISTEMA INTEGRADO DE DISPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS INORGÁNICOS, NO PELIGROSOS, EN VIVIENDAS DE INTERÉS
SOCIAL (VIS). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

JAIME ANDRÉS GARCÍA GARCÍA

Proyecto de grado como requisito para optar al título de diseñador Industrial

Director

D.I. Luis Eduardo Bautista Rojas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECHANICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
JUSTIFICACIÓN	16
1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	17
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo general.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 DESCRIPCIÓN DEL USUARIO.....	18
1.2.1 Usuario directo	18
1.2.2 Usuario Indirecto	18
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	19
1.4 METODOLOGÍA.....	19
1.4.1 Identificación de las necesidades del cliente.....	19
1.4.2 Elaboración de las especificaciones del producto	20
1.4.3 Proceso creativo.....	20
1.4.4 Diseño de detalle.....	23
1.4.5 Comprobaciones	23
2 MARCO DE REFERENCIA	24
2.1 Definiciones.....	24
2.2 Separación en la fuente.....	27
2.3 Código por colores	30
2.4 Clasificación de los residuos sólidos	31
2.5 Características operativas de las plantas de reciclaje	32
2.6 COOPRESER: planta de recolección de reciclaje en Bucaramanga.....	36
2.7 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL (VIS).....	38
2.7.1 VIS gratis en el Área Metropolitana de Bucaramanga	38
2.7.2 Tipología.....	39
3 DISEÑO PROYECTUAL	41
3.1 TRABAJO DE CAMPO.....	41
3.1.1 Entrevista piloto usuario directo	41

3.1.2	Entrevista Usuario Indirecto (cooperativa de reciclaje)	45
3.1.3	Entrevista usuario directo	48
3.1.4	Hábitos de consumo (entrevistas)	54
3.1.5	Caracterización de los residuos sólidos de las viviendas de interés social del norte del Municipio de Bucaramanga.	57
3.2	NECESIDADES DEL USUARIO	64
3.2.1	Jerarquía de las necesidades.....	65
3.2.2	Requerimientos de diseño	66
3.2.3	Especificaciones de diseño	68
4	CREACIÓN	70
4.1	DISEÑO DE COMPACTADOR	71
4.1.1	Generación de concepto compactador.....	71
4.1.2	Filtrado de conceptos compactador	77
4.1.3	Selección de concepto compactador.....	79
4.2	DISEÑO DE CONTENEDOR	83
4.2.1	Generación de concepto contenedor.....	83
4.2.2	Filtrado de conceptos contenedor	89
4.2.3	Selección de concepto contenedor	91
4.3	DISEÑO DE ESCURRIDOR.....	95
4.3.1	Generación de conceptos escurridor.....	96
4.3.2	Filtrado de conceptos escurridor	101
4.3.3	Selección de concepto escurridor	102
4.4	CONCEPTO FINAL	103
5	DISEÑO DE DETALLE.....	106
5.1	ANTROPOMETRÍA	106
5.1.1	Tabla datos Antropométricos.....	107
5.2	REFINAMIENTO DE CONCEPTO	107
5.3	SELECCIÓN DE MATERIAL.....	112
5.4	ESTIMACIÓN DE COSTO UNITARIO DE LA MANUFACTURA.....	115
5.4.1	Estimación valor del molde:.....	115
5.4.2	Coste de inyección	116

5.4.3	Coste unitario	117
5.5	ESQUEMA	118
5.6	ESQUEMA DE USO.....	121
5.7	DIMENSIONES FINALES	121
6	COMPROBACIONES, VERIFICACIONES Y TESTEO.....	123
6.1	ANALISIS Y ESTUDIOS ESTRUCTURALES	123
6.1.1	Pieza 1: ASA	125
6.1.2	Pieza 2: TAPA	127
6.1.3	Pieza 3: TUBO 1	128
6.1.4	Pieza 4: SOPORTE DE PARED.....	130
6.1.5	Pieza 5: BASE CONTENEDOR PLASTICOS	132
6.1.6	Pieza 6: BASE CONTENEDOR PAPEL	134
6.1.7	Conclusión.....	136
6.2	TEST DE USUARIO.....	137
6.2.1	Metodología.....	137
6.2.2	Resultados	139
6.2.3	Conclusión test de usuario	144
6.3	EVALUACIÓN DARS	144
6.3.1	Descripción de la prueba.....	145
6.3.2	Resultados	147
6.3.3	Conclusión de la prueba.....	153
7	CONCLUSIONES.....	155
	BIBLIOGRAFÍA	158
	ANEXOS	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para el diseño del Sistema Integrado DARS.	21
Figura 2. Bogotanos Deberán Aprender a Separar Basura En Bolsas Blancas Y Negras.....	27
Figura 3. Recipiente retornable. Fuente:.....	28
Figura 4. Recipiente desechable.....	28
Figura 5. Código de colores para separación de residuos según la norma técnica GTC-24.....	30
Figura 6. Esquema operativo plantas de recuperación de materiales.....	33
Figura 7. Centro de acopio Coopreser.	37
Figura 8. Proyecto Campo Madrid.....	38
Figura 9. Plano Arquitectónico Ingeser.	40
Figura 10. Plano Arquitectónico Ingeser.	40
Figura 11. Metodología del diseño proyectual.....	41
Figura 12. Mapas comunas Bucaramanga.....	42
Figura 13. Resultados entrevista piloto.	43
Figura 14. VIS Altos de Betania.	49
Figura 15. Resultados entrevista usuarios directos.....	50
Figura 16. Cocina VIS multifamiliar. Fuente: Autor.....	52
Figura 17. Modelado 3D cocina VIS multifamiliar: área de trabajo.....	53
Figura 18. Modelado 3D cocina VIS multifamiliar: percentil 99 en área de trabajo.	53
Figura 19. Tipificación bolsas plásticas.	56
Figura 20. Metodología Caracterización Residuos Sólidos Domiciliarios.	58
Figura 21. Cuarteo, Caracterización de R.S.....	59
Figura 22. Volumen de la tara.	60
Figura 23. Promedio aproximado de generación de residuos sólidos domiciliarios en una VIS.	62
Figura 24. Equivalencia promedio semanal de generación de R.S por habitante VIS.	63
Figura 25. Metodología proceso de creación.	70
Figura 26. Concepto de compactador 1.	72
Figura 27. Concepto de compactador 2.	73
Figura 28. Concepto de compactador 3.	74
Figura 29. Concepto de compactador 4.	75
Figura 30. Concepto de compactador 5.	76
Figura 31. Prueba de uso, Selección concepto compactador.	79
Figura 32. Prueba de uso, selección de concepto compactador.	80
Figura 33. Resultados selección de concepto, secuencia de uso.	81
Figura 34. Resultado selección de concepto, encuesta.	82

Figura 35. Concepto de contenedor 1.....	84
Figura 36. Concepto de contenedor 2.....	85
Figura 37. Concepto de contenedor 3.....	86
Figura 38. Concepto de contenedor 4.....	87
Figura 39. Concepto de contenedor 5.....	88
Figura 40. Selección de concepto contenedor.....	92
Figura 41. Resultados selección de concepto contenedor.....	94
Figura 42. Concepto de escurridor 1.....	96
Figura 43. Concepto de escurridor 2.....	97
Figura 44. Concepto de escurridor 3.....	98
Figura 45. Concepto de escurridor 4.....	99
Figura 46. Concepto de escurridor 5.....	100
Figura 47. Construcción modelo escurridor.....	103
Figura 48. Modelado3D conceptos finales.....	104
Figura 49. Primera evolución del concepto seleccionado.....	105
Figura 50. Metodología proceso diseño de detalle.....	106
Figura 51. Abstracción módulos orquídea.....	107
Figura 52. Módulos geométricos orquídea.....	108
Figura 53. Composición módulos geométricos orquídea.....	108
Figura 54. Configuración final DARS.....	110
Figura 55. Lenguaje del producto: signos, símbolos y señales.....	111
Figura 56. Polipropileno granulado.....	114
Figura 57. Vista explosionada DARS. Fuente: Autor.....	118
Figura 58. Sistema Integrado DARS cerrado.....	119
Figura 59. Compactador DARS.....	119
Figura 60. Contenedores DARS.....	120
Figura 61. Lenguaje del producto.....	120
Figura 62. Diagrama de uso Sistema Integrado DARS.....	121
Figura 63. DARS en el área de trabajo, manipulación compactador.....	121
Figura 64. Dimensiones de altura, anchura y profundidad del Sistema Integrado DARS.....	121
Figura 65. DARS en el área de trabajo, vista de frente.....	122
Figura 66. Metodología proceso de comprobaciones, verificaciones y testeos... 123	123
Figura 67. Diagrama de cuerpo libre DARS.....	123
Figura 68. Diagrama cuerpo libre ASA.....	125
Figura 69. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos ASA.....	125
Figura 70. Factor de seguridad ASA.....	126
Figura 71. Diagrama cuerpo libre TAPA.....	127
Figura 72. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos TAPA.....	127
Figura 73. Diagrama cuerpo libre TUBO 1.....	128
Figura 74. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos TUBO 1.....	129

Figura 75. Diagrama cuerpo libre SOPORTE DE PARED.	130
Figura 76. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos SOPORTE DE PARED.	131
Figura 77. Diagrama cuerpo libre BASE CONTENEDOR PLASTICOS.	132
Figura 78. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos BASE CONTENEDOR PLASTICOS.	133
Figura 79. Factor de seguridad base contenedor plástico.	134
Figura 80. Diagrama cuerpo libre BASE CONTENEDOR PAPEL.	134
Figura 81. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos BASE CONTENEDOR PAPEL.	135
Figura 82. Factor de seguridad base contenedor papel.	136
Figura 83. Plantilla recolección de datos validación DARS.	138
Figura 84. Desarrollo pruebas de ensamble.	139
Figura 85. Diagrama validación del incremento de la densidad promedio de las botellas plásticas utilizando el Sistema Integrado DARS.	140
Figura 86. Equivalencia del promedio semanal de generación de residuos sólidos no orgánicos, no peligrosos en una VIS.	141
Figura 87. Prueba de validación Sistema Integrado DARS.	141
Figura 88. Tiempos de ensamble sin manual.	142
Figura 89. Ensamble de soportes de contenedores.	142
Figura 90. Prueba de validación Sistema Integrado DARS.	143
Figura 91. Tiempos de ensamble con manual.	143
Figura 92. Esquema error de acople bases.	148
Figura 93. Relación de usuarios que completaron la fase en la prueba de uso. .	148
Figura 94. Asociación incorrecta.	149
Figura 95. Acople correcto.	149
Figura 97. Tiempo promedio en completar las fases de la tarea.	149
Figura 96. Participantes prueba de uso, evaluación DARS.	151
Figura 98. Acople carcaza y contenedor escurridor.	150
Figura 99. Resultados encuesta evaluación DARS/ apreciación.	153

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clases de residuos y condiciones de calidad para su aprovechamiento.	31
Tabla 2. Clasificación sugerida para materiales recuperados en centros de acopio.	32
Tabla 3. Clasificación de los materiales plásticos.	35
Tabla 4. Masa, volumen y densidad promedio de los R.S semanales en una VIS.	61
Tabla 5. Desglose del peso de los R.S reciclables acumulados por una semana en una VIS.	63
Tabla 6. Listado necesidades del usuario presentadas de mayor a menor.....	65
Tabla 7. Listado requerimientos de diseño.....	67
Tabla 8. Listado especificaciones del producto.....	69
Tabla 9. Filtrado de conceptos compactador.....	77
Tabla 10. Filtrado de conceptos contenedor.	89
Tabla 11. Filtrado de concepto escurridor.	101
Tabla 12. Lista de contrastes aplicados.	109
Tabla 13. Tabla comparación de materiales.....	113
Tabla 14. Masa de las piezas.....	115

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Formatos de encuestas.

ANEXO B. Tabla antropométrica.

ANEXO C. Caracterización de los residuos sólidos de las viviendas de interés social del norte del municipio de Bucaramanga.

ANEXO D. Estado del arte compactadores.

ANEXO E. Calculo de fuerza para compactar botella plástica. (Digital).

ANEXO F. Manual de ensamble.

ANEXO G. Planos técnicos.

ANEXO H. Formato recolección de datos importancia relativa de las necesidades.

ANEXO I. Proyectos INVISBU.

ANEXO J. Cálculo de la muestra.

RESUMEN

Título: SISTEMA INTEGRADO DE DISPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGÁNICOS, NO PELIGROSOS, EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL (VIS). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.*

Autor: JAIME ANDRÉS GARCÍA GARCÍA**

Palabras clave: Residuos sólidos, compactador, reciclaje, adecuación.

DESCRIPCIÓN

Cada centro de acopio de materiales reciclables recibe semanalmente un aproximado de 80 toneladas de estos, de los cuales el 43% no llegan en condiciones para continuar en el ciclo del reciclaje y por lo cual son enviados a los rellenos sanitarios, incrementando la problemática existente de los botaderos a cielo abierto que inciden en la contaminación de las aguas subterráneas y proliferan enfermedades a los habitantes aledaños. Las VIS pertenecen a los estratos socioeconómicos 1 y 2, donde tan solo el 20% de los desechos generados son reciclables, sin embargo el proyecto 100mil viviendas gratis del gobierno nacional es muestra de la extensión de este grupo social, y de la importancia de trabajar en estas comunidades en planes de gestión de residuos sólidos.

Este proyecto consiste en el diseño, construcción y validación de un sistema que permita optimizar el proceso de clasificación de los residuos sólidos no orgánicos, no peligrosos, en las viviendas de interés social (VIS), siendo esta la labor mínima que deben realizar las comunidades para incidir positivamente en los planes de gestión integral de residuos sólidos. El sistema integrado DARS es una herramienta conformada de un compactador manual de botellas plásticas, dos contenedores y un escurridor, que permite la clasificación básica en la fuente, optimizar el espacio implementado para esta labor y aumentar la densidad de materiales aptos para convertirse en materia prima reciclada.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I. Luis Eduardo Bautista Rojas.

ABSTRACT

Title: INTEGRATED SYSTEM OF CONTAIN AND ADEQUACY OF INORGANIC AND NON-HAZARDOUS SOLID WASTE IN SOCIAL HOUSING (VIS). DESIGN AND CONSTRUCTION.*

Author: JAIME ANDRÉS GARCÍA GARCÍA**

Keywords: Solid waste, compactor, recycling, adequacy.

DESCRIPTION

Each collection center for recyclable materials received approximately 80 tons of these materials weekly, of which 43% fail in conditions to continue in the cycle of recycling and which are sent to landfills, increasing the existing problems of the open dumps that affect pollution of groundwater and proliferate diseases to the surrounding inhabitants. The VIS belong to socioeconomic levels 1 and 2, where only 20% of the waste generated can be recycled, but the 100 thousand free housing project of the national government is indicative of the extent of this social group, and the importance of working plans in these communities in the management of solid waste.

This project involves the design, construction and validation of a system that optimizes the process of classification of non-organic, non-hazardous solid waste, in social housing (VIS), this is the minimum work to be undertaken by communities to impact positively on the plans of solid waste management. The integrated system, DARS, is a tool that consists of a plastic bottles manual compactor, two containers and a colander, allowing basic classification at source, optimizing space implemented for this work and increasing the density of materials which can become raw material recycled.

* Bachelor thesis

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I. Luis Eduardo Bautista Rojas.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y la actual modalidad de consumo han provocado un incremento descontrolado de los desechos sólidos urbanos. Millones de productos son elaborados, empacados y vendidos diariamente con el fin de satisfacer necesidades de la población, muchos de estos productos son de muy corta vida útil, que son luego rápidamente desechados sin una visión clara de su destino final.

De acuerdo con información reportada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios para el 2008, en Colombia se generan diariamente 25.079 toneladas de residuos sólidos urbanos, de los cuales solo el 13% son recuperadas y reincorporadas en el ciclo productivo. De este porcentaje, aproximadamente 7% son recuperados y comercializados por los denominados recicladores o recuperadores informales y 6% son reincorporadas al ciclo productivo a través de convenios directos entre el comercio y la industria. (MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2008).

Los residuos sólidos desechados de manera inadecuada, en botaderos a cielo abierto o en los ríos, contaminan las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, contribuyendo al incremento de los índices de enfermedades infecciosas en la población.

Este impacto ambiental y social ha despertado las alarmas de los gobiernos, quienes han promovido políticas de tratamiento de los residuos sólidos urbanos con los planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en el cual se promueve la separación en la fuente de los residuos sólidos, pero que aún se realiza de manera inadecuada.

JUSTIFICACIÓN

Los últimos gobiernos han involucrado en sus proyectos la construcción de viviendas de interés social, es así que entre 2005 y 2007 se construyeron 163.000 viviendas, de las cuales el 50% fueron VIS; el gobierno nacional ha reconocido la importancia del acceso a la vivienda para el cumplimiento de su meta de superación de la pobreza extrema, lo cual se ve reflejado en la meta de construcción de 1.000.000 de viviendas durante la administración actual, con un fuerte componente de vivienda de interés social, cerca del 66% (CAMACOL, 2012)

Sin embargo estos proyectos no se han desarrollado de manera conjunta con los planes de sostenibilidad, específicamente con los planes de gestión de residuos sólidos, decretados en todo el país, apartándose de la posibilidad de aportar en esta problemática. Es así que en este sector de la población se continúan realizando de manera inadecuada la disposición de los residuos sólidos generados, almacenando en un mismo depósito sin discriminar el tipo de residuo o logrando una clasificación insuficiente.

Este proyecto propone considerar un área para la adecuación y disposición de residuos sólidos al interior de las VIS, desde el diseño de las viviendas, otorgándole la importancia con la que se conciben los espacios para almacenar comida, ropa, utensilios, etc, brindando un área para el óptimo manejo de los residuos generados al interior de la vivienda.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Diseñar y construir un sistema integrado de disposición y adecuación de residuos sólidos inorgánicos, no peligrosos, que permita aumentar la densidad de material apto para reciclaje generado en viviendas de interés social (VIS).

1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar la generación de residuos sólidos en las VIS y los procesos con los que se tratan estos en las plantas de aprovechamiento.
- Aplicar un sistema de mecanismos cuyo funcionamiento se active por esfuerzo humano orientado a usarse en la adecuación de residuos sólidos en las VIS.
- Desarrollar un sistema integrado a la arquitectura de una VIS, que minimice el espacio de disposición de los residuos sólidos.
- Evaluar la efectividad del sistema integrado de disposición y adecuación de los residuos sólidos en las VIS, mediante una caracterización de residuos sólidos.
- Evaluar la usabilidad del sistema integrado de disposición y adecuación de los residuos sólidos en las VIS, mediante un test de validación.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL USUARIO

1.2.1 Usuario directo

El usuario directo son habitantes de viviendas de interés social, que se encuentran ubicados en sectores de estrato 1. En este estrato el nivel de educación más altos alcanzados por los hombres son la primaria con 60% y secundaria 37,5%. Los ingresos para este género son de menos de 2 salarios mínimos para el 80%, el 17,14% de 2 a 4 salarios mínimos y el 2,86% más de 4 salarios mínimos (Sáenz, 2005).

En las mujeres el 50% alcanzo la primaria y un 43,8% secundaria. Los ingresos del 92,86% son de menos de 2 salarios mínimos y el 7,14% de 2 a 4 salarios mínimos.

De las parejas que se encuentran casadas o en unión libre en el estrato 1, el 40% de las mujeres realiza las tareas del hogar, contra un 2,85 % de los hombres (Sáenz, 2005).

1.2.2 Usuario Indirecto

Los usuarios indirectos son los recolectores de residuos sólidos, trabajadores de empresas de aseo privadas, públicas y recicladores, quienes no tienen contacto con el sistema de clasificación y adecuación de residuos sólidos, pero si con los resultados de las operaciones que permite este sistema.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El resultado final de este proyecto es la construcción de un modelo funcional de un sistema que integre el depósito y la adecuación de residuos sólidos generados en viviendas de interés social, que aumente la densidad de material aprovechable, cumpliendo con las especificaciones técnicas y estéticas que requiera el producto.

Se entregaran los resultados de la evaluación de efectividad del producto, este se determinará sobre un análisis de volumen con relación al área ocupada de material apto para reciclaje recolectado, el aumento de este, será indicador del cumplimiento de los objetivos de este proyecto, reduciendo el impacto ambiental.

La solución final será desarrollada bajo los parámetros de la normativa colombiana (GTC 24, Guía Para la Separación en la Fuente.) e incluirá planos técnicos para la posterior fabricación en serie.

1.4 METODOLOGÍA

Las bases de la metodología aplicada se abstraen del libro “Diseño y desarrollo de productos”. (Ulrich, K. T., & Muñoz, J. H. R., 2009), la cual es propuesta para trabajar en el diseño y desarrollo de productos en un ámbito grupal e interdisciplinar. Dado que este proyecto se aborda individualmente, se generarán variaciones en el desarrollo de algunas fases propuestas por el autor en su libro. La secuencia de fases y actividades se ilustra en la figura 1.

1.4.1 Identificación de las necesidades del cliente

En una primera etapa de recolección de información se visitaron a los usuarios finales. Se hizo un análisis de los participantes, se identificaron tendencias de

consumo, expectativas, limitaciones, etc. Posteriormente se hizo un análisis de generación de residuos sólidos a través de un procedimiento de caracterización basado en un sistema de cuarteo.

Un contacto con usuarios secundarios, en este caso plantas de acopio y clasificación de residuos sólidos, permitió completar la lista de parámetros y requerimientos para el diseño del modelo funcional.

Estos contactos se hicieron a través de entrevistas cualitativas, que se encuentra a medio camino entre una conversación cotidiana y una entrevista formal (Díaz, & Ortiz, 2005) reuniendo datos sin procesar que luego fueron interpretados como necesidades, a cada una de estas se les dio un nivel de importancia relativa para establecer una jerarquía.

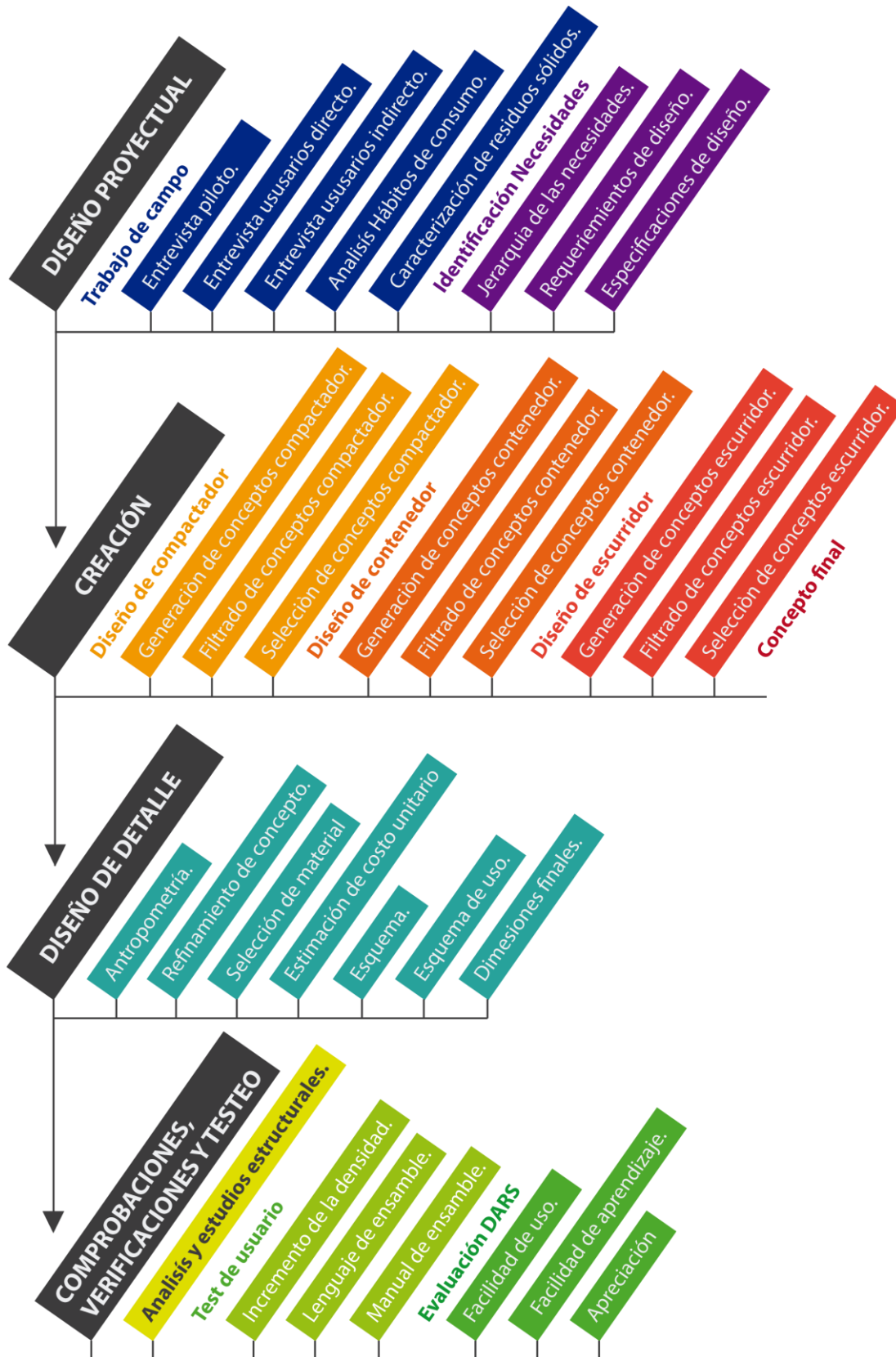
1.4.2 Elaboración de las especificaciones del producto

La elaboración de las especificaciones del producto fue un análisis cuidadoso de la voz del cliente. Las necesidades del cliente que se identificaron en todas las entrevistas se agruparon según su similitud, jerarquizando los grupos dependiendo del número de repetición de dicha necesidad. Posteriormente se tradujeron las necesidades del cliente en términos de especificaciones del producto.

1.4.3 Proceso creativo

En esta etapa del proceso se desarrollaron diferentes alternativas de concepto que satisficieran los requerimientos y parámetros del producto, se exploraron diversas configuraciones formal-estéticas y técnico-productivas que cumplieran con los objetivos planteados. Estas propuestas fueron descritas en detalle junto con un bosquejo que evidenció las características de cada una de las propuestas.

Figura 1. Metodología para el diseño del Sistema Integrado DARS.



1.4.3.1 Generación de concepto

Establecidos los requerimientos del producto y algunos parámetros de diseño se inició la etapa de generación de conceptos. Se aprovechó toda la información recopilada y los criterios personales para explorar configuraciones formales y técnicas que conllevaron a dar solución al problema planteado.

La metodología permitió mantener controlada la relación entre la ergonomía y la arquitectura del producto, ya que cada pieza se diseñó en función de aquellas ya definidas. El proceso creativo se dividió, se desarrollaron 3 etapas secuencialmente basados en los *subsistemas*: diseño de compactador, diseño de contenedor y diseño de escurridor. Este método permitió evaluar individualmente el rendimiento de los subsistemas, con lo cual se configuró un sistema general con aquellos que obtuvieron mejores resultados, reduciendo los sacrificios técnicos, ergonómicos y formales.

1.4.3.2 Filtrado de conceptos

El filtrado de concepto se basa en el método de *selección del concepto de Pugh* (Pugh, 1990). Para el cual se escogió como referencia uno de los conceptos elaborados, contra el cual se evaluaron los otros conceptos.

La comparación entre la referencia y los conceptos se realiza a través de definir criterios de “mejor que” (+), “igual que” (0), “peor que” (-), para cada criterio de evaluación. Después de evaluar todos los conceptos se suma el número de evaluaciones “mejor que”, “igual que” y “peor que” y el resultado de cada suma definirá las alternativas que continúan en el proceso de diseño.

1.4.3.3 Selección de concepto

Para la selección de conceptos se realizaron pruebas de uso con 10 participantes. Los modelos de simulación de cada alternativa se instalaron en una habitación, cada participante realizó una tarea específica, con el fin de validar cada concepto y posteriormente se pidió responder una encuesta, lo permitió recolectar información para generar criterios con los cuales se seleccionó un concepto.

1.4.4 Diseño de detalle

En esta etapa se rectificaron las dimensiones antropométricas y se realizaron ajustes ergonómicos, se refinó la apariencia del producto otorgándole una identidad. Se realizó una construcción en 3 dimensiones, física y digital, con el fin de obtener un esquema detallado que permitió analizar y definir de manera precisa la integración geométrica entre los componentes.

1.4.5 Comprobaciones

En esta etapa se verificó el cumplimiento de los requerimientos del producto. Se realizaron simulaciones CAE para evaluar el comportamiento mecánico de los componentes del producto, se realizaron test con usuarios para validar la efectividad de las funciones y se evaluaron aspectos como la facilidad de uso, la facilidad de aprendizaje y la percepción, los cuales son pilares de la usabilidad de un producto.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 DEFINICIONES

Almacenamiento. Es la acción del usuario de servicios de aseo, de colocar temporalmente los residuos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento y disposición final (Decreto 1713 de 2002).

Caracterización de los residuos. Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades. (Decreto 838 de 2005).

Centro de acopio: Lugar en el cual se desarrollan acciones tendientes a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral (Adaptado Decreto 4741 de 2005).

Compactación. Proceso mediante el cual en la celda se incrementa el peso específico (densidad en unidades métricas) de los residuos sólidos, con el cual se garantiza homogeneidad del material y estabilidad de la celda (Decreto 838 de 2005).

Contaminante. Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural altere o modifique su composición y condición natural (Definiciones en materia de residuos sólidos, acopio y reciclaje).

Densidad: Masa o cantidad de materia de los residuos, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas (Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico y ambiental, Sistemas de aseo urbano y rural – RAS, Sección II, Título F)

Disposición final de residuos. Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente (Decreto 1713 de 2002)

Reducción en el origen. Forma más eficaz de reducir la cantidad, peso y volumen de los residuos, así como el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales. Se encuentra en primer lugar en la jerarquía de una gestión integrada de residuos sólidos. (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico y ambiental, Sistemas de aseo urbano y rural – RAS, Sección II, Título F)

Residuo sólido o desecho. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles (Decreto 1713 del 2002 - Decreto 838 de 2005).

Residuo sólido peligroso. Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas pueda causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos

naturales en residuos peligrosos. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Decreto 1713 de 2002).

Residuo biodegradable. Aquel producto que tiene la cualidad de descomponerse en periodos cortos, por procesos biológicos y que cuenta con la capacidad de incorporarse a los materiales naturales del medio ambiente (esta consultoría, 2008).
Residuo sólido aprovechable. Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo (Decreto 1713 de 2002).

Residuo no aprovechable. Es todo material o sustancia de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y, por lo tanto, generan costos de disposición (Decreto 1713 de 2002).

Separación y diferenciación de residuos sólidos: Es la actividad de clasificar, separar, almacenar en forma diferenciada, los residuos producidos por los usuarios del servicio público de aseo antes de su presentación a la persona prestadora del servicio, de acuerdo con los parámetros y especificaciones definidas en el PGIRS municipal, distrital o regional, según sea el caso (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico y ambiental, Sistemas de aseo urbano y rural – RAS, Sección II, Título F).

Valorización. Procesamiento de los residuos sólidos, con el fin de obtener un producto o subproducto susceptible de ser reintroducido dentro de los ciclos productivos y de esta forma aumentar el valor económico de los materiales recuperados. (Esta consultoría, 2008).

2.2 SEPARACIÓN EN LA FUENTE

Figura 2. Bogotanos Deberán Aprender a Separar Basura En Bolsas Blancas Y Negras.



Fuente: (EL TIEMPO Casa editorial, 2013)

Con la separación en la fuente comienza el ciclo de reincorporación de los residuos sólidos a una cadena productiva. El objetivo es seleccionar todos aquellos materiales aprovechables en el mismo lugar que se producen, para ser valorizado y utilizado como materias primas de diversos procesos productivos. De acuerdo a experiencias de otros países y a la investigación sobre la gestión integral de residuos sólidos, se ha encontrado que cuanto más sencilla sea la tarea de selección para la ciudadanía, mayor será la efectividad de un programa de reciclaje y la captura de materiales reciclables. Noehammer y Byer estudiaron la Influencia del número de separaciones en el grado de participación en 104 programas de manejo de RS y encontraron que para una separación en dos fracciones, la participación es de entre 75 a 95 %, (Noehammer, H.C., & Byer, P.H. , 1997) mientras que para más de cuatro fracciones el rango fue 49 -92 %. (Gallardo, Prades, Poveda, Colomer, 2012).

Para facilitar las tareas de clasificación de residuos en las plantas de aprovechamiento, es recomendable que la separación de materiales se realice en recipientes o bolsas diferenciadas por color para cada tipo de residuos. El siguiente es el esquema de separación en la fuente propuesto por el documento de actualización del título F del RAS 2008:

- Fracciones de materiales inertes reciclables.(vidrio, plástico, papel y cartón)
- Fracciones de materiales orgánicos biodegradables.
- Fracciones de materiales a disposición final (residuos domésticos peligrosos y no aprovechables).

Los recipientes recomendados para el almacenamiento y presentación de los residuos sólidos urbanos, pueden ser de tipo retornable o de tipo desechable.

Figura 3. Recipiente retornable. Fuente:



ARAVEN S.L, (2013).

Figura 4. Recipiente desechable.



Fuente: INNOPLASTC S.A de C.V (2013)

Recipientes retornables: son aquellos como las canecas domésticas, las cuales deben fabricarse de modo que faciliten y reduzcan el impacto sobre el ambiente y la salud pública, así como satisfacer condiciones de ergonomía y manejo seguro. Este tipo de contenedores deben reunir las siguientes características:

- Ser fáciles de movilizar.
- Estar fabricados en material impermeable, de fácil limpieza y mantenimiento y resistentes a la corrosión, siendo preferiblemente de material sintético, caucho, metal o materiales compuestos, con el fin de evitar la entrada de agua, insectos o roedores, o la salida de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Estar dotados de tapa con ajuste y sello, de fácil remoción y que no dificulte el proceso de vaciado durante la recolección.
- Contar con bordes redondeados y de mayor área en la parte superior (tronco de cono), de modo que se facilite el vaciado.
- Capacidad de acuerdo con lo que establezca la entidad que presta el servicio de aseo, con un mínimo de almacenamiento equivalente a una (1) semana.

Las canecas domésticas deben lavarse por el usuario con una frecuencia tal que sean presentadas en condiciones sanitarias adecuadas y que evite la generación de olores y vectores al interior del domicilio.

Recipientes desechables: pueden ser bolsas de material sintético o de características similares (fibras celulósicas), y deben reunir por lo menos las siguientes condiciones:

- Su resistencia debe soportar la tensión ejercida por los residuos sólidos contenidos y por su manipulación.
- Su capacidad debe estar de acuerdo con lo que establezca la entidad que presta el servicio de aseo.
- Cuando se utilicen bolsas de material sintético o de características similares (fibras celulósicas) como recipientes desechables, el usuario deberá presentarlas cerradas con nudo o sistema de amarre fijo.

2.3 CÓDIGO POR COLORES

Dentro del marco de un programa de reciclaje, es recomendable que se establezca un código de colores, que permita la diferenciación de cada fracción de residuos separada por los generadores. Esto puede hacerse mediante la utilización de recipientes o bolsas diferenciados por color para cada fracción de residuos:

La diferenciación de los recipientes o bolsas destinados a la presentación de diferentes fracciones de residuos, puede realizarse mediante la utilización de distintivos de color. Por ejemplo se puede amarrar las bolsas con cintas del color correspondiente a los residuos presentados, o se puede pintar en los recipientes existentes un recuadro del color adecuado para los residuos que contiene. (MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2008).

Figura 5. Código de colores para separación de residuos según la norma técnica GTC-24.



Fuente: gestionintegralresiduos.blogspot.com.co/2010/03/almacenamiento-y-separacion-de-los.html.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Residuos susceptibles de aprovechamiento y valorización.

En la Tabla 1. Se presentan los diferentes tipos de residuos susceptibles de aprovechamiento y las condiciones de calidad requeridas para su tratamiento y reincorporación dentro de las cadenas productivas.

Tabla 1. Clases de residuos y condiciones de calidad para su aprovechamiento.

Material	Tipos de residuos	Condiciones de calidad
Orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • residuos de cosechas. • residuos de poda y corte de aserrín, paja, trozos de madera. • restos de comida, cáscaras de huevo, restos de café, servilletas, papeles y cartones contaminados con comida. • desechos de plazas de mercado, entre otros. • residuos agrícolas 	Deben ser separados de los materiales inorgánicos, para evitar su contaminación y posterior interferencias en los tiempos y procesos físico-químicos de la degradación biológica.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> • potes de champú • empaques de detergentes y otros productos de aseo personal y del hogar. • empaques de alimentos como bolsas, domos de ponqué. • envases de gaseosas no retornables. • contenedores. • cepillos • rejillas • partes de electrodomésticos • tapas • bandejas como las de carnes, frutas y vajillas desechables. • material de embalaje espumado "icopor", entre otros. 	Se recomienda lavar los envases luego de ser utilizados, desprender su etiqueta y separar su tapa para entregarlo listo, los empaques plásticos deben ser alterados por algún medio (perforación, corte, etc.) antes de ser desechados, para prevenir su uso con propósitos de falsificación de los productos que originalmente contenían.
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> • vidrio plano • vidrio utilizado para el envasado y distribución de productos industriales como: botellas de gaseosa, cerveza, frascos de mayonesa y conservas, frascos de comidas para bebés, botellas de vino, licores, además de otras comidas. 	Los envases y recipiente, deben ser lavados y separados de otros materiales como: restos de bebidas o alimentos, etiquetas de papel, tapas plásticas o metálicas, corchos y otros tipos de aditamentos que pueden presentar.
Papel y cartón	<ul style="list-style-type: none"> • El papel blanco de oficina. • Periódicos y revistas. • Cuadernos, libros, directorios Telefónicos. • Cajas de huevo. • Rollo de papel higiénico. • Papel de envoltorios. • Publicidad, invitaciones. • Tetra pack. • Cajas de cartón corrugado. 	Se les debe retirar objetos como anillas, clips o cintas adhesivas y mantenerse secos y separados de los residuos orgánicos para evitar su contaminación. Las cajas de cartón corrugado deben extenderse y retirárseles los restos de cintas o envoltorios. Los envases de cartón compuestos con otros materiales, como los envases de tetra pack, deben ser lavados y extendidos.
Metales		Este tipo de materiales deben ser separados de los demás residuos. No requieren procesos de

	<ul style="list-style-type: none"> • Metales férricos como el acero y el hierro. • metales no férricos como el aluminio, el bronce, el cobre y el oro, entre otros. 	<p>acondicionamiento como el lavado, pero la reducción de volumen es útil en el caso de los recipientes y contenedores metálicos.</p> <p>La rigurosa separación por tipo de metal, es indispensable para el reciclaje de este tipo de materiales que se lleva a cabo en hornos de fundición a altas temperaturas.</p>
--	---	---

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008).

Dentro de los papeles se encuentran algunos que no son reciclables, tales como el papel encerado, papel carbón, los productos sanitarios o pañuelos de papel, papel térmico para el fax, las calcomanías y el papel de plástico laminado de envoltura para comidas rápidas y las bolsas de comida para animales domésticos. Los anteriores residuos pueden ser considerados para aprovechamiento energético.

Para obtener un mejor precio de venta, se recomienda realizar la siguiente clasificación de los materiales no biodegradables:

Tabla 2 Clasificación sugerida para materiales recuperados en centros de acopio.

Tipo de material	Clasificación sugerida	
Vidrio: Clasificación por colores.	<ul style="list-style-type: none"> - Claro - Ámbar 	<ul style="list-style-type: none"> - Verde - Azul
Plástico: Clasificación por resinas.	<ul style="list-style-type: none"> - PET - PEAD - PEBD 	<ul style="list-style-type: none"> - PS - PVC - OTROS
Papel y cartón: Clasificación por tipo de material.	<ul style="list-style-type: none"> - Archivo - Periódico 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón corrugado - Envases Tetrapak

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008).

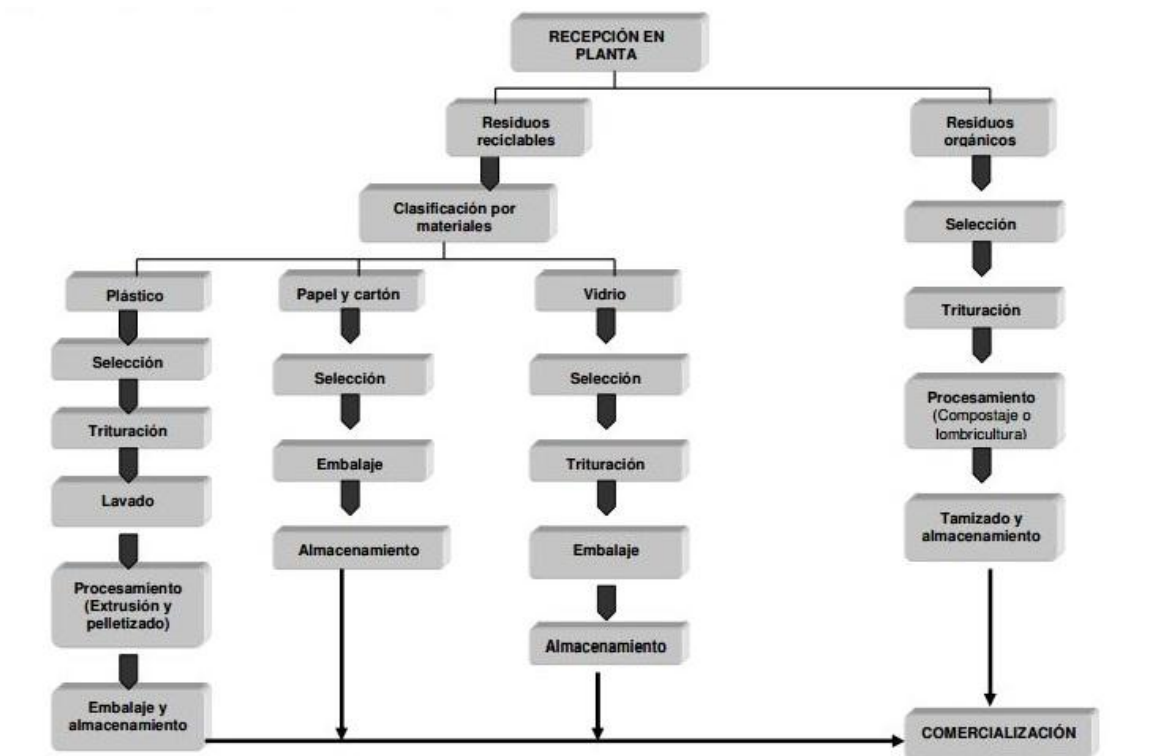
2.5 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DE LAS PLANTAS DE RECICLAJE

El esquema de operación de las plantas de recuperación de materiales se describe a continuación y se ilustran en la figura 6:

Recepción. La recepción de los residuos se realiza en la plataforma de recepción localizada a ras de piso, por lo tanto se debe contar con un cargador para alimentar la tolva de recepción de la zona de selección de materiales reciclables, y los residuos orgánicos serán llevados directamente a la zona de acondicionamiento dispuesta para estos materiales.

Procesamiento de residuos orgánicos. Después del rompimiento de las bolsas y la selección de contaminantes, estos materiales deberán ser triturados para conseguir un tamaño de partícula estándar. Una vez realizada la trituración, los residuos son llevados a las zonas de compostaje. Debido a la cantidad de residuos, se recomienda la adquisición de una máquina compostadora que facilite los procesos de volteo y aireación.

Figura 6. Esquema operativo plantas de recuperación de materiales.



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008).

Clasificación de materiales reciclables. Para esta clasificación se recomienda un sistema de selección de residuos compuesto por una tolva de recepción dotada de un tornillo rompedor de bolsas, conectada a una cinta o banda transportadora donde se logra la separación de los materiales ferrosos y no ferrosos, la cual entrega los residuos a una segunda banda transportadora a lo largo de la cual se establecen puntos de selección manual por cada tipo de material que se vaya a recuperar.

Este tipo de sistema de selección de residuos sólidos urbanos puede ser construido en uno o dos niveles. Los sistemas de un nivel cuentan con una tolva elevada, que regula el ingreso de residuos a la línea de selección. Los operarios se localizan a lo largo de la misma, en ambos costados y depositan los materiales seleccionados en contenedores móviles que luego les permitan transportar los materiales hasta los siguientes procesos de acondicionamiento.

En el caso de los sistemas de selección construidos en dos niveles, los residuos son depositados en la tolva de recepción y elevados al segundo nivel a través de una cinta inclinada. Una vez en el segundo nivel, se establece una línea de selección similar a la descrita anteriormente, y los residuos son enviados al nivel inferior del mezanine por medio de chutes que conducen a los contenedores que almacenan temporalmente los residuos

En el mercado se puede encontrar este tipo de sistemas, que incluyen diferentes configuraciones de tolvas y bandas transportadoras, de acuerdo a las necesidades de cada proyecto. Sin embargo, el sistema puede ser constituido e implementado en el sitio con materiales y equipos nacionales.

Se deben establecer tantos puntos de selección como tipos y clases de materiales se desee recuperar. La Tabla 3 presenta la clasificación de los materiales recomendada para este tipo de instalaciones:

Tabla 3. Clasificación de los materiales plásticos.

Tipo de material	Clasificación sugerida			
Vidrio: Clasificación por colores.	-	Claro	-	Verde
	-	Ámbar	-	Azul
Plástico: Clasificación por resinas.	-	PET	-	PS
	-	PEAD	-	PVC
	-	PEBD	-	OTROS
	-	PS	-	
Papel y Cartón: Por tipo de material.	-	Archivo blanco	-	Cartón corrugado
	-	Archivo color	-	Plegadiza
	-	Periódico	-	Envases Tetrapak

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008).

Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento o no se encuentren dentro de la clasificación anterior, son considerados como rechazos y deben caer al final de la banda transportadora en los contenedores dispuestos para tal fin. Estos residuos serán llevados a disposición final en relleno sanitario o a los sistemas de aprovechamiento energético.

Acondicionamiento de residuos de vidrio. Una vez clasificados los envases de vidrio por color, deben ser sometidos a un proceso de lavado para remover los residuos de alimentos y bebidas y los materiales contaminantes como tapas y anillos metálicos. Después del lavado se procede a realizar la trituración del vidrio y finalmente debe ser empacado por colores para ser comercializado.

Acondicionamiento de residuos plásticos. Los residuos plásticos deben ser clasificados por tipos de resinas y por color. Una vez clasificados, deben ser sometidos a un procesos de lavado y secado, luego pueden ser compactados y embalados en pacas o pueden ser triturados y empacados en grandes bolsas para ser comercializados.

Acondicionamiento de residuos de papel y cartón. El papel y cartón recuperados del flujo de residuos debe encontrarse en perfectas condiciones de calidad, es decir

no puede encontrarse húmedo o contaminado con residuos orgánicos. Su clasificación debe basarse en las condiciones de calidad del mercado.

Control de calidad y comercialización. Los productos generados en la planta de recuperación deben ser sometidos a estrictos controles por parte de la administración con el fin de garantizar una alta calidad de las materias primas secundarias allí recuperadas.

Para conseguir mejores precios de venta de las materias primas secundarias (papel y cartón, vidrio en casco y resinas plásticas), se requiere especial cuidado en los procesos de clasificación, lavado y remoción de materiales contaminantes, con el fin de cumplir con los estándares de calidad establecidos por los transformadores de dichos materiales. Adicionalmente, se debe realizar un balance de las cantidades a ser almacenadas, con el fin de obtener una mejor economía de escala al momento de ser comercializados. Finalmente, se recomienda establecer acuerdos o alianzas con los grandes transformadores de este tipo de materiales con el fin de obtener una mayor utilidad.

2.6 COOPRESER: planta de recolección de reciclaje en Bucaramanga

Coopreser es una cooperativa de reciclaje en funcionamiento desde el año 1987. Anteriormente el personal hacía la ruta de reciclaje en sectores como Ciudadela Real de Mina, Diamante 2, Fontana, Provenza, Lagos 1, Lagos 2, Limoncito, Bucarica, del área metropolitana de Bucaramanga. Esta actividad se realizaba puerta a puerta, recolectando aproximadamente 17.5 toneladas semanales de material reciclable.

Figura 7. Centro de acopio Coopreser.



Fuente: (Vanguardia Liberal, 2013).

Con la conformación del PGIRS de Bucaramanga, esta cooperativa de recicladores fue vinculada junto con la cooperativa Bello Renacer para recibir, seleccionar, clasificar y distribuir los materiales recuperados. Coopreser recibe la ruta de reciclaje de 3 de las 7 empresas de aseo del área metropolitana de Bucaramanga, recibiendo semanalmente un promedio de 79.85 toneladas de materiales, afirma una de las funcionarias.

El reciclaje en el área metropolitana de Bucaramanga es recogido en camiones compactadores, donde también se recoge la ruta de residuos orgánicos, por lo que requiere un lavado antes de comenzar la ruta de reciclaje los días miércoles y jueves. Al ingresar al depósito, los funcionarios de este, revisan que el camión haya sido lavado, requisito que en su mayor parte se cumple, siendo las empresas privadas las más comprometidas con esta labor.

Las cooperativas de reciclaje no realizan ningún tipo de adecuación a los materiales, se encargan únicamente de clasificarlos por tipo de material o por color (en el caso

de los plásticos), para luego entregarlos a las empresas y microempresas que los utilizan como materia prima. Son estas empresas quienes lavan el material y lo procesan.

2.7 VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL (VIS)

2.7.1 VIS gratis en el Área Metropolitana de Bucaramanga

En el Área Metropolitana de Bucaramanga se están llevando a cabo 3 proyectos del programa *100Mil Viviendas Gratis*. Al finalizar estos proyectos se contará con 2.462 VIS tipo multifamiliar, con una inversión cercana a los 95 mil millones de pesos y con un tiempo límite de entrega para el año 2015 (Ministerio de Vivienda, 2014).

En la zona norte de Bucaramanga se construyen dos proyectos. CAMPO MADRID es un proyecto de 1.362 viviendas en el Barrio San Ignacio - Café Madrid, vía interna, sector Betania 9 (Ministerio de Vivienda, 2014).

Figura 8. Proyecto Campo Madrid.



Fuente: (Vanguardia Liberal, 2014)

2.7.2 Tipología

En Colombia se construyen tres tipos de vivienda de interés social, según la densidad demográfica, el terreno, el clima o los recursos financieros (Alcaldía de Bogotá, 2004), estos son:

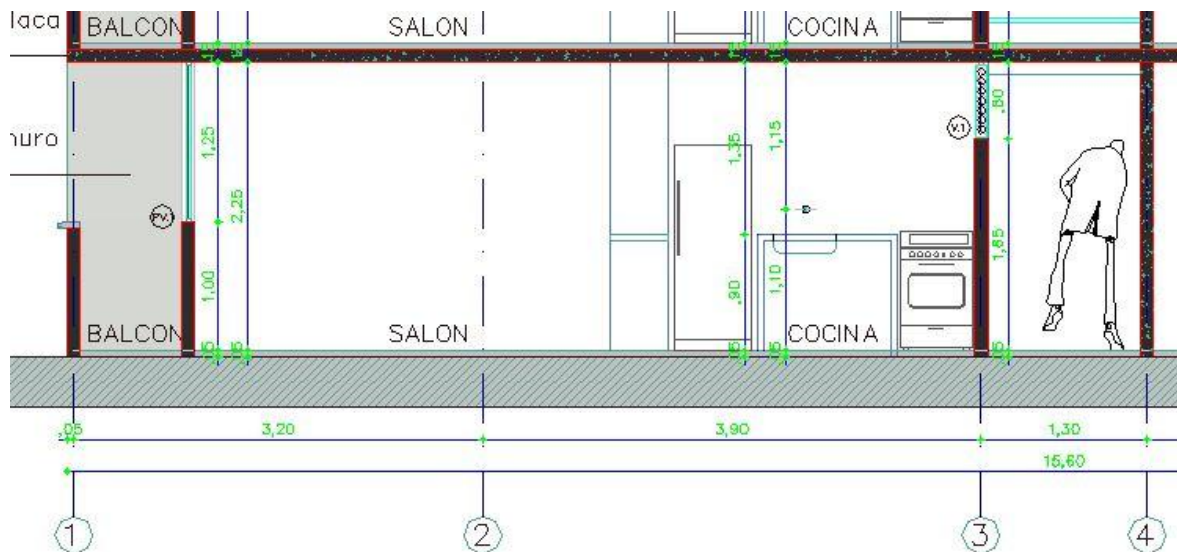
- Vivienda unifamiliar
- Vivienda bifamiliar
- Vivienda multifamiliar

El Sistema Integrado de Disposición y Adecuación de Residuos Sólidos (DARS) se desarrolla enfocado en una VIS tipo multifamiliar, la cual se define como una construcción con más de cuatro unidades de renta residencial (Inmobiliaria Marvilla, 2008), debido a que los proyectos de viviendas de interés social actuales se están desarrollando basados en este tipo de construcciones. Estos inmuebles se construyen en un lote mínimo de 120 m² (Inmobiliaria Marvilla, 2008), enfocado a la disminución de los recursos empleados y para beneficiar a un mayor número de familias.

El Instituto de Vivienda de Interés Social de Bucaramanga (INVISBU) facilitó para esta investigación los planos arquitectónicos (figura 9 y 10) correspondientes a los últimos proyectos ejecutados en la ciudad, con los cuales se analizaron los espacios destinados a las actividades de saneamiento básico dentro de una VIS multifamiliar. De estos archivos se tomó como referencia la edificación etapa 1-Ingesser del barrio Villas de San Ignacio, apartamentos de un área aproximada de 39 m², ubicada en la zona norte de Bucaramanga.

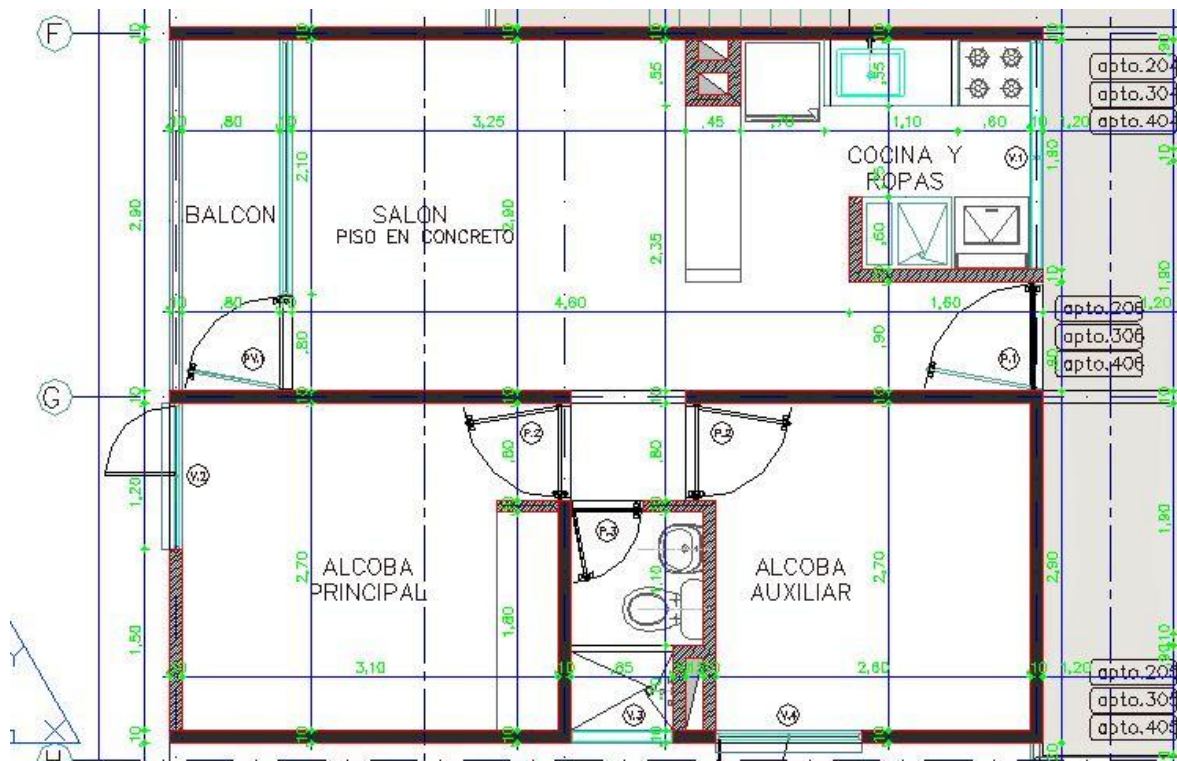
Esta construcción tiene un área de 5,32 m² destinada para cocina y patio de ropas, la cual cuenta con una barra auxiliar, lava platos, lavadero, espacio para estufa, espacio para lavadora, espacio para nevera.

Figura 9. Plano Arquitectónico Ingeser.



Fuente: INVISBU.

Figura 10. Plano Arquitectónico Ingeser.



Fuente: INVISBU.

3 DISEÑO PROYECTUAL

El diseño proyectual es la etapa del proceso donde se realiza el trabajo de campo, el diseñador analiza la problemática desde la perspectiva del usuario directo e indirecto. La figura 11 ilustra las actividades que se llevaron a cabo en esta etapa.

3.1 TRABAJO DE CAMPO

En esta fase se realizaron entrevistas cualitativas, que describen las rutinas, las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas (RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA, 1996).

Figura 11. Metodología del diseño proyectual.



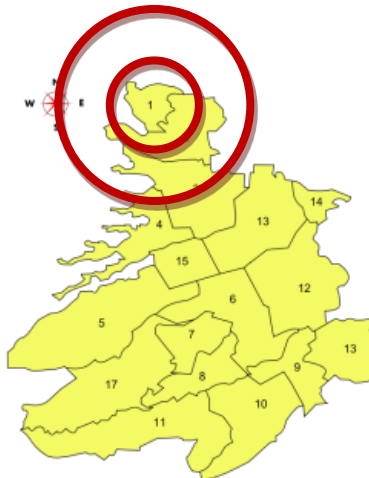
3.1.1 Entrevista piloto usuario directo

La entrevista piloto permitió ajustar la interacción con el usuario, refinar la guía de preguntas y conocer el contexto social en el cual se llevó a cabo la recolección de

información. Por motivos de seguridad el INVISBU recomendó hacer un contacto previo con las líderes de las comunidades, para lo cual facilitaron los datos de contacto.

La actividad se llevó a cabo en el barrio Villas de San Ignacio, sector Betania, etapa 9, el cual está ubicado en la comuna 1, ubicada en el norte de Bucaramanga. El sector Betania fue construido como solución de vivienda a las familias que perdieron sus casas en la ola invernal del año 2005 que afectó al municipio de Girón, Santander. En la etapa 9 fueron construidas 400 VIS de tipo unifamiliar progresivas.

Figura 12. Mapas comunas Bucaramanga.



Fuente: (Alcaldía de Bucaramanga, 2013).

Objetivos:

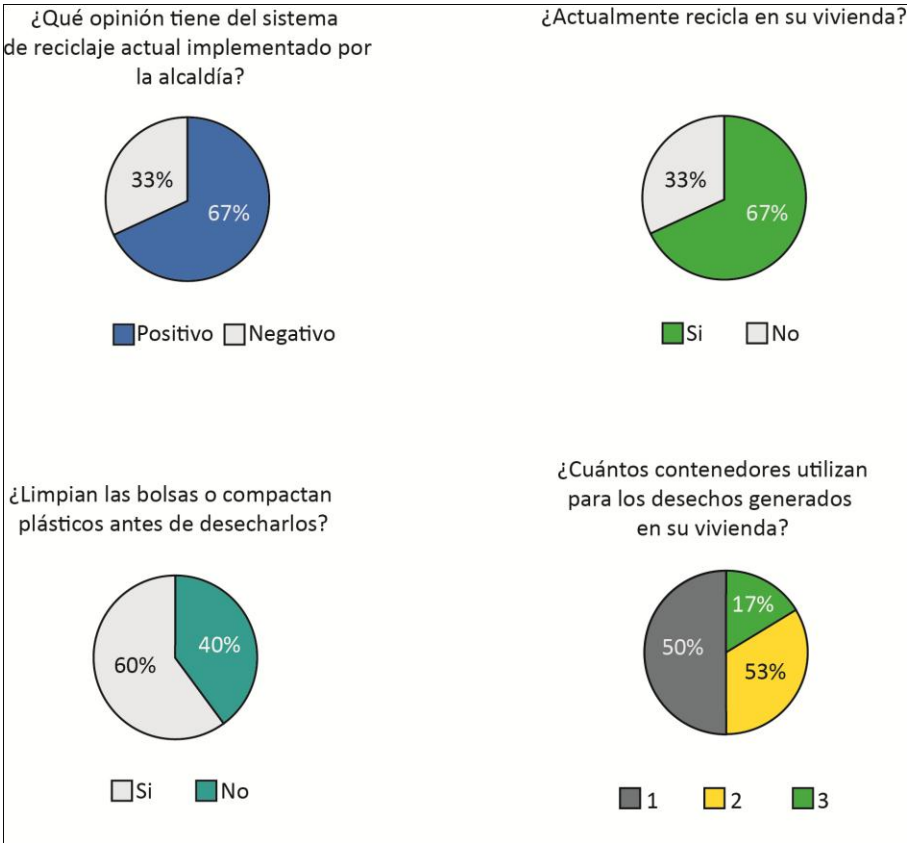
- Identificar las necesidades, expectativas y limitaciones de los usuarios finales con relación al manejo de los residuos sólidos domiciliarios, que permita plantear requerimientos para el desarrollo del producto.
- Conocer la opinión de la comunidad sobre el Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS).

Cada entrevista fue guiada por un formato de encuesta (ver anexo A) y tuvo una duración entre 3 y 5 minutos por participante. Número de personas encuestadas: 24.

3.1.1.1 Resultado de la entrevista

A las preguntas realizadas en la entrevista, los entrevistados respondieron:

Figura 13. Resultados entrevista piloto.



El 33% de los encuestados de la comunidad de Betania sector 9 opinan que el Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS) implementado por gobierno local incide negativamente, mientras que el 67% afirma que es positivo.

Sin embargo, de la población que tiene una opinión positiva del sistema de gestión de residuos sólidos, se encuentra que un poco más de la tercera parte no efectúa una adecuación (clasificación, lavado, secado, prensado) de los residuos generados en el hogar, determinando que tan solo un 40% de los encuestados realiza adecuadamente el proceso de separación y adecuación en la fuente.

Los encuestados que afirman realizar la separación en la fuente llevan a cabo esa actividad en 2 y 3 fracciones. Los residuos orgánicos son desechados en contenedores retornables corrientes, ninguno de los encuestados utiliza un recipiente cerrado para este tipo de residuo, mientras que los plásticos son depositados en bolsas plásticas, cajas de cartón y algunos en contenedores de retorno.

3.1.1.2 Conclusiones de la entrevista

Los vecinos de la etapa 9 afirmaron que el sector Betania es foco de delincuencia común, por lo cual recomendaron llevar a cabo la actividad en la etapa 1 y en las VIS multifamiliares -Altos de Betania-, que al estar próximas a la vía principal contaba con accesos más seguros.

Esta comunidad conoce los métodos de clasificación de residuos sólidos gracias a las capacitaciones de la alcaldía y opinan que reciclar es positivo para la comunidad y para el medio ambiente, sin embargo no aplican métodos de adecuación a los R.S.

Con base en la entrevista anterior se planteó una nueva entrevista (entrevista usuario directo) enfocada en identificar con mayor precisión el nivel de conocimiento sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios, el manejo de los residuos sólidos dentro de la vivienda y los roles asociados al manejo de los residuos dentro del núcleo familiar.

3.1.2 Entrevista Usuario Indirecto (cooperativa de reciclaje)

La entrevista se llevó a cabo en una de las dos cooperativas de reciclaje asociada al PGIRS del Área Metropolitana de Bucaramanga. La autorización para la visita al depósito de Coopreser se consiguió vía telefónica en la sede administrativa. La entrevista se le realizó a la administradora del depósito, para lo cual se necesitó de una grabadora de audio, lápiz, borrador, tablilla, cámara fotográfica y fue guiada por un formato de preguntas (ver anexo A).

Objetivo:

Conocer las sugerencias de adecuación de residuos sólidos urbanos domiciliarios que los usuarios finales pueden realizar en la fuente.

3.1.2.1 Resultados de la entrevista

No todos los residuos que ingresan al depósito son aprovechables, según explica la funcionaria de Coopreser, tan solo el 57% se puede recuperar en promedio, el restante es enviado de nuevo al relleno sanitario "EL CARRASCO". Los factores que inciden en mayor grado a esta proporción de material no apto para reciclaje son:

- La comunidad entrega materiales no reciclables, entre estos, muchos residuos orgánicos.
- El transporte en camiones compactadores. Al compactar los residuos en el interior del camión dispersa los desechos orgánicos, contaminando una mayor parte de los materiales reciclables.

Otros materiales que no se aprovechan son: Icopor, cartones de huevo, bolsas snacks (papas fritas, cheetos, galletas, etc.), textiles, vasos desechables de polipropileno.

Por esta razón en el depósito se hace una selección manual de los materiales que continuaran en la cadena, siendo estos materiales como: vidrio, metal (chatarra), cartón, papel de oficina, papel periódico, bolsas plásticas, contenedores plásticos de productos de aseo, PET, entre otros.

Coopreser hace parte del grupo de trabajo que integra el PGIRS de Bucaramanga. Cada institución afiliada a esta organización aportó desde su área de conocimiento para establecer el modo de operación de este plan. La cooperativa recomienda unas actividades relacionadas a la adecuación mínima que se le debe hacer a diferentes residuos sólidos aprovechables generados en las VIS, antes de ser desechado:

- **Botellas plásticas de PET, PP, HDPE (jugos, gaseosas, productos para el aseo, etc.):** Estas se deben vaciar, esperar a que estén completamente secas, deformarlas o perforarlas para evitar un uso inadecuado por parte de falsificadores. Es irrelevante quitar la etiqueta del producto, ya que se desprenden fácilmente con el lavado que se le aplica en las empresas de transformación, sin embargo también deben ser alteradas.
- **Botellas plásticas de aceite (PET):** Luego de desocuparla en su totalidad, se le aplica un lavado con agua enjabonada, esperar a que estén completamente secas, sellarla con su tapa original, deformarlas o perforarlas para evitar un uso inadecuado por parte de falsificadores.
- **Bolsas plásticas:** En caso de estar contaminadas estas deben ser enjuagadas y se debe esperar a que estén completamente secas.

- **Vidrio:** Este material debe ser vaciado, estar completamente seco, y su etiqueta rasgada para evitar un uso inadecuado por terceros.
- **Cartón:** El material debe estar libre de grasa, pinturas y humedad. Se le debe retirar cintas y ganchos.
- **Bolsas de leche:** Un lavado sencillo es suficiente y su posterior secado.
- **Cajas de cigarrillos:** Este residuo se compone de 3 materiales, el cartón de la caja, el papel aluminio en el interior y el plástico de seguridad. Los 3 materiales son aprovechables, por lo que puede ser dispuesto sin ninguna condición.
- **Papel:** Aprovechables: Papel de cartas, cuadernos, hojas de memorandos, esquelas, papel de revista. Inservible: Papel fotográfico, hojas de los foto álbumes, el papel con otros materiales como pegantes, publicidad plastificada.

3.1.2.2 Conclusión de la entrevista

Las características con las que aceptan los residuos en el depósito son:

- Secos
- Libres de grasa.
- Libres de tierra.
- Libres de residuos orgánicos.

La cooperativa recomienda un lavado sencillo y su posterior secado antes de depositarlo en los contenedores domésticos, para que los materiales queden en un estado aceptable, eliminando la posibilidad de que se convierta en un contaminante

para los otros materiales. En el caso de las botellas plásticas se recomienda perforarlas o deformarlas para evitar las falsificaciones de los productos.

3.1.3 Entrevista usuario directo

Se realizó en el barrio Villas de San Ignacio, sector Altos de Betania y el sector etapa 1-Ingeser, estas construcciones son de tipo unifamiliar progresivas (ingeser) y multifamiliar (Altos de Betania) ubicadas en el norte de la ciudad, en la comuna 1. La comunidad de Ingeser hace parte de las familias afectadas por la ola invernal que afectó la vereda El Pablón en el año 2005 y residen en las viviendas desde el 2007. La comunidad de Altos de Betania la integra una población afectada por la ola invernal del año 2010 y por víctimas del conflicto armado, desplazada por la violencia.

La entrevista fue guiada por un formato de encuesta (ver anexo A) y tuvo una duración entre 7 y 10 minutos, con excepciones que llegaron hasta los 30 minutos. Participaron 54 personas, entre niños, adultos y adultos mayores. El cálculo del tamaño de la muestra se presenta en el anexo J.

Objetivos:

- Analizar el contexto social de los usuarios directos que inciden en el manejo de los residuos sólidos generados en el hogar.
- Conocer las actividades, las expectativas y limitaciones asociadas a la separación de los residuos sólidos generados en el hogar.
- Generar un primer acercamiento a los usuarios para una posterior caracterización de residuos sólidos en las VIS.

Figura 14. VIS Altos de Betania.



Fuente: INVISBU.

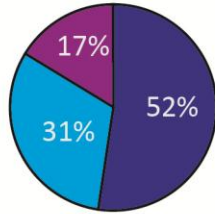
3.1.3.1 Resultados de la Entrevista

La mayor parte de los adultos asegura no haber recibido capacitación relacionada con la clasificación y adecuación de los residuos sólidos, contrastando con el 80% de los niños que recibe educación ambiental en los colegios. Los adultos mayores afirman haber recibido instrucciones para la adecuación y la disposición de los residuos sólidos.

Quienes hacen una separación y adecuación en la fuente la realizan por ser un decreto impuesto por el gobierno local, adicional a esto, la higiene es otro factor determinante en los hogares, ya que conservar por 7 días bolsas o contenedores con residuos genera malos olores y gusanos, aseguran los participantes.

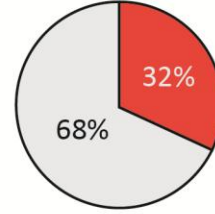
Figura 15. Resultados entrevista usuarios directos.

¿Cuántas personas habitan actualmente la vivienda?



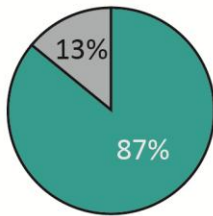
■ Adultos ■ Niños ■ Adultos mayores

¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre clasificación y adecuación de RS generados en su vivienda?



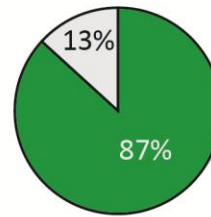
■ Si ■ No

¿Qué opinión tiene del sistema de reciclaje actual implementado por la alcaldía?



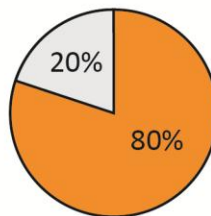
■ Positiva ■ Negativa

¿Actualmente recicla en su vivienda?



■ Si ■ No

¿Reciben los niños información sobre como adecuar correctamente en el colegio?



■ Si ■ No

Área de trabajo: En las viviendas encuestadas que hacen una separación en la fuente y con la excepción de dos casos, una vivienda donde habitaban 3 familias y una vivienda adecuada para funcionar también como papelería, se detectó una constante con relación a la disposición de los residuos sólidos generados en la vivienda: en ninguna vivienda utilizan contenedores para disponer los plásticos, papeles, cartones o vidrios. Para el caso de los plásticos (bolsas de leche, bolsas de polipropileno, contenedores de detergentes, PET) lo disponen en bolsas plásticas, las cuales se encontraban separadas del piso, entre 1 y 1.5 metros, colocadas sobre llaves de agua (grifos), rejas, puntillas y otros elementos. En el caso de las viviendas multifamiliares (edificios) se encontró que el lugar donde constantemente mantienen los materiales reciclables era el balcón, mientras que las unifamiliares (casas) la ubicaban en el patio trasero.

El diseño arquitectónico de las viviendas de interés social depende tanto de las condiciones ambientales de la región en la que se construye, como del criterio propio de los arquitectos. Estas estructuras se proyectan bajo parámetros estrictos como el área mínima o máxima para desarrollar las actividades básicas dentro de la vivienda.

Se consideró la concepción del sistema integrado DARS a partir de la sección de la vivienda llamada “área de labores”, que para el tipo de vivienda de análisis es aproximadamente $\frac{1}{4}$ del área de la cocina. Para definir el área máxima que podría ocupar el Sistema Integrado DARS se tomó como restricción el percentil 99 de la *profundidad del tórax* de hombres (34,4 cm) y la *anchura máxima del cuerpo* de mujeres (53,8 cm), tomado de las tablas de dimensiones antropométricas de la región nororiental colombiana (MARADEI, ESPINEL, 2008).

Figura 16. Cocina VIS multifamiliar. Fuente: Autor.



Figura 17. Modelado 3D cocina VIS multifamiliar: área de trabajo.

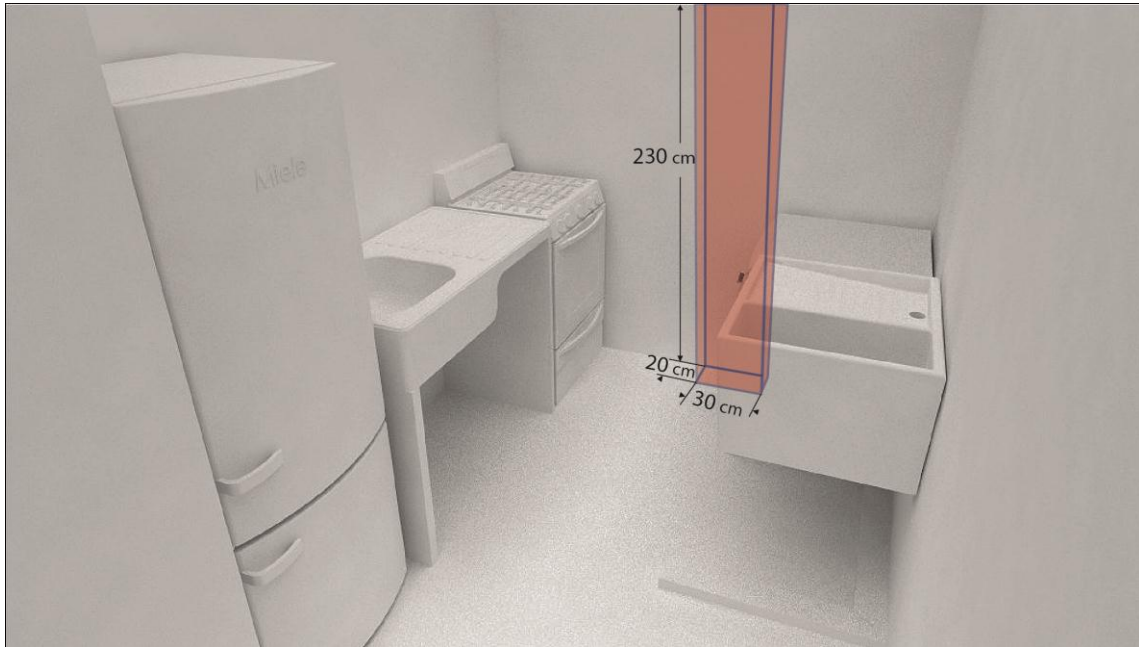
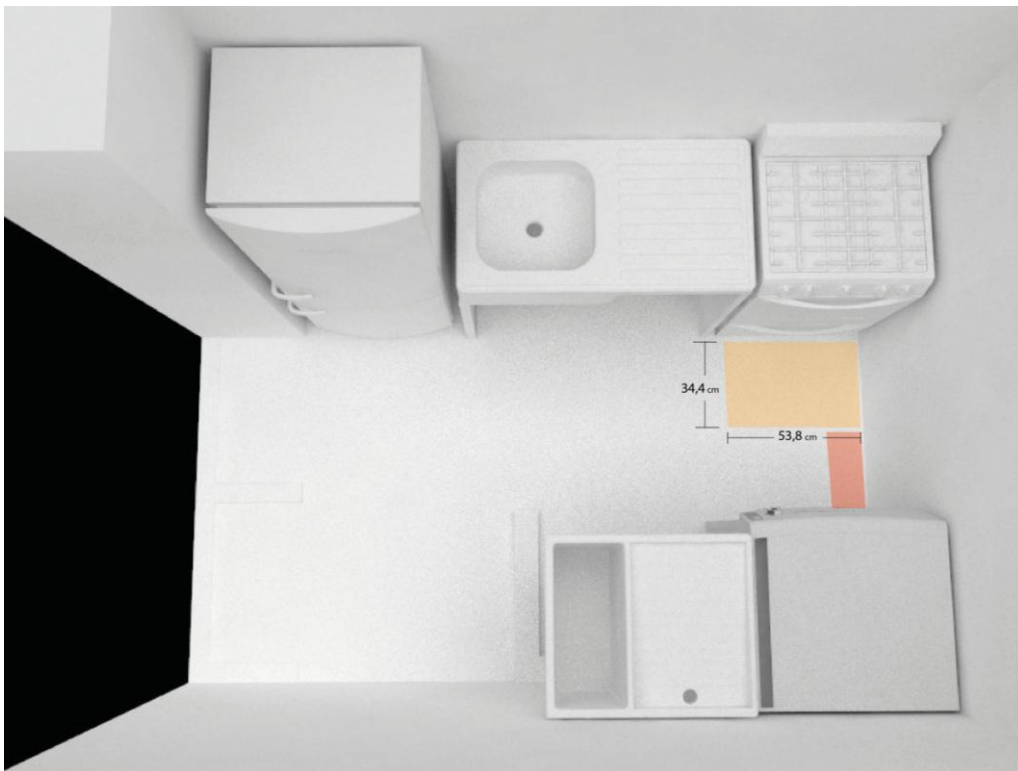


Figura 18. Modelado 3D cocina VIS multifamiliar: percentil 99 en área de trabajo.



3.1.3.2 Conclusiones de la entrevista

Las VIS son habitadas por núcleos familiares de 4 individuos en promedio, a estas familias se les explicó la metodología de la caracterización de R.S y aceptaron participar en una próxima visita, la cual se presenta en la sección 3.1.5 “Caracterización de Residuos Sólidos”.

Los habitantes de las VIS tienen la oportunidad de adecuar sus viviendas para desarrollar negocios como pequeñas fábricas, papelerías y tiendas. Estos negocios generan R.S de distintas características y proporciones comparándolas con una VIS netamente familiar, por lo cual no se contemplaron para la posterior caracterización de R.S, sin embargo las tiendas son fuente de productos de consumo, cuyos empaques se convierten en desechos, por lo cual se realizaron entrevistas a estos establecimientos que permitieron detectar hábitos de consumo y se presentan en la sección a continuación.

Se definió que el área máxima que podría ocupar el sistema integrado DARS es de 30 cm de ancho, 20 cm de profundo y 230 cm de altura (desde el piso hasta el techo).

3.1.4 Hábitos de consumo (entrevistas)

Identificar con anticipación costumbres de determinado grupo social es relevante para acertar en la incursión de nuevos productos. Si se busca predecir la relación hombre-Producto, es necesario detectar patrones de comportamiento que sean socialmente aceptados en este sector de la población.

Este estudio se realizó en viviendas de interés social y tiendas del sector Altos de Betania y el sector etapa 1-Ingesser, en la zona norte de Bucaramanga.

Objetivo:

- Identificar costumbres de consumo asociadas a la generación de residuos sólidos.

3.1.4.1 Resultados

Las principales costumbres de consumo detectadas fueron:

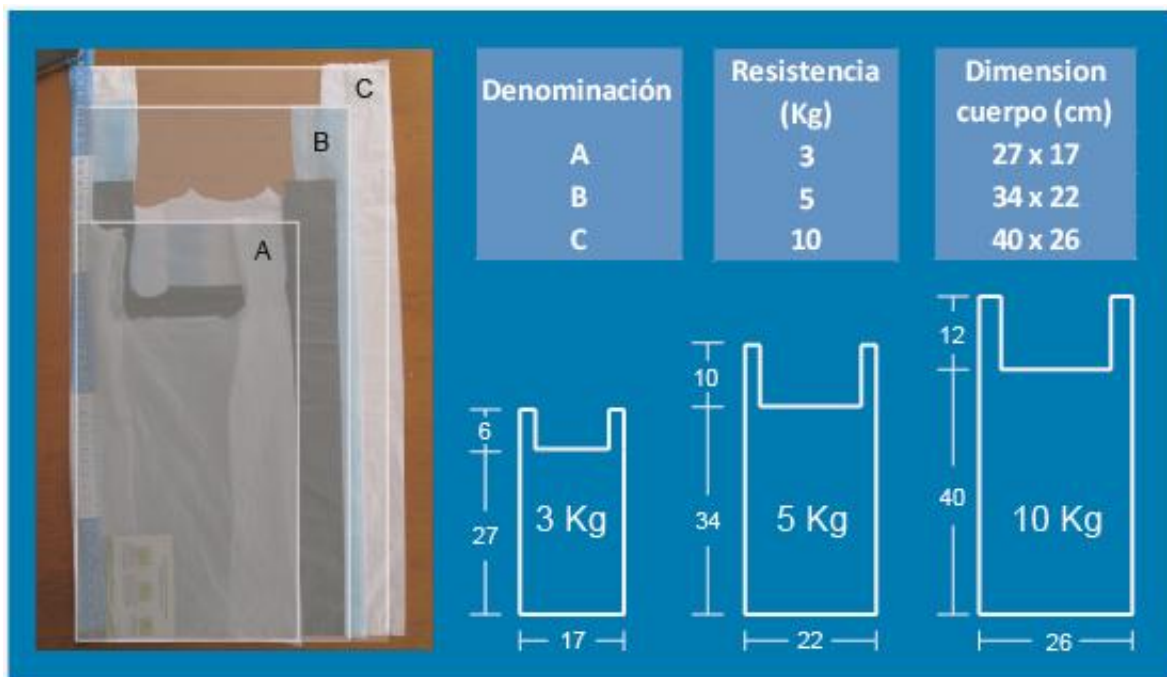
- **Compras:** La mayor parte de la comunidad hace las compras del mercado diariamente en la tienda aledaña.
- **Reenvase:** Implementos de aseo y de cocina como el desinfectante y el aceite se adquieren en la tienda bajo el modelo de reenvase. Las familias conservan recipientes de estos productos en casa, los cuales llevan diariamente a la tienda para ser llenado a un costo menor.
- **Generación Plástico:** El consumo de bebidas gaseosas es el principal factor de generación de plástico en la vivienda, sin embargo la proporción es pequeña comparada con el consumo de este tipo de producto, ya que la mayor parte de las veces se adquiere la bebida en la presentación retornable (vidrio).
- **Bolsas plásticas:** Como consecuencia de la gran cantidad de compras que se hacen en las tienda, las familias tienden a generar aproximadamente 80 bolsas plásticas al mes, estas bolsas son guardadas y reusadas para transporte y almacenamiento de otros productos, de igual forma se usan para la acumulación de residuos sólidos de la vivienda. Las bolsas que más se generan son de 3 y 5 kg de resistencia, la figura 19 ilustra las dimensiones promedio de este material:

3.1.4.2 Conclusiones de la entrevista

El reenvase de aceites y detergentes incide en la disminución de botellas plásticas generadas en las VIS, al igual que el consumo de bebidas gaseosas en presentación retornable. Este hábito tiene un impacto ambiental positivo ya que este tipo de desecho es altamente contaminante.

Mercar diariamente en la tienda trae como consecuencia un promedio de 80 bolsas plásticas mensuales, las cuales son almacenadas en la vivienda para reusar. Darle importancia a esta tendencia es relevante para el desarrollo del Sistema Integrado DARS.

Figura 19. Tipificación bolsas plásticas.



3.1.5 Caracterización de los residuos sólidos de las viviendas de interés social del norte del Municipio de Bucaramanga.

Conocer los tipos de residuos sólidos que se generan en una vivienda de interés social es un parámetro esencial para tomar decisiones en el desarrollo de un proyecto que conlleve a la optimización y aprovechamiento de estos.

Esta actividad entrega como resultado un análisis de los residuos sólidos domésticos generados en la VIS, a través del método de cuarteo, con lo que se determina la cantidad y las características de dichos residuos a partir de un muestreo aleatorio.

3.1.5.1 Objetivo general

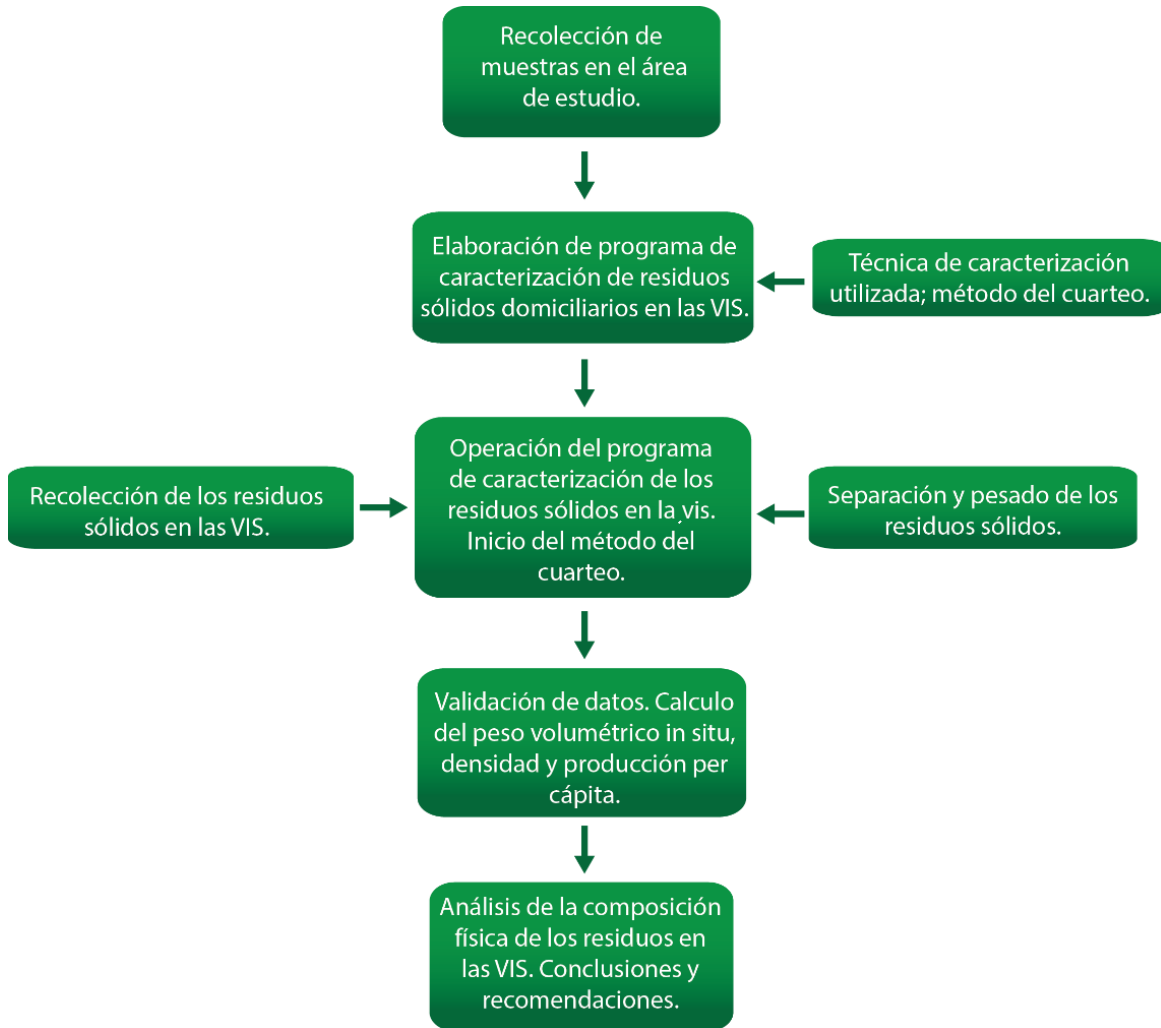
Generar información de los residuos sólidos domiciliarios en viviendas de interés social de la zona norte de Bucaramanga, a través de una caracterización basada en el método de cuarteo.

3.1.5.1.1 Objetivos específicos

- Clasificar los residuos sólidos no orgánicos, no peligrosos generados en una vivienda de interés social.
- Determinar la densidad de los residuos sólidos generados en una vivienda de interés social.
- Generar una fuente de información que permita tomar decisiones en la generación de alternativas para un sistema de disposición y adecuación de residuos sólidos en una vivienda de interés social.
- Conocer las características de los residuos generados en las viviendas de interés social.

3.1.5.2 Metodología

Figura 20. Metodología Caracterización Residuos Sólidos Domiciliarios.



Fuente: (EMAB, 2010).

La figura muestra el esquema metodológico del procedimiento, abstraído del informe de *Caracterización de los residuos sólidos del municipio de Bucaramanga, depositados en el sitio de disposición final "el carrasco"*. (EMAB, 2010).

Operación de cuarteo

El método del cuarteo es explicado en el informe final de la Caracterización de los Residuos Sólidos del Municipio de Bucaramanga, Depositados en el Sitio de Disposición Final “El Carrasco” de la EMAB:

Se depositaron en el centro del área de cuarteo la muestra; se mezclará perfectamente tratando de homogenizar la muestra, dispersándose en toda el área. El total de material de la muestra se dividió en cuatro partes iguales, denominadas sectores A, B, C y D.

Se seleccionarán los sectores A y C o B y D, utilizando lo restante para la determinación del peso volumétrico; con lo que queda se realiza la homogenización y se repetirá el cuarteo una vez más.

Figura 21. Cuarteo, Caracterización de R.S.



3.1.5.3 Resultados

3.1.5.3.1 Clasificación de los subproductos

Posterior al cuarteo se clasificaron los residuos en las siguientes categorías:

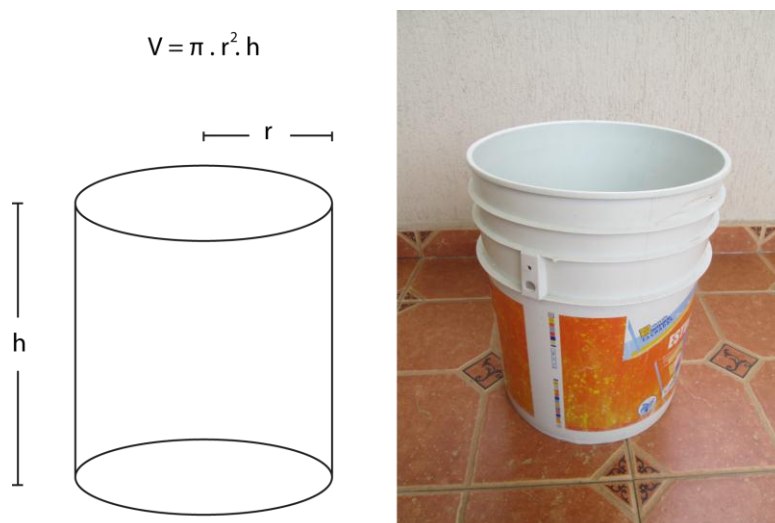
- Papel y cartón
- Bolsas plásticas
- Botellas plásticas
- Metales, vidrio, madera, tetrapack y otro.

3.1.5.3.2 Cálculo de densidad

Para obtener la densidad de los residuos se divide el peso de estos entre el volumen que ocupa en el recipiente donde se disponen los materiales para tomar los datos, a este contenedor se le denomina “la tara” y tiene las siguientes características:

- Radio del cilindro= 0,14 m
- Altura del cilindro= 0,36 m
- Volumen del cilindro= 0,022167 m³

Figura 22. Volumen de la tara.



La tabla 4, presentada a continuación, muestra los resultados de peso, porcentaje del material con relación al peso inicial AD (1/16 de total de desechos recolectados), volumen y densidad de la clasificación de los subproductos.

Tabla 4. Masa, volumen y densidad promedio de los R.S semanales en una VIS.

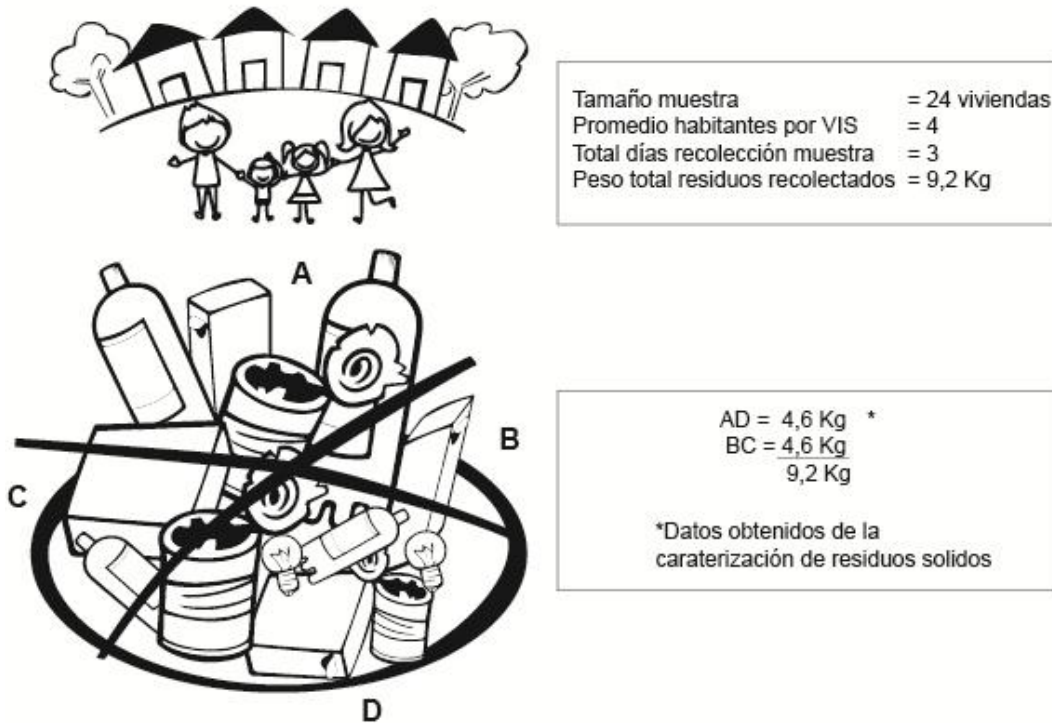
PESO INICIAL AD 2,3 KG						
Material	Peso (kg)	%	Volumen (m³)	%	Densidad (g/m³)	%
Papel y cartón	0,75	32,6	0.0178	27,3	42,134	48,9
Bolsas plásticas	0,25	10,87	0,0166	25,4	15,06	17,4
Botellas plásticas	0,74	32,2	0,0289	44,3	25,605	29,5
Vidrio	0,17	7,4	0,00009	0,15	1,9	2,2
Tetra pack	0,07	3	0,0014	2,14	0,05	0,06
Metal	0,08	3,5	0,0004	0,61	0,2	0,2
Madera	0,06	2,6	0.0001	0,15	1,8	2,1
			0,065 m³	86.75 g/m³		

3.1.5.3 Promedio semanal aproximado de generación de RS en una VIS

Esta actividad nos permitió establecer el promedio de habitantes por vivienda, la generación de RS per cápita, porcentajes de materiales desechados, entre otros, con los cuales se determinó el *promedio aproximado semanal de generación de residuos sólidos en una VIS* tal como se muestra en la figura 23.

Figura 23. Promedio aproximado de generación de residuos sólidos domiciliarios en una VIS.

PROMEDIO APROXIMADO SEMANAL
DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
RECICLABLES EN UNA VIS



$$\frac{\text{Peso total residuos recolectados}}{\text{(3 días) (24 VIS) (4 habitantes)}} = \text{Promedio de generación de residuos sólidos diarios por habitante en una VIS}$$

$$\frac{9,2 \text{ Kg}}{\text{(3 días) (24 VIS) (4 habitantes)}} = 0,03 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Peso total residuos recolectados}}{\text{(3 días) (24 VIS)}} = \text{Promedio de generación de residuos sólidos diario en una VIS}$$

$$\frac{9,2 \text{ Kg}}{\text{(3 días) (24 VIS)}} = 0,13 \text{ Kg}$$

$$\text{(0,13 Kg) (7 días)} = \text{Promedio semanal de residuos sólidos generados en una VIS} = 0,91 \text{ Kg}$$

El grafico muestra el promedio de generación de residuos sólidos diarios per cápita en una comunidad de viviendas de interés social es 0,03 kg, lo cual equivale a una

caja de cartón que sirve de empaque de 1 jarabe para la tos, 1 caja de cartón que sirve de empaque de fósforos, el empaque de 1 jabón de baño y 4 bolsas plásticas de 3 y 5 kg (ver figura 24).

Figura 24. Equivalencia promedio semanal de generación de R.S por habitante VIS.



El promedio semanal de residuos sólidos generados en una VIS es de 0,91kg, la siguiente tabla muestra los pesos de cada material separado, basados en los porcentajes de generación de la tabla 4. El gráfico de la equivalencia en material recuperable se ilustra en la figura 86 en la sección 6.2.2.1.

Tabla 5. Desglose del peso de los R.S reciclables acumulados por una semana en una VIS.

Material	Porcentaje de generación en una VIS	Peso material (kg)
Papel y cartón	32,2 %	0,293
Bolsas plásticas	10,87 %	0,098
Botellas Plásticas	32,6 %	0,297
Vidrio	7,4 %	0,067
Tetrapack	3 %	0,027
Metal	3,5 %	0,032
madera	2,6 %	0,023

Conclusiones de la caracterización de R.S.

Las botellas plásticas, las bolsas plásticas y el papel representan el 75% del peso y el 95% del volumen de los materiales recolectados. El peso de las botellas plásticas y el papel se pueden considerar iguales, ya que el primero es el 32,6% y el segundo es 32.2% del peso de los R.S generados en las VIS, sin embargo las botellas plásticas ocupan 43% más volumen, por lo cual se debe tener en cuenta esta proporción para la conceptualización de los contenedores del sistema. Basados en el estudio de la influencia del número de separaciones en el grado de participación de la ciudadanía (Noehammer, H.C., & Byer, P.H, 1997), es recomendable realizar la clasificación en 2 grupos: el primero conformado por botellas plásticas, bolsas plásticas, otros plásticos, vidrio, metal, tetrapack y madera; el segundo grupo integrado por papel y cartón.

El material generado con menor densidad son las bolsas plásticas, seguido de las botellas plásticas; teniendo en cuenta las recomendaciones de adecuación brindada por las empresas de acopio y clasificación de R.S, se propone aumentar la densidad de estos materiales a partir de la disminución del volumen ocupado por las botellas plásticas (deformación).

3.2 NECESIDADES DEL USUARIO

De las entrevistas realizadas a los usuarios directos en su entorno, se recopiló información que permitió abstraer una lista de necesidades. Cada entrevista realizada tuvo un registro de texto, audio y fotografía, herramientas que permitieron una posterior revisión y análisis de la actividad.

Se presenta una lista de necesidades, abstraída no solo de la voz del usuario sino también de la experiencia del diseñador, lo que permite incluir necesidades a partir de la observación en las actividades de investigación, tales como el estudio de los

hábitos de consumo y la caracterización de residuos sólidos. Las necesidades se toman como “deseos” del usuario y del diseñador, lo cual no significa que todas vayan a ser resueltas.

3.2.1 Jerarquía de las necesidades

Las necesidades requieren una jerarquización a partir de un análisis de la importancia relativa de cada una de ellas. Este proceso se llevó a cabo con el apoyo de los usuarios finales, con el fin de enfocar el proceso creativo en la satisfacción de las necesidades de mayor demanda. El formato de recolección de datos se encuentra en el anexo H. La escala de valoración para las necesidades se estableció de 1 a 5, donde cada valor quedó definido por los siguientes enunciados:

1. La función es indeseable. No consideraría un producto con esta función.
2. La función no es importante, pero no me importaría tenerla.
3. Sería bueno tener esa función, pero no es necesaria.
4. La función es altamente deseable, pero consideraría un producto sin ella.
5. La función es de importancia crítica. No consideraría un producto sin esta función.

Tabla 6. Listado necesidades del usuario presentadas de mayor a menor.

LISTA DE NECESIDADES	Imp
1. Permitir al usuario distribuir los residuos por categorías.	4,8
2. Es fácil de limpiar.	4,8
3. Ofrece instrucciones de uso.	4,6

4. No pone en riesgo la integridad del usuario.	4,5
5. Ocupa poco espacio.	4,5
6. Minimiza el esfuerzo del usuario.	4,5
7. Es visualmente aséptico.	4,5
8. Es resistente a cargas externas.	4,3
9. Es resistente a los golpes y caídas.	4,2
10. Fácil mantenimiento.	4,2
11. Resiste la exposición al sol, a la lluvia y al viento por varios días seguidos.	4,2
12. Se instala rápidamente.	3,9
13. Reutiliza bolsas plásticas domésticas.	3,8
14. Facilita el secado de los RS plásticos.	3,6
15. Incluye un compartimiento para almacenar bolsas plásticas recicladas.	3,6

3.2.2 Requerimientos de diseño

A partir de las necesidades del usuario se estableció una lista de atributos del sistema que satisfacen dichas necesidades. Estos atributos se definen como los *requerimientos de diseño* y se organizaron en 6 categorías: requerimientos de uso, estructurales, funcionales, formales estéticos, expresivo formales y técnico-productivos. El diseñador se enfocó en el cumplimiento de estos atributos para lograr el objetivo del proyecto DARS.

Tabla 7. Listado requerimientos de diseño.

<p>USO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece información sobre como clasificar los RSD. • Las texturas táctiles del producto evitan los puntos de acumulación de residuos. • El sistema se ensambla y desensambla en el menor tiempo posible. • La limpieza del sistema se puede realizar con herramientas del hogar. • El sistema no entraña riesgos de lesión para el usuario. • El sistema es resistente al uso inadecuado. • El sistema cuenta con un manual de instrucciones de uso. • El sistema se instala en el menor tiempo posible. • Los componentes del sistema se manipulan con el menor esfuerzo posible. • El mantenimiento se puede realizar con herramientas básicas del hogar.
<p>ESTRUCTURALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El peso total del sistema se encuentra dentro de un rango de fácil manipulación. • Los elementos de fijación soportan el peso del sistema y de los residuos acumulados por una semana. • Tiene diferentes compartimientos de depósito.
<p>FUNCION</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite almacenar bolsas para reúso. • Optimiza el uso del espacio. • Permite el secado de los RS plásticos. • Permite adaptar diferentes tamaños de bolsas plásticas para depositar los RS.
<p>FORMAL-ESTETICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El color del sistema beneficia la apariencia de limpieza del producto. • Armonía del producto se da a partir de la repetición controlada de módulos. • Los contrastes se aplican como señales para la usabilidad del producto.

	<ul style="list-style-type: none"> • Las texturas visuales del sistema inciden en la percepción de limpieza. • El producto utiliza elementos compositivos de las formas como ritmos para mantener orden visual. • La geometría del compactador permite compactar botellas plásticas de distintos tamaños.
--	--

<p>EXPRESIVO-FORMAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema comunica sus funciones a través de un lenguaje de signos, señales y símbolos. • Los signos del sistema son coherentes con la normativa colombiana para el manejo de residuos sólidos. • Los símbolos del sistema se expresan gráficamente a través de iconos que dan sentido a las funciones del producto. • El sistema contiene señales que complementan los símbolos para dar sentido al lenguaje del producto.
--------------------------------	---

<p>TECNICO-PRODUCTIVOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Material del sistema es resistente a la corrosión al contacto con el oxígeno. • El sistema está diseñado bajo la normativa vigente para el reciclaje. • Los materiales de fabricación resisten los productos químicos de limpieza del hogar. • Los materiales de fabricación son resistentes a la deformación por impacto.
-----------------------------------	---

3.2.3 Especificaciones de diseño

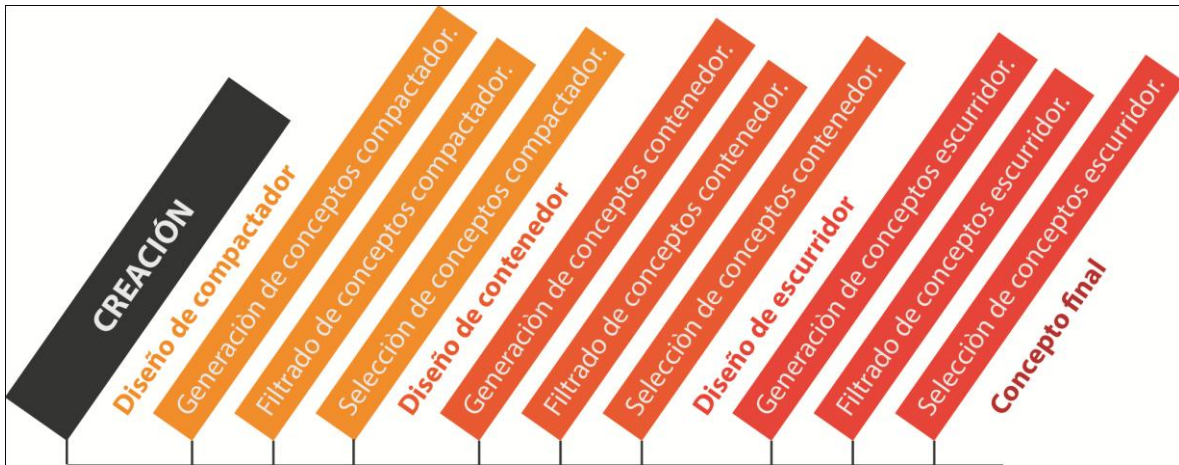
Las especificaciones de diseño cuentan con una dimensión cuantitativa que permite evaluar el grado de satisfacción de los requerimientos y por consiguiente las necesidades de los usuarios. Estos parámetros son el punto inicial de la conceptualización del producto, los cuales permiten al diseñador mantener un margen para la selección de materiales, dimensiones del sistema, número de componentes o subsistemas, etc.

Tabla 8. Listado especificaciones del producto.

Necesidad	Métrica	Valor
11,2,7	Alta resistencia a la corrosión.	Alto cumplimiento de la especificación
1,3	Normativa colombiana para el manejo de residuos sólidos.	Verificador de Cumplimiento
9	Limite elástico del material alto.	lista Cumplimiento
2,12,10	Tiempo de ensamble máximo.	2 min
2	Herramientas básicas de limpieza doméstica.	listado herramientas (2 elementos)
4	Frecuencia de uso	<3 (veces por día)
9,4,8	Factor de seguridad.	> 3
3	Manual de instrucciones.	Verificador de existencia
12	Tiempo de instalación máximo.	10 min
6	Fuerza mínima compactación.	140 N
2,12,10	Herramientas básicas de mantenimiento doméstico.	Listado herramientas (3 elementos)
4	Masa total.	< 30 Kg
8	Dimensiones de tornillos	>2 y <4
1	Número de contenedores	2
15,13	Dimensiones bolsas plásticas	3 kg, 5 kg, 10 kg. (El tamaño se da en función del peso soportado).
14,5	Área mínima para escurrido	Altura: 40cm; ancho: 13cm; profundidad: 13cm.
13	tamaño máximo contenedor	Altura: 36cm; ancho: 30 cm; profundidad: 18cm.
7	Percepción de asepsia	Alta.

4 CREACIÓN

Figura 25. Metodología proceso de creación.



Con el objetivo de generar un concepto que tuviera la menor cantidad de sacrificios funcionales, formales, ergonómicos, etc., el sistema integrado DARS se dividió en 3 subsistemas: subsistema compactador, subsistema contenedor y subsistema escurridor. De este modo el proceso creativo se dividió en 3 etapas, cada subsistema se desarrolló y se seleccionó individualmente.

El proceso de diseño se inició con el desarrollo del compactador de botellas plásticas. Se seleccionaron cinco sistemas de compactación existentes en el mercado que se modificaron y adecuaron basados en las restricciones y especificaciones del producto. Se construyeron modelos de prueba y posteriormente fueron evaluados por usuarios para seleccionar un concepto.

Definido el compactador se diseñaron contenedores que cumplieran con las especificaciones del Sistema Integrado DARS y a su vez eran coherentes formal y estéticamente con el compactador. Luego de seleccionado el contenedor, se propusieron alternativas de escurridores, con lo que se conformó la estructura principal del sistema.

Esta metodología de diseño tiene como resultado un sistema coherente formalmente, ya que la conceptualización de cada nuevo componente se da a partir del conjunto de componentes ya configurados.

4.1 DISEÑO DE COMPACTADOR

Se pretende diseñar un elemento que permita reducir el espacio ocupado por botellas plásticas. Este elemento soportará los mayores esfuerzos, de modo que su manipulación puede incidir en riesgos, por lo cual su diseño debe estar 100% centrado en el usuario y no en la relación con otras piezas.

Esta pieza puede ser considerada la más importante del sistema, ya sea por ser el elemento diferenciador con relación a los productos existentes en el mercado o por permitir el cumplimiento de uno de los objetivos principales del producto – disminuir el volumen ocupado por los RSD-.

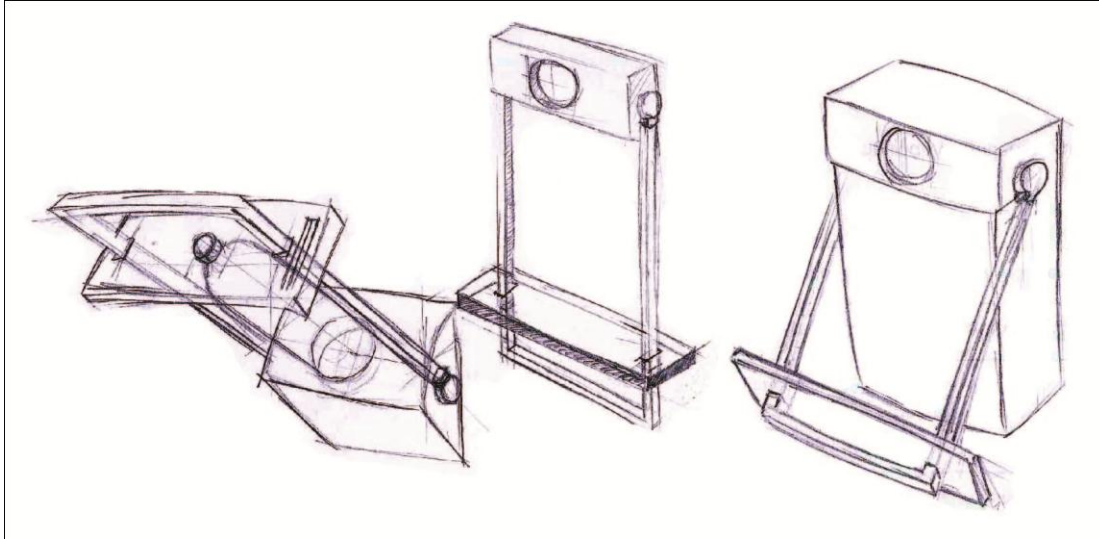
En la caracterización de R.S. se pudo identificar que las botellas plásticas ocupan el 44% del volumen total de los materiales almacenados en las VIS, siendo la presentación 2.5 lt la que se genera con mayor frecuencia. Se decidió analizar este material como punto de partida para la adaptación de los conceptos de compactadores.

4.1.1 Generación de concepto compactador

La generación de ideas para el compactador del Sistema Integrado DARS surge de la adecuación de distintos métodos de compactación existentes (ver anexo D) a las necesidades propias de los usuarios objetivos y la evolución de las mismas para integrarse de manera coherente al sistema al que se desea llegar; de igual manera se diseñaron mecanismos y subsistemas adicionales para cumplir con los requerimientos definidos.

4.1.1.1 Concepto 1: Barras-Riel

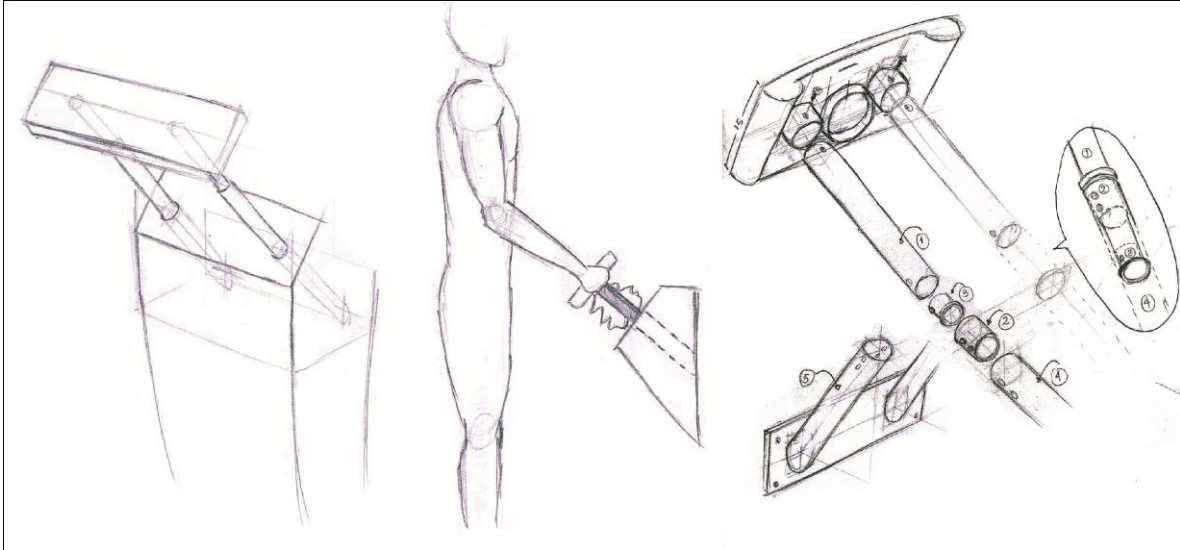
Figura 26. Concepto de compactador 1.



El compactador de “Barras-Riel” se compone de 3 segmentos: base, brazo y placa compactadora. La base es la pieza fija, esta cuenta con los pernos sobre el cual se sostienen los brazos del mecanismo y un compartimiento circular en el cual se sostiene el fondo de la botella plástica. Los brazos son una sola pieza, la cual gira sobre los pernos hasta quedar perpendicular a la cara frontal de la base, este brazo sirve de guía para el movimiento de compactación. La placa compactadora cuenta con agarres para las manos del usuario en los extremos y un orificio para la boca de la botella, esta placa se desliza sobre el brazo hasta lograr la compactación deseada.

4.1.1.2 Concepto 2: Barras Telescópicas

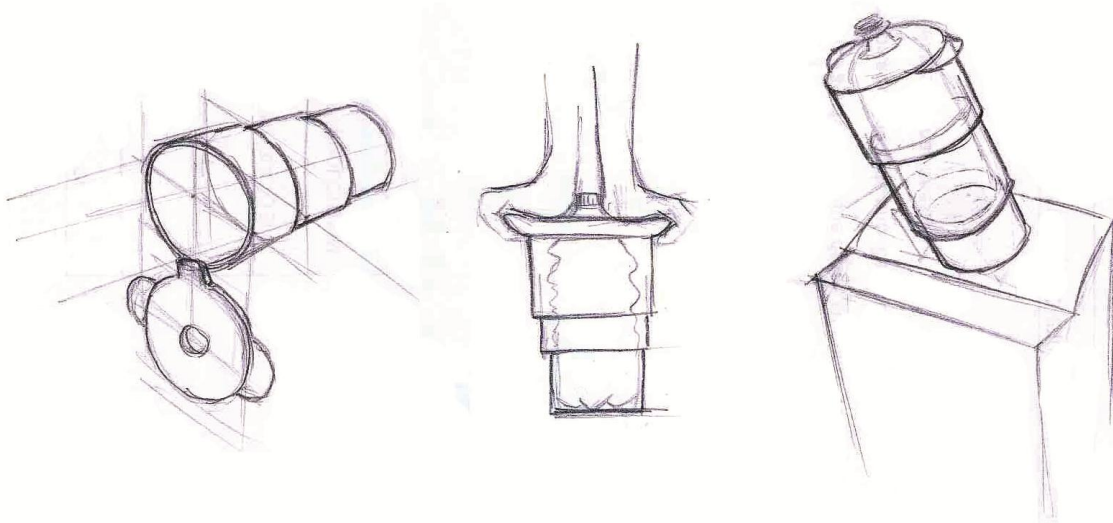
Figura 27. Concepto de compactador 2.



El mecanismo cuenta con dos barras telescópicas paralelas, cada barra se conforma de 3 segmentos que alcanzan en su totalidad una longitud de 36 cm. Estas barras permiten graduar la distancia necesaria para sujetar y compactar distintas botellas plásticas, desplazando manualmente la placa compactadora hasta la base. La placa compactadora cuenta con un orificio para la boca de la botella, el cual no solo permite sujetar la botella, sino, desenroscar la tapa para la compactación y enroscarla nuevamente para que no se descomprima.

4.1.1.3 Concepto 3: Tubo Telescópico

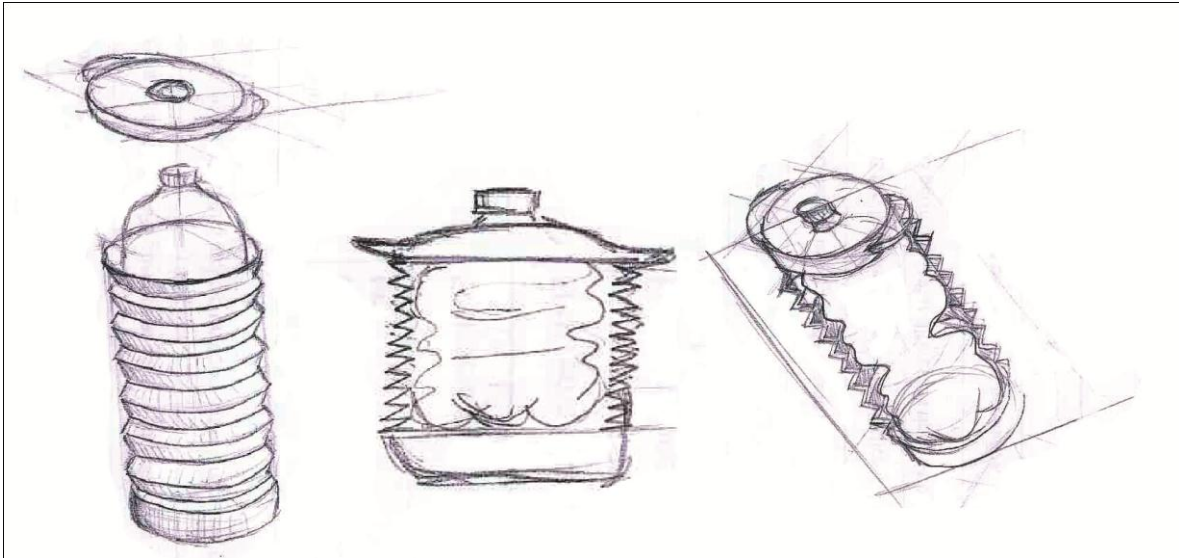
Figura 28. Concepto de compactador 3.



El tubo telescópico alcanza una longitud de 34 cm y comprime una botella de 2,5 litros de 36 cm a 15 cm de alto. Su estructura se compone de 3 segmentos de tubo y una tapa. El diseño sencillo de este compactador permite la fabricación en materiales de bajo costo como polipropileno (PP) o polietileno de alta densidad (HDPE, siglas en ingles), además se puede guardar cuando no esté en uso.

4.1.1.4 Concepto 4: Cuerpo Acordeón

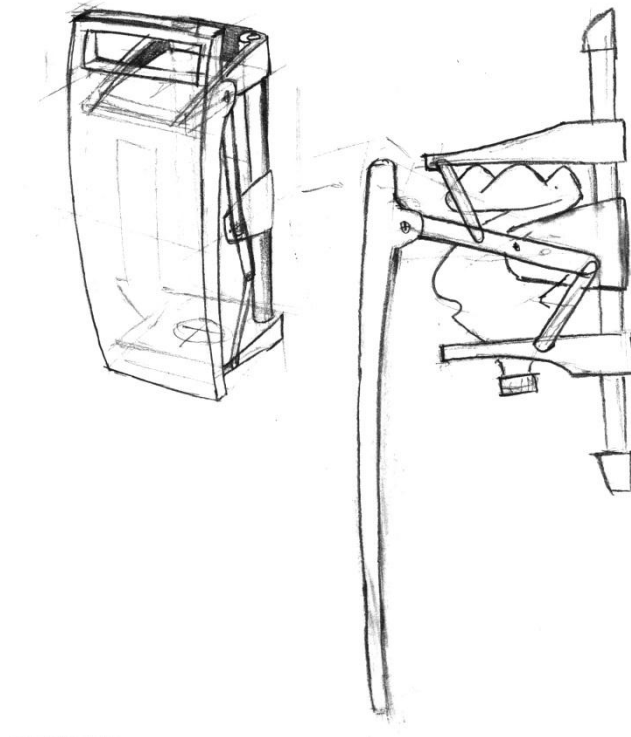
Figura 29. Concepto de compactador 4.



El compactador se conforma de una base, del cuerpo de acordeón y la tapa. Alcanza longitudes superiores a 36 cm y se comprime hasta 10 cm, por lo que lo hace fácil de guardar cuando no esté en uso, la fabricación es sencilla y los materiales económicos.

4.1.1.5 Concepto 5: Compactador Clásico

Figura 30. Concepto de compactador 5.

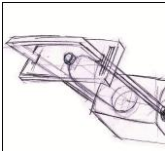
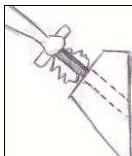
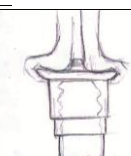

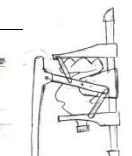


Este concepto se apropia del mecanismo de biela-manivela clásico, donde el accionamiento de una barra con un pivote en el centro, marcando una trayectoria parabólica, desplaza un conjunto de barras sujetadas a esta, con lo que transmite el movimiento a las placas compactadoras, atrayéndolas simultáneamente hacia el centro del mecanismo para lograr la compactación. Las barras permiten obtener una ventaja mecánica en la tarea de compactación, lo que lo convierte en el concepto que menor esfuerzo requiere.

4.1.2 Filtrado de conceptos compactador

A partir de los requerimientos de diseño presentados en la tabla 7, se establecieron los criterios de evaluación para el filtrado de concepto, el concepto 3 “*tubo telescópico*” se seleccionó como referencia para evaluar cada criterio, lo cual se basa en la metodología de Pugh¹ (ver sección 1.4.3.2).

Tabla 9. Filtrado de conceptos compactador.

CONCEPTO	1	2	3 (REF)	4	5
					
CRITERIOS DE SELECCIÓN					
El compactador permite la deformación de distintos tipos de contenedores.	+	+	0	0	+
El compactador funciona sin riesgo de lesionar al usuario.	0	0	0	0	-
El compactador minimiza el esfuerzo del usuario.	+	+	0	0	+
El compactador es fácil de limpiar.	+	+	0	-	-
El mantenimiento del compactador es fácil de realizar.	-	-	0	0	-
El compactador es resistente al impacto	-	-	0	+	-
El lenguaje de uso del compactador es fácil de entender.	0	0	0	0	+
El compactador es fácil de instalar.	+	-	0	0	-

¹ El método de Pugh se explica en el capítulo 8 del libro: Ulrich, K. T., & Muñoz, J. H. R. (2009). *Diseño y desarrollo de productos: Mc Graw Hill*.

Los costos de fabricación del compactador son económicos.	-	-	0	-	-
El compactador ocupa poco espacio.	+	+	0	0	-
El compactador se acopla fácilmente al sistema.	+	+	0	+	-
Suma +	6	5	0	2	3
Suma 0	2	2	11	7	0
Suma -	3	4	0	2	8
Evaluación neta	3	1	0	0	-5
Ranking	1	2	4	4	5
¿Continuar?	SÍ	SÍ	Combinar	Combinar	No

El concepto 1 tuvo una puntuación de +3 gracias a sus 6 valoraciones positivas (comparadas con la referencia) y sus 3 negativas, dándole el mayor puntaje de los conceptos evaluados, lo que le permite continuar en el proceso. El concepto 2 obtuvo una puntuación de +1 por sus 5 valoraciones positivas y 4 negativas. Los conceptos 3 y 4 mantuvieron la igualdad de puntuación, lo cual es coherente con el esquema de funcionamiento de ambos, de modo que contemplando una fusión entre ambos, entrarían en el grupo de conceptos seleccionados para una evaluación más rigurosa.

Por el contrario se evidenció que el concepto 5, que tiene grandes ventajas en el índice de disminución del esfuerzo del usuario, no se considera viable para hacer parte de la estructura del sistema, entre otras razones, por sus costos de fabricación y el espacio que ocupa.

4.1.3 Selección de concepto compactador

4.1.3.1 Descripción de la prueba

El diseñador estableció una secuencia de uso de referencia (SUR) para llevar a cabo la tarea específica con 10 participantes. Cada alternativa de concepto contó con una SUR distinta, según el principio de funcionamiento de cada una, la SUR no se le especificó al participante. El moderador de la prueba registró la secuencia que siguió cada participante para compararla con la referencia establecida.

Al finalizar la tarea se les realizó una encuesta para recolectar información sobre la percepción de riesgo de lesiones, fuerza utilizada, confort, satisfacción, además de recomendaciones para la evolución del concepto.

Objetivo de la prueba

Definir un concepto de compactador a través de una validación de los requerimientos de diseño, para continuar en el proceso de desarrollo del producto.

Desarrollo de la prueba

Figura 31. Prueba de uso, Selección concepto compactador.



Figura 32. Prueba de uso, selección de concepto compactador.

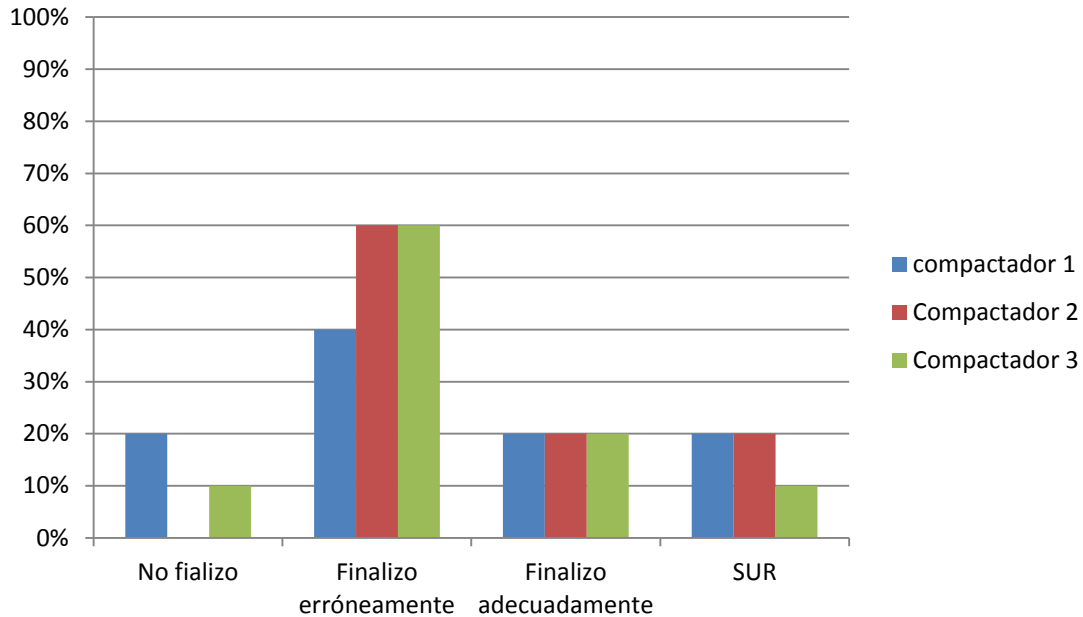


4.1.3.2 Resultados de la prueba

Durante las pruebas para seleccionar el compactador se recopiló información importante para la evolución del dispositivo seleccionado, así mismo se detectaron fallas ergonómicas, las cuales en algunos casos se podían corregir inmediatamente, como el caso de la altura de instalación, la cual se fijó a la altura del codo flexionado a 90° (ver anexo B). Los resultados de este proceso se relacionan en la figura 34.

4.1.3.2.1 Finalización satisfactoria de la tarea

Figura 33. Resultados selección de concepto, secuencia de uso.



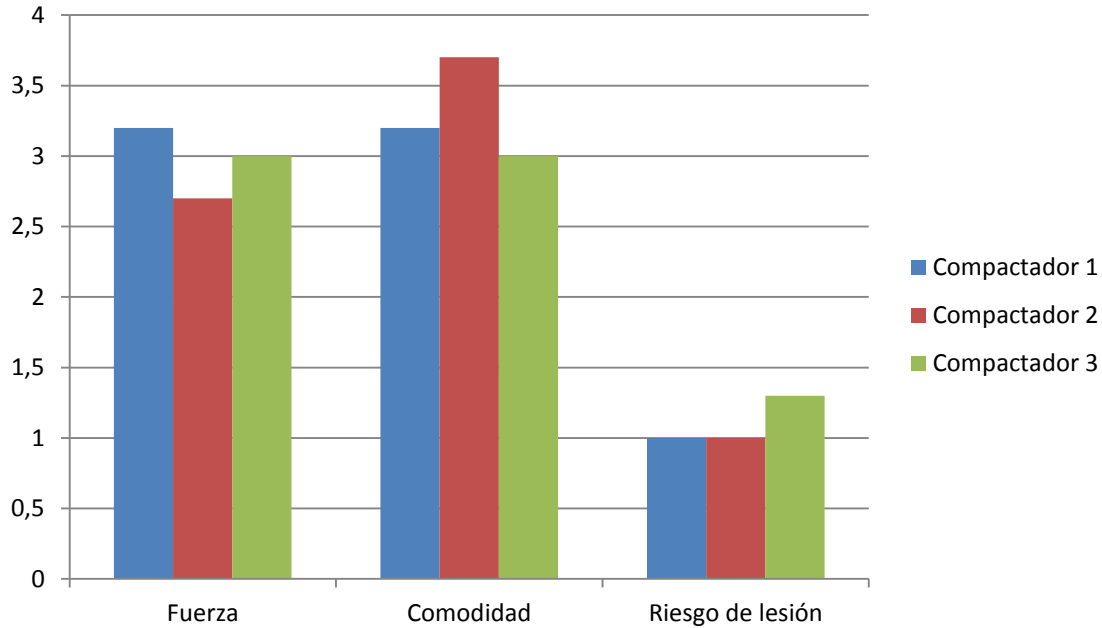
Compactador 1: de los 10 participantes 2 no finalizaron la tarea, otros 4 finalizaron erróneamente, es decir, compactaron la botella manipulando de manera inadecuada el mecanismo, posicionando equivocadamente la botella plástica, lo que también hacía que utilizaran más fuerza; los 4 restantes si lograron finalizar la tarea, de estos, la mitad coincidió con la SUR y la otra mitad realizó la tarea con una secuencia distinta u omitió algún paso.

Compactador 2: con este sistema los 10 participantes completaron la tarea, de los cuales 6 lo hicieron con procedimientos indebidos y 2 coincidieron con la SUR.

Compactador 3: Con este sistema 9 participantes finalizaron la tarea, de los cuales 6 realizaron manipulaciones inadecuadas y 1 coincidió con la SUR.

4.1.3.2.2 Encuesta

Figura 34. Resultado selección de concepto, encuesta.



Los participantes ofrecieron una opinión luego de manipular los mecanismos, con lo que se pudo hacer una comparación subjetiva de fuerza, comodidad y el riesgo de lesión de cada uno de los compactadores. Para los participantes en general no existieron grandes diferencias entre los simuladores, sin embargo en cuanto a la percepción de la fuerza aplicada para compactar la botella plástica, el simulador 1 fue considerado (en promedio) como aquel que requería mayor esfuerzo, mientras que el simulador 2 se consideró como el de menor esfuerzo. Al evaluar la comodidad al manipular los dispositivos, el compactador 2 obtuvo el mejor puntaje y el compactador 3 la puntuación más baja. El riesgo de lesión percibido por los participantes fue muy bajo, donde únicamente el compactador 3 obtuvo una puntuación mayor a 1.

4.1.3.2.3 Conclusión de la prueba

El rendimiento del compactador 2 fue superior, los 10 participantes completaron la tarea propuesta con este concepto de compactador, a diferencia del compactador 1 y 3 donde el 20% y el 10% respectivamente no finalizaron la tarea, sin embargo 6 participantes manipularon inadecuadamente el dispositivo, de modo que se requiere trabajar en el lenguaje del producto. Entre los principales errores se observó que no era claro el sentido en que se posicionaba la botella dentro del compactador y les tomaba tiempo entender que debían abrir el compactador (retirar la tapa).

Teniendo en cuenta que la fuerza requerida para compactar una botella plástica de 3 litros es de aproximadamente 146 N (ver anexo E), se destaca la percepción de los participantes de fuerza requerida (baja) y de comodidad de manipulación (alta) del compactador 2, lo cual lo hace sobresalir en la evaluación y permite establecerlo como el dispositivo a implementar.

4.2 DISEÑO DE CONTENEDOR

En una VIS se generan semanalmente 0,91 kg de desechos reciclables en promedio (ver figura 23), de los cuales el 97% corresponden a materiales plásticos y papeles (ver tabla 4), con pesos muy similares entre los papeles y las botellas plásticas, sin embargo el volumen ocupado por cada uno de ellos es muy distinto, por lo cual se consideró la configuración de contenedores de distintas capacidades de almacenamiento.

4.2.1 Generación de concepto contenedor

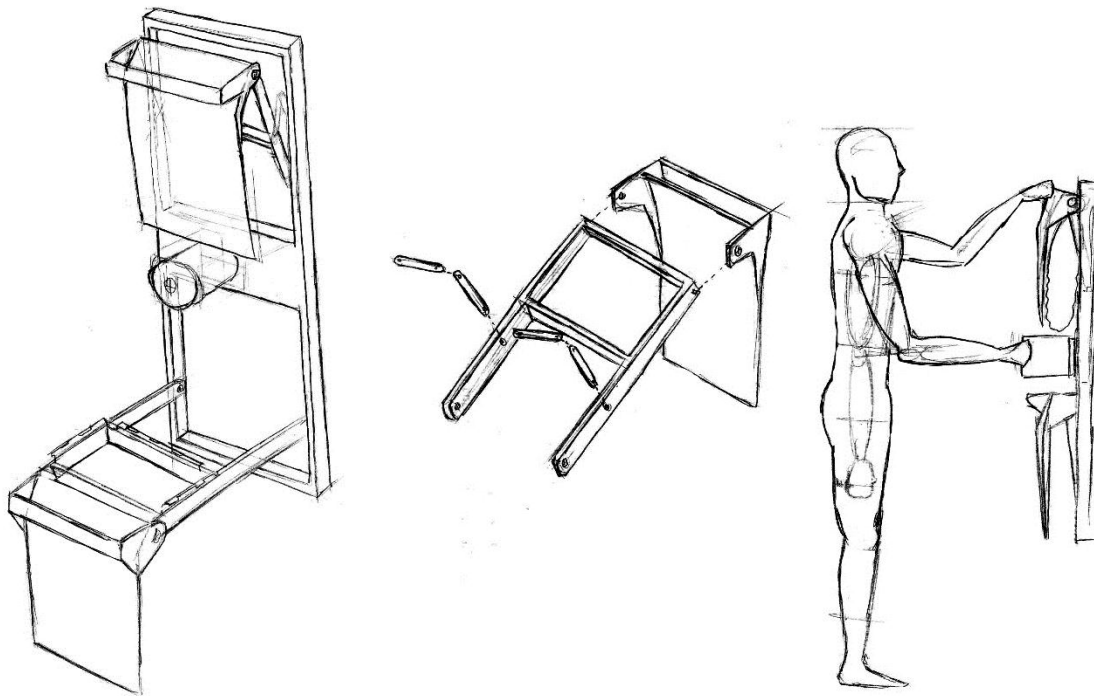
El espacio reducido de una vivienda de interés social es la restricción más relevante en la conceptualización del sistema de almacenamiento. El área máxima definida

en las especificaciones del producto es de 30 cm de ancho, 220 cm de alto y 18 cm de profundidad.

En esta etapa se desarrollaron conceptos basados en el funcionamiento del compactador para botellas plásticas de mecanismo telescópico, el cual requiere fijarse a la pared, por lo cual, las 5 propuestas de contenedores presentadas a continuación son de pared y elevadas del suelo dependiendo el ángulo dispuesto para el compactador.

4.2.1.1 Concepto 1: Plegable

Figura 35. Concepto de contenedor 1.



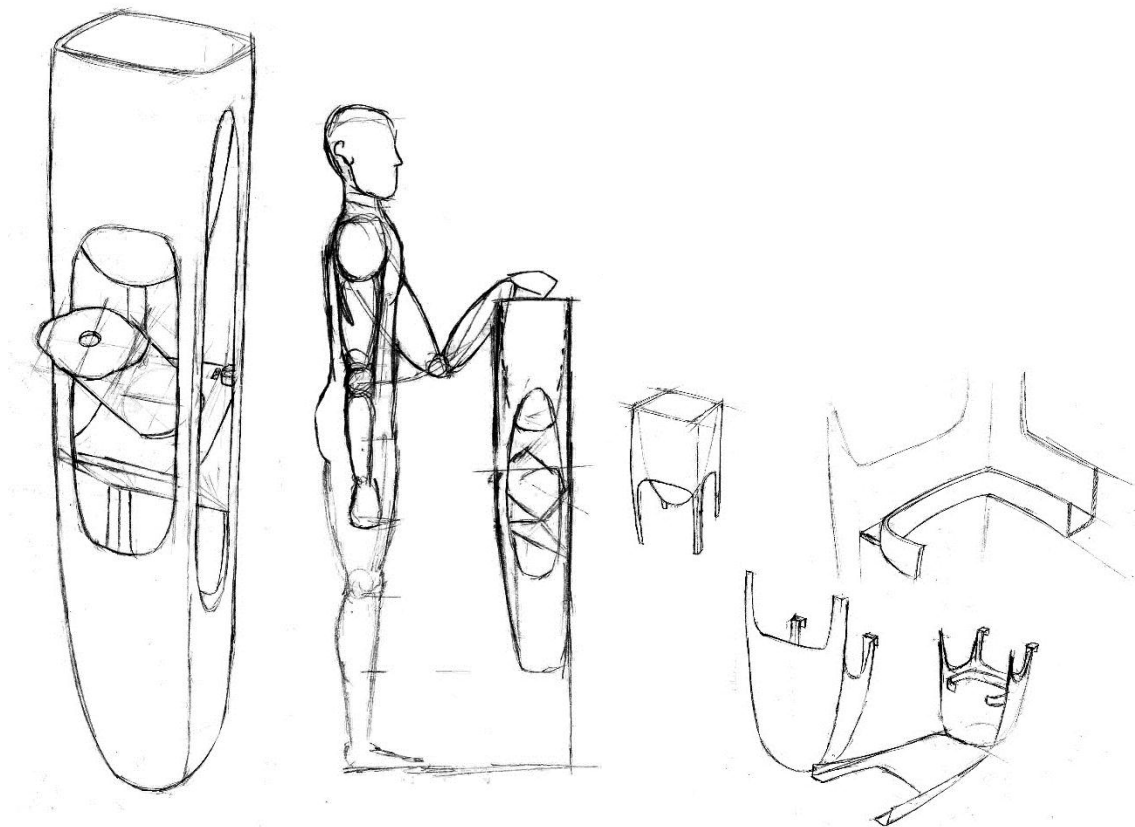
El concepto de compactador plegable está conformado por dos brazos para sujetar las bolsas donde se depositan los residuos sólidos, uno para papel y otro para

plásticos, así mismo cuentan con una tapa que sirve de asa para el accionamiento de los mecanismos de apertura y cierre de cada brazo. Las piezas del sistema se ensamblan sobre una estructura rectangular que se fija a la pared.

Esta propuesta para bolsa colgante permite aprovechar la capacidad máxima de la bolsa plástica y el espacio ocupado por el sistema dentro de la VIS.

4.2.1.2 Concepto 2: Torre

Figura 36. Concepto de contenedor 2.

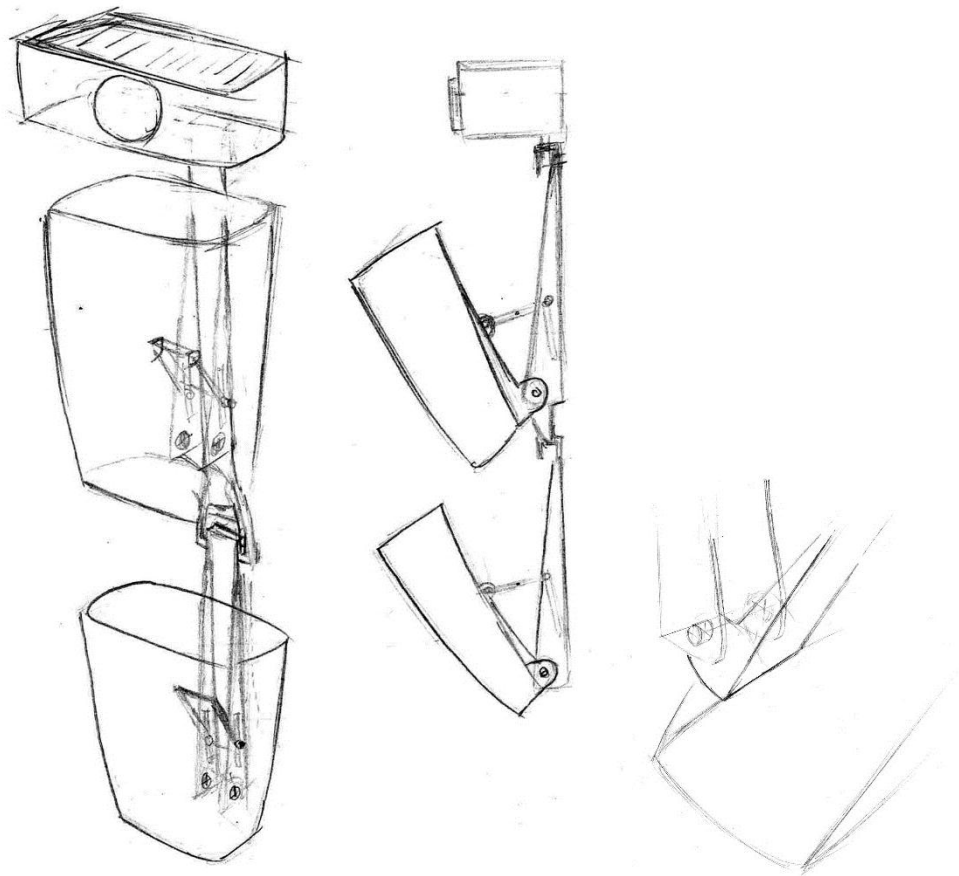


El diseño pretende mantener la unidad del sistema a través de la repetición de módulos y superficies continuas. El sistema se instala sobre una base fija a la pared,

de manera que el contenedor para plásticos (de mayor capacidad) se apoya en la parte superior de la base y el contenedor para papel cuelga en la sección inferior.

4.2.1.3 Concepto 3: Gancho

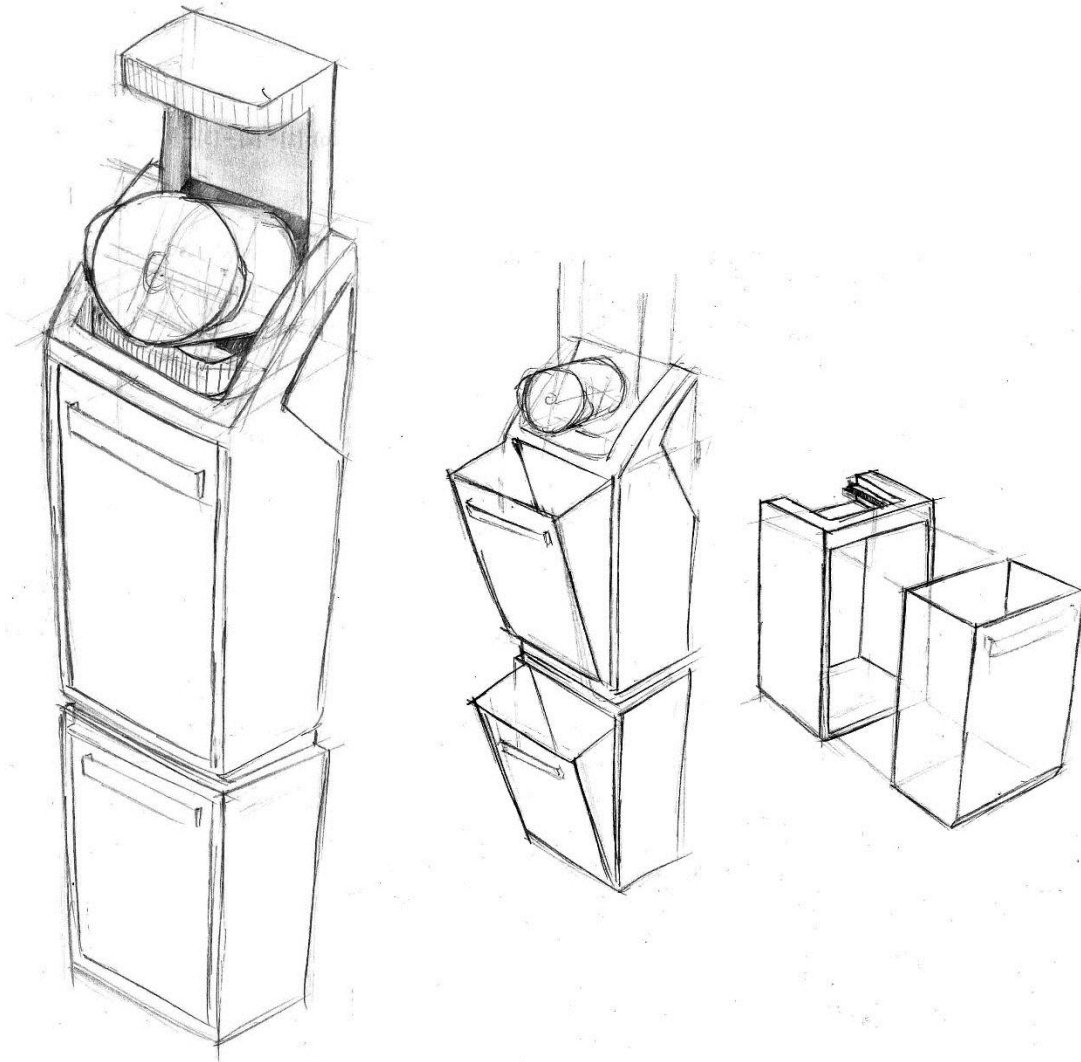
Figura 37. Concepto de contenedor 3.



El diseño se conforma de una base, un brazo de bloqueo y el contenedor. En la parte superior se ubica una pieza rectangular que se fija a la pared, en esta se ubica el escurridor y el compactador. Los contenedores se acoplan por medio de ganchos, así, el contenedor de papel (inferior) se acopla al contenedor de plásticos y del mismo modo este último se acopla a la base fija a la pared.

4.2.1.4 Concepto 4: Cajón

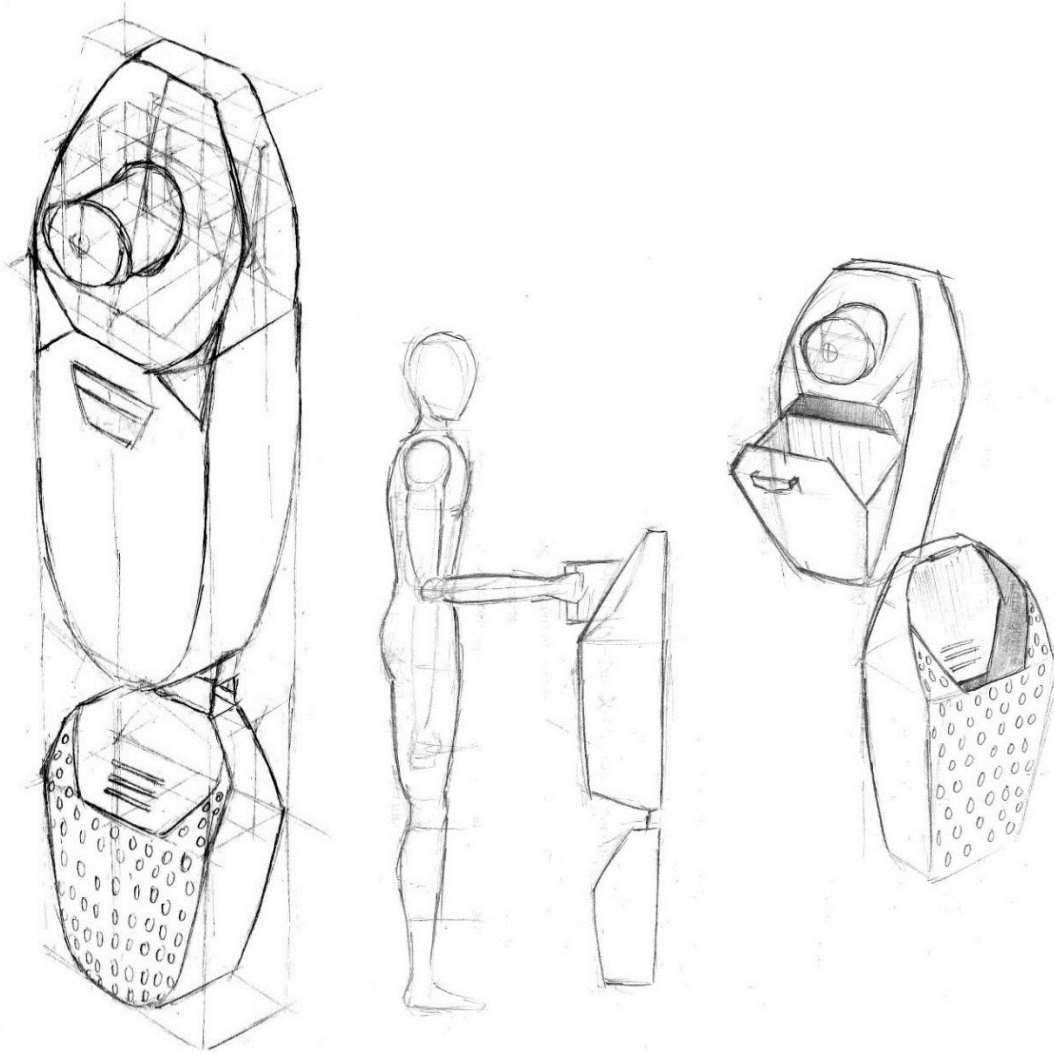
Figura 38. Concepto de contenedor 4.



Esta torre cuenta con dos contenedores de cajón, cada uno se conforma de una carcasa y el contenedor, de modo que mantienen los residuos sólidos ocultos y protegidos de factores externos como líquidos o animales. El contenedor se inclina hacia el frente para abrirlo, de modo que el contacto entre la sección posterior del contenedor y la parte superior de la carcasa, es la que genera el bloqueo que evita la salida total del contenedor. Esta estructura se instala a 15 cm del piso y alcanza una altura de 70 cm.

4.2.1.5 Concepto 5: Acople cilíndrico

Figura 39. Concepto de contenedor 5.

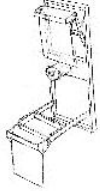






Estos contenedores cuentan con un sistema de acople rápido, el contenedor para plásticos cuenta con una sección hueca cilíndrica en la parte superior que se encaja al compactador, haciendo uso de la misma base, en la parte inferior permite el acople del contenedor para papel.

4.2.2 Filtrado de conceptos contenedor

Las cinco alternativas se evaluaron subjetivamente para identificar el grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos para el diseño de este subsistema. El concepto 3 sirvió de referencia, sin embargo cualquiera de los otros conceptos pueden cumplir esta función, ya que el criterio para seleccionarlo fue la posición en que quedaron organizados, la referencia no debería alterar el resultado, como se explica en Ulrich, K. T., & Muñoz, J. H. R. (2009).

Tabla 10. Filtrado de conceptos contenedor.

CONCEPTO	1	2	3 (REF)	4	5
					
CRITERIOS DE SELECCIÓN					
Permite el acoplamiento de diferentes tamaños de bolsas plásticas.	+	-	0	0	0
El sistema soporta más del promedio del peso de los RS acumulados en una VIS.	0	0	0	0	0
El sistema optimiza el uso del espacio.	+	-	0	-	0
La limpieza del sistema se puede realizar con herramientas del hogar.	0	0	0	0	0
La limpieza se realiza en el menor tiempo posible.	+	-	0	+	-
El mantenimiento se puede realizar con herramientas básicas del hogar.	0	0	0	0	0
Los materiales de fabricación son resistentes a la deformación.	0	0	0	0	0

El sistema se ensambla y desensambla en el menor tiempo posible.	+	0	0	0	0
Los elementos de acople se interpretan y accionan en el menor tiempo posible.	+	-	0	-	-
El sistema está diseñado bajo la normativa vigente para el reciclaje.	0	0	0	0	0
Mantiene fuera de vista los RS depositados.	-	0	0	+	+
Fácil acceso de los RS.	-	+	0	+	+
Suma +	5	1	0	3	2
Suma 0	5	7	12	7	8
Suma -	2	4	0	2	2
Evaluación neta	3	-3	0	1	0
ranking	1	5	3	2	3
¿Continuar?	Sí	No	Combinar	Sí	Combinar

El mejor puntaje lo obtuvo el concepto 1 por su valoración de +3, con 5 ítems positivos y 2 negativos, con ventajas de embalaje y facilidad de limpieza. De igual forma el concepto 4 sobresalió en el ítem de facilidad de disposición y discreción, obteniendo una puntuación de +1.

Por otro lado el concepto 5 igualó a la referencia (concepto 3) con cero puntos, previendo desventajas en la facilidad de interpretación del sistema de ensamble y en la limpieza de los componentes. Sin embargo fue el concepto 2 el primero en descartarse debido a una puntuación de -3, con tan solo una ventaja sobre la referencia en el aspecto de accesibilidad de los residuos sólidos al contenedor, es decir, en la comodidad que tiene el usuario para depositar sus desechos en cada recipiente.

De este modo se desarrolló una evaluación más completa sobre los conceptos 1 y 4 con posibles mejoras a partir de las cualidades de alternativas descartadas.

4.2.3 Selección de concepto contenedor

Una vez definido el concepto del compactador para botellas plásticas se desarrollaron 5 ideas de contenedores, con dimensiones acordes a las necesidades de volumen y espacio de las VIS, teniendo siempre presente las dimensiones antropométricas regionales (ver anexo B). Estos 5 conceptos se presentan de manera general, describiendo las características más relevantes que definen cada concepto.

A partir de una evaluación cuantitativa de algunos requerimientos de diseño, se busca seleccionar la alternativa que se proyecta con mayor viabilidad de desarrollo. La selección de concepto se realizó con el apoyo de un grupo de usuarios, quienes a través de una prueba de uso, manipularon los modelos de simulación de las alternativas y al final de la prueba respondieron una encuesta que permitió recopilar información sobre los criterios de evaluación.

Objetivo de la prueba

- Aplicar una prueba de uso y una encuesta con dos alternativas de contenedores para validar el cumplimiento de requerimientos, con lo cual seleccionar el más viable para continuar el proceso de desarrollo del producto.

4.2.3.1 Descripción de la prueba.

En un recinto se instalaron los modelos de simulación de las 2 alternativas seleccionadas en la etapa de filtrado de conceptos. Estos simuladores fueron manipulados por 10 participantes, quienes debían completar una de las siguientes tareas:

Tarea A: cambiar bolsa llena por una vacía

Tarea B: colocar bolsa, llenarla y retirarla.

Cada participante recibió una descripción general del concepto y las funciones de este en el contexto de uso real y finalmente una explicación de la prueba. Los participantes se dividieron en los grupos A.1, A.2, B.1 y B.2, para mantener condiciones de equidad y obtener resultados aleatorios.

A.1: realiza la tarea A y empieza por el contenedor 1 (3 participantes)

A.2: realiza la tarea A y empieza por el contenedor 2 (2 participantes)

B.1: realiza la tarea B y empieza por el contenedor 1 (2 participantes)

B.2: realiza la tarea B y empieza por el contenedor 2 (3 participantes)

Una encuesta se realizó al finalizar la tarea propuesta, en ella los participantes opinaron sobre la comodidad y facilidad de uso, escogiendo uno de los dos conceptos en cada pregunta formulada.

4.2.3.2 Desarrollo de la prueba

Figura 40. Selección de concepto contenedor.

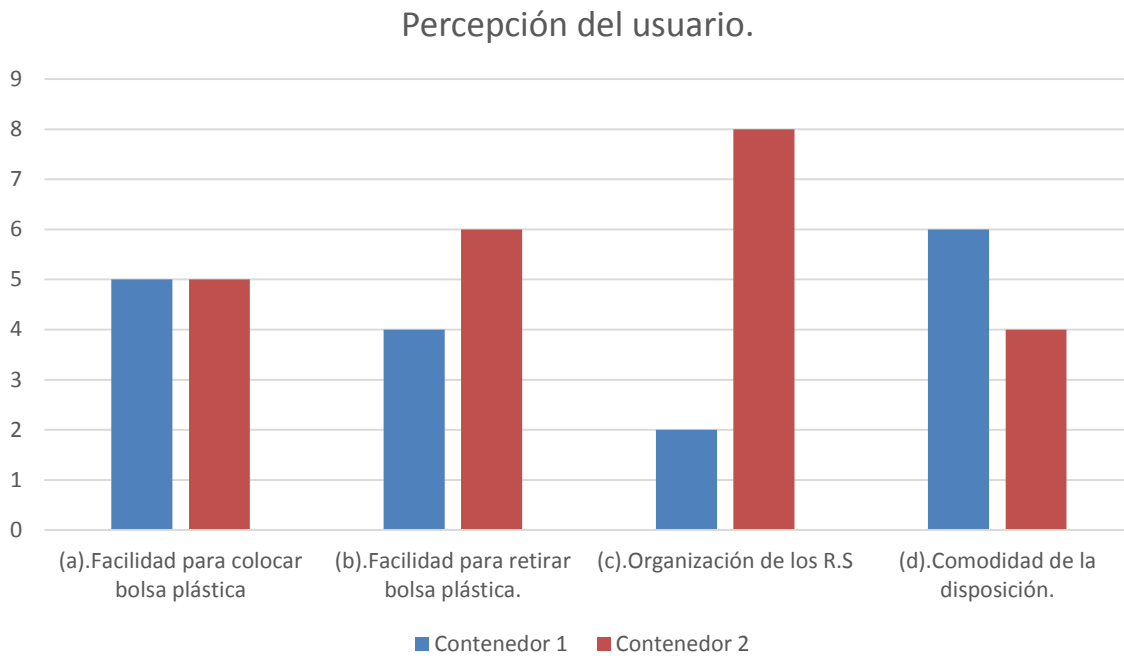




4.2.3.3 Resultados

Cuando se les preguntó a los participantes por su percepción de la facilidad para colocar la bolsa plástica (Figura 42.a) en la encuesta (ver anexo A), la mitad de los participantes se inclinaron por el *contenedor 1* y la otra mitad por el *contenedor 2*, sin embargo cuando se les preguntó por la facilidad para “*retirar las bolsas plásticas*” llenas (Figura 42.b), 6 de los 10 participantes opinaron que era más sencillo en el *contenedor 2*. Por otro lado, en cuanto a la percepción de organización de los R.S almacenados (figura 42.c), el *contenedor 2* sobresalió con 8 opiniones positivas y finalmente fue el *contenedor 1* quien obtuvo mejor votación en la percepción del usuario sobre la comodidad (figura 42.d).

Figura 41. Resultados selección de concepto contenedor.



4.2.3.4 Conclusión de la prueba

Los resultados de ambos conceptos fueron muy similares, con una tendencia a favorecer al contenedor 2. El diseño de cajón le permitió transmitir una percepción positiva de organización que da a los R.S desechados, al igual que en la facilidad para el retiro de la bolsa llena.

Si bien el sistema de almacenamiento 1 tiene un puntaje de valoración cercano, durante la prueba se observó que la bolsa plástica dispuesta en este, se comportaba como un cuerpo rígido al ocuparse más del 70% de su capacidad, de modo que no permitía el correcto estado de reposo, lo cual conlleva a descartar la evolución de este concepto.

Se comprobó que las medidas del contenedor son las adecuadas para poder reutilizar las bolsas plásticas de 3, 5 y 10 kg, las cuales tienen la capacidad de almacenamiento necesario para acumular los R.S. generados en la VIS.

4.3 DISEÑO DE ESCURRIDOR

El término adecuación para este proyecto hace énfasis en el tratamiento que se le da a los residuos sólidos inorgánicos, no peligrosos, antes de disponerlos o “desecharlos”, con lo que se procura aumentar la probabilidad de continuar en la cadena de reciclaje, hasta el punto de convertirse en un nuevo material.

Los parámetros de adecuación se identificaron en el capítulo 1 (ver punto 1.2.3.3), donde se establecen las condiciones en las cuales deben llegar a los centros de acopio de reciclaje los materiales y puedan ser vendidos como materia prima para el desarrollo de nuevos productos.

Una recomendación es desechar los materiales cuando estén libres de grasa, restos de comida u otros desechos, por lo cual se contempla un prelavado, lo que conlleva al criterio más relevante para disponer adecuadamente un material, el cual consiste en que este esté completamente seco. Los materiales secos evitan el deterioro de otros materiales como el papel o el cartón al entrar en contacto, por esta razón es de suma importancia enfatizar en esta condición.

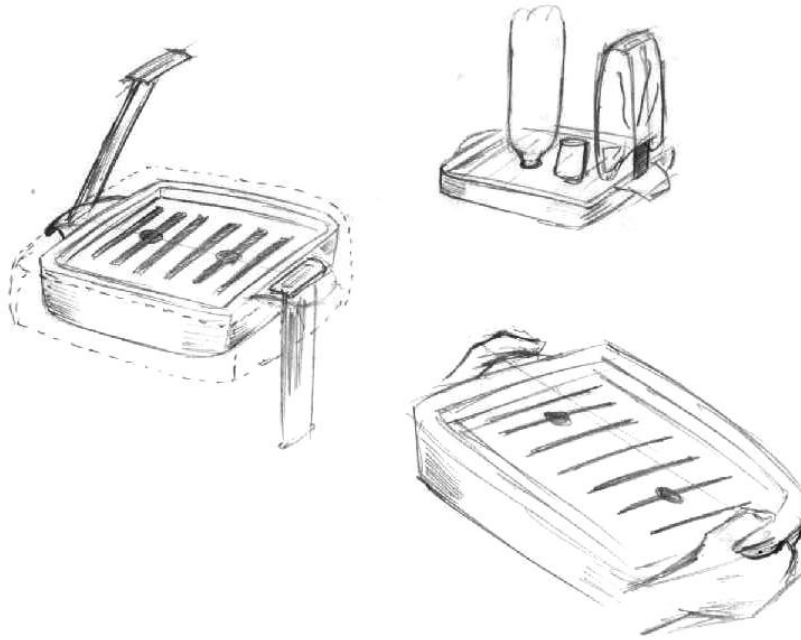
El método de secado que se aplicó en el sistema fue el “escurrido”, el cual consiste en disponer de forma tal los materiales que puedan drenar su contenido (generalmente boca abajo) a una temperatura ambiente. Este método se aplicó por las siguientes consideraciones:

- No requiere de energía eléctrica.
- El reducido porcentaje de materiales que requieren de secado.
- Costos de fabricación.

4.3.1 Generación de conceptos escurridor

4.3.1.1 Concepto 1: Rejilla

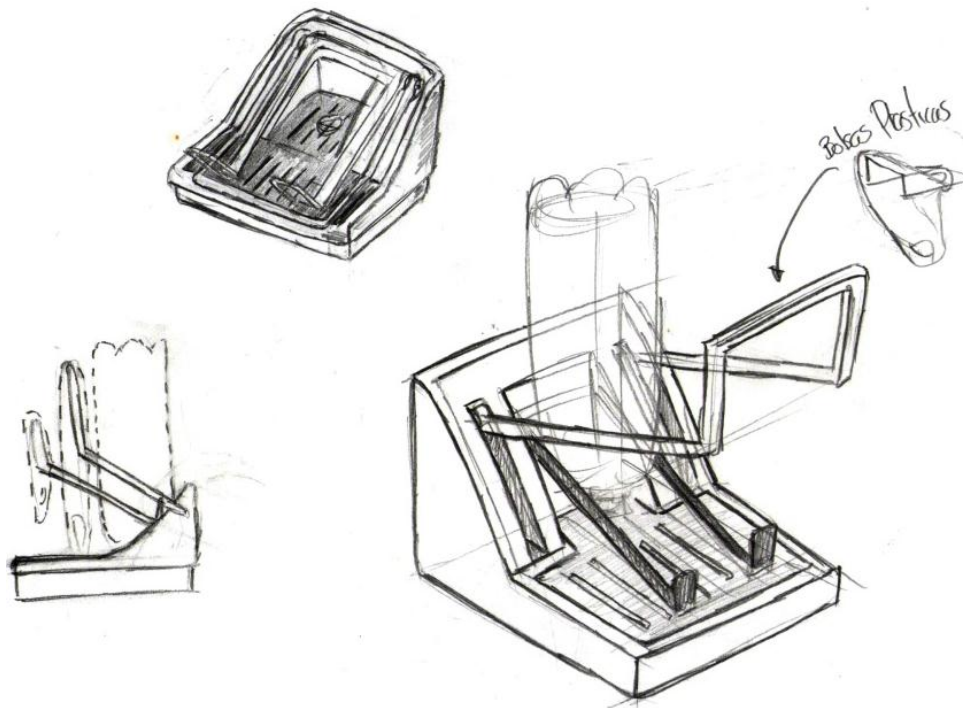
Figura 42. Concepto de escurridor 1.



El subsistema cuenta un contenedor para acumular los líquidos que escurren de los materiales, una rejilla que sirve de base para apoyar los materiales posterior al enjuagado, además cuenta con dos puntos para posicionar botellas plásticas boca abajo, una pieza plástica de elevación para posicionar bolsas plásticas boca abajo, permitiéndole la salida del líquido hacia el contenedor

4.3.1.2 Concepto 2: Barras

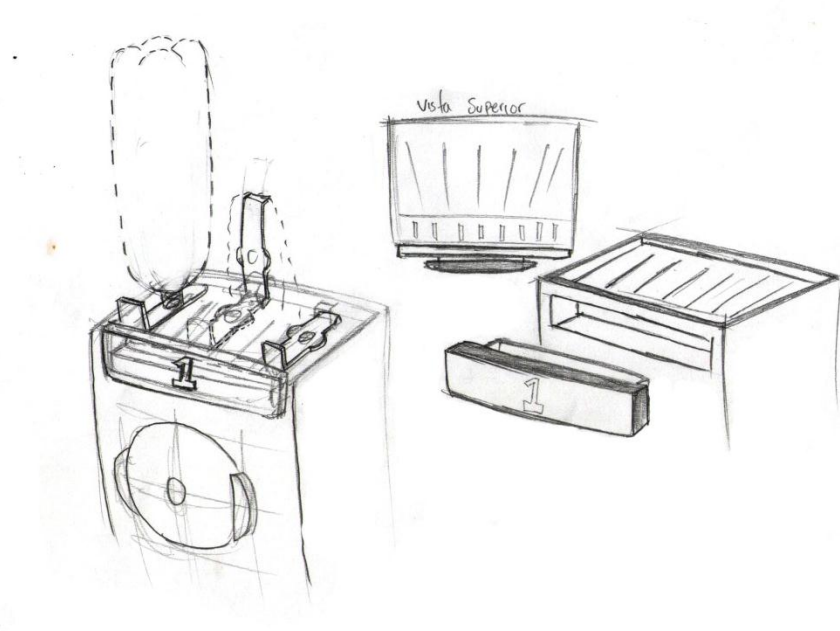
Figura 43. Concepto de escurridor 2.



Esta propuesta busca posicionar las bolsas plásticas para que los líquidos que escurren de estas, caigan directamente sobre la rejilla de acceso al contenedor, permitiendo una mayor apertura de la boca de la bolsa. Cuenta con un contenedor de líquidos y una rejilla que sirve de superficie para vasos plásticos, así mismo cuenta con un punto para ubicar una botella plástica de 11,5 cm de diámetro.

4.3.1.3 Concepto 3: Minicontenedor

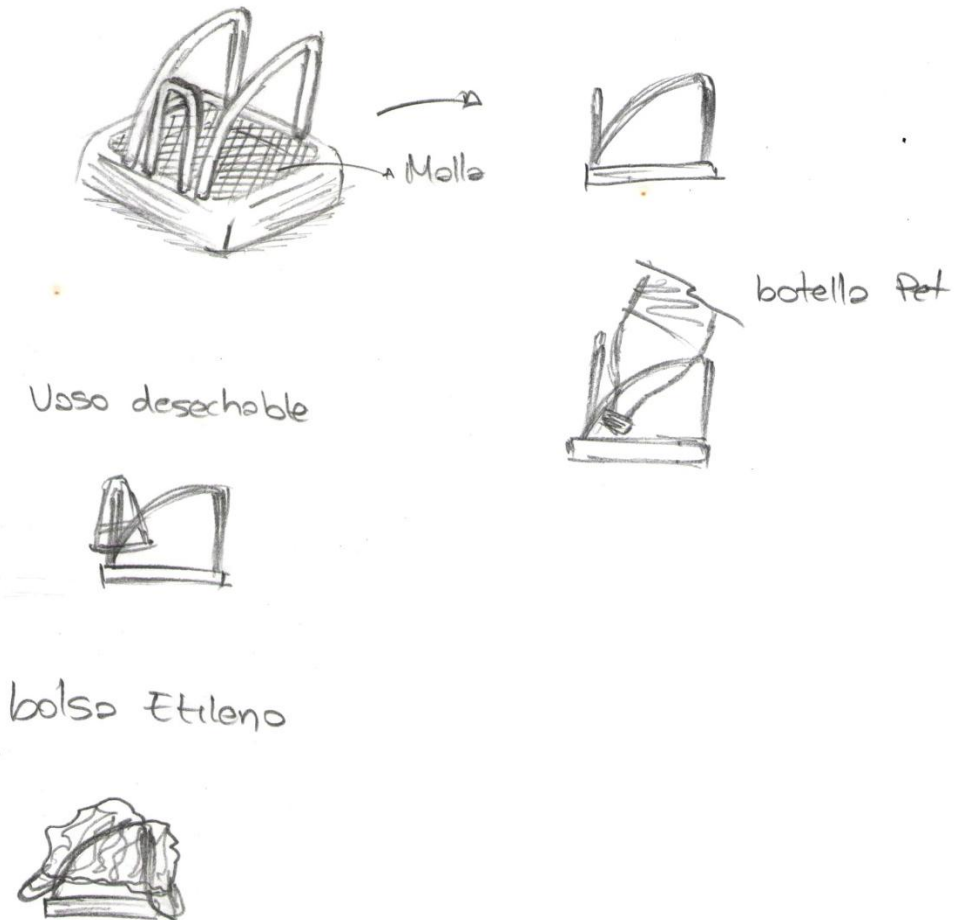
Figura 44. Concepto de escurridor 3.



El escurridor integrado facilita la extracción de líquidos que se acumulan ya que se retira únicamente el contenedor con el líquido. La mayor parte de la superficie tiene una pendiente que permite conducir los líquidos hacia el contenedor, estos ingresan a través de una pequeña rejilla sobre el recipiente. Cuenta con 3 elementos rectangulares con pivote, que sirven tanto para posicionar boca abajo las botellas plásticas, como para ubicar bolsas u otros recipientes.

4.3.1.4 Concepto 4: Varilla

Figura 45. Concepto de escurridor 4.

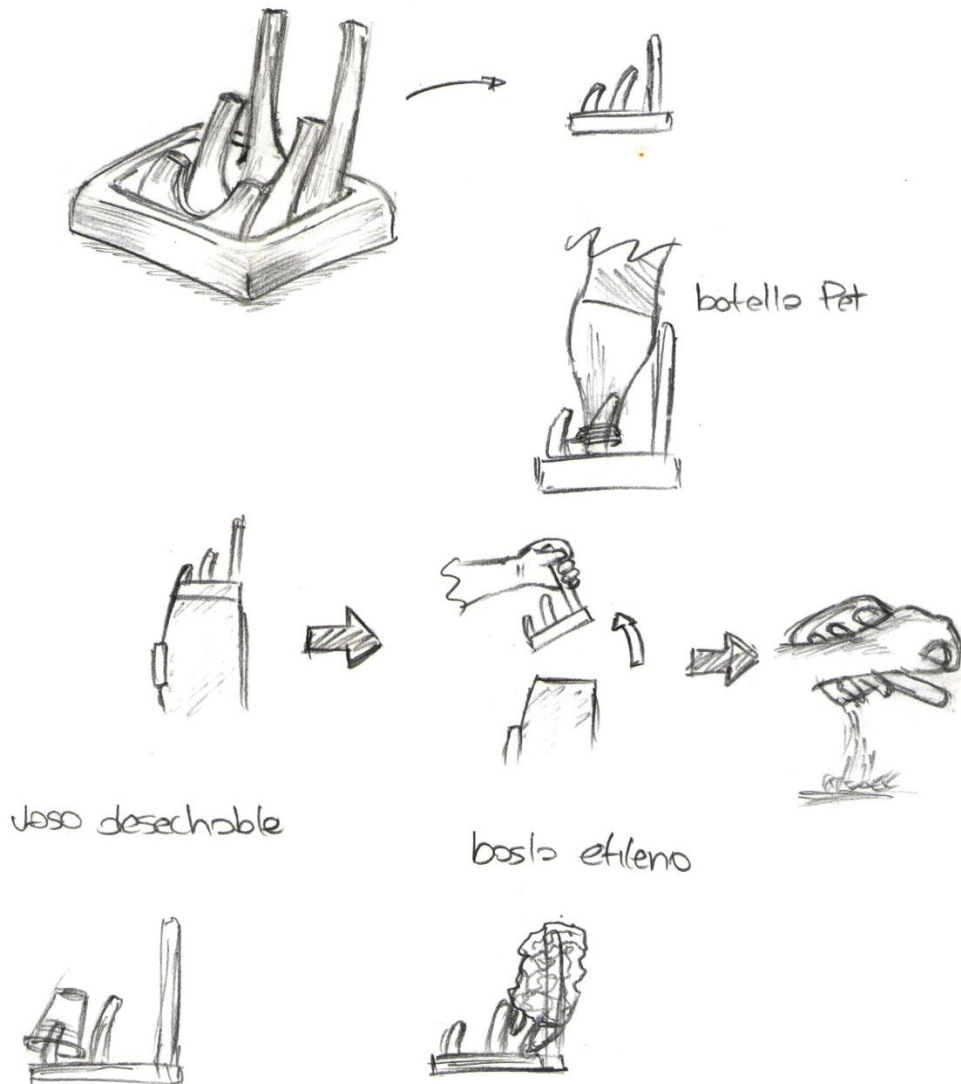


El escurridor varilla se conforma de una base donde se acumulan los líquidos, una sección de varilla que traza una geometría rectangular y dos laterales de $\frac{1}{4}$ de circunferencia. Cada sección lateral permite disponer una bolsa plástica para el escurrido, mientras que el espacio entre ellas y la sección rectangular facilita

disponer boca abajo una botella plástica, la última sección mencionada a su vez permite disponer otros recipientes como vasos.

4.3.1.5 Concepto 5: Colmillos

Figura 46. Concepto de escurridor 5.



El diseño sin rejilla permite extruir desde la base del contenedor seis cuerpos de posicionamiento para los materiales, estos elementos de con geometría de colmillo

presentan una gradación de tamaño propicia para disponer bolsas plásticas y botellas de diferentes tamaños.

4.3.2 Filtrado de conceptos escurridor

Los requerimientos de diseño para el subsistema *escurridor* permitieron seguir una directriz clara en la incorporación de atributos para este componente, así mismo la valoración primaria de dichos atributos sirvió de filtro para seleccionar aquellas que pudieran ser funcional o económicamente más viables.

Tabla 11. Filtrado de concepto escurridor.

CONCEPTO	1	2	3 (REF)	4	5
					
CRITERIOS DE SELECCIÓN					
El escurridor permite el secado de bolsas plásticas de distintos tamaños.	-	+	0	0	+
El escurridor facilita el secado de botellas plásticas de distintos tamaños.	0	0	0	0	0
El escurridor cuenta con dimensiones apropiadas para ubicar distintos residuos sólidos plásticos al tiempo.	0	0	0	-	-
El escurridor no tiene puntos de difícil acceso para su limpieza.	+	-	0	-	-
El escurridor acumula los líquidos que escurren de los desechos plásticos	0	0	0	0	0

El diseño formal del escurridor permite acoplarse fácilmente al sistema integrado DARS.	+	0	0	0	0
El escurridor es resistente al impacto.	0	0	0	0	0
El escurridor requiere de bajos costos de fabricación.	+	0	0	0	-
Suma +	3	1	0	0	1
Suma 0	4	6	8	6	4
Suma -	1	1	0	2	3
Evaluación neta	2	0	0	-2	-2
ranking	1	3	3	5	4
¿Continuar?	SÍ	Combinar	Combinar	No	No

El concepto 1 alcanzó un puntaje de +2 y fue el único con valoración positiva, ya que el segundo y tercer puesto de esta evaluación subjetiva fue para los conceptos 2 y 3, que igualaron a cero puntos, dejando ver similitudes en la facilidad de acoplamiento al sistema y en costos de fabricación, de modo que una combinación entre estos dos últimos, con el objetivo de maximizar las ventajas del subsistema, permitirá la continuación en el proceso de diseño junto al seleccionado directamente.

Las alternativas 4 y 5 presentaron desventajas en los puntos de acumulación de residuos, lo que dificulta la limpieza y genera restricciones del área aprovechable debido a la configuración de sus componentes.

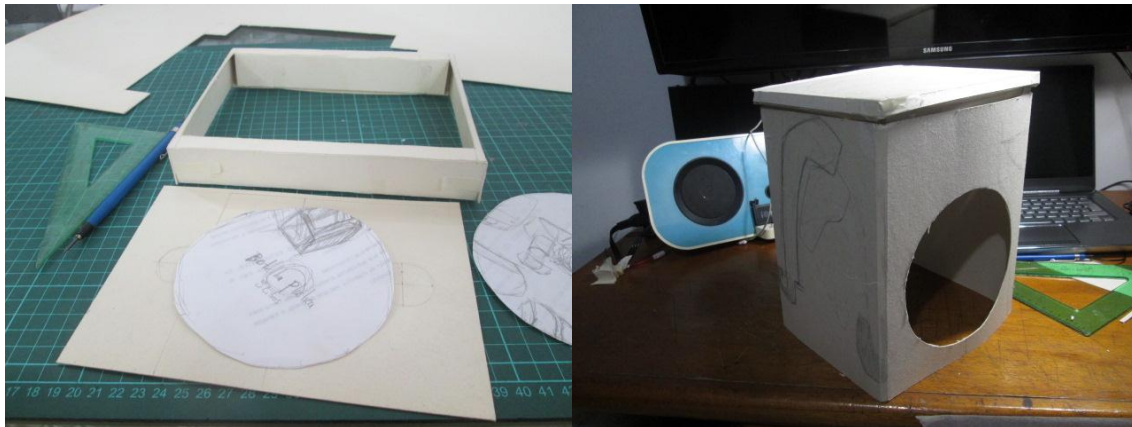
4.3.3 Selección de concepto escurridor

Los modelos no funcionales nos brindan una aproximación volumétrica de los componentes del sistema DARS, que junto con las herramientas CAE sirven para hacer las primeras correcciones en las dimensiones de las piezas.

El concepto de escurridor que inicialmente había sido seleccionado de manera directa para una valoración más detallada, era proporcionalmente incoherente con los componentes ya definidos, dejando ver que el área máxima aprovechable para la función de escurrido no permitía alcanzar las ventajas por las que había sido seleccionado. De igual modo los elementos estructurales del concepto 2 (que se fusionaba con el concepto 3) no coincidían con el área destinada para el componente de escurrido.

Por otra parte, la elaboración del modelo en cartón de la alternativa 3, con un concepto clásico de rejilla y contenedor, permitió la adaptación al Sistema Integrado DARS, de este modo se hicieron las correcciones necesarias para lograr la coherencia que se buscaba, satisfaciendo los requerimientos formal-estéticos y funcionales.

Figura 47. Construcción modelo escurridor.



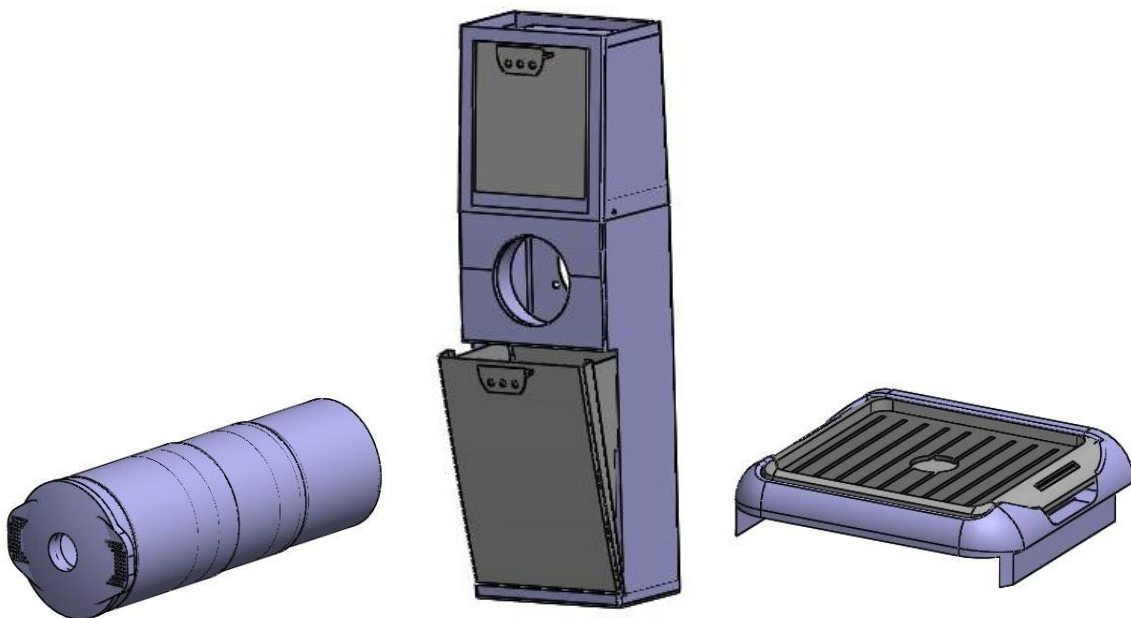
4.4 CONCEPTO FINAL

El concepto del Sistema Integrado DARS se desarrolló en tres etapas: compactador, contenedor y escurridor. El compactador fue una evolución y adaptación de un producto existente en el mercado global (ver anexo D), este demostró ser 20% más eficaz que los conceptos con los que competía en la prueba con usuarios (ver 4.1.3.2.).

El contenedor se diseñó para ser estructuralmente coherente con el compactador, con dimensiones y accesorios adecuados para reutilizar distintos tamaños de bolsas plásticas, de 3, 5 y 10 kg, en la disposición de los materiales.

El escurridor por otro lado permite la disposición de un recipiente de bebidas y dos bolsas plásticas para la evacuación de líquidos, antes de ser depositados en los contenedores.

Figura 48. Modelado3D conceptos finales.



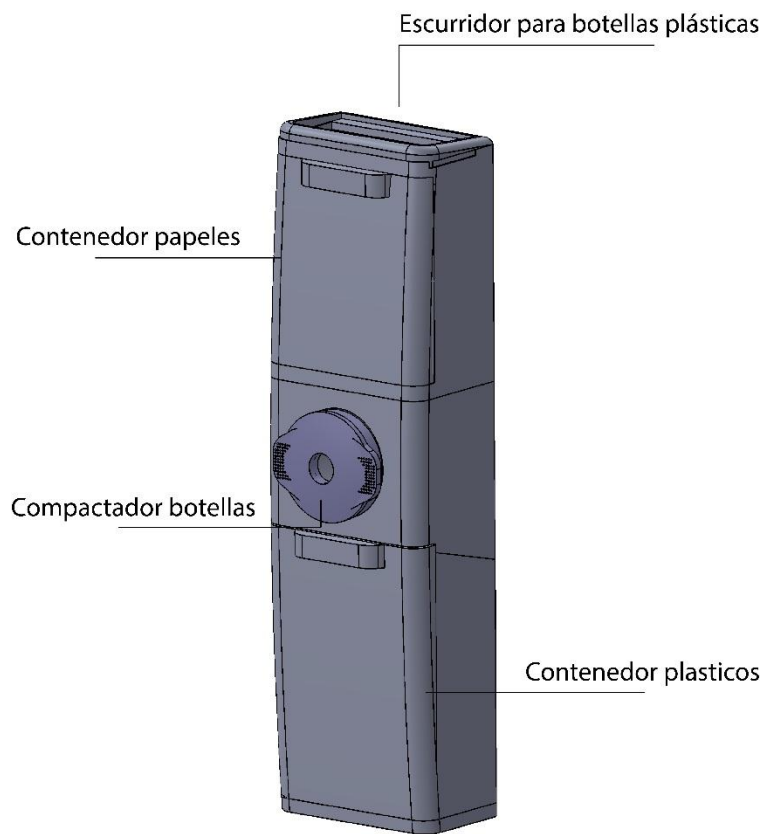
La estructura es un sistema fijo de pared, el cual pretende aprovechar el espacio vertical, permitiendo su instalación en áreas pequeñas. Los sistemas de contenedores cerrados protegen los materiales de factores externos y cuentan con un sistema de apertura inclinada, pivoteando sobre la arista frontal inferior.

El escurridor ubicado en el extremo superior elimina las restricciones de altura, de modo que permite posicionar distintos tipos de envases plásticos. Este subsistema

acumula líquidos, por lo cual se diseñó con un sistema de desacople rápido para facilitar el mantenimiento constante.

El compactador es un sistema manual que permite presionar una botella plástica contra la pared, es un sistema telescópico que ofrece ventajas en el aprovechamiento del espacio gracias a la función que cumple y a su capacidad de plegarse a menos de la mitad de su tamaño funcional máximo.

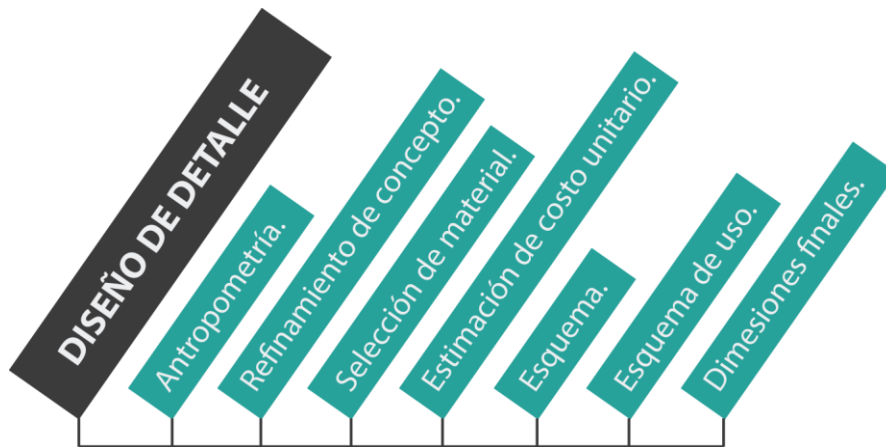
Figura 49. Primera evolución del concepto seleccionado.



5 DISEÑO DE DETALLE

Los elementos que configuran los conceptos seleccionados se encuentran en una etapa de robustez, de modo que se hace necesario precisar dimensiones, analizar la interacción técnica y formal estética.

Figura 50. Metodología proceso diseño de detalle.



5.1 ANTROPOMETRÍA

Se debe tomar en cuenta los datos antropométricos del sector de la población al cual se desea intervenir, cada grupo poblacional tiene características físicas propias, que varían según la edad, sexo, raza, fenotipo, ocupación, etc. Lo que se busca es adaptar el producto al usuario en su entorno, ya sea para que minimice la fatiga y riesgos que puedan afectar la integridad física del usuario, o para aumentar la eficiencia en la interacción con el producto.

5.1.1 Tabla datos Antropométricos

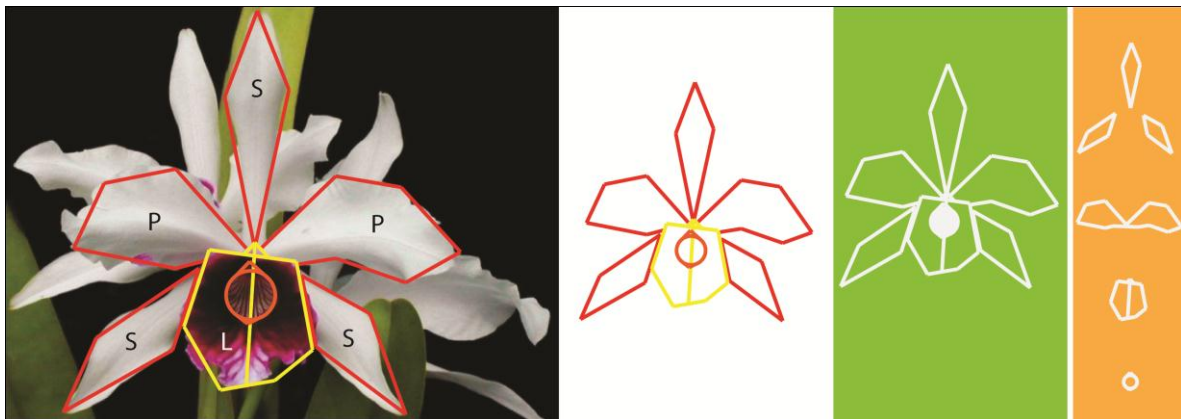
Los datos presentados corresponden a las dimensiones antropométricas de la región Nororiental de Colombia, abstraídos del manual “*Datos Antropométricos para el Diseño*” de la Región Nororiental Colombiana (MARADEI, ESPINEL, 2008). Esta información se encuentra en el anexo B.

5.2 REFINAMIENTO DE CONCEPTO

El Sistema Integrado DARS pretende convertirse en un icono de protección ambiental, por lo cual busca abstraer de la naturaleza módulos geométricos con los cuales configurarse formal-estéticamente.

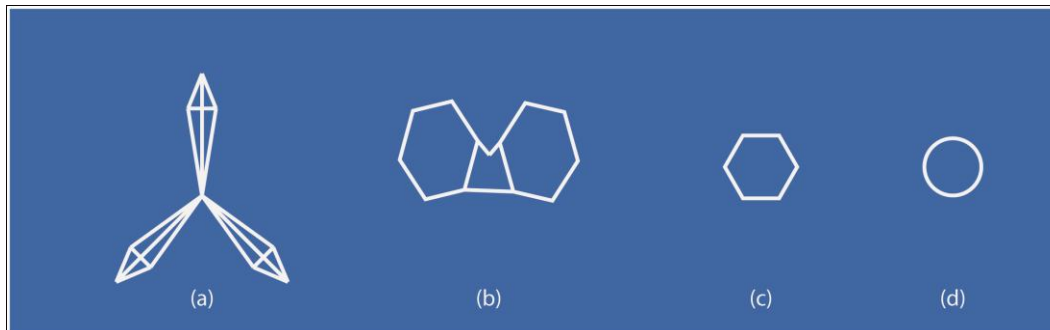
La orquídea es la flor colombiana mas representativa, dentro de su amplia variedad existen algunas que extienden sus raíces y crecen sobre troncos de arboles a varios metros del suelo, siendo estas características coherentes con el concepto de Sistema Integrado DARS. Los módulos abstraídos definen los contornos de los componentes, la simetría, gradación de formas, repetición y puntos de enfoque.

Figura 51. Abstracción módulos orquídea.



La flor de la orquídea está formada por 3 sépalos (S), 2 pétalos (P) y el labelo (L). Los sépalos tienen una geometría de rombo o diamante alargado, los pétalos y el labelo se representan como hexágonos, el segundo tiene un área de mayor vistosidad enfocada a guiar y facilitar la polinización, esta área que es el acceso al espolón donde la flor también acumula el néctar que genera, se representa en forma circular.

Figura 52. Módulos geométricos orquídea.



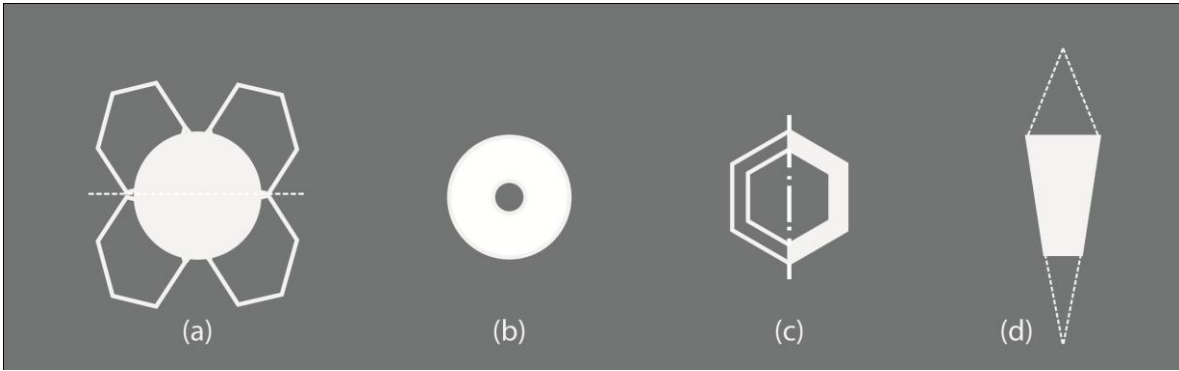
La figura doble hexagonal (fig.52b) se refleja sobre el eje horizontal para crear el área de sujeción del sistema a la pared, y sobre esta sección se aplica la figura circular (fig.52d), con lo que se bosqueja el soporte de pared (fig.53a)

El compactador es el subsistema que le da valor al sistema integrado; el círculo es el protagonista de esta área, coincidiendo con los cilindros y contorneando la tapa (fig.53b).

La figura hexagonal (fig.52c) se utilizó para definir los contornos de los paneles laterales de las bases de los contenedores, los agarres de los contenedores y la geometría de las asas del compactador; en el escurridor se visualiza la figura completa alrededor del orificio circular de la rejilla.

La geometría de rombo o diamante alargado se aplica al sistema generando una gradación de forma en los contenedores, visible en la vista frontal (fig.53d).

Figura 53. Composición módulos geométricos orquídea.



La armonía visual del producto es elaborada a partir de los elementos compositivos de las formas, explicados por Wucius Wong (Wong, 1982):

El ritmo al producto se le aplicó a partir de la repetición de módulos y **la degradación** controlada de los súper módulos *carcaza: adecuación, contenedor: plástico, contenedor: papel*; representando la geometría de los sépalos de la orquídea

La textura general del producto es lisa. Se resalta la textura visual aplicada con el espaciado de la parrilla del escurridor y el contraste de textura táctil aplicada en el botón de seguridad de la tapa del compactador.

El contraste es utilizado como señales, la siguiente tabla enuncia los principales contrastes aplicados en función de la usabilidad del producto:

Tabla 12. Lista de contrastes aplicados.

Contraste de espacio	Parrilla escurridor
Contraste de tamaño	Accesos contenedor bolsas plásticas
Contraste de figura	Parrilla escurridor
Contraste textura	Botón de seguridad compactador
Contrastes de color	Contenedor Papel
Formas positivas y negativas	Laterales contenedores

La figura 54 muestra el concepto refinado del Sistema Integrado DARS y los principales elementos compositivos de su forma.

Figura 54. Configuración final DARS.

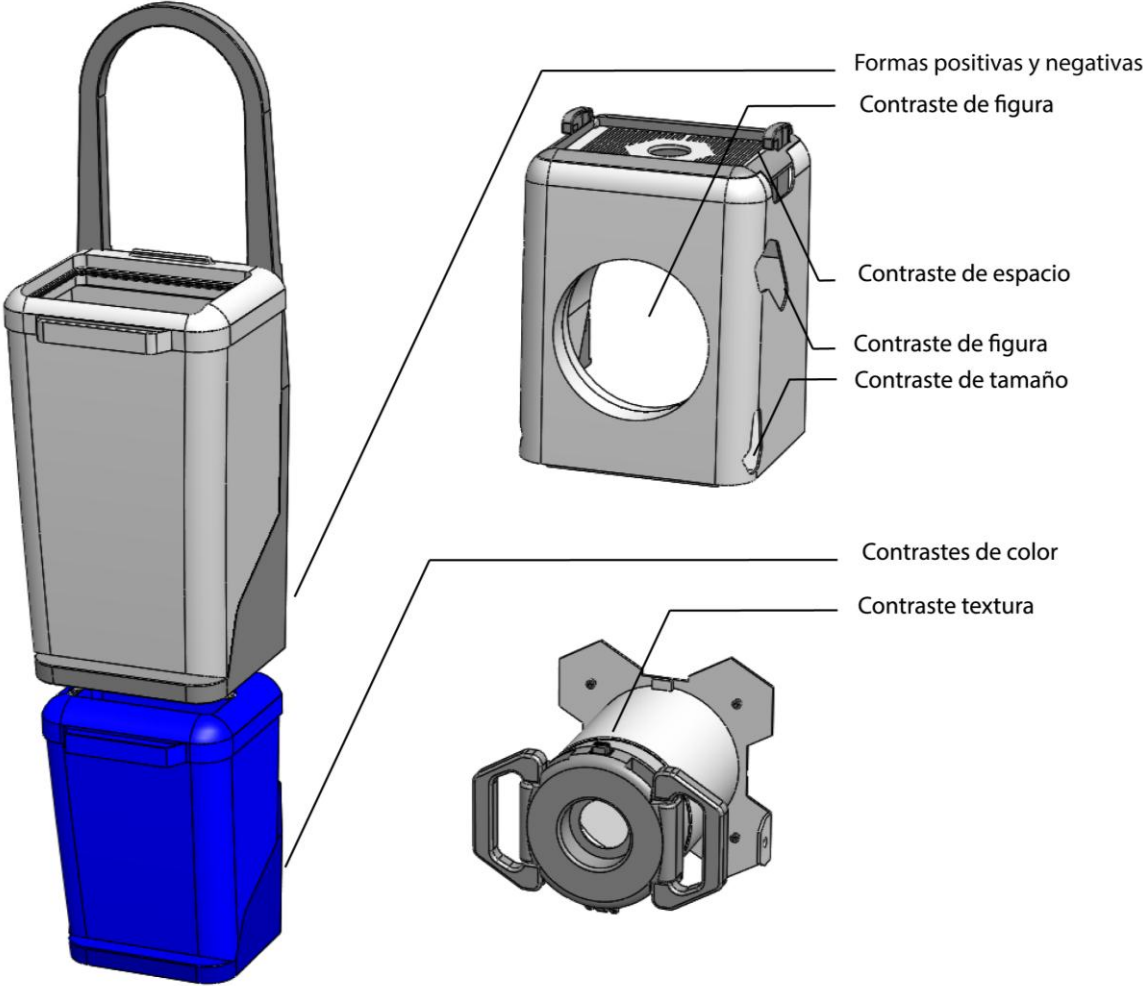













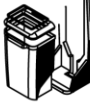









Figura 55. Lenguaje del producto: signos, símbolos y señales.

LENGUAJE DEL PRODUCTO			
Significante	Representación signica	Señales	Significado
			<p>Coloque la botella boca abajo para escurrir</p> <p>Puedo compactar botellas plásticas</p> <p>Puedo almacenar bolsas plásticas</p> <p>Puedo almacenar botellas plásticas compactadas, latas y vidrios</p> <p>Puedo almacenar papel.</p>
			
			
			
			
			
			
			
		Representación simbólica	Super módulos
			
			
			
			
			
			

5.3 SELECCIÓN DE MATERIAL

A nivel doméstico se espera que los materiales sean impermeables, livianos, resistentes, de fácil cargue, de tal forma que facilite su transporte y se reduzca el impacto sobre el ambiente y la salud humana. (ICONTEC, 1998). El polipropileno (PP), el polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en inglés), el acero inoxidable, y el aluminio son materiales comúnmente utilizados en la fabricación de utensilios y herramientas domésticas, gracias a sus aportes en funcionalidad.

Estos materiales fueron analizados bajo los requerimientos establecidos en el diseño proyectual de este trabajo:

- Facilidad de transporte
- Resistencia a la deformación
- Durabilidad
- Sustentabilidad
- Costo

La facilidad de transporte se traduce en términos de Peso/densidad, ya que el producto va a ser constantemente manipulado y transportado por el usuario en el uso y el mantenimiento cotidiano.

La resistencia a la deformación del material se traduce en términos del módulo elástico, de modo que soporte el mal uso y una eventual sobrecarga. Entre más bajo sea el módulo de elasticidad mayor será su resistencia al impacto y mayor flexibilidad

La durabilidad será medida en términos de la resistencia a la corrosión, Para este caso se toma en cuenta únicamente la corrosión del material al contacto con el oxígeno y el cumplimiento de esta especificación se valora con un término subjetivo. Los cuatro materiales son considerados comercialmente con alta resistencia a la corrosión, para este caso de estudio en particular se utilizó el término “alto” y “muy alto” basado en la revisión bibliográfica requerida para la definición de este criterio.

La sustentabilidad es la capacidad de reciclaje y reutilización, que para este caso se determinó con un valor subjetivo de “muy alto” ya que los materiales propuestos son altamente reutilizables.

Finalmente el costo del material, el cual es un promedio estimado del precio/tonelada ofrecido al por mayor por proveedores a través de plataformas de comercio electrónico.

Tabla 13. Tabla comparación de materiales.

		Densidad/peso	Resistencia	Durabilidad	Sustentabilidad	Costo
Materiales	PP	0.880 - 2.40 g/cc	0.00800 - 8.25 GPa	MUY ALTA	ALTA	1100 USD
	HDPS	0.924 - 2.55 g/cc	0.450 - 1.50 GPa	ALTA	ALTA	1400 USD
	Acero inox.	0.190 - 9.01 g/cc	77.0 - 317 GPa	ALTA	ALTA	1500 USD
	Aluminio	3.96 g/cc	370 GPa	ALTA	ALTA	2400 USD

La tabla 13 recopila todos los valores de los ítems evaluados para cada material:

PP: Este material es el más económico de los 4 (1100 USD) y el más liviano (0.00800 - 8.25 GPa), además es muy resistente a la deformación (0.00800 - 8.25 GPa).

HDPE: Este material ofrece la resistencia a la deformación más alta ya que su módulo elástico es el más bajo (0.450 - 1.50 GPa), su densidad es baja (0.924 - 2.55 g/cc) y su precio por tonelada es de 1500 dólares en promedio, el segundo más bajo.

Acero inoxidable: Este metal es 100% reutilizable y su ventaja frente a los otros materiales es que el acero inoxidable está generalmente en uso por 20 o 30 años antes de ser reciclado (Houska), sin embargo su precio por tonelada es 27% más alto que el PP.

Aluminio: Este material es el más costoso de los 4 (2400 USD), es el más pesado (3.96 g/cc) y el de menor resistencia a la deformación, ya que su módulo elástico es de 370 GPa.

Conclusión de la selección de material

El polipropileno es 100% reciclable, la baja densidad de este material permite la producción de objetos de alto volumen con bajo peso, ideal para los contenedores. Su módulo de elasticidad es muy bajo, lo cual es favorable para soportar golpes o caídas y siendo un material con niveles de corrosión mínimos, permite fabricar productos de larga vida útil a bajo costo, teniendo en cuenta que es 21% más económico que el segundo mejor precio. Ya que el PP obtuvo los mejores volares en 3 de los 5 ítems evaluados, se selecciona como material para la fabricación del sistema.

Figura 56. Polipropileno granulado.



Fuente: (Budget Plastic NZ Ltd, 2011).

5.4 ESTIMACIÓN DE COSTO UNITARIO DE LA MANUFACTURA

5.4.1 Estimación valor del molde:

El valor del molde es la sumatoria de los moldes correspondientes a las 18 piezas, con un valor promedio de 10.000 dólares por molde. El siguiente listado corresponde al desglose en porcentajes de los costos de fabricación de un molde para inyección (ROSELL, 2010).

180.000 USD:

- Diseño del molde: 20%
- Materiales: 10%
- Mecanizado: 60%
- Tratamientos térmicos y químicos: 3%
- Montaje y ajuste: 7%

Tabla 14. Masa de las piezas.

Pieza	Masa [Kg]
Base sistema (soporte pared)	2,57
Carcasa	0,298
Base contenedor plásticos	0,363
Base contenedor papel	0,211
Contenedor plásticos	0,523
Contenedor papel	0,322
Tapa cont. Plásticos	0,084
Tapa cont. Papel	0,084
Sujeta bolsa plásticos	0,011
Sujeta bolsa papel	0,007
Contenedor escurridor	0,238
Rejilla escurridor	0,059
Guarda bolsa	0,077
Tubo 3	0,149
Tubo 2	0,096
Tubo 1	0,21
Tapa compactador	0,116
Asa compactador	0,063
Masa total	5,481

5.4.2 Coste de inyección

El número estimado de piezas a producir va a ser equivalente al proyecto 100.000 viviendas:

100.000 piezas

Se toma el valor del volumen calculado en la simulación elaborada en SolidWorks 3595094 mm³, lo que es equivalente a 0,0036 m³

- Número estimado de piezas al año: 100.000 piezas.
 - Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 40 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 0,0036 m³
 - Volumen aproximado del desperdicio (15%): 0,00054 m³
 - Densidad del PP: 946 kg/m³
 - Precio del PP: 1.1 USD /Kg
 - Precio hora inyectora: 30 dólares.
-
- Peso de la pieza + el desperdicio = $(0,0036 * 946)+(0,00054*946)=$ **3,91kg**
 - Material necesario para fabricar las 100.000 piezas= 3,91 kg * 100.000 = **391.000 kg**
 - Inversión necesaria solo en material plástico = 391.000 * 1.1 USD = **430.100 USD.**
 - Tiempo necesario para fabricar las 100.000 piezas: 40 segundos/ciclo * 100.000 piezas = 4.000.000 segundos = 1.111 horas x 18 piezas = **19.998 horas.**
 - Coste de fabricación de las 100.000 sin el coste del material: 19.998 horas x 30 USD/hora = **599.940 USD**

- La inversión necesaria para fabricar 100.000 piezas sería de: 430.100 USD
+ 599.940 USD = **1'030.040 USD**

5.4.3 Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir de ella (ROSELL, 2010).

- **Coste unitario:**

$$1'030.040 / 100.000 = \mathbf{10.30 \text{ USD}} / \text{pieza}$$

- **Coste unitario para amortizar el molde en 1 año:**

$$(1'030.040 + 180.000) / 100.000 = \mathbf{12,1004 \text{ USD}} / \text{pieza}$$

- **Coste unitario para amortizar el molde en 1 año + 40% de beneficio + 16% de IVA**

$$12,1004 + (12,1004 * 0,40) + (12,1004 + 0,16) = \mathbf{18.9 \text{ USD}}$$

El costo unitario del sistema integrado DARS, por la fabricación de 100.000 unidades, es de aproximadamente 18.9 USD. Este valor incluye el molde de inyección, 40% de beneficio y 16% de IVA.

5.5 ESQUEMA

Figura 57. Vista explosionada DARS. Fuente: Autor.

1. Base sistema (ACERO)
2. Soporte contenedor plásticos (PP)
3. Soporte contenedor papeles (PP)
4. Contenedor papeles (PP)
5. Tapa contenedor papeles (PP)
6. Sujeta bolsa papeles (PP)
7. Contenedor plástico (PP)
8. Tapa contenedor plástico(PP)
9. Sujeta bolsa plásticos(PP)
10. Carcaza compactador (PP)
11. Guarda bolsas (PP)
12. Contenedor escurridor (PP)
13. Rejilla escurridor (PP)
14. Porta bolsa escurridor (PP)
15. Pata porta bolsa (PP)
16. Tubo 1 compactador (PP)
17. Tubo 2 compactador (PP)
18. Tubo 3 compactador (PP)
19. Tapa compactador (PP)
20. Asa compactador (PP)

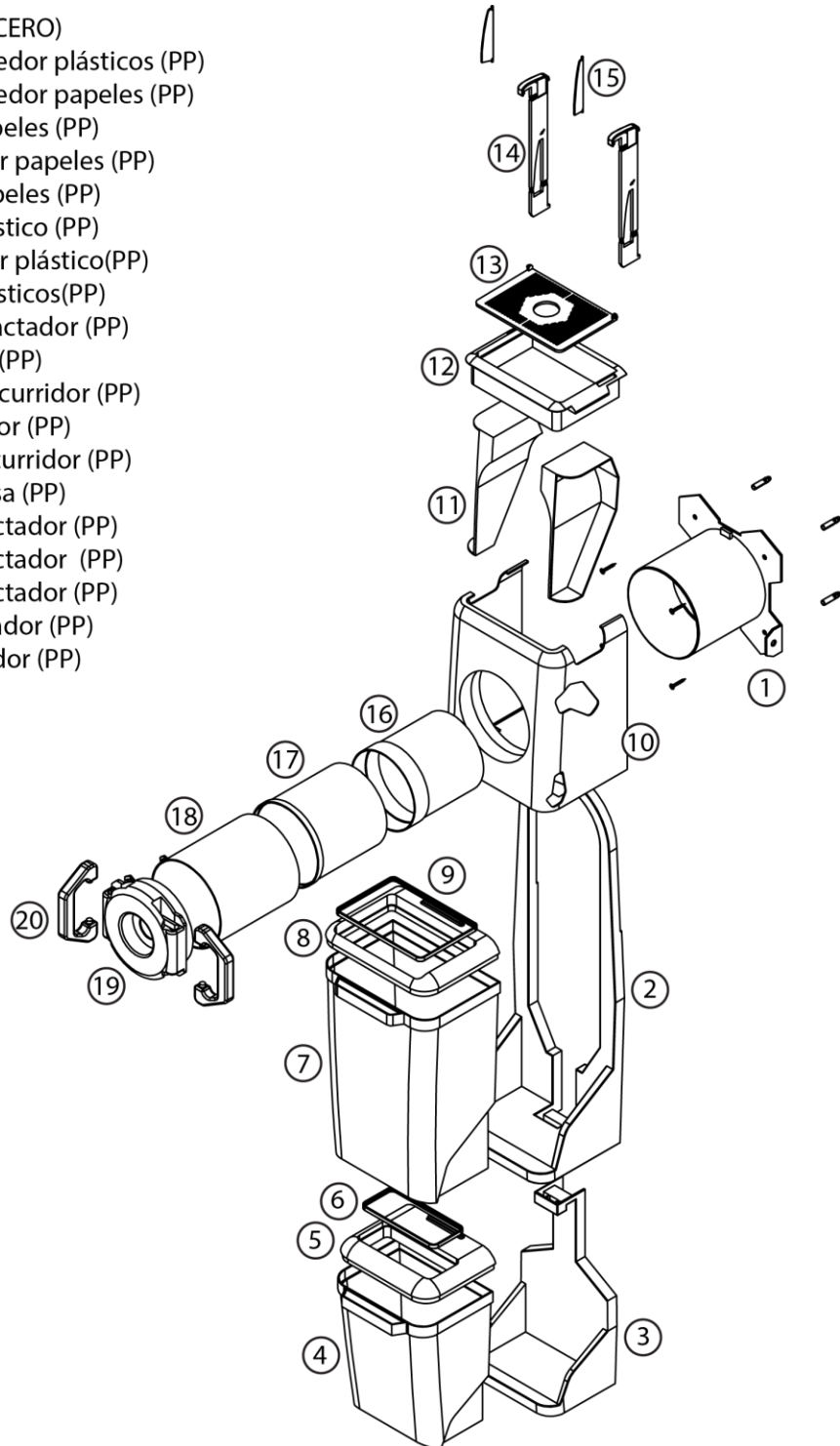


Figura 58. Sistema Integrado DARS cerrado.



El diseño final está constituido por un sistema de 23 piezas ensamblables, que en conjunto permiten posicionar sobre un escurridor distintos tipos de contenedores plásticos (uno a la vez) para drenar los líquidos posteriores al lavado, compactar botellas plásticas de hasta 36 cm de longitud y 12 cm de diámetro y clasificar en dos contenedores los residuos sólidos reciclables generados en una vivienda de interés social.

Figura 59. Compactador DARS.



En el contenedor de mayor tamaño se incluyen las botellas plásticas, bolsas plásticas, vidrios, metales y otros desechos como piezas de madera o plásticos de distintos productos, en el depósito de menor tamaño se depositan papeles libres de grasa. Al diseño se le incluyó dos pequeños contenedores ubicados en los lados de la sección superior para depositar bolsas plásticas de reúso.

El escurridor ubicado en la parte superior es un contenedor de líquidos con una rejilla sobre la cual se posicionan los materiales que se desean escurrir, además cuenta con un asta a cada lado para el escurrido de las bolsas plásticas, este subsistema se desacopla con facilidad, lo cual permite retirar el líquido acumulado.

Figura 60. Contenedores DARS.

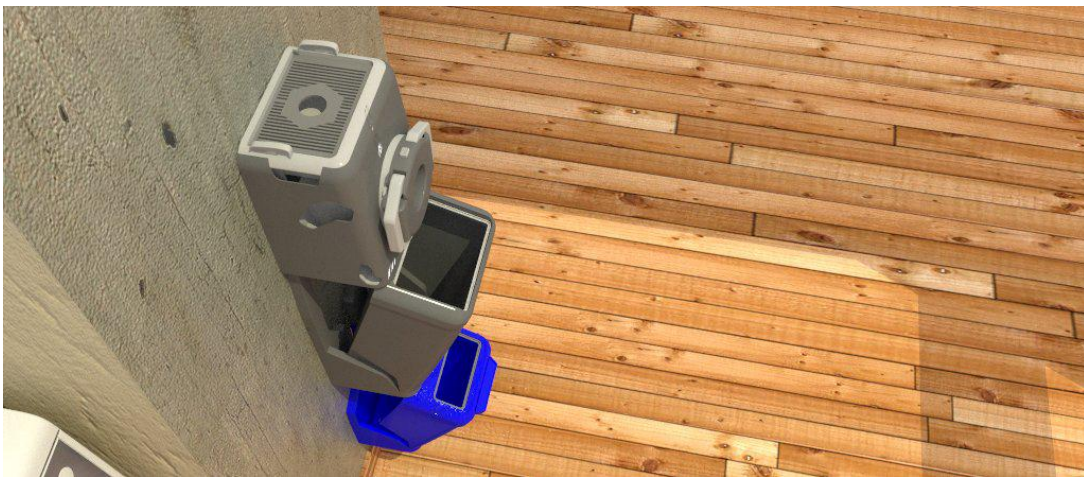


Figura 61. Lenguaje del producto.



5.6 ESQUEMA DE USO

Figura 62. Diagrama de uso Sistema Integrado DARS.

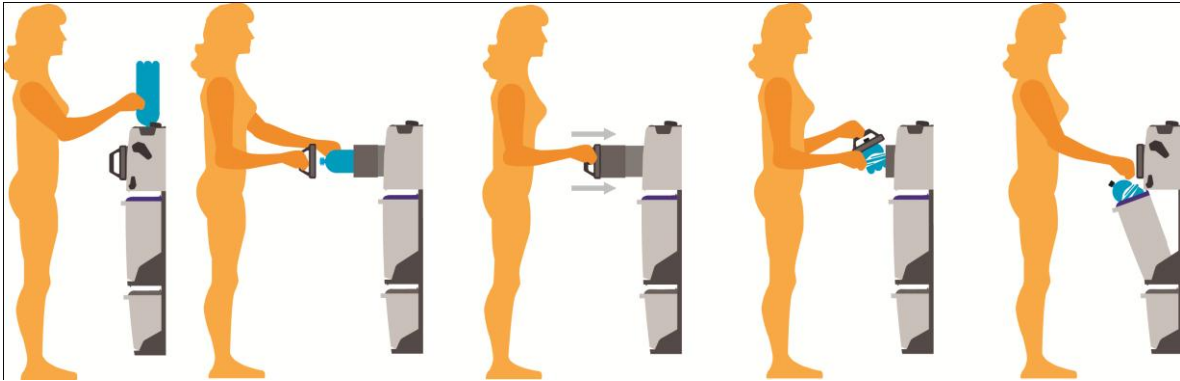
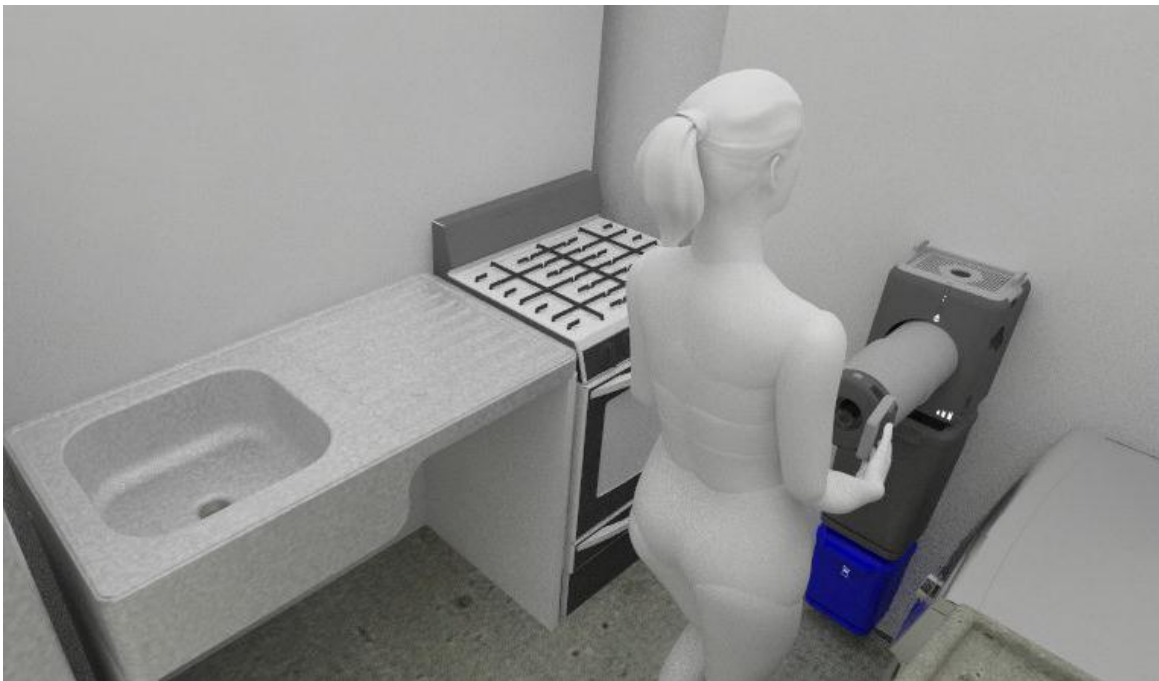


Figura 63. DARS en el área de trabajo, manipulación compactador.



5.7 DIMENSIONES FINALES

Figura 64. Dimensiones de altura, anchura y profundidad del Sistema Integrado DARS.

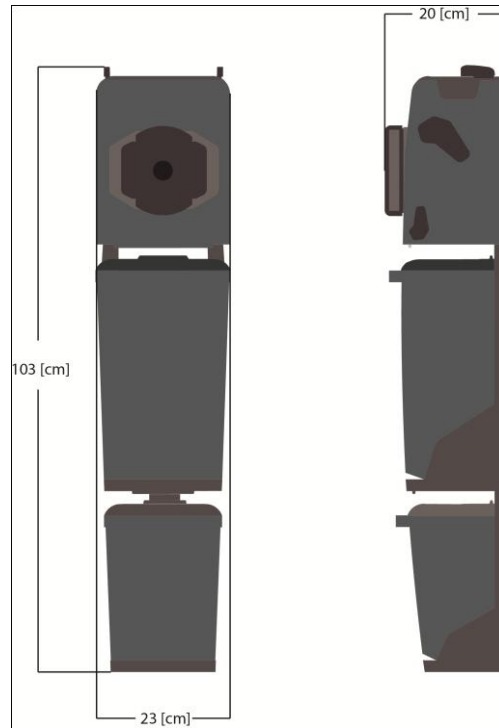


Figura 65. DARS en el área de trabajo, vista de frente.



Las dimensiones del sistema completo se pueden observar en los planos técnicos en el anexo G.

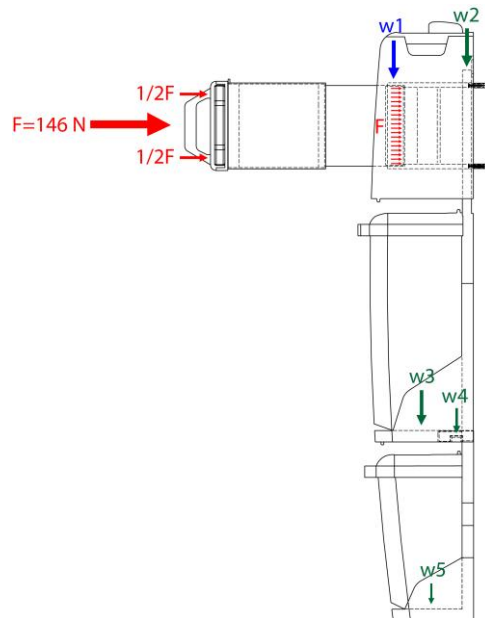
6 COMPROBACIONES, VERIFICACIONES Y TESTEO.

Figura 66. Metodología proceso de comprobaciones, verificaciones y testeos.



6.1 ANALISIS Y ESTUDIOS ESTRUCTURALES

Figura 67. Diagrama de cuerpo libre DARS.



El siguiente trabajo muestra el estudio mecánico de 5 piezas de polipropileno del Sistema Integrado DARS y una de acero, las cuales soportan la fuerza “F” de 146 N, que corresponde a la fuerza necesaria para compactar una botella plástica de 2.5 L, (ver anexo E) y las cargas “W” generadas por el peso promedio de los materiales reciclables recolectados durante una semana en una VIS (ver ilustración 15) y de la estructura misma del sistema (ver tabla 9), donde $W1=7.53N$; $W2=26.52N$; $W3=14.63N$; $W4=8.75N$; $W5=6.79N$.

Primero se realiza un análisis estático, para definir las fuerzas que actúan sobre la pieza, posteriormente se digitalizaron en la herramienta CAE para realizar estudios de desplazamientos, tensiones y factor de seguridad.

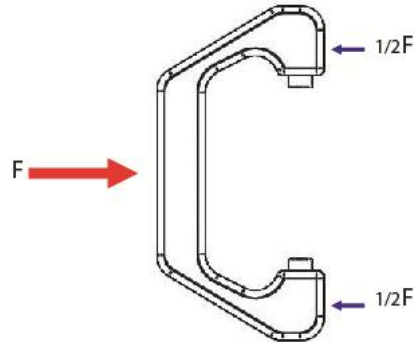
Se utilizó SolidWorks es la herramienta seleccionada para llevar a cabo las simulaciones debido al nivel de aproximación al comportamiento de la pieza en su entorno real. Esta herramienta nos permite realizar análisis de los desplazamientos de la pieza, tensiones de tipo von mises y calcular el factor de seguridad (FDS), que es el cociente entre el valor de la carga máxima que soporta y el valor de la carga a la que será sometida la pieza, dentro del uso adecuado para el cual se diseñó.

Objetivo

Realizar un análisis estático de las piezas seleccionadas para determinar la resistencia del objeto bajo condiciones de uso normales.

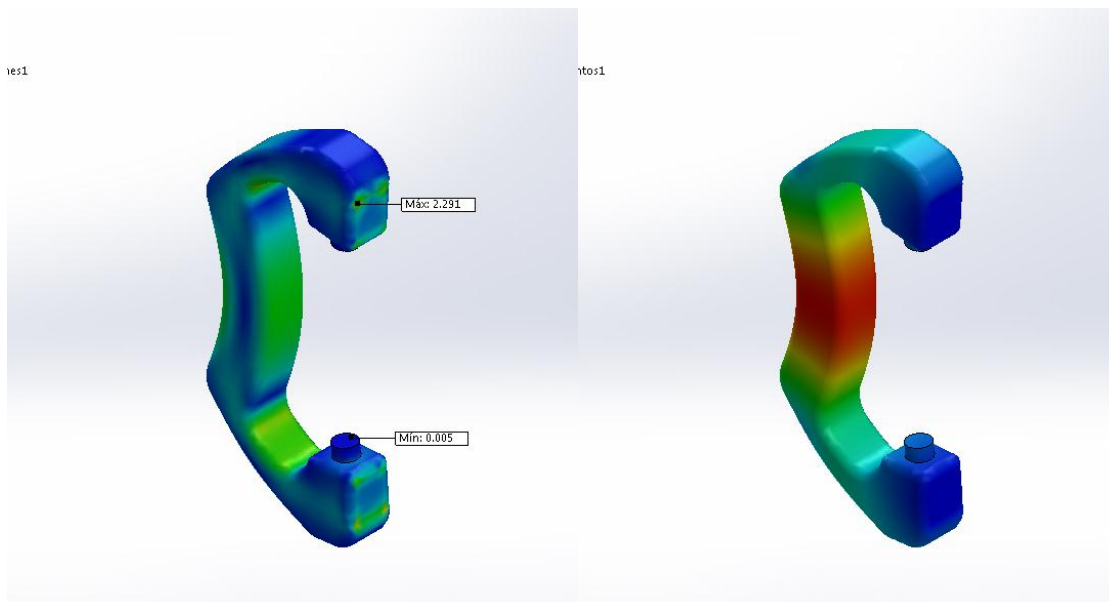
6.1.1 Pieza 1: ASA

Figura 68. Diagrama cuerpo libre ASA.



La fuerza necesaria para compactar una botella plástica es de 146 N (ver anexo E), representada en este diagrama como “F”, aplicada por el usuario en el “asa” de la tapa del compactador. Esta fuerza genera unas reacciones en el área de contacto con la tapa, del mismo valor, en sentido contrario.

Figura 69. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos ASA.



Tensiones: VON: Tensión de von Mises, Tensión máxima = 2.290 N/mm² (MPa)

El material propuesto para esta pieza es el polipropileno (PP), el cual tiene un *Límite Elástico* de 20.700 N/mm² (MPa). El valor máximo de tensión encontrado en esta pieza es de 2.29068 N/mm² (MPa), la cual es tan solo el 11% de la tensión necesaria para que el material falle.

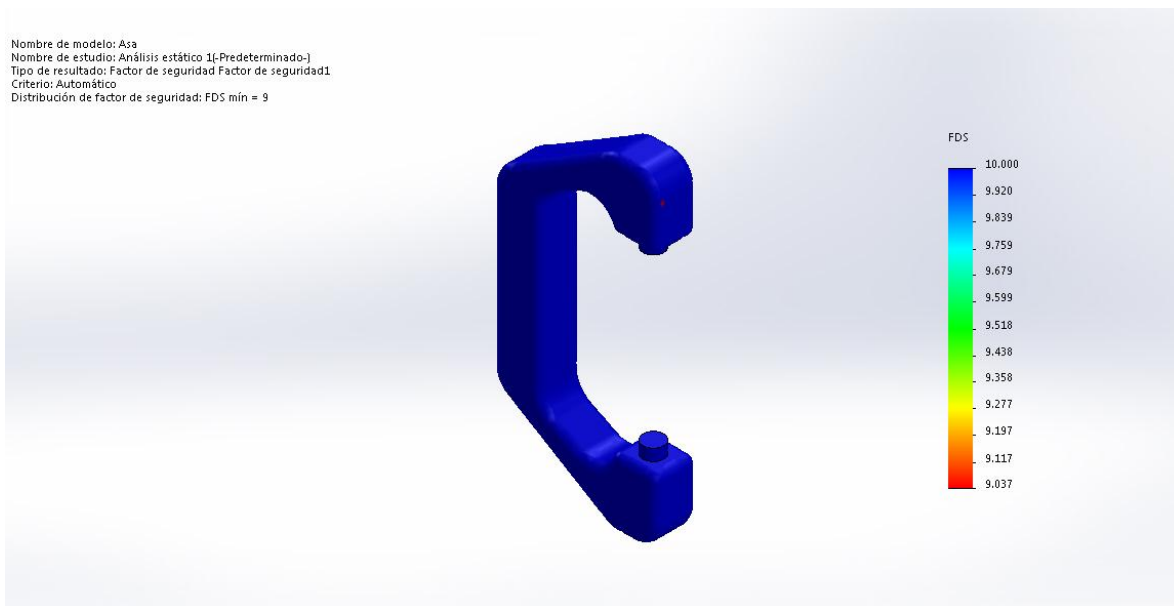
Desplazamientos: Desplazamiento máximo = 0.152722 mm

Con la fuerza aplicada el desplazamiento máximo encontrado es de 0.152722 mm en el área de contacto con la mano del usuario. Este desplazamiento no representa peligro de falla para un material plástico, por lo tanto el comportamiento mecánico de la pieza es adecuado.

Factor de seguridad: FDS min = 9

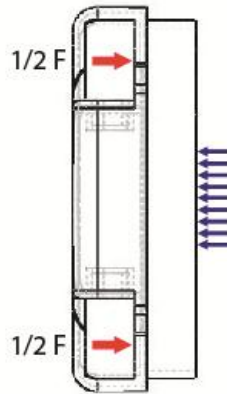
Este valor nos indica que la pieza soportará eventuales sobrecarga.

Figura 70. Factor de seguridad ASA.



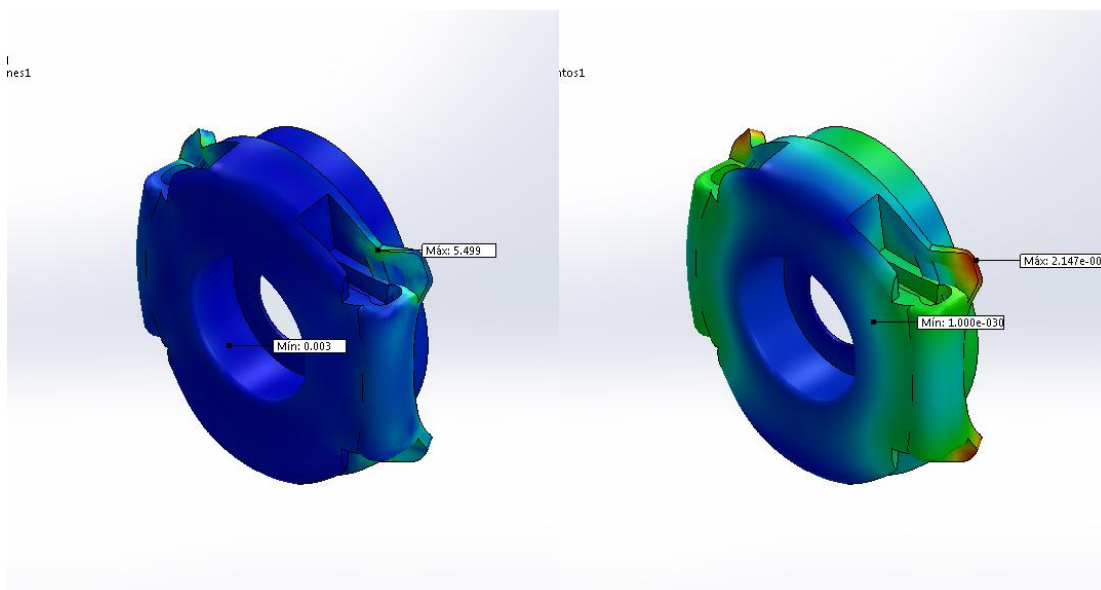
6.1.2 Pieza 2: TAPA

Figura 71. Diagrama cuerpo libre TAPA.



Los 146 N aplicados sobre el asa se transmiten sobre la tapa del compactador y se divide el valor de la fuerza aplicada entre el número de contactos (puntos de aplicación de la fuerza sobre la tapa). La boquilla de la tapa (ubicada en el centro de la pieza) hace contacto con la botella plástica y genera una reacción equivalente a la fuerza aplicada para deformar la botella.

Figura 72. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos TAPA.



Tensiones: VON: Tensión de von Mises, Tensión máxima = 5.50 N/mm² (MPa)

El valor máximo hallado en la pieza es de 5.49874 N/mm² (MPa), lo cual tiene origen, como era de esperarse, en las áreas de aplicación de la fuerza. La fuerza F se distribuye en los cuatro puntos de contacto, lo cual las convierte en $\frac{1}{4}$ F, permitiéndole a la pieza comportarse adecuadamente, manteniendo una diferencia considerable con el límite elástico del material (PP: 20.700 N/mm²), de modo que podemos asegurar que no hay falla dentro del margen de uso adecuado.

Desplazamientos: Desplazamiento máximo = 0.21 mm

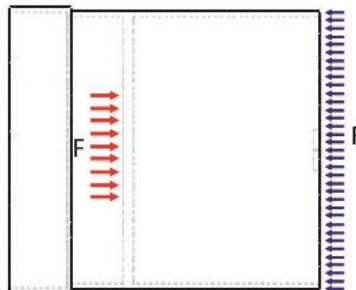
Las secciones donde se aplican las fuerzas $\frac{1}{4}$ F son las de mayor desplazamiento, sin embargo este es de tan solo 0.214692 mm, lo que se podría considerar como imperceptible al ojo humano, de modo que no representa riesgo para el material.

Factor de seguridad: FDS min = 3.8

Este valor indica que la pieza puede soportar más de 3 veces la carga para la cual se diseñó.

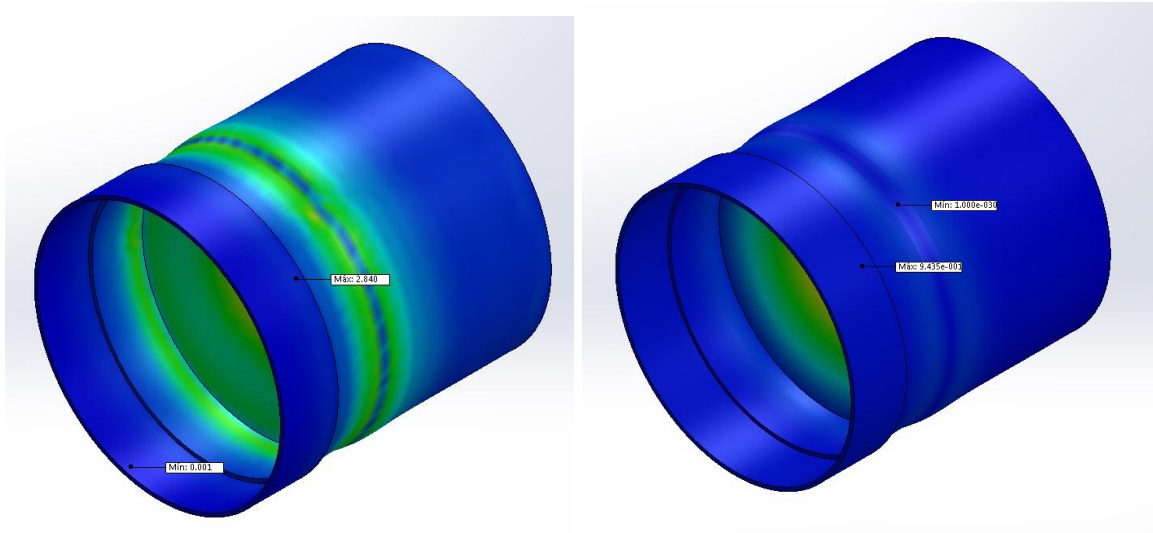
6.1.3 Pieza 3: TUBO 1

Figura 73. Diagrama cuerpo libre TUBO 1.



La fuerza aplicada para compactar la botella se traslada al *tubo base*, la cual equivale a 146 N y se concentra en la superficie de contacto, a su vez se genera una reacción de igual valor, en sentido contrario, sobre toda el área de sujeción del compactador con la *base del sistema*.

Figura 74. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos TUBO 1.



Tensiones: VON: Tensión de von Mises, Tensión máxima = 2.84 N/mm² (MPa)

La concentración de tensión máxima encontrada es de 2.84026 N/mm² (MPa), en comparación con la tensión máxima soportada por el material equivalente a 20.700 N/mm² (MPa), nos permite indicar que la tensión en la pieza es baja, luego no va a haber falla del material.

Desplazamientos: Desplazamiento máximo = 0.94 mm

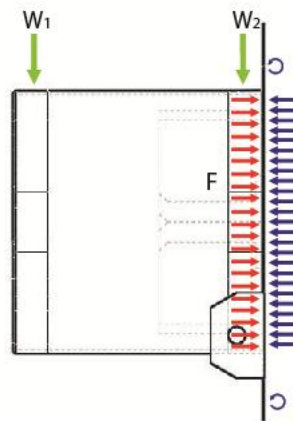
El desplazamiento máximo ocurre en el centro de la superficie de contacto entre la botella y la pieza, el cual es equivalente a 0.943468 mm, por lo que se puede considerar que no existe riesgo de falla con la fuerza aplicada.

Factor de seguridad: FDS min = 7.3

El resultado indica que la pieza resistirá el uso inadecuado, soportando sobre cargas aplicadas en la misma área.

6.1.4 Pieza 4: SOPORTE DE PARED

Figura 75. Diagrama cuerpo libre SOPORTE DE PARED.

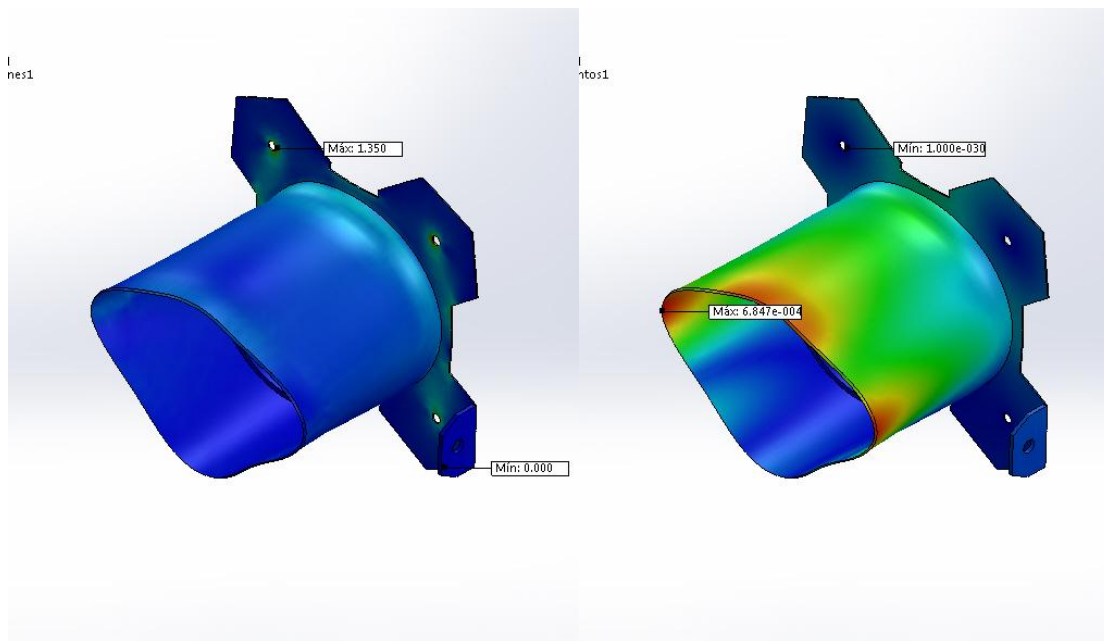


La base del sistema soporta el 100% de las cargas ejercidas sobre el sistema, por lo cual se modificó el material, realizando los análisis aplicándole acero a la pieza. En el diagrama se representa la fuerza distribuida $F = 146 \text{ N}$ sobre el área de sujeción entre la pieza y el compactador, la cual genera una reacción de igual valor en dirección contraria. El tubo de la base tiene una longitud de 15 cm y sobre este se aplican dos cargas: W_1 equivale al peso de la sección superior del sistema, mientras que W_2 es el total del peso de los componentes inferiores, más una carga estimada de los residuos sólidos acumulados en una VIS en el periodo de una semana (ver figura 23); Las dos cargas W generan un torque en los puntos de fijación de la base a la pared.

Tensiones: VON: Tensión de von Mises, Tensión máxima = 1.35 N/mm² (MPa)

Con las cargas aplicadas en la simulación, obtenemos una concentración máxima de tensiones de 1.35028 N/mm² (MPa) en los pasadores de los tornillos. Este resultado es despreciable en contraste con el *límite elástico* de 620.422 del acero propuesto para la fabricación de la pieza, por lo cual la pieza no tiene ningún riesgo de falla.

Figura 76. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos SOPORTE DE PARED.



Desplazamientos: Desplazamiento máximo = 0.00068 mm

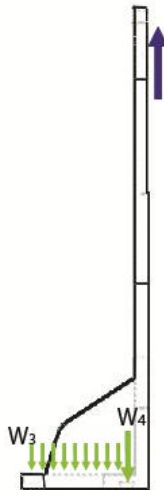
El desplazamiento máximo encontrado es de 0.00068468 mm sobre dos de los puntos del tubo más alejados del área de sujeción a la pared. Este valor equivalente a cero nos permite definir que la pieza soporta la aplicación de cargas más altas, antes de empezar a deformarse en un eventual escenario de falla del material.

Factor de seguridad: FDS mínima = 459.5

Este valor indica que la pieza soportará cargas muy altas antes de tener indicios de falla, lo cual es ideal para la función de soporte del sistema.

6.1.5 Pieza 5: BASE CONTENEDOR PLASTICOS

Figura 77. Diagrama cuerpo libre BASE CONTENEDOR PLASTICOS.



El diagrama nos muestra la base del contenedor de los RS plásticos, soportando el peso W_3 equivalente a los componentes del contenedor, más un estimado de materiales acumulados por una semana (ver figura 23), distribuido sobre la superficie de contacto. A esta pieza se acopla el subsistema del contenedor para papel, generando una carga puntual W_4 . Estas cargas generan una reacción de igual valor y dirección contraria, en el área de sujeción de la pieza.

Tensiones: Tensión de von Mises = 2.91 N/mm² (MPa)

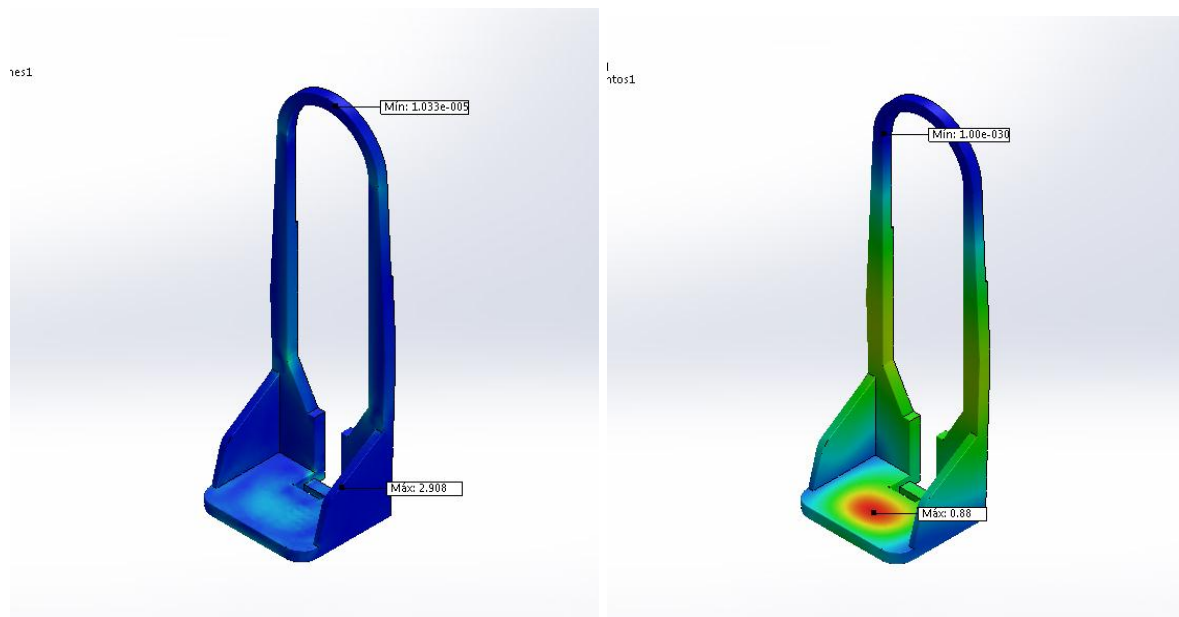
La tensión máxima encontrada es de 2.9079 N/mm² (MPa) al soportar el estimado de la carga total de residuos acumulados por una semana. Este valor representa el

0,01% del *límite elástico*, por lo que la pieza podrá soportar cargas mayores sin riesgo de fallar.

Desplazamientos: Desplazamiento máximo = 0.88 mm

El desplazamiento máximo encontrado es de 0.883165 mm en la base de la pieza, esto indica que las cargas aplicadas generan una deformación casi imperceptible, por lo que no se corre riesgos de daños por sobre-peso.

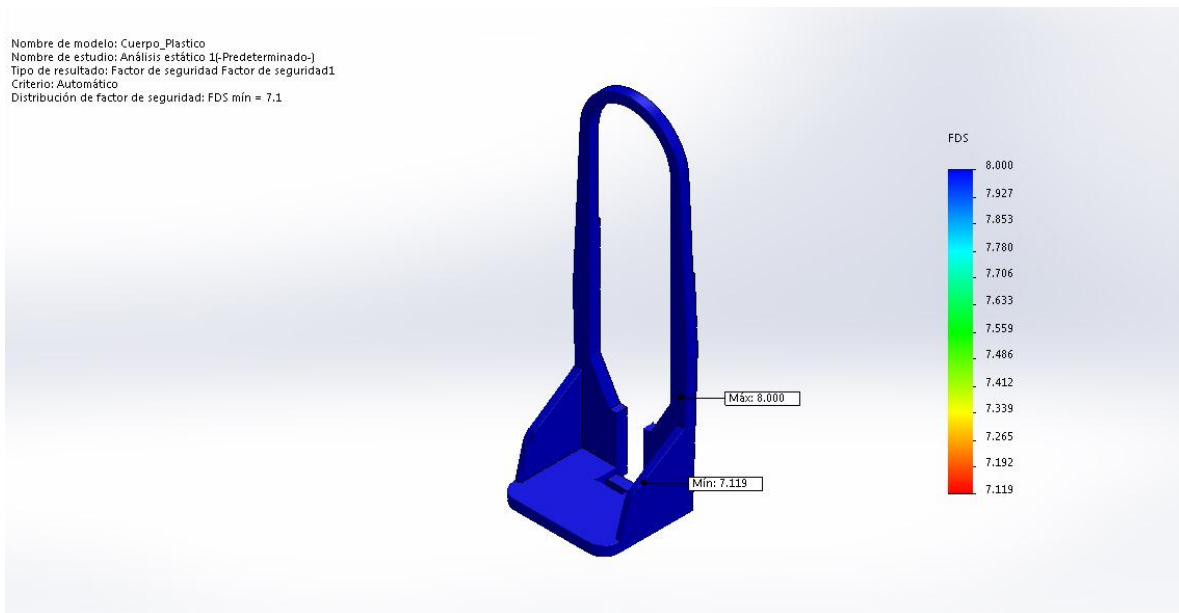
Figura 78. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos BASE CONTENEDOR PLASTICOS.



Factor de seguridad: FDS = 7.1

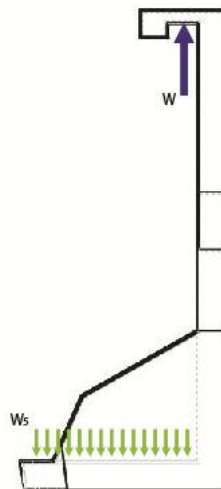
Este valor indica que la carga que puede soportar la pieza es mucho mayor que la carga habitual a la que será sometida.

Figura 79. Factor de seguridad base contenedor plástico.



6.1.6 Pieza 6: BASE CONTENEDOR PAPEL

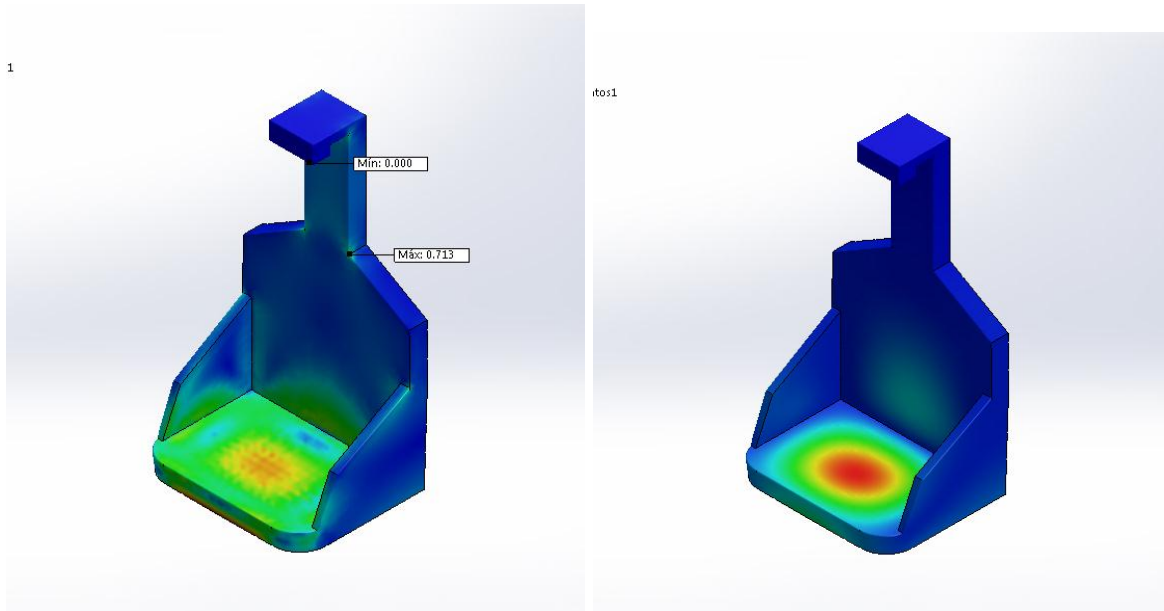
Figura 80. Diagrama cuerpo libre BASE CONTENEDOR PAPEL.



El peso W_5 es equivalente a los componentes del contenedor para papel y un estimado de carga de los RS generados por una semana (ver figura 23). Esta pieza

se acopla al sistema a través de una sección de gancho donde se genera una reacción a la carga soportada por la pieza.

Figura 81. Análisis CAE, tensiones y desplazamientos BASE CONTENEDOR PAPEL.



Tensiones: Tensión de von Mises = 0.71 N/mm² (MPa)

La pieza de PP tiene un *límite elástico* de 20.700 N/mm² (MPa), lo cual le permite soportar tensiones altas, sin embargo el peso soportado por esta pieza causa una concentración máxima de tensiones de 0.712714 N/mm² (MPa), valor que no representa riesgo de falla, manteniendo un comportamiento mecánico bueno dentro del margen de uso adecuado.

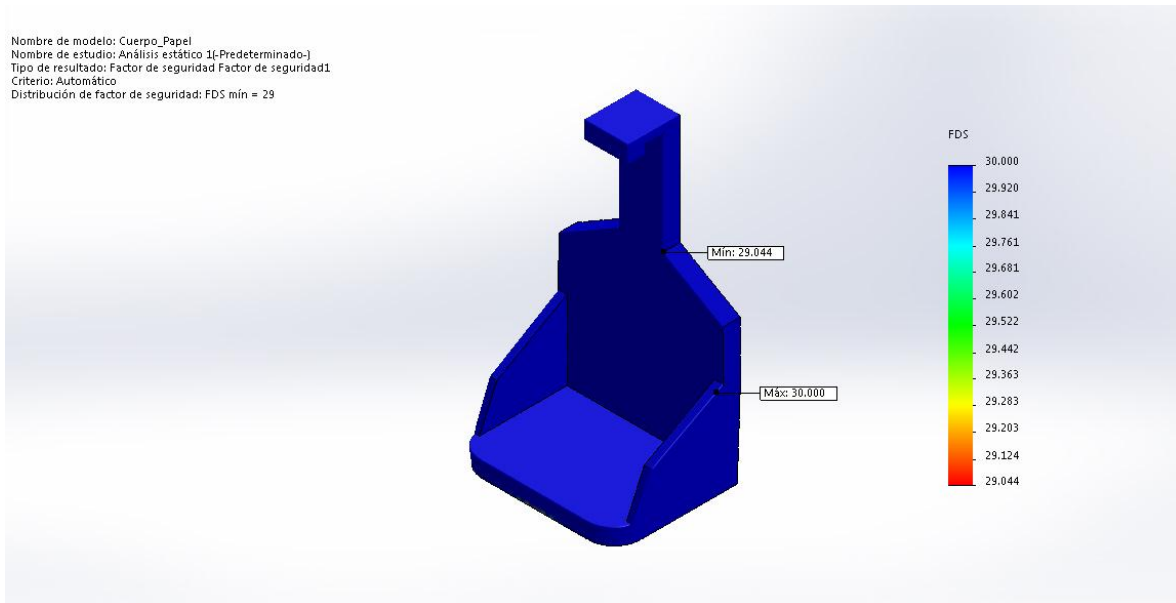
Desplazamientos: Desplazamiento máx. = 0.81 mm

El desplazamiento máximo ocurrido en la pieza se da en la base, la cual no representa ningún riesgo en el rendimiento de esta por ser de tan solo 0.814603 mm.

Factor de seguridad: FDS = 29.0439

Este factor de seguridad indica que la pieza puede soportar un eventual sobrepeso garantizando el funcionamiento adecuado.

Figura 82. Factor de seguridad base contenedor papel.



6.1.7 Conclusión

El comportamiento mecánico de las piezas es considerado apto para un funcionamiento correcto del sistema, el diseño actual soporta cargas superiores a las del promedio semanal de residuos sólidos de una VIS y a las fuerzas necesarias para el uso cotidiano del sistema.

Las mayores concentraciones de tensión se hallaron en la tapa del compactador que hace el papel de placa de compactación, con un valor máximo $5.50 \text{ N/mm}^2(\text{MPa})$, que comparado con los $20.700 \text{ N/mm}^2(\text{MPa})$ del límite elástico del polipropileno con el que se fabrica la pieza, es un valor bajo que no causa falla.

El mayor desplazamiento es de $0,94 \text{ mm}$ y ocurre en el tubo 1 del compactador al recibir la presión ejercida por la botella plástica, sin embargo este valor inferior a 1 mm no representa riesgo de falla.

El factor de seguridad mínimo del sistema es de 3,8 ubicado en la tapa del compactador, lo que indica que en general el conjunto soporta cargas más elevadas a las que se contemplan dentro del uso habitual.

Para la pieza Tubo 1, Base Contenedor Plásticos y Base Contenedor Papel se recomienda incluir refuerzo en las aristas, con lo cual aumentar la resistencia a los desplazamientos y disminuir las tensiones en caso de ser utilizadas de manera inadecuada.

6.2 TEST DE USUARIO

Objetivo general

Aplicar un test de usuario al producto para determinar el cumplimiento de sus funciones.

Objetivos específicos.

Validar el incremento de la densidad promedio de las botellas plásticas generadas por una semana en una VIS.

- Verificar el lenguaje de ensamble del sistema a través de una validación del tiempo del proceso.
- Validar la eficacia del manual de ensamble a través de una prueba de uso.

6.2.1 Metodología

Los participantes reciben un agradecimiento por participar en la actividad, luego se inicia la inducción a la prueba de uso donde se les explica el contexto de uso del sistema y la tarea a realizar. El tiempo máximo para completar la tarea es de 10 minutos, de llegar al límite de tiempo se interrumpe la actividad y se realiza una socialización sobre las dificultades encontradas.

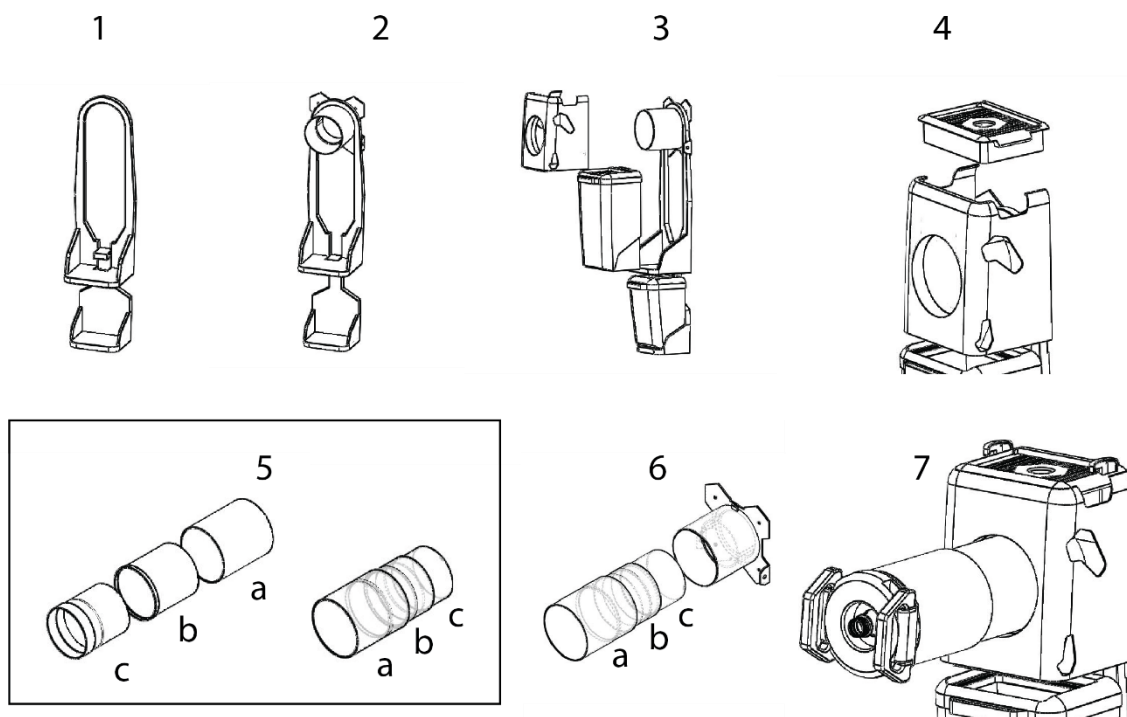
Los participantes realizan primero el proceso sin manual de ensamble, de llegar al límite de tiempo, se pide al participante que se apoye del manual de ensamble (ver anexo F).

Tarea

Ensamblar la totalidad del Sistema Integrado DARS, compactar una botella plástica y depositar en el contenedor adecuado.

Plantilla recolección datos

Figura 83. Plantilla recolección de datos validación DARS.



Participante	paso							total
	1	2	3	4	5	6	7	
Tiempo								
Manual instrucciones								
Observaciones								

6.2.2 Resultados

La prueba se desarrolló con participantes de características similares a los usuarios finales, tales como el estrato socio económico y nivel de escolaridad, la otra mitad fueron usuarios finales. Todos los participantes lograron ensamblar el sistema, sin embargo se observaron errores que repetían los usuarios con frecuencia, al cual el diseñador debe darle la relevancia que amerite y a pesar que se obtuvieron resultados positivos de la prueba, en la mayoría de los casos los participantes lograron el objetivo apoyado del manual de instrucciones.

6.2.2.1 Incremento de la densidad

Figura 84. Desarrollo pruebas de ensamble.

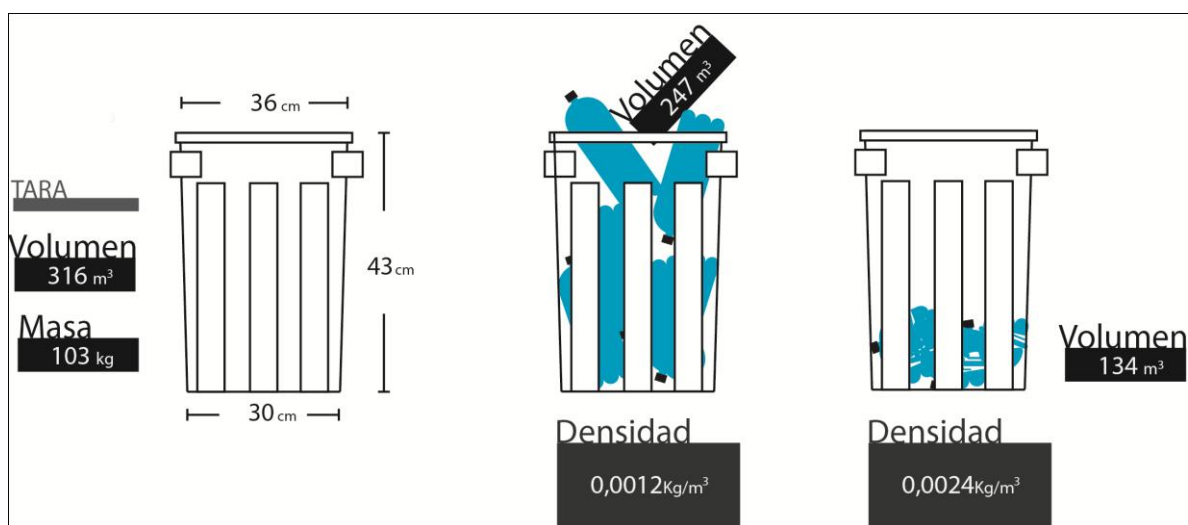


La caracterización de residuos sólidos realizada en las VIS (ver anexo C), nos permitió establecer que una familia conformada por 4 habitantes generan 0,91 Kg de material reciclable, de los cuales el 32% es de botellas plásticas, sin embargo el volumen ocupado por estas en su estado original puede llegar a ser de más del 45% del volumen total de los materiales (ver tabla 4).

Basados en los datos anteriores se estableció como peso de referencia 0,297 Kg, el cual es equivalente a cuatro botellas plásticas de 1.5 lts y dos de 2.0 lts, estas se

dispusieron en un contenedor de dimensiones conocidas (TARA) con lo cual se determinó la densidad. La figura 85 muestra las características de la tara (dimensiones, masa, volumen), el volumen ocupado por las 6 botellas sin compactar y el volumen de las botellas compactadas.

Figura 85. Diagrama validación del incremento de la densidad promedio de las botellas plásticas utilizando el Sistema Integrado DARS.

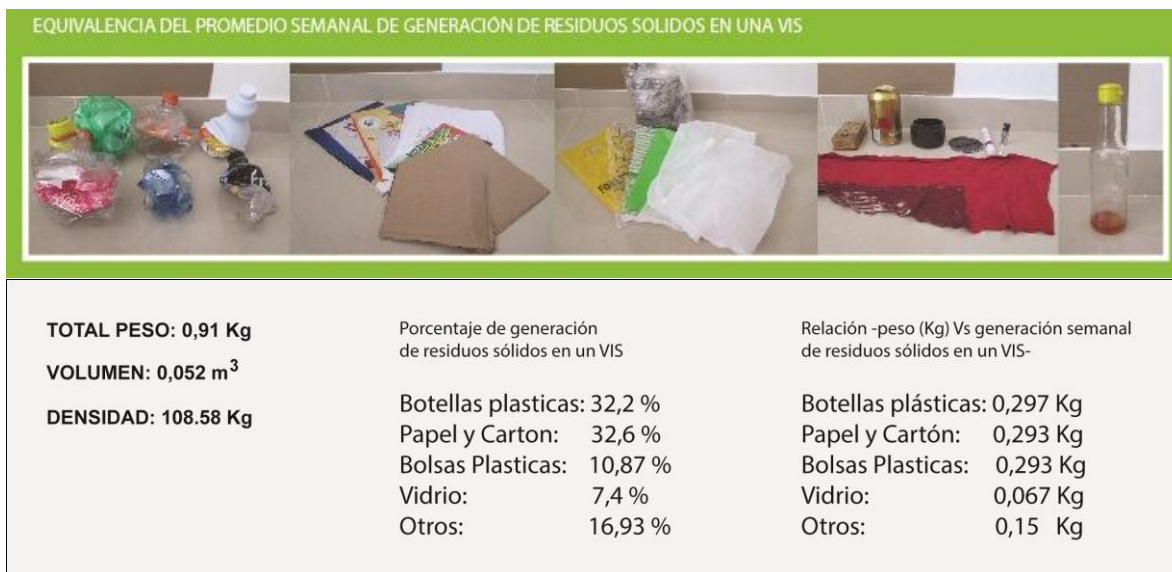


Las botellas plásticas ocuparon un área aproximada de 247 m³ dentro de la tara, con una densidad de 0,0012 kg/m³, posteriormente se compactaron cada una de estas botellas con el modelo funcional del sistema de compactación, obteniendo una reducción a 134 m³ del volumen, equivalente al 54% del volumen inicial y un aumento a 0,0024 kg/m³ de la densidad, equivalentes al 50%.

Una reducción del 46 % del volumen de las botellas plásticas generadas semanalmente en una VIS (ver tabla 4) aumentaría la densidad de esta a 47.44 g/m³, con lo cual la densidad del total de R.S de una semana se incrementaría un 20%, pasando de 86.74 g/m³ a 108.58 g/m.

Basados en estas cifras se puede concluir que el sistema de adecuación y disposición de residuos sólidos permite aumentar la densidad de los residuos sólidos inorgánicos, no peligrosos recolectados en una VIS.

Figura 86. Equivalencia del promedio semanal de generación de residuos sólidos no orgánicos, no peligrosos en una VIS.



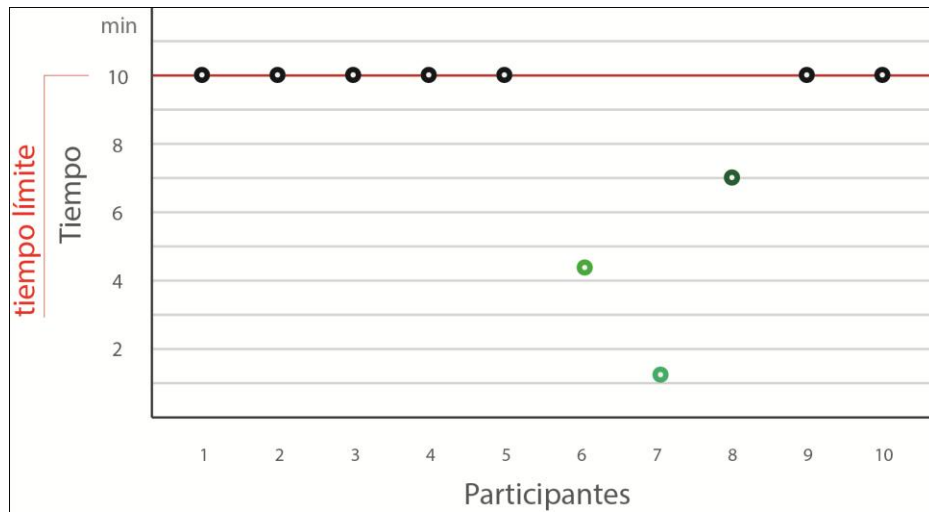
6.2.2.2 Lenguaje de ensamble

La tarea “ensamble sin recibir indicaciones” fue completada por 3 de 10 participantes, con un tiempo promedio de 4’:22”. Se destaca que 8 de 10 participantes iniciaron con una asociación de forma correcta, de los cuales la mitad lo hizo con la pieza adecuada para el ensamble, así mismo 8 de 10 participantes asociaron correctamente las geometrías de los contenedores y sus bases.

Figura 87. Prueba de validación Sistema Integrado DARS.

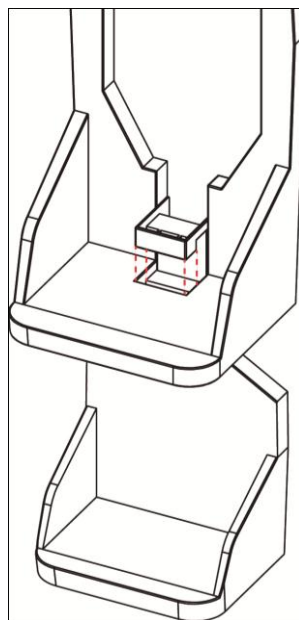


Figura 88. Tiempos de ensamble sin manual.



Los participantes que no lograron ensamblar el sistema encontraron dificultad al asociar el punto de ensamble entre el soporte del contenedor de plásticos y el del contenedor para papel (ver figura 89), estos participantes renunciaron a la tarea en un tiempo promedio de 4':15". De este modo se puede concluir que las señales de comunicación del sistema son insuficientes para completar el ensamble de la estructura, por lo cual se requiere brindar material de apoyo a los usuarios.

Figura 89. Ensamble de soportes de contenedores.



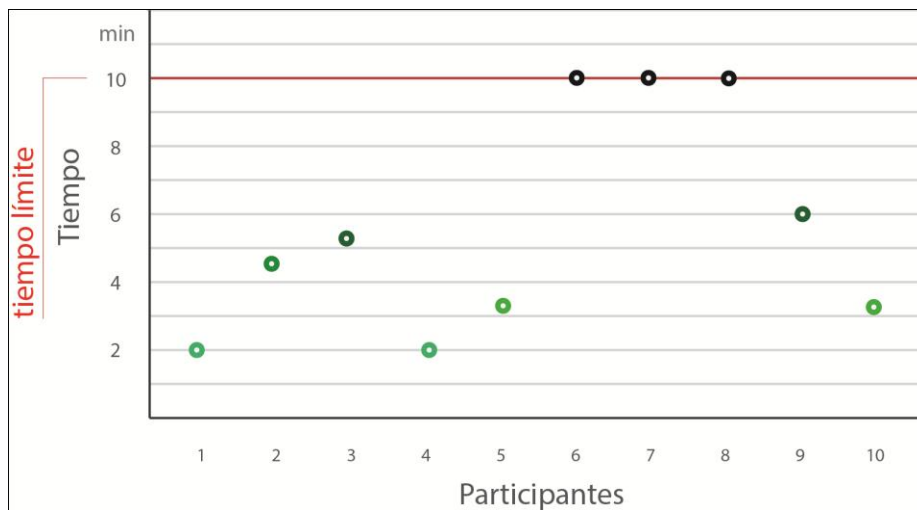
6.2.2.3 Manual de ensamble

Figura 90. Prueba de validación Sistema Integrado DARS.



En la prueba de uso con manual de ensamble los 7 participantes de esta prueba completaron satisfactoriamente la tarea, de estos, tan solo 1 participante requirió de ayuda adicional (Se le realizaban preguntas a una participante para que ella misma asociara sus respuestas a las formas de las piezas del sistema) debido a una disminución de la capacidad visual.

Figura 91. Tiempos de ensamble con manual.



Los participantes en esta prueba tuvieron un tiempo de finalización de la tarea promedio de 4':15". De este modo se puede concluir que el manual de ensamble cuenta con las instrucciones necesarias para llevar a cabo el ensamblado del sistema.

6.2.3 Conclusión test de usuario

La prueba nos permitió detectar las áreas del sistema donde se deben introducir elementos de comunicación que faciliten la interpretación del modo de ensamble y permita disminuir el tiempo promedio obtenido. A pesar que la prueba se realizó con un simulador construido en madera, con escasos detalles, el sistema tuvo un rendimiento positivo con relación a la asociación de formas. Se comprobó que el manual de instrucciones es claro, sin embargo se observó que requería de algunas señales que permitirían una rápida asociación de las piezas del sistema.

El promedio de tiempo obtenido se encuentra dentro del margen establecido para el ensamblado descrito en las especificaciones del producto, luego se da cumplimiento a este parámetro.

Al compactar las botellas plásticas se incrementó la densidad de los residuos sólidos que se generan en una VIS a $108,48 \text{ kg/m}^3$, equivalentes a un 20% del valor inicial. Esta reducción en el espacio necesario para almacenar los R.S no solo beneficia a los habitantes de la vivienda, también incide en la disminución de la problemática de espacio para la disposición de los R.S urbanos en rellenos sanitarios. De este modo se da cumplimiento al objetivo general del proyecto.

6.3 EVALUACIÓN DARS

A lo largo del desarrollo del producto se realizaron pruebas con usuarios para determinar los componentes del sistema y verificar la eficacia de estos. Esta

evaluación permitió analizar la interacción entre los componentes del sistema, la interacción entre el sistema y el usuario, y la opinión de estos sobre la apariencia física del producto.

A través de la prueba se logró definir si los usuarios pueden aprender y recordar como interactuar con el producto, la facilidad con que un usuario puede realizar una tarea utilizando el mismo, y conocer el grado de satisfacción del usuario al interactuar directamente con el sistema, estableciendo que estos son atributos de calidad de diseño.

Objetivos

- Realizar una prueba con usuarios para evaluar la facilidad de uso del producto.
- Realizar una prueba de uso para evaluar la facilidad de aprendizaje del producto.
- Realizar una encuesta que permita valorar la apreciación del usuario sobre el sistema integrado DARS.

6.3.1 Descripción de la prueba.

En una habitación cada participante recibió instrucciones de ensamble, compactación y acoplamiento de bolsa plástica, a través de una demostración realizada por el moderador en un tiempo aproximado de 2 minutos, posteriormente se le pidió al participante que realizara la tarea (imitar demostración del moderador). En el transcurso de la demostración se hizo una socialización del producto, donde se explicó las funciones que presta y el contexto de uso.

La prueba de uso final se llevó a cabo con 10 participantes, con características de escolaridad y ocupación laboral similar a los usuarios finales, de un rango de edades entre los 25 años y los 60 años.

Se realizó una prueba con un prospecto de usuario (no usuario directo, ni indirecto) con el fin de mejorar la interacción usuario-producto y moderador-usuario, de modo que permitió un aprovechamiento máximo de los recursos en la evaluación.

En la prueba se evaluó el tiempo que le tomó a cada participante completar las siguientes fases:

1. Ensamblar la estructura principal sin compactador (11 piezas).
2. Ensamblar el compactador (3 piezas).
3. Acoplar el compactador.
4. Acoplar bolsa plástica.
5. Compactar botella plástica 600 [mm].
6. Almacenar bolsa plástica.

Para concluir se realizó una socialización donde se aplicó una encuesta con el fin de conocer la apreciación de los participantes sobre producto y el nivel de satisfacción en la experiencia de uso.

Tarea:

Ensamblar el sistema de adecuación y almacenamiento, colocar bolsa plástica, compactar botella plástica y depositar en el contenedor.

Utensilios

Modelo funcional, cámara de video, formato recolección datos, formato de encuesta, lápiz, hoja.

Lista de piezas

1. Escurreidor con rejilla
2. Carcasa
3. Base plásticos
4. Contenedor plástico
5. Tapa contenedor plástico
6. Sujeta bolsa plásticos
7. Base contenedor papel
8. Contenedor papel
9. Tapa contenedor papel
10. Sujeta bolsa papel
11. Tubo 1
12. Tubo 2
13. Tubo 3
14. Tapa

6.3.2 Resultados

La prueba con el usuario prospecto nos permitió detectar que la base del contenedor de plásticos y la base del contenedor de papel requerían de una modificación geométrica para corregir un ángulo que se formaban entre estas al entrar en interacción con el usuario.

Facilidad de uso

La prueba fue una herramienta imprescindible para detectar algunas fallas de usabilidad en el diseño, enfocando la atención en los errores que fueron constantes en los participantes y destacando aciertos del producto.

Los 10 participantes lograron ensamblar la estructura principal (11 piezas), sin embargo el sistema de ensamble del compactador (3 piezas) es confuso para los usuarios y tan solo 2 de 10 lograron ensamblarlo correctamente. El acoplamiento

del compactador al sistema fue realizado por 7 de 10, logrando realizar posteriormente la compactación de la botella plástica en un promedio de 30 [s].

Figura 92. Esquema error de acople bases.

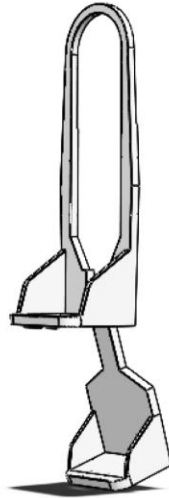
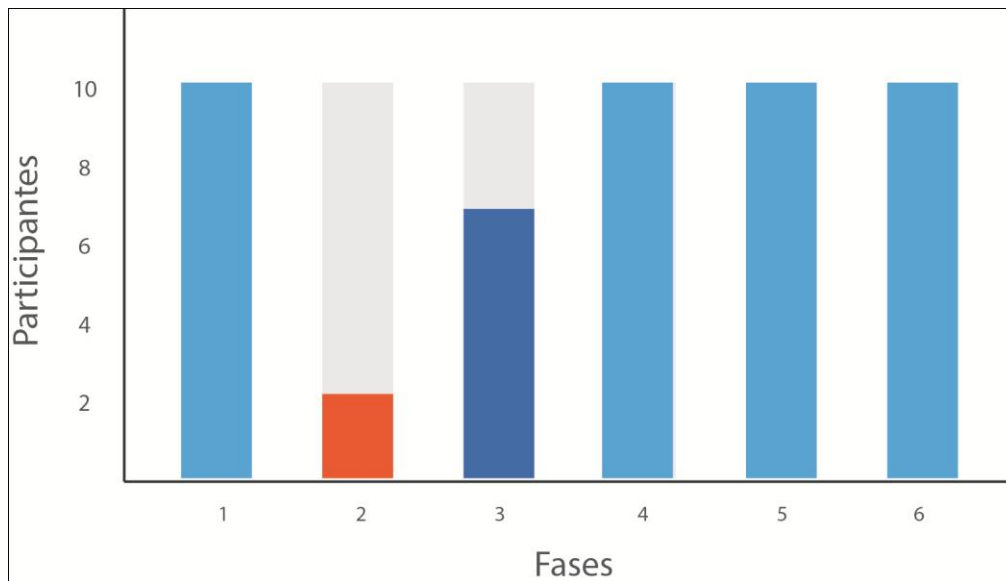


Figura 93. Relación de usuarios que completaron la fase en la prueba de uso.



A priori se cree que existe una relación geométrica entre la manija de los contenedores y el alto relieve de las tapas, ya que fue repetitivo ver que los participantes intentaban acomodar la tapa basados en la proximidad de estas secciones.

Figura 94. Asociación incorrecta.

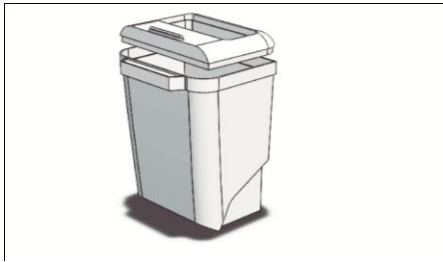
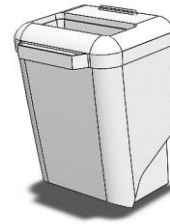


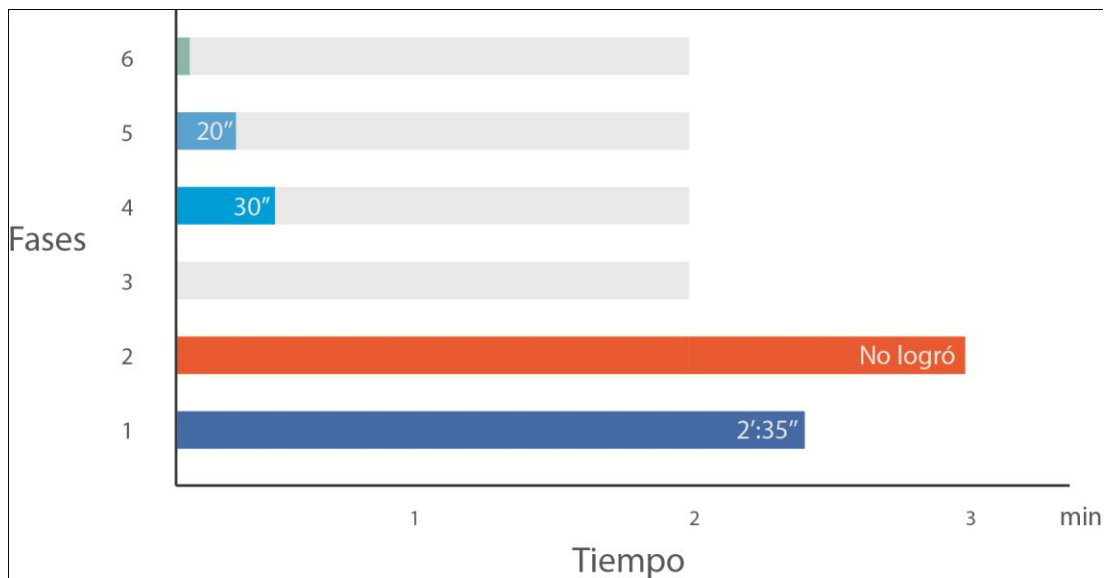
Figura 95. Acople correcto.



Los aspectos positivos que se destacan son, por un lado, el sistema de acople de las bolsas plásticas al contenedor es fácil de usar, dado que los 10 participantes lograron cumplir con esta tarea en un promedio de 20 [s]. Del mismo modo las dimensiones propuestas en la etapa de diseño de detalle para las bocas de acceso de las tapas son adecuadas, ya que no se evidencio en ningún momento que fuera inconveniente para los usuarios.

Otro de los comportamientos constantes en los participantes fue la no utilización correcta de las asas del compactador. Los participantes hicieron la compactación ejerciendo la fuerza sobre los extremos de la tapa, utilizando incorrectamente las asas.

Figura 96. Tiempo promedio en completar las fases de la tarea.



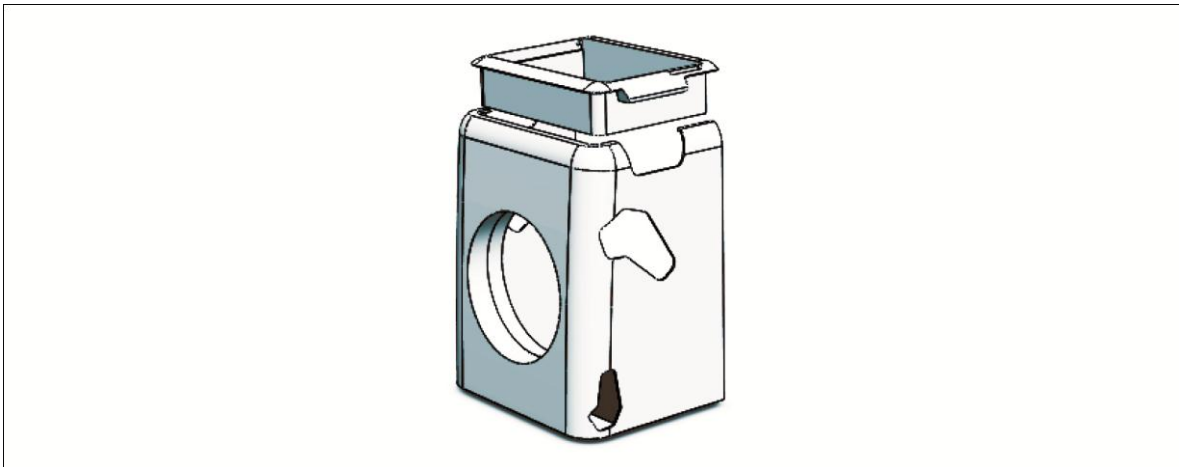
Facilidad de aprendizaje

Basados únicamente en la explicación inicial, 10 de 10 participantes lograron ensamblar con éxito el sistema de contenedores y escurridor (estructura básica de 11 piezas), asociaban rápidamente las geometrías de las piezas para lograr el acople deseado, evidenciando el acierto del diseño de la arquitectura del sistema.

Los participantes completaron esta fase en un tiempo promedio de 2': 35'', con un tiempo mínimo de 54 [s] y un máximo de 5':37''.

El compactador por otro lado presentó dificultad, donde 8 de 10 participantes no lograban asociar el funcionamiento y la orientación de las piezas, gastando más de 3 minutos en intentar sin éxito el cumplimiento de este paso. Este subsistema requiere atención ya que no es sencillo recordar la posición correcta de los componentes.

Figura 97. Acople carcaza y contenedor escurridor.



Del total de 14 piezas dispuestas para la prueba de uso, 8 de 10 participantes encontraron dificultad en la asociación de 3, lo cual nos permite establecer que el 78% del sistema se puede aprender y recordar como interactuar en los usos sucesivos.

Figura 98. Participantes prueba de uso, evaluación DARS.



Encuesta

- A la **pregunta 1** sobre el esfuerzo requerido para realizar la compactación de la botella plástica, se obtuvo una puntuación promedio de **1.8**, lo cual se aproxima al enunciado:

“Poco esfuerzo”

- A la **pregunta 2** sobre el esfuerzo requerido para colocar la bolsa plástica, los participantes puntuaron (en promedio) el esfuerzo de esta tarea en **1.2**, lo cual se aproxima al enunciado:

“mínimo esfuerzo”

- A la **pregunta 3** sobre la dificultad para almacenar la botella plástica, los participantes la consideraron (en promedio) en un nivel de **1.7** en la escala de 1 a 5, lo cual se aproxima al enunciado:

“Poco esfuerzo”

- A la **pregunta 4** sobre la dificultad para ensamblar el sistema de adecuación y almacenamiento (sin compactador), la puntuación promedio dada por los participantes fue de **2**:

“Poca dificultad”

- A la **pregunta 5** sobre la dificultad para ensamblar el compactador, los participantes la consideraron en un nivel de 4.2 en la escala de 1 a 5, lo cual se aproxima a:

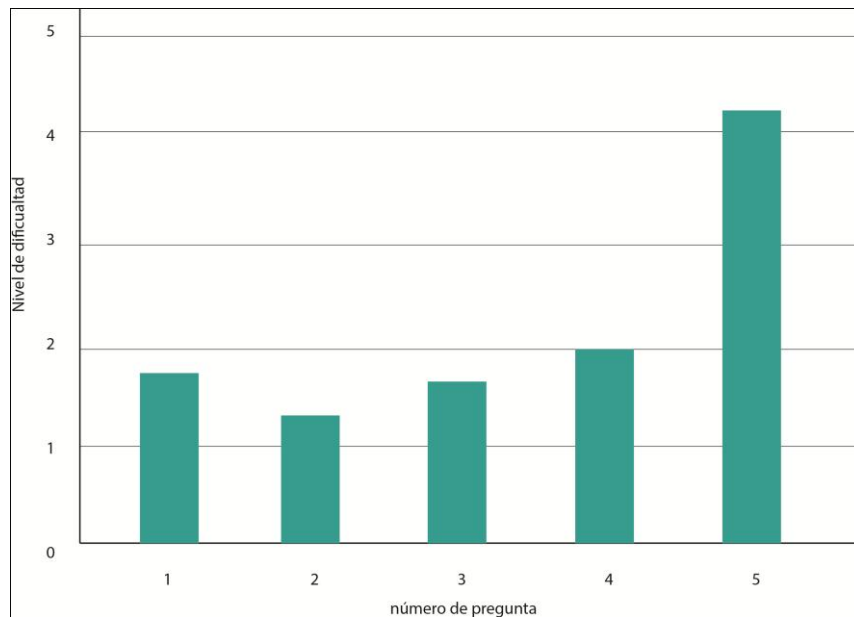
“mucho dificultad”

- A la **pregunta 6** sobre la apariencia del sistema, los participantes seleccionaron la opción **4** en promedio:

“Agradable”

7 de 10 participantes cambiarían el color, donde propusieron desde colores negros para los contenedores hasta rosados. De igual modo, 5 usuarios expresaron que el espacio que ocupa es adecuado para sus viviendas, mientras que los otros 5 creen que es pequeño y no alcanzaría para el almacenamiento total de sus residuos reciclables.

Figura 99. Resultados encuesta evaluación DARS/ apreciación.



6.3.3 Conclusión de la prueba

Al realizar una prueba piloto es posible detectar fallas y corregirlas antes de iniciar la prueba, que de lo contrario podría ser muy difícil ajustar las fallas una vez iniciada la actividad.

El sistema se diseñó con mecanismos y acoples sencillos, siendo la asociación de formas la principal guía para intuir el método de estructuración y funcionamiento del producto. Basados en los resultados de la prueba, donde 8 de 10 usuarios pueden recordar con facilidad el 78% de la secuencia de acople del sistema, en un tiempo promedio de 2 minutos y 35 segundos, es posible considerar el cumplimiento del requerimiento de uso que indica que este proceso se debe realizar en el menor tiempo posible.

Los participantes expresaron la dificultad de acoplar los 3 cilindros del sistema telescópico incluso al observar la demostración, lo cual refleja un error en el diseño del subsistema, ya que carece de un lenguaje de fácil interpretación. El manual de instrucciones es elemental para llevar a cabo esta tarea, sin dejar de lado un rediseño de las piezas, incorporando signos que faciliten la generación del esquema mental del usuario.

La compactación es una actividad sencilla, que con el “mínimo esfuerzo” (consideran los participantes) se logra compactar en un tiempo promedio de 20 segundos una botella plástica, sin embargo este atributo contrasta con la “mucha dificultad” para ensamblar el sistema de compactación, que tan solo lo lograron 2 participantes. El producto fue considerado útil y práctico por los participantes, entendiendo la utilidad como el provecho, beneficio e interés que produce su uso (Hassan-Montero, Ortega Santamaria, 2009) gracias a que cumple con funciones sencillas con poco esfuerzo.

7 CONCLUSIONES

En el trabajo de campo se identificaron las necesidades y expectativas de los habitantes de las VIS con relación al manejo de residuos sólidos reciclables, se detectaron hábitos de consumo a través de entrevistas tales como el reenvase de aceites y desinfectantes, la alta generación de bolsas plásticas de 3, 5 y 10 [kg] y la baja generación de vidrio. Por otro lado se visitó una planta receptora de residuos sólidos reciclables, donde se clasifica manualmente los residuos basados en las propiedades físicas del material, el estado físico del mismo e incluso el color (para el caso de las botellas y los plásticos). Asegura la funcionaria a cargo, que el 57% de los materiales que ingresan a la planta no continúan en el ciclo de reciclaje por sus condiciones físicas. Finalmente se recibió una lista de recomendaciones para adecuar los desechos en la fuente, tales como entregar los residuos sólidos reciclables secos, libres de grasa, de tierra y de residuos orgánicos.

La conceptualización del compactador manual DARS surge de la adaptación de un sistema de compactación existente de características similares (ver anexo D). Este sistema de cilindros que en estado de reposo tienen una longitud de 20 cm, puede extenderse a 46 cm, gracias a su diseño telescópico, de modo que para reducir el volumen de botella plástica se acomoda dentro de los cilindros y se aplica poca fuerza sobre la tapa (ver título 6.3), reduciendo la longitud del compactador con lo cual se expulsa el aire dentro de la botella plástica.

Las VIS multifamiliares fueron escogidas para el análisis del espacio de uso debido a que los proyectos que se desarrollarán en los próximos años son edificaciones de esta tipología. Adicional a esto, dado que estas viviendas son las tipología de menor tamaño (cuentan con un área de 5.32 m² destinada para cocina y área de labores) el análisis de esta permitirá la aplicación del sistema en otros tipos de VIS. El área de trabajo para desarrollar el Sistema DARS es de 30 [cm] de ancho, 18 [cm] de

profundo y 220 [cm] de alto, basados en el espacio requerido por los usuarios para desempeñar las tareas domésticas en la cocina. La base del sistema DARS se fija a la pared por la sujeción de 4 tornillos y sobre esta se acopla la estructura, la cual puede ensamblarse y desensamblarse en menos de 2.5 minutos.

El producto cuenta con un sistema de ensamble sencillo, sus componentes se relacionan geoméricamente, lo cual permite al usuario recordar hasta un 78 % de la secuencia de ensamblado. La secuencia de acoplamiento de la bolsa plástica al compactador es fácil de recordar y requiere de un mínimo esfuerzo, lo que permite realizar esta actividad en un promedio de 30 segundos. De igual modo el mecanismo de compactación manual aplicado al sistema requiere de poco esfuerzo de los usuarios, lo que permite compactar una botella plástica en un promedio de 20 segundos, sin embargo este resultado contrasta con la dificultad de ensamblar las piezas del sistema de compactación, ya que la prueba con usuarios demostró que tan solo el 20% de los participantes lograron el objetivo, por lo cual se requiere profundizar en el diseño de este subsistema. Estos datos fueron obtenidos de la evaluación de 3 pilares de usabilidad (facilidad de uso, facilidad de aprendizaje y percepción).

El manejo de los residuos sólidos reciclables en una VIS consiste en acumular bolsas plásticas para reúso en distintos puntos de la vivienda y almacenar botellas plásticas en una bolsa plástica que generalmente mantienen sujeta a más de 1.5 metros del suelo en ventanas y puntillas. El Sistema Integrado DARS cuenta con dos contenedores para clasificar los materiales, un escurridor para el secado de materiales que requieren lavado previo al desecho, un compactador de botellas plásticas y dos unidades de almacenamiento de bolsas plásticas. De este modo el sistema no solo permite ordenar los residuos sólidos reciclables dentro de la vivienda, si no disminuir el volumen de estos a través de la compactación de las

botellas plásticas, lo cual fue comprobado en un test aplicado a los usuarios donde basados en los datos de volumen obtenidos en la caracterización de residuos sólidos (ver anexo C) se logró aumentar un 20% la densidad de los residuos sólidos inorgánicos (ver 6.2.2.1), no peligrosos acumulados por una semana en una VIS. Estas adecuaciones previas al desecho de los materiales no benefician únicamente a los habitantes de las VIS, por un lado aumenta la probabilidad que los desechos continúen en el ciclo del reciclaje hasta convertirse en materia prima y en caso contrario incidir en la disminución del área de los rellenos sanitarios a cielo abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcadía de Bucaramanga. (2013). *mapas comunas Bucaramanga*. Obtenido de <http://www.bucaramanga.gov.co/Contenido.aspx?Param=10>
- Alcaldía de Bogotá. (2004). *Consulta de la norma*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14128>
- Andrés Felipe Sáenz Gómez. (2005). *Hábitos De Consumo De Las Familias En Bucaramanga En Diferentes Estratos*.
- Budget Plastic NZ Ltd. (2011). *Budget Plastic NZ*. Obtenido de <http://www.budgetplastics.co.nz/>
- CAMACOL. (2012). *Informe Económico N°38 junio de 2012*. Obtenido de Cámara Colombiana de la Construcción.
- colombia. (s.f.). *constitucion*.
- Díaz, & Ortiz. (2005). *La Entrevista Cualitativa*.
- EL TIEMPO Casa editorial. (2013). *BOGOTANOS DEBERÁN APRENDER A SEPARAR BASURA EN BOLSAS BLANCAS Y NEGRAS*. Obtenido de <http://diarioadn.co/bogot%C3%A1/mi-ciudad/reciclaje-desde-las-casas-en-bogot%C3%A1-1.37269>
- EMAB. (2010). *Caracterizacion de los residuos solidos del municipio de Bucaramanga, depositados en el sitio de disposiciòn final "el carrasco"*.
- Gallardo, Prades, Poveda, Colomer. (2012). *Separate Collection Systems for Urban Waste (UW)*. Obtenido de [/www.intechopen.com/books/management-of-organic-waste/separatecollection-systems-for-urban-waste](http://www.intechopen.com/books/management-of-organic-waste/separatecollection-systems-for-urban-waste)
- Hassan Montero, Y. y. (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. Obtenido de <http://www.apei.es/wp-content/uploads/2013/11/InformeAPEIUsabilidad.pdf>
- Houska, C. (s.f.). *Ventaja ecológica del acero inoxidable*.
- ICONTEC. (1998). *GTC 24 (primera actualizacion): 1998, Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guia para la separación en la fuente*.
- ICONTEC. (2013). *Guía Para La Implementación De La Gestión Integral De Residuos –GIR–*.

Inmobiliaria Marvilla. (2008). *Vivienda de Interés Social en Colombia*. Obtenido de Inmobiliaria Marvilla: http://www.inmobiliariamarvilla.com/marvilla/index.php?option=com_content&view=article&id=67

MARADEI, ESPINEL. (2008). *Datos Antropometricos para el Diseño*. Universidad Industrial de Santander.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2008). *COMISIÓN DE REGULACIÓN DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Reglamento Técnico Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. Sección II. Título F. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Des.*

Ministerio de Ambiente, V. y. (2011). *Decreto 3571, 27 de septiembre de 2011*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/NormativaInstitucional/3571%20-%202011.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Construcción De Criterios Técnicos Para El Aprovechamiento Y Valorización De Residuos Sólidos Orgánicos Con Alta Tasa De Biodegradación, Plásticos, Vidrio, Papel Y Cartón*.

Ministerio de Vivienda. (2014). *100.000 Mil Viviendas-Proyectos*. Obtenido de <http://www.100milviviendasgratis.gov.co/publico/Default.aspx>

Ministerio de Vivienda, C. y. (2014). *Portal Minvivienda Política VIS y VIP*. Obtenido de Minvivienda: <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip/pol%C3%ADtica-vis-y-vip>

Noehammer, H.C., & Byer, P.H. . (1997). Effect of design variables on participation in residential curbside recycling programs, *Waste Management and Research*, . En *Vol. 15, No. 4*. (págs. pp. 407-427).

Presidencia de la Republica. (14 de Junio de 2013). *Todo lo que debes saber sobre el proyecto de viviendas gratis*. Obtenido de <http://www.urnadecristal.gov.co/gestion-gobierno/proyecto-vivienda-gratis-colombia>

Pugh, S. (February 1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. . (1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Addison-Wesley. Addison-Wesley.

- Pugh., H. &. (1990). *Successful Product Design: What to Do and when*.
- RODRÍGUEZ, GIL, GARCÍA. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*.
Obtenido de psicología y sociología:
https://psicologiaysociologia.files.wordpress.com/2013/03/rodricc81guez-gil-y-garccc81a-1996_-estudio-de-casos.pdf
- ROSELL, S. C. (2010). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Obtenido de
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/9055/Presupuesto.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- TERRITORIAL, M. D. (2008). *COMISIÓN DE REGULACIÓN DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, Reglamento Técnico Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS. Sección II. Título F. .*
- Ulrich, K. T., & Muñoz, J. H. R. (2009). *Diseño y desarrollo de productos*. Mc Graw Hill.
- Vanguardia Liberal. (31 de Diciembre de 2013). *Alcalde y constructores visitaron el Sector 7 de Ciudadela Nuevo Girón*. Obtenido de
<http://www.vanguardia.com/santander/area-metropolitana/240295-alcalde-y-constructores-visitaron-el-sector-7-de-ciudadela-nuevo>
- Vanguardia Liberal. (2013). *Centros de acopio están en su límite de capacidad*.
Obtenido de <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/216199-centros-de-acopio-estan-en-su-limite-de-capacidad>
- Vanguardia Liberal. (15 de Marzo de 2013). *Se entregarán 810 viviendas gratis en La Inmaculada*. Obtenido de
<http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/200123-se-entregaran-810-viviendas-gratis-en-la-inmaculada>
- Vanguardia Liberal. (19 de Enero de 2014). *Avanza proyecto de vivienda gratis Campo Madrid en Bucaramanga*. Obtenido de
<http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/242684-ya-estan-fundidos-96-apartamentos-en-campo-madrid>
- Wong, W. (1982). *Fundamentos Del Diseño Bi y Tridimensional*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.

ANEXOS

Anexo A. Formatos de encuesta

Formato de encuesta EVALUACIÓN DARS



Nombre del participante:

Agradecemos el tiempo que nos brinda para participar en esta prueba de uso. Es de suma importancia para nosotros recibir su opinión sobre el uso del sistema de adecuación y almacenamiento de material reciclable que el equipo de diseño ha presentado, para lo cual requerimos completar la siguiente encuesta.

1. Por favor especifique el nivel de **esfuerzo que requirió** para realizar la compactación de la botella plástica, marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es poco esfuerzo y 5 es excesivo:

mínimo [1] – poco [2] –moderado [3] –mucho [4] – excesivo [5] (esfuerzo)

2. Por favor especifique el nivel de **dificultad** para colocar la bolsa plástica, marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es la dificultad mínima y 5 es de excesiva dificultad:

mínima [1] – poca [2] –moderada [3] –mucho [4] – excesiva [5] (dificultad)

3. Por favor especifique el nivel de **dificultad** para almacenar la botella plástica compactada, marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es la dificultad mínima y 5 es de excesiva dificultad:

mínima [1] – poca [2] –moderada [3] –mucha [4] – excesiva [5] (dificultad)

4. Por favor especifique el nivel de **dificultad** ensamblar el sistema de adecuación y almacenamiento, marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es la dificultad mínima y 5 es de excesiva dificultad:

mínima [1] – poca [2] –moderada [3] –mucha [4] – excesiva [5] (dificultad)

5. Por favor especifique el nivel de **dificultad** ensamblar el compactador, marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es la dificultad mínima y 5 es de excesiva dificultad:

mínima [1] – poca [2] –moderada [3] –mucha [4] – excesiva [5] (dificultad)

6. Por favor especifique en la escala de 1 a 5 la apariencia del sistema , marcando con una “X” en la escala que se muestra en la figura, donde 1 es muy desagradable y 5 es muy agradable:

muy desagradable [1] –desagradable [2] –indiferente[3] – agradable[4] –muy agradable[5]

Formato de encuesta ENTREVISTA PILOTO



Fecha:

Lugar y tipo de vivienda:

Nombre del usuario:

Entrevistadores:

Dirección y teléfono:

Somos estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en este momento estamos trabajando en un proyecto para reducir el consumo eléctrico generado por la iluminación en las viviendas de interés social. Es por ello que nos dirigimos a usted para solicitar la colaboración con esta entrevista.

1. ¿Actualmente reciclan en su vivienda?
SÍ___ NO___

2. ¿Qué opinión tiene del sistema reciclaje actual implementado por la alcaldía?

3. ¿En qué área de su vivienda desechan los residuos sólidos?

4. ¿Cuántos contenedores utilizan para los desechos generados en su vivienda?

5. ¿Limpian las bolsas o compactan plásticos antes de desecharlos?

6. ¿Permitiría usted que se realizara un análisis de los porcentajes de materiales que se desechan en su vivienda?
SÍ___ NO___

Formato de encuesta USUARIO DIRECTO



Fecha:

Lugar y tipo de vivienda:

Nombre del usuario:

Entrevistadores:

Dirección y teléfono:

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en este momento estoy trabajando en un proyecto para aumentar la densidad de material apto para reciclaje generado en viviendas de interés social. Es por ello que nos dirigimos a usted para solicitar la colaboración con esta entrevista.

1. ¿Cuántas personas habitan actualmente la vivienda?
niños_____ adolescentes_____ adultos_____ adultos mayores_____

2. ¿Qué opinión tiene del sistema reciclaje actual implementado por la alcaldía?

3. ¿Actualmente reciclan en su vivienda?

SI___ NO___

4. ¿Qué tipo de contenedor utilizan para depositar los desechos generados en su vivienda?

5. ¿En cuál lugar de su vivienda ubica la(s) caneca(s) o contenedor(es) de los desechos generados en su vivienda?

6. ¿Reciben los niños información sobre como adecuar correctamente (lavado, secado, prensado, separación de etiquetas) en el colegio?

SI___ NO___

7. ¿Ha recibido usted alguna capacitación sobre como adecuar y separar los residuos sólidos generados en su vivienda?

SI___ NO___

8. ¿Qué condición lo motiva o desmotiva a realizar una adecuación primaria (lavado, escurrido, secado) de los residuos generados en su vivienda?

9. ¿Considera que cuenta con los elementos mínimos y el espacio en su hogar para la adecuación de los residuos generados en su vivienda?

10. ¿Cómo cree usted que podría facilitarse el proceso de adecuación (lavado, escurrido, secado) de los residuos sólidos generados en su vivienda?

Formato de encuesta USUARIO INDIRECTO



Fecha:

Lugar y tipo de vivienda:

Nombre del usuario:

Entrevistadores:

Dirección y teléfono:

Soy estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en este momento estoy trabajando en un proyecto para aumentar la densidad de material apto para reciclaje generado en viviendas de interés social. Es por ello que nos dirigimos a usted para solicitar la colaboración con esta entrevista.

1. ¿cuáles son los requisitos para aceptar un material en el depósito?

2. ¿Son aprovechables todos los materiales que ingresan al depósito?

SI___ NO___

3. ¿Qué porcentaje del material que ingresa al depósito es aprovechable para continuar en la cadena de reciclaje?

_____%

4. ¿De los materiales que ingresan al depósito, cuáles son las razones por lo cual un material no puede continuar en la cadena de reciclaje?

5. ¿Cuál es el método de clasificación de los materiales que ingresan al depósito?

6. Cual proceso y que maquinas utilizan para la adecuación de los siguientes materiales:

- botellas PET

- bolsas plásticas

- papel

- cartón

- vidrio

- metal

7. ¿Desde su punto de vista, que inconvenientes observan del sistema actual de recogida de residuos sólidos? ¿consideran que es el adecuado, o proponen otro tipo de clasificación?

8. A los siguientes materiales, cuál debe ser la adecuación que se le realice en los hogares que permita optimizar los procesos realizados en los depósitos:

- botellas plásticas con agua

- botellas plásticas con gaseosa o jugos

- botellas de aceite

- bolsas

- vidrio

- metal

- cartón

- textiles

- bolsas de leche

- cajas de cigarrillos

- papel

Cuales papeles sirven y cuáles no?

Anexo B. Tabla Antropométrica: Región Nororiental Colombiana

“Datos Antropométricos para el Diseño” de la Región Nororiental Colombiana
(MARADEI, ESPINEL, 2008).

Datos Antropométricos	HOMBRE		MUJER	
	Percentil 50	Desviación estándar	Percentil 50	Desviación estándar
Estatura	172,6	7,1	158,7	4,6
Altura de ojos	162,3	7,1	149,5	5,7
Altura hombro	144,3	6,5	131,8	3,9
Altura codo	110,3	5,4	102	3,2
Altura codo flexionado 90°	106,6	5,4	98,9	3,4
Anchura máxima del cuerpo	46,5	2,8	42,4	4,9
Profundidad tórax	22	5,3	21,3	4,7
Alcance brazo frontal	76,7	3,6	69,2	3,5
Anchura palma de la mano	8,7	0,5	7,6	0,5
Longitud de la mano	18,4	0,8	16,4	1,9
Longitud palma de la mano	10,3	0,6	9,8	2
Anchura de la mano	9,9	0,4	8,8	0,4
Espesor de la mano	2,9	0,3	2,4	0,2

Anexo C.

CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL DEL NORTE DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.

INTRODUCCION

Conocer los tipos de residuos sólidos que se generan en una vivienda de interés social es un parámetro esencial para tomar decisiones en el desarrollo de un proyecto que conlleve a la optimización y aprovechamiento de estos.

Esta actividad entrega como resultado un análisis de los residuos sólidos domésticos generados en la VIS, a través del método de cuarteo, con lo que se determina la cantidad y las características de dichos residuos a partir de un muestreo aleatorio.

El objetivo de este trabajo es determinar la densidad de los residuos sólidos domiciliarios, con lo que se fundamentan las conclusiones y adecuaciones para establecer las alternativas de solución al SISTEMA INTEGRADO DE DISPOSICION Y ADECUACION DE RESIDUOS SOLIDOS EN LAS VIS.

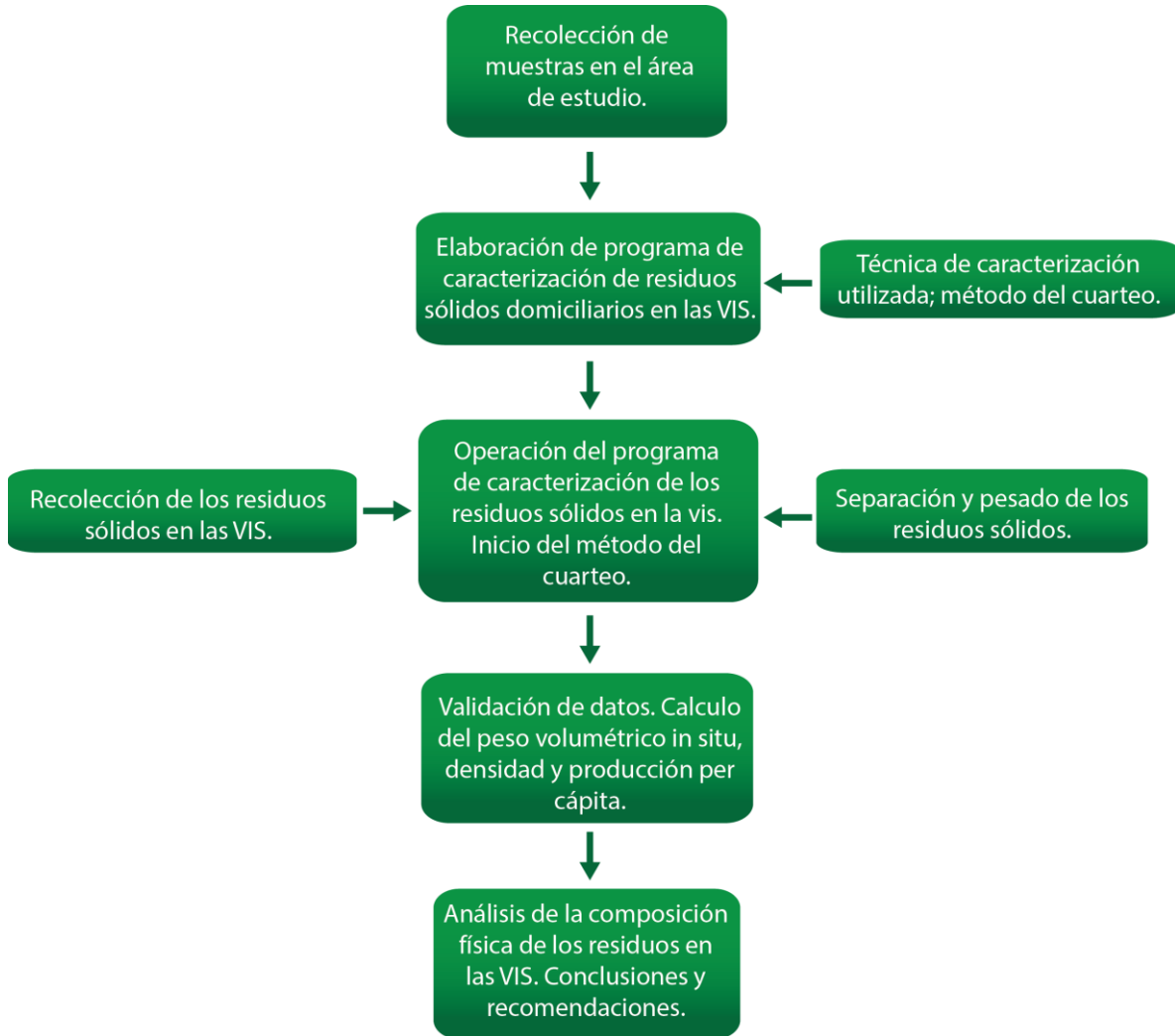
OBJETIVO GENERAL

Generar información cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos domiciliarios en viviendas de interés social del municipio de Bucaramanga, a través de una caracterización basado en el método de cuarteo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Clasificar los residuos sólidos no orgánicos, no peligrosos generados en una vivienda de interés social.
2. Determinar la densidad de los residuos sólidos generados en una vivienda de interés social.
3. Generar una fuente de información que permita tomar decisiones en la generación de alternativas para un sistema de disposición y adecuación de residuos sólidos en una vivienda de interés social.
4. Conocer las características de los residuos generados en las viviendas de interés social.

ESQUEMA DE LA METODOLOGIA



Fuente: (EMAB, 2010).

METODOLOGIA DE LA RECOLECCION

La recolección se llevó a cabo en tres días diferentes, con el fin de obtener una muestra real de los de residuos sólidos en las VIS. Dicha actividad se llevó acabo de la siguiente manera:

El primer día se realizó un acercamiento a la comunidad, donde se explicaba la actividad y se entregaba una bolsa en cada vivienda donde debían depositar toda clase de residuos reciclables, sin discriminar las características físicas de estos.

Tres días después se realizó la primera recolección. 24 viviendas, entre multifamiliares y progresivas colaboraron en la actividad. Esta primera muestra fue desechada, ya que no brindaba información confiable debido a que intentarían deshacerse de residuo los sólidos que podrían haber permanecido por largo tiempo dentro de la vivienda. Se entregó una nueva bolsa para que continuaran depositando allí las muestras. Posteriormente se realizaron dos nuevas visitas con intervalos de 3 días donde se recogían las muestras y se transportaban hasta el área donde se llevó a cabo el cuarteo.



OPERACIÓN DE CUARTEO

Se depositarán en el área de cuarteo las muestras correspondientes; se mezclará perfectamente tratando de homogenizar las muestras, dispersándose en toda el área. El total de material de las muestras se dividió en cuatro partes iguales, denominadas sectores A, B, C y D.

Se seleccionarán los sectores A y C o B y D, utilizando lo restante para la determinación del peso volumétrico; con lo que queda se realiza la homogenización y se repetirá el cuarteo una vez más.





PESO VOLUMETRICO "IN SITU"

Se utiliza un recipiente con un volumen de 0,022m³, el cual se pesa sin contener nada en su interior, tomando este dato como *tara del recipiente*.



Luego de homogenizar los residuos se toman los sectores A y C o B y D del cuarteo, depositándolos en el interior del recipiente sin presionar los desechos, para no alterar la densidad que se obtendría.



El peso de los desechos se obtendrá por la diferencia entre la tara y el peso del recipiente contenido; calculándose el peso volumétrico “in situ” de los residuos.



CUANTIFICACION DE LOS SUBPRODUCTOS

Posteriormente se realiza la separación de los subproductos, organizándolos en cuatro grupos:

- Papel y cartón
- Bolsas plásticas
- Plásticos
- Metales, vidrio, madera, tetrapack y otros.



Peso en Kg del papel.



Peso en Kg bolsas plásticas.



Peso en Kg botellas plásticas.



Peso en Kg vidrio.



Peso en Kg tetra-pack.



Peso en Kg metales.



Peso en kg madera.

CALCULO DE DENSIDAD

Los residuos ya pesados fueron colocados en el recipiente (de dimensiones conocidas) y se mide la altura del cilindro, donde llega la basura. Se pesa el recipiente y por diferencia se obtiene el peso de la basura. Con estos datos se calcula el volumen de la basura.

Volumen del cilindro= 0,022167 m³

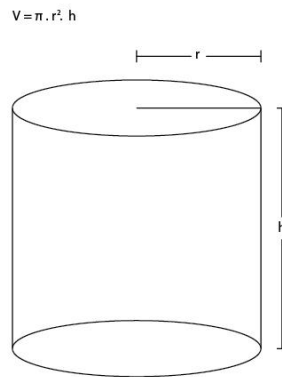
Tara=0,75 Kg

Peso de los residuos:

Sector A = 1,82kg – Tara = 1,07kg

Sector D = 1,98kg – Tara = 1,23 kg

Total peso AD = 2,30 kg



PESO INICIAL AD		2,3 KG
	KG/RESIDUO	%
Papel y cartón	0,75	32,6
Bolsas plásticas	0,25	10,87
Botellas plásticas	0,74	32,2
Vidrio	0,17	7,4
Tetra pack	0,07	3
Metal	0,08	3,5
Madera	0,06	2,6
Otros	0,18	7,8

Para obtener la densidad de los residuos se divide el peso de estos entre el volumen que ocupa en el recipiente.

CALCULO DE DENSIDAD		
	VOLUMEN	DENSIDAD
papel y cartón	0.0178 m ³	42,134 kg/m ³
bolsas plásticas	0,0166 m ³	15,06 Kg/m ³
botellas plásticas	0,0289 m ³	25,605 kg/m ³
vidrio	0,00009 m ³	1888,8 kg/m ³
tetra pack	0,0014 m ³	50 kg/m ³
metal	0,0004 m ³	200 kg/m ³
madera	0.0001 m ³	1800 kg/m ³
otros	despreciable	

CONCLUSION

La caracterización a través del método de cuarteo sirvió como herramienta de aproximación a la generación de los residuos sólidos en las viviendas de interés social en el transcurso de una semana, datos que nos permiten tomar decisiones para la proyección y el diseño de sistemas que contribuyan a mejorar el manejo y la disposición de los residuos sólidos en este sector de la población.

Este análisis nos muestra las tendencias de consumo en una VIS, identificando los porcentajes con relación al volumen de los diferentes residuos que se generan en este sector de la población, siendo en general el plástico el material más desechado, seguido por el papel y el cartón y los menos generados son el vidrio, el metal, la madera, el tetrapack, entre otros.

Los plásticos que fueron desechados se subdividieron en: botellas plásticas, bolsas plásticas y otros. Estas agrupaciones se contemplaron por las proporciones de volumen de cada una, siendo sin duda las botellas plásticas las que más espacio ocupaban. De igual manera se identificó que un gran porcentaje de las bolsas plásticas presentaban condiciones adecuadas para el re uso.

Anexo D. Estado del arte compactadores.

METOGLIC



METOGLIC es un compactador de botellas plásticas diseñado para el uso doméstico.

Este sistema de compactación manual cuenta con dos tubos plásticos. El tubo base cuenta con una profundidad interna de 3 cm, que contrasta con su longitud total de 27cm, de este modo la botella plástica se dispone dentro de los 3 cm del tubo base para luego encajar el tubo compactador y presionar verticalmente.

METOGLIC fue diseñado y fabricado por MELICONI, una empresa Italiana fundada en los años 60, especializada en productos para el hogar, accesorios audiovideo y electrónica de consumo.

El producto se encuentra en Internet con un precio promedio de 9 €.

Ventajas

Bajo costo de fabricación.
Practicidad de uso.
Seguro de usar.
Diseño sencillo.
Fácil limpieza.
Ligero

Desventajas

Espacio ocupado

TASCOMA



El compactador de Tascoma está diseñado para la limpieza del hogar.

Su diseño está conformado por una pieza base y una pieza telescópica, apto para botellas 1.0, 1.5 y 2.0 L. de modo que se introduce la botella plástica en la primera sección y posteriormente se cubre con la sección telescópica para presionar la

Este producto es fabricado por TASCOMA, especializada en desarrollo, investigación, diseño y la venta de utensilios para cocina, líder en el mercado Checo y Eslovaco.

Este producto se puede encontrar en distintos portales en internet además de la propia tienda online de Tamasco por con un valor de 15,90 €.

Ventajas

Fácil de usar.

Seguro de usar.

Compacto

Bajos costos de fabricación.

Fácil limpieza.

Desventajas

No apto para botellas de 3 Litros.

CRUSH TO SAVE



Está diseñado para ayudar y mejorar el reciclaje en hogares, establecimientos públicos o industriales.

El diseño cuenta con una placa compactadora que se desliza manualmente hasta comprimir la botella, posteriormente se enrosca la tapa para evitar la descompresión y se retira la botella del dispositivo.

Este producto es fabricado por Plastics Espelts, una empresa española fundada en 1986, especializada en la fabricación en serie de productos plásticos por inyección.

Este producto tiene un valor promedio de 30€ en el mercado.

Ventajas

Resistente al impacto.
Fácil uso.
Seguro
Fácil limpieza.
Bajos costos de fabricación.

Desventajas

No apto para botellas de 3 Litros.

EKO-KRUSHER



EKO-KRUSHER está diseñado para usar en casa, contiene elementos que pueden causar lesiones con un uso inadecuado, se recomienda instalar fuera del hogar. EKO-KRUSHER es una estructura metálica de alta resistencia, puede aplastar eficazmente a menos del 20% del tamaño original de las botellas plásticas y cartones de leche y jugo.

Su diseño patentado de juegos de palancas permite a la prensa funcionar con poco esfuerzo, aplastando los materiales verticalmente, aplicando una fuerza horizontal sobre la tapa del sistema.

EKO-KRUSHER es fabricado por Eko-Mania™, una empresa británica enfocada en desarrollar productos para el hogar que contribuyen en el proceso de reciclaje. El precio comercial promedio es de 39 £. Este producto se oferta en internet en páginas como Amazon.com.

Ventajas

Ventaja mecánica.
Fácil instalación.
Resistente a la deformación.

Desventajas

Compactador grande.
Puede incurrir en accidentes.

ECOPRESS



ECOPRESS es un compactador manual diseñado para empresas y hogares y no debe ser manipulada por niños menores de 15 años.

Su diseño se basa en una palanca con pivote en el centro de la estructura, lo cual permite el desplazamiento simultáneo de dos placas compactadoras ubicadas en la parte superior e inferior.

Este producto patentado es producido por STEELTEC CZ, Ltd, una empresa de república checa fundada en 1991, enfocada en la producción en serie de herramientas para jardinería y agricultura en pequeña escala.

Este producto se puede adquirir a través de Amazon.com por un valor de 53.55 dólares.

Ventajas

Ventaja mecánica.
Fácil de usar.
Fácil instalación.
Resistente a la deformación.

Desventajas

Compactador grande.
Costos de fabricación.

Disposición en la fuente

SET PARA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN EL HOGAR



Fabricante: Vanyplast

- Papelera 12 Ltrs con screen Negro
- Papelera 12 Ltrs con screen Blanco

Ventajas

- No es necesario el contacto de la mano con contenedor.
- Diferenciación por color y símbolo.
- Aísla los olores.
- Permite un lavado rápido.
- Resistente al impacto.

Desventajas:

- Por ser contenedores independientes, se necesita más espacio.

Figura. SET PARA SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. Vanyplas S.A (2013).

SET PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS 44Lt



Fabricante: Vanyplast

- Papelera Vaiven 7 con screen Negro
- Papelera Vaiven 7 con screen Blanco

Ventajas:

- Alta capacidad de almacenamiento.
- Resistencia al impacto.
- Diferenciación por color.
- Textos indicativos.
- Fácil limpieza.

Desventajas:

- Simbología inadecuada
- Contacto del usuario con la tapa.
- Requiere un espacio considerable para su ubicación.

Figura. SET PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS. Vanyplas S.A, (2013).



CANECA 24 LITROS EN ACERO CON PEDAL

Detalles:

tipo: pedal

medidas: 48,5x41x34 cm

Material: Acero inoxidable

Ventajas:

- Diferenciación por color.
- Aísla los olores.
- Permite un lavado rápido.

Desventajas:

- Deformación con impacto.
- Simbología insuficiente.

Figura. CANECA 24 LITROS EN ACERO CON PEDAL. Sodimac Colombia S.A (2012).



Rubbermaid Double Decker 2-in-1

Fabricante: Rubbermaid

- unidad superior 5,8 gal
- unidad inferior 7,4

Ventajas:

- Optimización del espacio.
- Resistencia al impacto.
- Fácil limpieza.
- Fácil transporte.
- Aísla malos olores.

Desventajas:

- Simbología deficiente.
- Contacto del usuario con el contenedor.

Figura. DEPOSITO TORRE DOS EN UNO. Wal-Mart, Inc. (2013).



SUNCAST BH183PK HOPPER 3 PK

Dimensiones: 24" x 18"D x 17"H
 Capacidad: 18 gal

Ventajas:

- Modular.
- Resistencia al impacto.
- Fácil limpieza.
- Optimización de espacio.

Desventajas:

- Difícil almacenamiento.
- Contacto del usuario con el contenedor.

Figura. DEPOSITO MODULAR. Wal-Mart Stores, Inc. (2013).



COMPARTMENT AUTOMATIC SENSOR

Ventajas:

- sensor de apertura automatica.
- no hay contacto del usuario con el contenedor.
- facil extraccion.
- Simbologia adecuada.
- Fácil transporte.
- Aisla malos olores.
- facil limpieza.

Desventajas:

- mantenimiento

Figura. Compartimiento de Sensor Automático. Wal-Mart Stores, (2013).



CODE 24 LITRE CITY PULL OUT WASTE BIN, 2 X 12 LITRES

Descripción

- Capacidad total 24 Lt (2x12 Lt).
- Altura instalada x ancho x profundidad: 44cm x 28cm x 47cm.
- Para armarios de puertas batientes, base de montaje.

ventajas:

- Optimización de espacio.

desventajas:

- Limpieza
- Mantenimiento

Figura. Deposito Extraíble. thecodestore.co.uk Ltd, (2013).

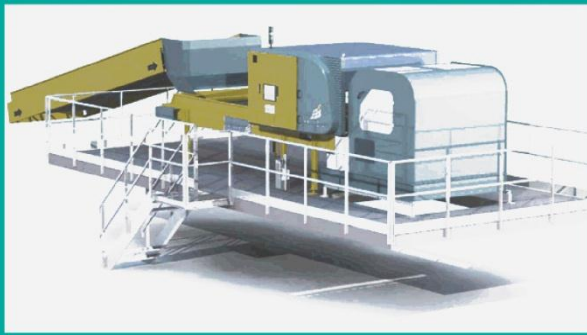
Adecuación en plantas



MAQUINA COMPACTADORA

Cada tipo de material seleccionado (papel, cartón, PET, etc.) en las plantas de aprovechamiento, debe ser empaçado en pacas de dimensiones y peso estandarizados. Este proceso se lleva a cabo mediante una máquina compactadora hidráulica que realiza la compresión del material.

Figura. Máquina Compactadora Cartón y PET. QUEBARATO, (2006).



SISTEMA DE SELECCION OPTICA

Los sistemas de macro selección mecánica también conocidos como sistemas de selección óptica, son equipos capaces de identificar la composición de los residuos plásticos mediante una luz reflejada en ellos al pasar bajo unos sensores trituradoras de plástico fotosensibles. Una vez identificados los envases, son retirados del flujo de residuos gracias a la acción de una hilera de inyectores de aire comprimido. Estos equipos garantizan un alto nivel de rendimiento y gran calidad en la selección de los materiales, agilizan las operaciones de clasificación y son recomendados para plantas de recuperación de materiales que transformen grandes cantidades de residuos.

Figura. Sistema Selección Óptica. INDUSTRIAS LEBLAN, S.L, (2013).



LAVADORA DE PLASTICOS

Los plásticos separados por tipo de resina y color, triturados y tamizados, están generalmente contaminados con comida, papel, piedras, polvo, pegamento, por lo cual deben someterse a un proceso de limpieza en un equipo especializado (lavadora), en el cual se deposita el material, agregándole agua y detergente de baja espuma para que por medio de un agitador eléctrico se produzca la separación de las impurezas del material molido.

Figura. Lavadora de Plástico. Kie Maquinas, (2009).



SECADORA DE PLASTICOS

Para reducir el contenido de humedad de las hojuelas lavadas. Para ello se utiliza una maquina secadora centrífuga, en la cual se deposita el material. Al interior, el equipo cuenta con una malla ubicada en la periferia que sólo permite el paso del agua que contiene el las hojuelas. Una vez terminado el secado, el agua extraída del material es depositada temporalmente en un recipiente.

Figura. Secadora de Plástico. Kie Maquinas, (2009).



TRITURADORA DE PLASTICOS

Un acondicionamiento, es la reducción de tamaño de los residuos plásticos ya clasificados, mediante procesos de corte y triturado con el fin de conseguir tamaños de partícula más pequeños. Este proceso se debe llevar a cabo por separado para cada tipo de resina.

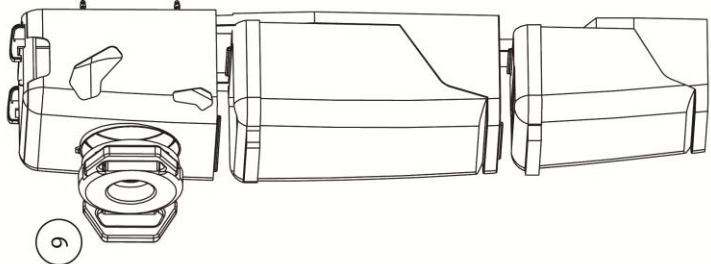
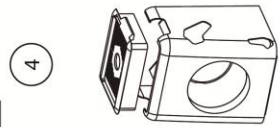
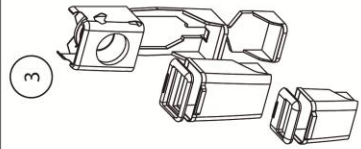
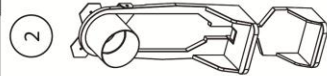
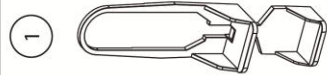
Figura 111. Trituradora de plásticos, SoloStock, (2013)

Anexo E. Calculo de fuerza para compactar botella plástica. (Digital).

Anexo F. Manual de ensamble.

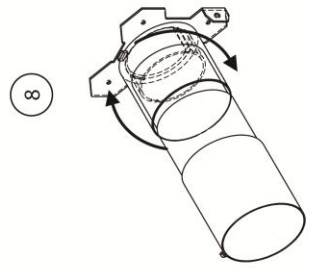
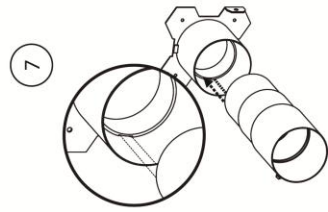
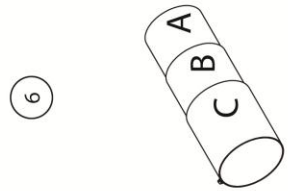
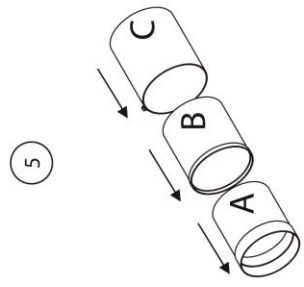
Manual de ensamble

Sistema Integrado basico

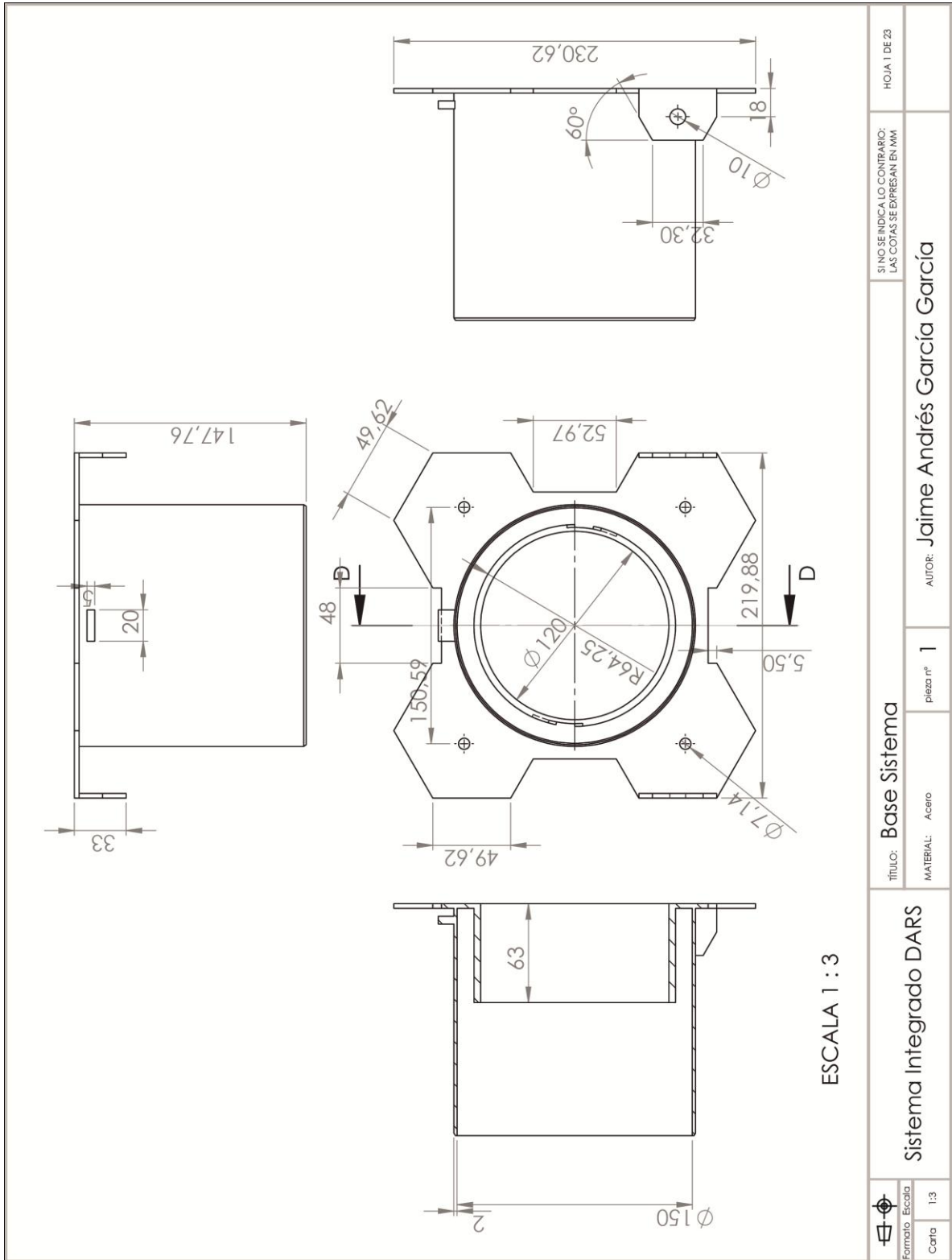


Manual de ensamble

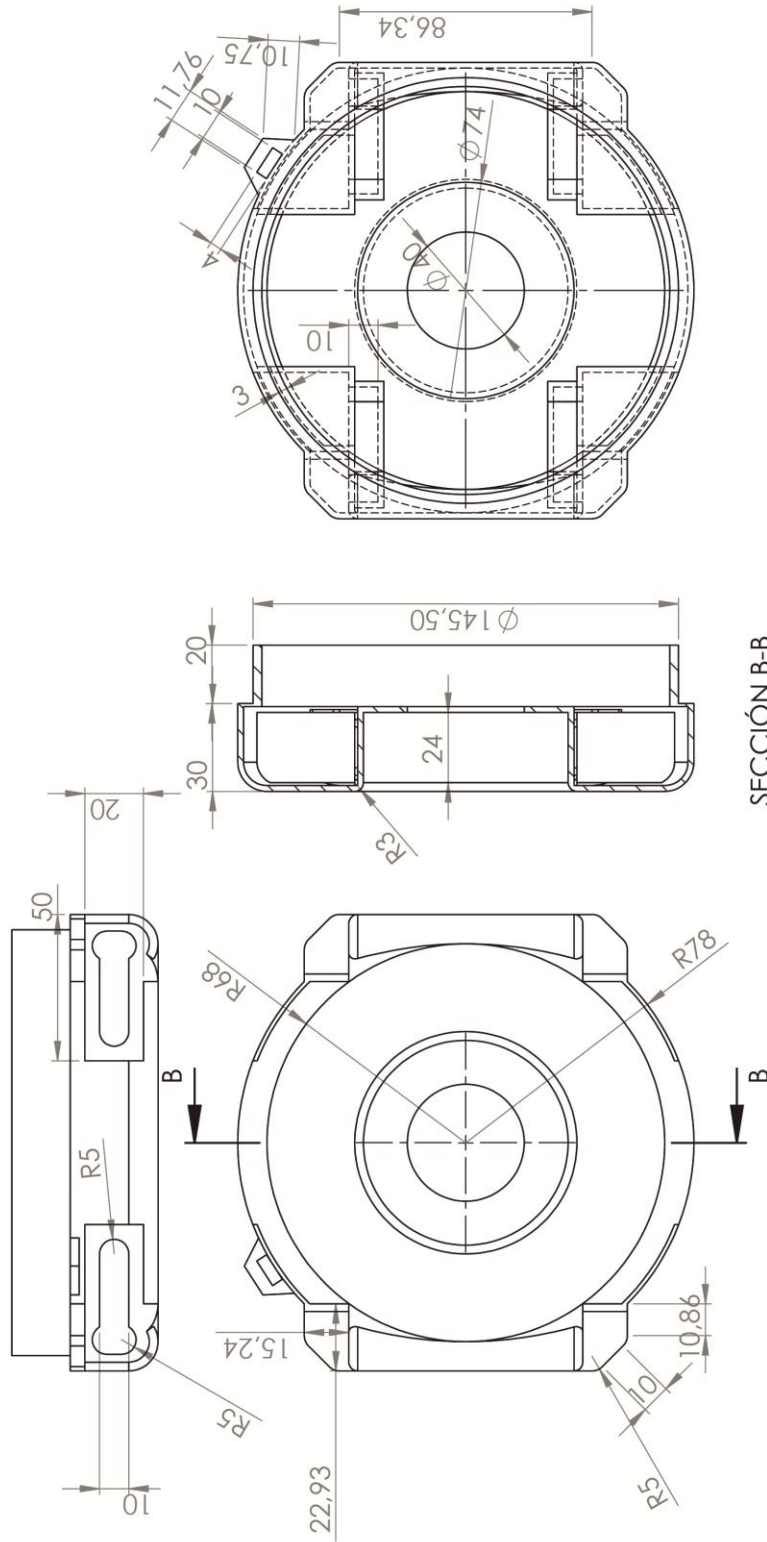
Compactador



Anexo G. Planos técnicos.

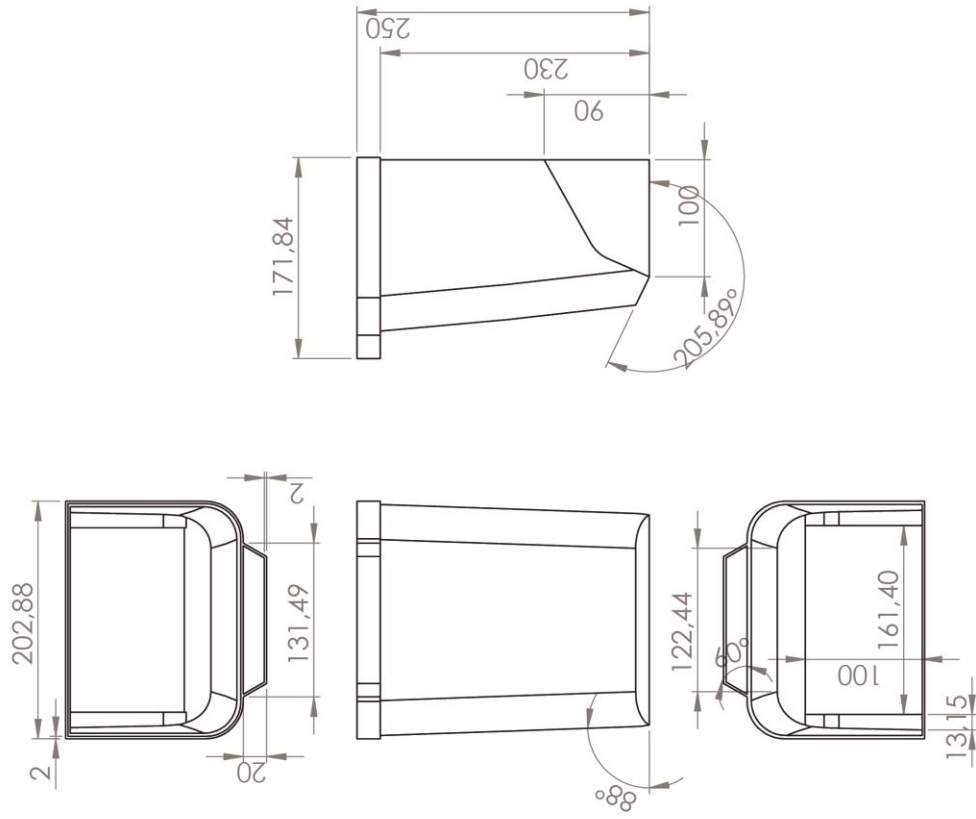


	Formato Escala	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		HOJA 1 DE 23
	Carta 1:3	Título: Base Sistema	pieza nº 1	AUTOR: Jaime Andrés García García
Sistema Integrado DARS		MATERIAL: Acero		



SECCIÓN B-B

	TÍTULO: Tapa Compactador	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	HOJA 5 DE 20
	MATERIAL: Polipropileno	pieza nº 19	AUTOR: Jaime Andrés García García
Formato Escala Carta 1:2	Sistema Integrado DARS		



Formato Escala
Carta 1:5

Sistema Integrado DARS

TÍTULO: Contenedor Papel

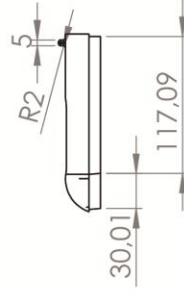
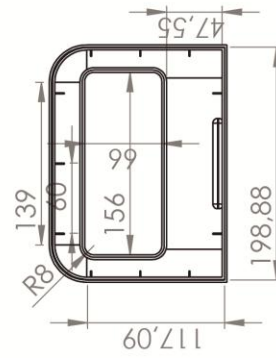
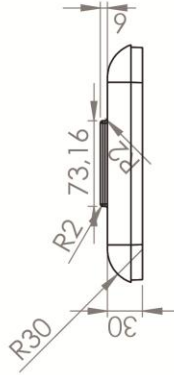
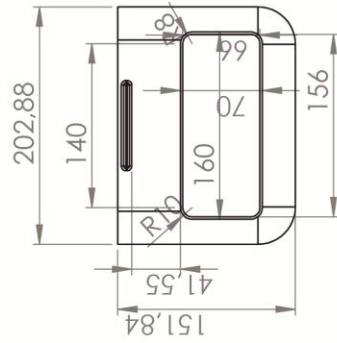
MATERIAL: Polipropileno

pieza nº 4

AUTOR: Jaime Andrés García García

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

HOJA 7 DE 20



Formato Escala
Carta 1:3

Sistema Integrado DARS

Título: Tapa Contenedor Papel

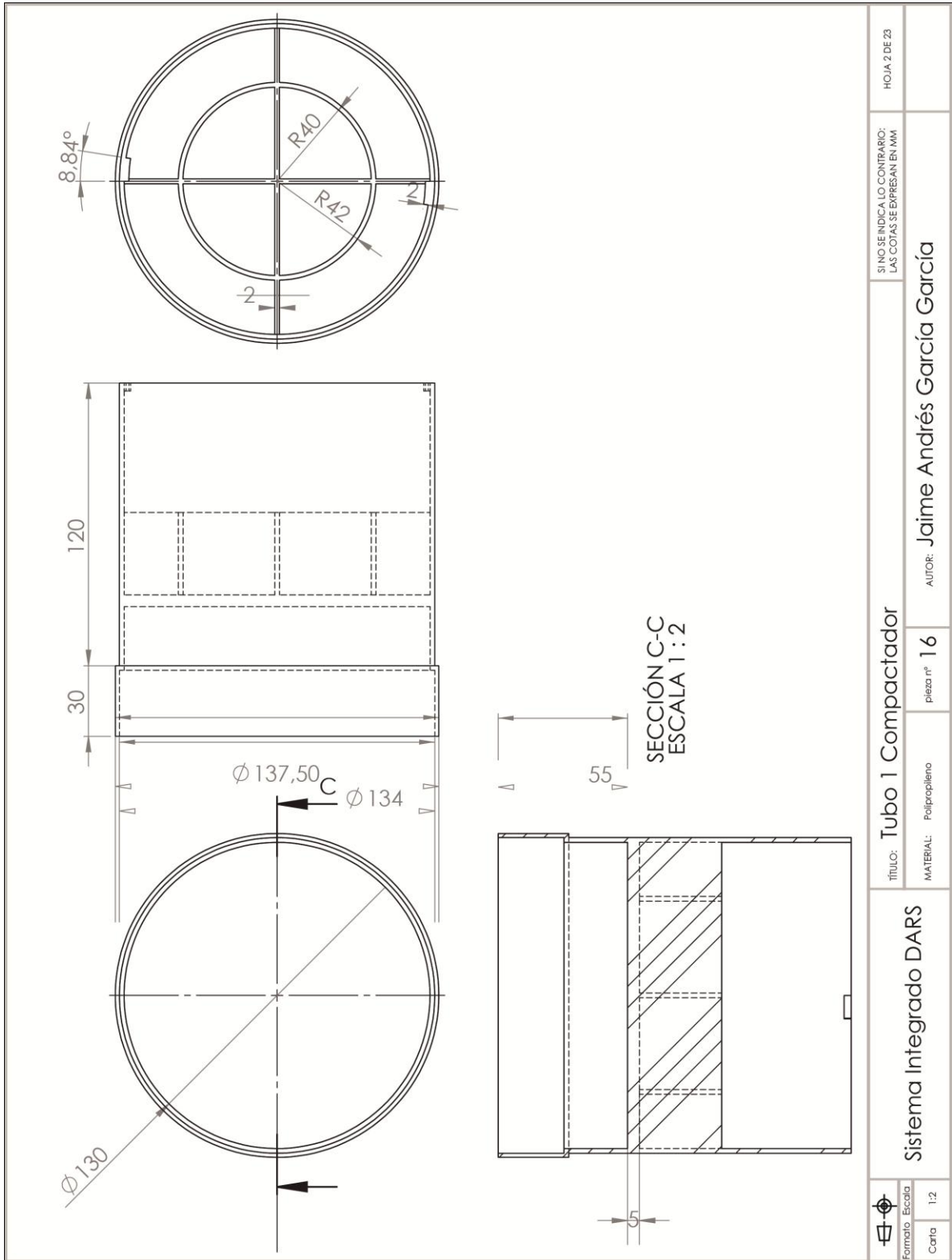
MATERIAL: Polipropileno

pieza nº 5

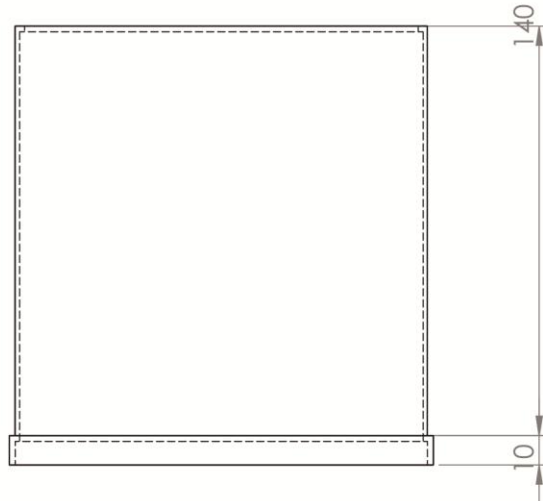
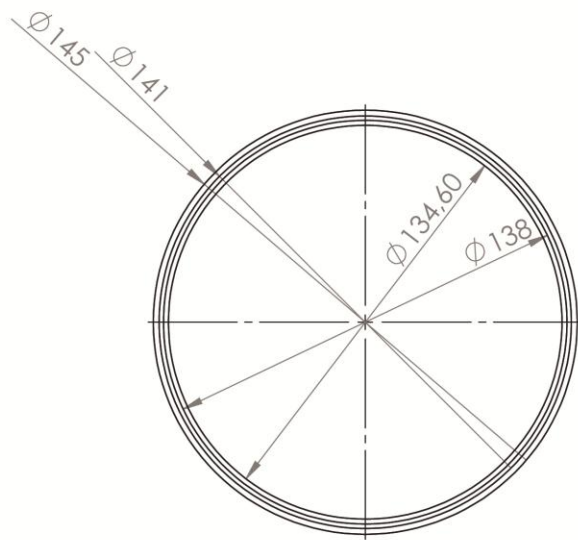
AUTOR: Jaime Andrés García García

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

HOJA 8 DE 20



	Sistema Integrado DARS		Tubo 1 Compactador		SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM	HOJA 2 DE 23
	Formato Escala Carta 1:2	MATERIAL: Polipropileno	pieza nº 16	AUTOR: Jaime Andrés García García		



Formato Escala
Carta 1:2

Sistema Integrado DARS

TÍTULO: Tubo 2 Compactador

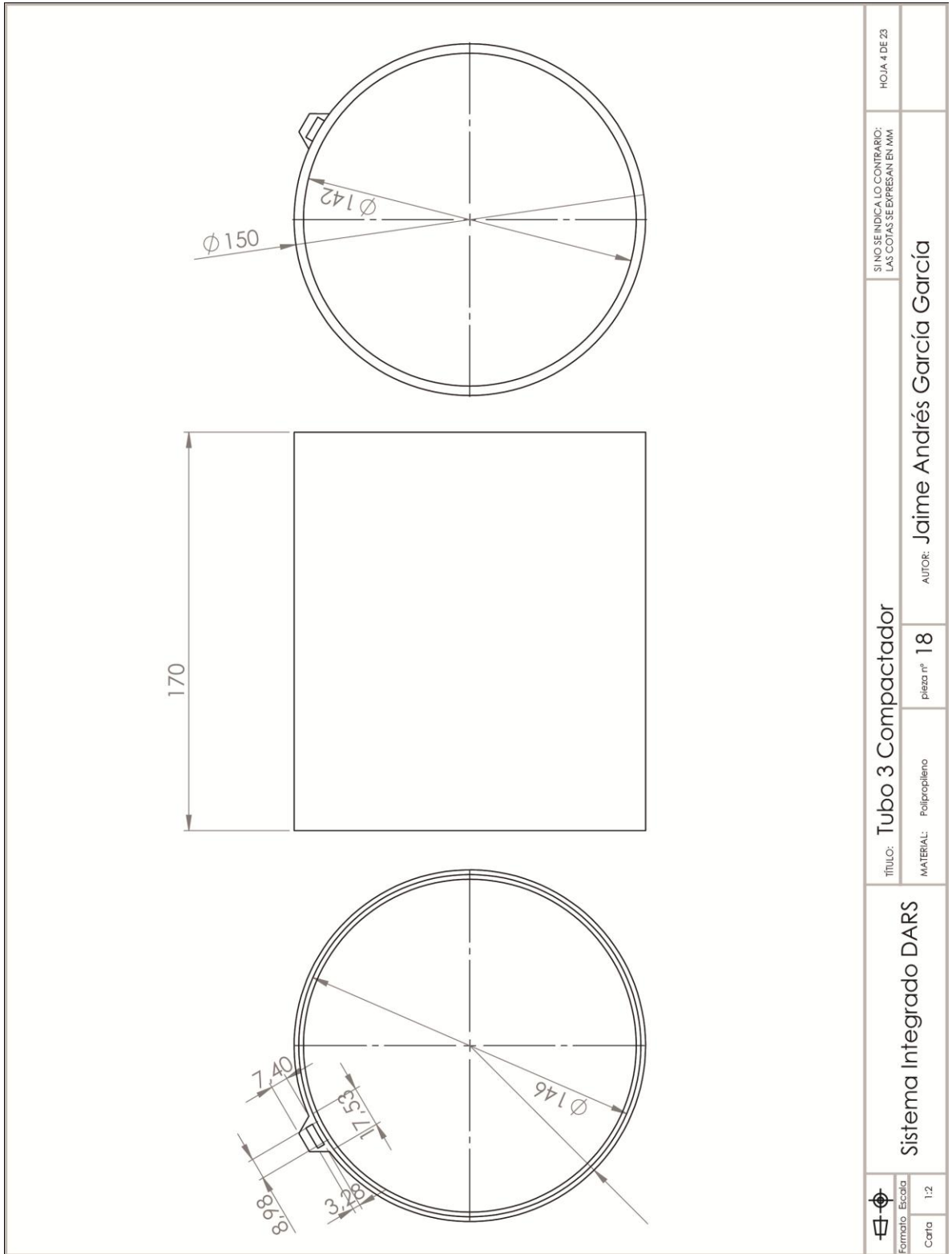
MATERIAL: Polipropileno

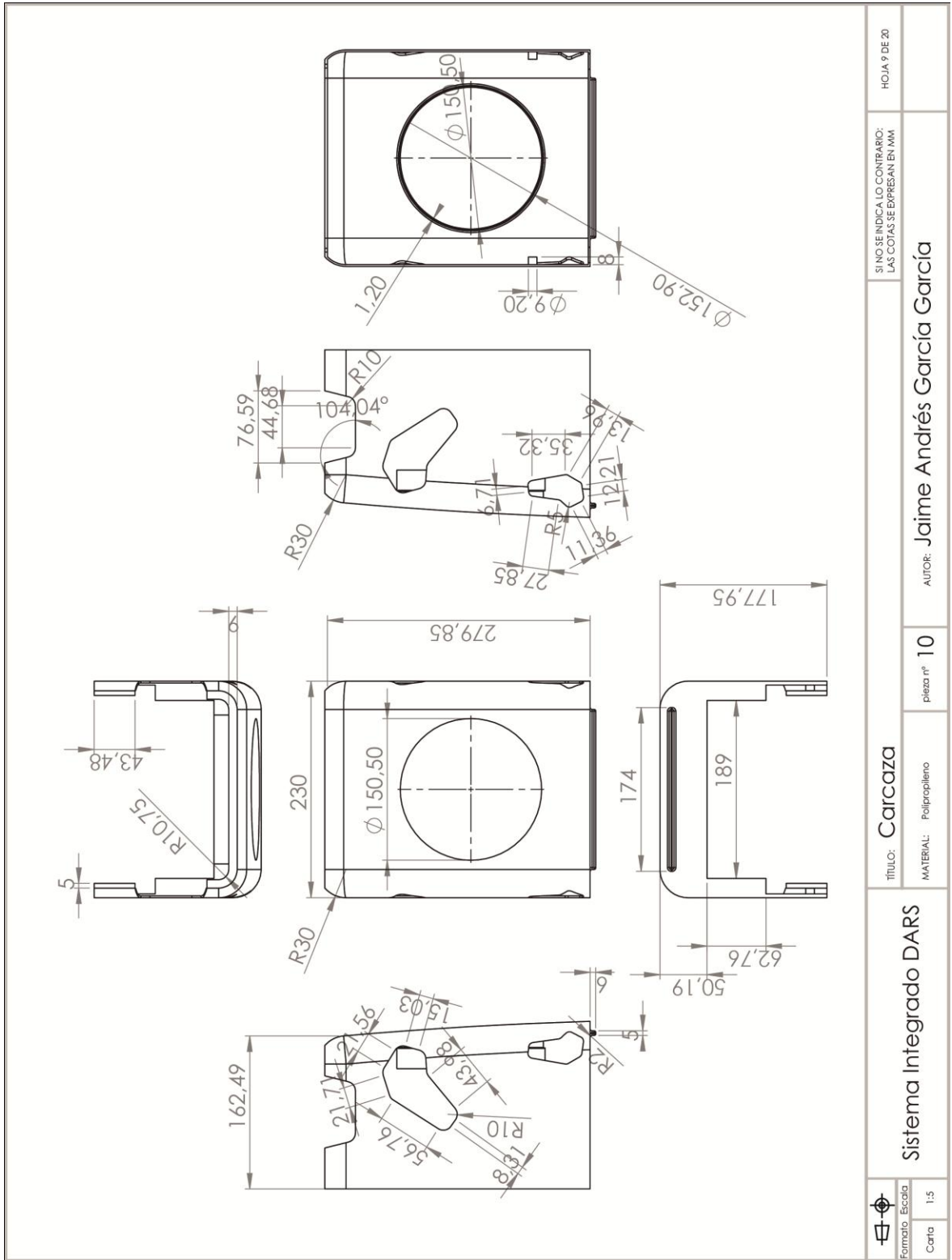
pieza nº 17

AUTOR: Jaime Andrés García García

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

HOJA 3 DE 23






 Formado Escala
 Carta 1:5

Sistema Integrado DARS

TÍTULO: Carcasa

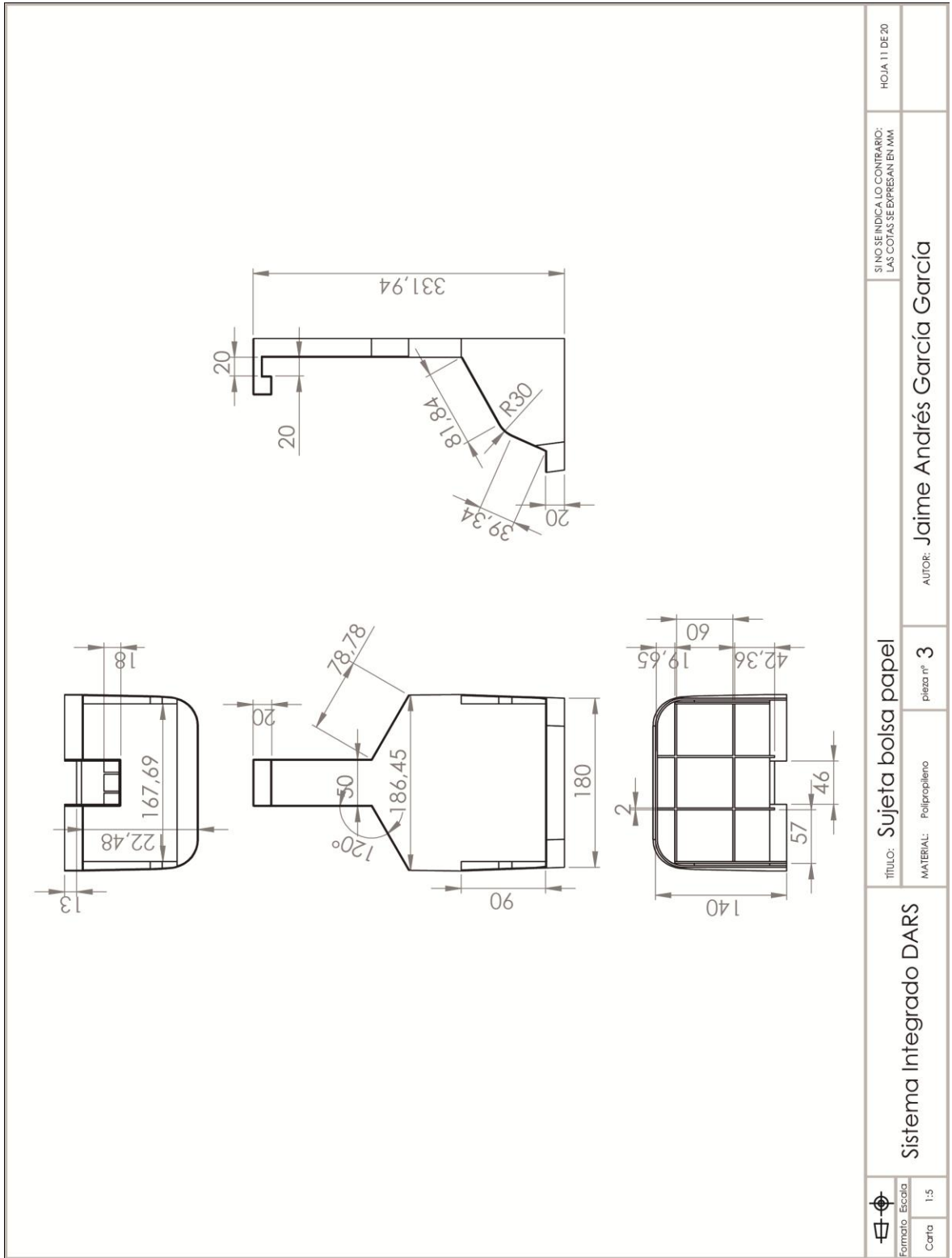
MATERIAL: Polipropileno

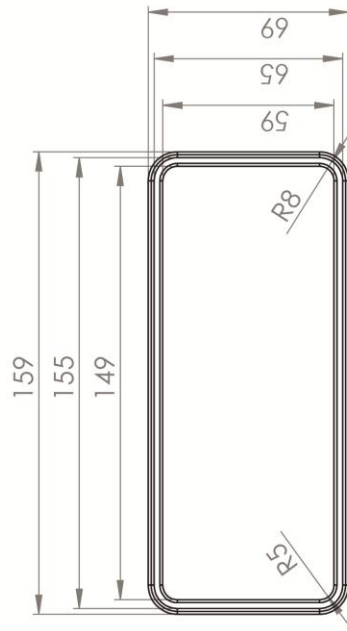
pieza nº 10

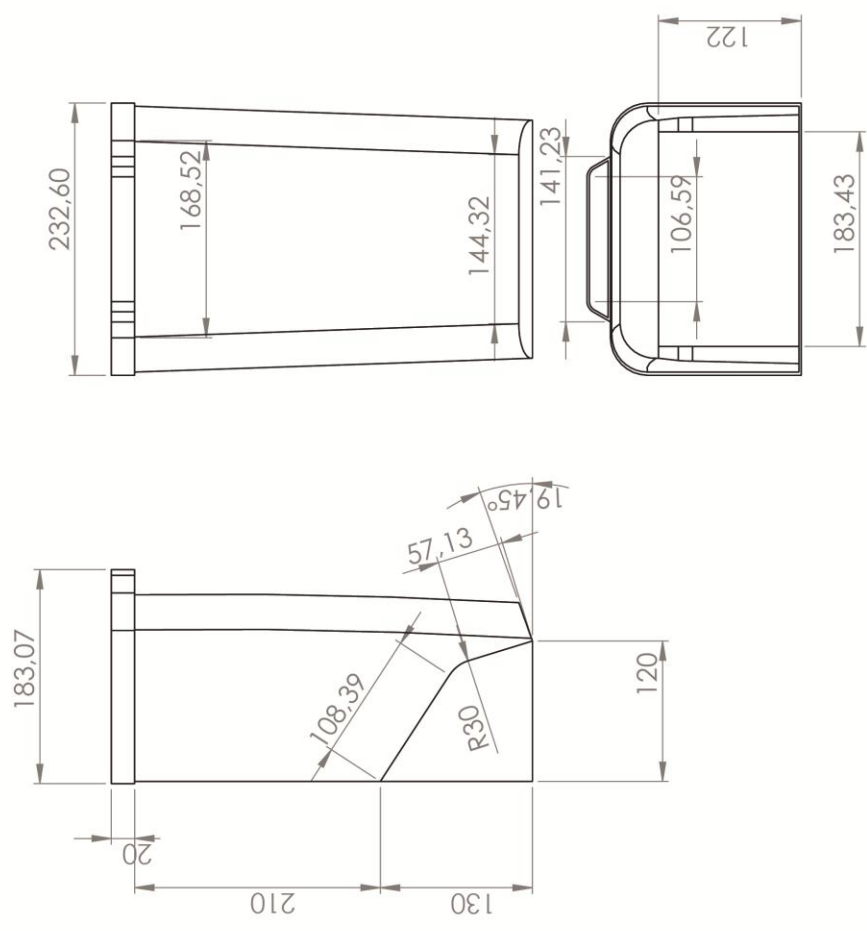
AUTOR: Jaime Andrés García García

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM.

HOJA 9 DE 20








 Formato: Escala
 Carta 1:5

Sistema Integrado DARS

TÍTULO: **Sujeta bolsa papel**

MATERIAL: Polipropileno

pieza nº 3

AUTOR: **Jaime Andrés García García**

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

HOJA 11 DE 20

Anexo H. Formato recolección de datos importancia relativa de las necesidades.



Fecha:

Lugar y tipo de vivienda:

Nombre del usuario:

Entrevistadores:

Dirección y teléfono:

Soy estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en este momento estoy trabajando en un proyecto para reducir el volumen que ocupan los residuos sólidos en las viviendas. Es por ello que nos dirigimos a usted para solicitar la colaboración con esta encuesta.

La siguiente es una lista de características que suponemos debe cumplir un sistema para el almacenamiento y adecuación de los residuos sólidos domiciliarios reciclables, sin embargo acudimos a usted para que desde su punto de vista nos brinde su opinión sobre el grado de importancia de cada uno. Enumere de 1 a 5 cada ítem de la lista teniendo en cuenta las siguientes afirmaciones:

1	LA FUNCIÓN ES INDESEABLE. NO CONSIDERARÍA UN PRODUCTO CON ESTA FUNCIÓN.
2	LA FUNCIÓN NO ES IMPORTANTE, PERO NO ME IMPORTARIA TENERLA.
3	SERIA BUENO TENER ESA FUNCIÓN, PERO NO ES NECESARIA.
4	LA FUNCIÓN ES ALTAMENTE DESEABLE, PERO CONSIDERARÍA UN PRODUCTO SIN ELLA.

5	LA FUNCIÓN ES DE IMPORTANCIA CRÍTICA. NO CONSIDERARIA UN PRODUCTO SIN ESTA FUNCIÓN.
----------	--

	LISTA DE NECESIDADES	Imp
DARS	Resiste la exposición al sol, a la lluvia y al viento por varios días seguidos.	
DARS	Permite al usuario distribuir los residuos por categorías.	
DARS	Incluye un compartimiento para almacenar bolsas plásticas recicladas.	
DARS	No incluye contenedor para residuos sólidos orgánicos.	
DARS	Hace sentir a quien lo usa como un ciudadano responsable, culto y amigable con el ambiente.	
DARS	Incluye la función de lavado de materiales plásticos	
DARS	Facilita el secado de los RS plásticos.	
DARS	Ocupa poco espacio.	
DARS	Siempre se ve limpio.	
DARS	Es muy fácil de limpiar.	
DARS	Es resistente a los golpes y caídas.	
DARS	Puede ser usado por niños y adultos mayores.	
DARS	Utiliza diferentes colores para clasificar los residuos sólidos domiciliarios.	
DARS	Es resistente al peso.	
DARS	Protege los materiales depositados de factores externos como animales, humedad, contaminación.	
DARS	Ofrece instrucciones de uso siempre a la vista del usuario.	
DARS	No deja a la vista los residuos sólidos almacenados.	
DARS	Es un elemento de mostrar con orgullo a la comunidad.	
DARS	Se instala rápidamente.	
DARS	No se daña después de cometer un error de uso.	
DARS	Requiere poco esfuerzo físico para utilizarlo.	

DARS	El usuario puede hacerle mantenimiento sin recurrir a técnicos especializados.	
DARS	Permite adaptar diferentes tipos de bolsas para depositar los residuos sólidos.	

Agradecemos su participación y brindarnos su tiempo para realizar esta actividad.

Anexo I. Proyectos INVISBU (digital)

Anexo J. Calculo de la muestra.

A continuación se describen los 3 proyectos a corto plazo del INVISBU, con un total de 517 VIS multifamiliares y viviendas bifamiliares.

No	PROYECTO	UND DE VIVIENDA	VALOR INVERSION	PLAZO DE CONSTRUCCION
1	LA FERIA ETAPA IV	116 VIV	4.605.664.000	CORTO
2	ALTOS DE BETANIA	300 APTOS	11.911.200.000	CORTO
3	ETAPA 13 VILLAS	101 VIV	4.167.765.000	CORTO
TOTAL		517		

$$\begin{aligned}
 N &= 517 \\
 Z &= 1,96 = 90\% \\
 E &= 0,05 = 10\% \\
 p &= 0,5 \\
 q &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{N \cdot Z \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(517) \cdot (1,96) \cdot (0,5) \cdot (0,5)}{(517-1) \cdot (0,05)^2 + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}$$

$$n = \frac{(496.53)}{(129) + (0,96)}$$

$$n = \frac{(496.53)}{(129,96)}$$

$$n = 60$$

El resultado de la muestra se corrobora con el resultado en una calculadora online, la cual describe cada término de la ecuación.

CALCULADORA PARA OBTENER EL TAMAÑO DE UNA MUESTRA

¿Qué porcentaje de error quiere aceptar? 5% es lo más común	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="10"/> %	Es el monto de error que usted puede tolerar. Una manera de verlo es pensar en las encuestas de opinión, este porcentaje se refiere al margen de error que el resultado que obtenga debería tener, mientras más bajo por cierto es mejor y más exacto.
¿Qué nivel de confianza desea? Las elecciones comunes son 90%, 95%, o 99%	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="90"/> %	El nivel de confianza es el monto de incertidumbre que usted está dispuesto a tolerar. Por lo tanto mientras mayor sea el nivel de certeza más alto deberá ser este número, por ejemplo 99%, y por tanto más alta será la muestra requerida
¿Cual es el tamaño de la población? Si no lo sabe use 20.000	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="517"/>	¿Cual es la población a la que desea testear? El tamaño de la muestra no se altera significativamente para poblaciones mayores de 20,000.
¿Cual es la distribución de las respuestas? La elección más conservadora es 50%	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text" value="50"/> %	Este es un término estadístico un poco más sofisticado, si no lo conoce use siempre 50% que es el que provee una muestra más exacta.
La muestra recomendada es de	60	Este es el monto mínimo de personas a testear para obtener una muestra con el nivel de confianza deseada y el nivel de error deseado. Abajo se entregan escenarios alternativos para su comparación

[tp://med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm](http://med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm)