

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS PARA
MOBILIARIO URBANO UTILIZANDO MATERIAL DE DESECHO DE TUBERÍA
FLEXIBLE MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE.**

**ADRIANA MARCELA LANDINEZ GÓMEZ
YUDITH AZUCENA VILLAMIZAR GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2013**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS PARA
MOBILIARIO URBANO UTILIZANDO MATERIAL DE DESECHO DE TUBERÍA
FLEXIBLE MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE.**

**ADRIANA MARCELA LANDINEZ GÓMEZ
YUDITH AZUCENA VILLAMIZAR GONZÁLEZ**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de
Diseñador Industrial**

**Director:
D. I. GERMÁN ENRIQUE VARGAS LINARES
Docente Escuela de Diseño Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

Azucena Villamizar

A Dios.

*Ser supremo quien siempre ha bendecido mis pasos e iluminado mi camino,
Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr
mis objetivos, además de su infinita bondad y misericordioso amor, por haber
puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.*

A Él le debo todo lo que soy

A mis padres

*Luis Agustín Villamizar y Belcy González por creer en mí, por su incondicional
apoyo, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha
permitido ser una persona de bien, y porque fueron testigos de mi lucha constante
por culminar mi carrera, pero más que nada, por su amor.*

A mis hermanas

Paola, Patricia y Daniella por su paciencia y comprensión.

A Miller

*Por su amor y apoyo en los momentos más difíciles, por estar ahí siempre que lo
necesité, por su compañía y ayuda incondicional.*

A Adriana Landinez

*Por su paciencia y colaboración.
Compañera de lucha y perseverancia.*

*A todos mis amigos y familiares que creyeron en mí y fueron un apoyo emocional
y que de una u otra manera aportaron un granito de arena a este proyecto.*

Adriana Landinez

*A mis padres y familiares que con su apoyo incondicional me guiaron y me dieron
fuerzas para cumplir esta meta.*

*A Dios que me regalo fuerza, muchos días de trabajo y sabiduría para realizar
este trabajo de grado*

*A Andrés por creer en mí, por sus consejos y por su constante colaboración y
apoyo en los momentos difíciles.*

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	20
1.1 TITULO	20
1.2 AUTORES	20
1.3 TUTORES	20
1.4 ENTIDADES INTERESADAS	20
1.5 INTRODUCCIÓN	20
1.6 FACTORES MOTIVANTES	21
1.7 JUSTIFICACIÓN	25
1.8 OBJETIVOS	27
1.8.1Objetivos Generales.	27
1.9 ALCANCE E IMPACTO ESPERADO	28
2. MARCO CONCEPTUAL	29
2.1 MARCO GENERAL	29
2.1.1 Impacto ambiental del sector plástico en Colombia	29
2.1.2 Aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos.	30
2.2 TUBERÍA MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE	31
2.2.1 Materiales utilizados en la fabricación de tubo multicapa PE-AL-PE	32
2.2.2 Propiedades del Aluminio	33
2.3 PROPIEDADES DEL POLIETILENO	34
2.4DESARROLLO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PE-AL-PE-100	36
2.4.1 Causales de desecho de tubería multicapa	37
2.5PROCESOS DE CONFORMADO PARA TERMOPLÁSTICOS	38
2.6MARCO JURÍDICO NACIONAL	40
2.6.1 Política de gestión integral de residuos sólidos	40
2.6.2 Compromiso social y ambiental de la industria de los plásticos en Colombia	40

2.6.3 Normas utilizadas en la fabricación de tubería Multicapa	41
2.6.4 Normas utilizadas en la elaboración de probetas	41
2.7 PROCESOS Y TECNOLOGÍAS PARA EL RECICLAJE DE TERMOPLÁSTICOS POST INDUSTRIALES	43
2.7.1 Reciclaje Mecánico	43
3. ESTADO DEL ARTE	47
3.1 MOBILIARIO URBANO	47
3.2 CLASIFICACIÓN	47
3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL MERCADO	48
3.3.1 Objetivos de la investigación	48
3.3.2 Metodología	49
3.3.3 Tabulación de resultados	49
3.3.4 Conclusiones	50
3.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MOBILIARIO DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA	50
3.5NORMATIVA Y ANÁLISIS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONAMIENTOS PARA BICICLETAS	55
3.5.1 Clasificación de las bicicletas según su función	55
3.5.2 definición de estacionamiento para bicicletas	58
3.6 CLASIFICACIÓN DE LOS ESTACIONAMIENTOS PARA LAS BICICLETAS	59
3.6.1 tipos de soporte para bicicleta	59
3.6.2 Uso correcto del parqueadero	61
3.6.3 Dimensiones de instalación	62
4. ESTUDIO DEL MATERIAL	65
4.1 DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES	65
4.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL	66
4.3 PROBETAS DE PEHD Y CONCRETO	67
4.4 DISEÑO DE MEZCLAS	67
4.5 ANALISIS GRANULOMETRICO	68
4.6 PROBETAS	72

4.6.1 Ensayo de compresión	72
4.6.2 Prueba de absorción de agua para probetas	74
4.6.3 Prueba de Desgaste del Material	75
4.7 PROBETAS DE PEHD Y PE DE ALTA DENSIDAD SIN PROCESAR	76
4.8 PROBETAS DE TRACCIÓN	78
4.9 PROBETAS DE COMPRESIÓN	79
4.10 PROBETAS DE FLEXIÓN	80
4.11 ENSAYOS DE LABORATORIO	81
4.11.1 Ensayo de Tracción	81
4.11.2 Ensayo de Compresión	83
4.11.3 Ensayo de Flexión	88
4.12 SELECCIÓN DEL MATERIAL FINAL	90
5. ANALISIS AMBIENTAL DEL MATERIAL PE-AL-APE	92
5.1 DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	92
5.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	92
5.3 ELECCIÓN DEL SOFTWARE	93
5.4 FASE 1: OBJETIVOS, ALCANCE Y UNIDAD FUNCIONAL	94
5.5 FASE 2: ANÁLISIS DEL INVENTARIO	94
5.5.1 Diagrama de flujo del proceso Básico de fabricación	94
5.6 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	97
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	103
6.1 REQUERIMIENTOS DE USO	104
6.2 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN	105
6.3 REQUERIMIENTOS FORMAL- ESTÉTICOS	105
6.4 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	106
6.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	106
6.6 REQUERIMIENTOS ERGONÓMICOS	107
6.7 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	108
7. DESARROLLO DE CONCEPTO	109

7.1 SELECCIÓN DEL CONCEPTO	109
7.2 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS	11119
7.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS (QFD)	116
8. PRUEBA DE CONCEPTO	118
8.1 PRUEBA DE CONCEPTO SEPARADOR DE ZONAS VERDES	118
8.2 PRUEBA DE CONCEPTO PARQUEADERO PARA BICICLETAS	119
8.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS	122
9. PROPUESTA FINAL	123
9.1 CONCEPTO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL	123
9.1.1 Estacionamiento para bicicleta	123
9.1.2 Separador de zonas verdes	125
9.1.3 Prueba de usabilidad y evolución de las alternativas	127
9.1.4 Validación de los requerimientos	130
9.2 PROPUESTA FINAL	131
9.2.1 Concepto de diseño	131
9.2.2 Planos técnicos	134
9.2.3 Argumentación de Diseño	136
9.2.4 Argumentación Ergonómica	136
9.2.5 Argumentación Técnica	139
9.2.6 Argumentación Estético – Formal	140
9.2.7 Argumentación Medioambiental o de Ecodiseño	140
9.3 EVALUACION MEDIOAMBIENTAL	141
9.3.1 Matriz MET	141
9.3.2 Sustentabilidad SOLID WORKS	143
10. PRODUCCIÓN	145
10.1 PROCESO DE FABRICACIÓN	145
10.1.1 Etapa 1: Preparación del material	145
10.1.2 Etapa 2: Conformado de las piezas	146
10.2 MATERIA PRIMA	147
10.3 EQUIPOS UTILIZADOS	148

10.3.1 Molino de cuchillas	148
10.3.2 Máquina de inyección	150
10.3.3 Molde de inyección	150
10.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN	151
11. CONCLUSIONES	153
BIBLIOGRAFIA	158
ANEXOS	161

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tubería multicapa PE-AL-PE	33
Figura 2. Tabla de propiedades de tubería para gas PE-AL-PE	35
Figura 3. Pellets de Polietileno virgen	36
Figura 4. Capas tubería PE-AL-PE.	37
Figura 5. Proceso conformado de termoplásticos	39
Figura 6. Clasificación Mobiliario Urbano	48
Figura 7. Metodología sondeo de opinión	48
Figura 8. Resultados sondeo de opinión sobre mobiliario urbano	49
Figura 9. Clasificación de bicicletas según su función.	56
Figura 10. Área para sujeción para bicicletas.	57
Figura 11. Posibles zonas agarre para bicicletas	57
Figura 12. Soporte tipo U.	60
Figura 13. Soporte de rueda.	60
Figura 14. Soporte de pared	61
Figura 15. Buenas prácticas para la sujeción de bicicletas	62
Figura 16. Malas prácticas para la sujeción de bicicletas.	62
Figura 17. Dimensiones para bicicleta	63
Figura 18. Dimensiones para estacionamiento de bicicletas.	64
Figura 19. Tubería PE AL PE molida	66
Figura 20. Proceso de tamizado para granulometría	68
Figura 21. Moldes para pruebas de materia en concreto	70
Figura 22. Prueba de compresión probetas de concreto	73
Figura 23. Prueba de abrasión para probetas de concreto	75
Figura 24. Inyectora Ray-Ray Laboratorio Extrucol	77
Figura 25. Molde para Prueba de Tensión (Acero 1020)	78

Figura 26. Probetas traccion	79
Figura 27. Molde para probeta compresión	79
Figura 28. Probetas para Ensayo de Compresión	80
Figura 99. Molde y Probetas para prueba de Flexión	80
Figura 30. Maquina Universal de Pruebas Laboratorio Extrucol	81
Figura 31. Ensayo de tracción	82
Figura 32. Maquina Universal de Ensayos	83
Figura 33. Ensayo de Compresión	84
Figura 34. Comparación prueba de compresión probetas 50-50	85
Figura 35. Comparación prueba de compresión probetas 70-30	86
Figura 36. Comparación prueba de compresión probetas 80-20	87
Figura 37. Comparación prueba de compresión probetas 100% pe-al—pe	88
Figura 38. Ensayo de Flexión	89
Figura 39. Diagrama ciclo de vida tubería PE AL PE. Transporte no incluido	94
Figura 40. Ciclo de producción de tubería multicapa PE AL PE	97
Figura 41. Puntuación Única Eco indicador 99 Vs elementos del ciclo de fabricación	97
Figura 42. Puntaje único Eco indicador 99 vs impacto	98
Figura 43. Alternativa 1 desarrollo del concepto	111
Figura 44. Alternativa 2 desarrollo del concepto	112
Figura 45. Alternativa 1 desarrollo del concepto	113
Figura 46. Alternativa 4 desarrollo del concepto	114
Figura 47. Alternativa 4 desarrollo del concepto	115
Figura 48. Modelos para prueba de concepto- separadores de zonas verdes	119
Figura 49. Modelos para prueba de concepto- Bici-estacionamiento alternativa	120
Figura 50. Modelos para prueba de concepto- bici-estacionamiento alternativa	121
Figura 51. Desarrollo del concepto bici-estacionamiento	123
Figura 52. Desarrollo de alternativa final bici-estacionamiento	124
Figura 53. Concepto de diseño de alternativa final	124
Figura 54. Alternativa final bici estacionamiento	125

Figura 55. Desarrollo del concepto separador de zonas verdes	125
Figura 56. Desarrollo de alternativa final separadora de zonas verdes	126
Figura 57. Alternativa final separadora de zonas verdes	126
Figura 58. Prueba de usabilidad bici estacionamiento	127
Figura 59. Prueba de usabilidad separador de zonas verdes	128
Figura 60. Emplazamiento real bici estacionamiento	129
Figura 61. Emplazamiento real separador de zonas verdes	129
Figura 62. Validación de requerimientos bici estacionamiento	130
Figura 63. Validación de requerimientos separador de zonas verdes	131
Figura 64. Propuesta final bici estacionamiento	132
Figura 65. Propuesto final separador de zonas verdes	133
Figura 66. Planos técnicos bici estacionamiento	134
Figura 67. Planos técnicos separador de zonas verdes	135
Figura 68. Dimensiones ergonomía bici estacionamiento	138
Figura 69. Dimensiones ergonomía bici estacionamiento	138
Figura 70. Matriz MET	142
Figura 71. Sustentabilidad producto keepe-r zicla	143
Figura 72. Impacto medio ambiental	144
Figura 73. Proceso de preparación de la materia prima	146
Figura 74. Diagrama de flujo del de proceso fabricación de las piezas	147
Figura 75. Molino de cuchillas	149
Figura 76. Inyectora Meteu& Soler Meteor 270/75	150

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Diámetro y Densidad de las Tuberías para gas PEALPE	32
Tabla 2. Densidad de materiales utilizados en la fabricación de tubería.	32
Tabla 3. Materiales que componen la tubería PE AL PE	33
Tabla 4. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de seguridad	51
Tabla 5. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de descanso	52
Tabla 6. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de descanso	53
Tabla 7. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano para la comunicación	54
Tabla 8. Cálculos para Diseño de mezclas	69
Tabla 9. Volumen de los componentes	69
Tabla 10. Volumen de los componentes	70
Tabla 11. Proceso de fabricación de probetas	71
Tabla 12. Porcentajes para probetas de concreto	72
Tabla 13. Datos de prueba de compresión para probetas de concreto	73
Tabla 14. Resultados prueba Absorción de agua	74
Tabla 15. Resultados prueba de abrasión	75
Tabla 16. Mezclas para la composición de probetas PE-AL-PE Y PE virgen	76
Tabla 17. Condiciones de uso- probetas	78
Tabla 18. Fuerza y elongación promedio probetas tracción	82
Tabla 19. Datos probetas tracción	82
Tabla 20. Ensayo de Compresión	84
Tabla 21. Resultados ensayo pruebas de compresión	85
Tabla 22. Dimensiones probetas 70-30	85
Tabla 23. Elongación y fuerza axial max probetas 70-30	86
Tabla 24. Dimensiones probetas 80-20	86
Tabla 25. Resultados pruebas de compresión para probetas 70-30	87

Tabla 26. Dimensiones probetas 100% pe-al-pe	87
Tabla 27. Resultados pruebas de compresión para probetas 100%	88
Tabla 28 Características del material elegido	90
Tabla 29. Comparación de características técnicas R-ALPE Y PE	91
Tabla 30. Características del material elegido	95
Tabla 31. Puntuación única Eco indicador 99-Sima pro 7.3	98
Tabla 32. Estrategias creación de concepto	99
Tabla 33. Evaluación de alternativas estacionamiento de bicicletas	116
Tabla 34. Evaluación de alternativas separador de zonas verdes	117
Tabla 35 Dimensiones para análisis de bici estacionamiento	137
Tabla 36. Costos de producción	151
Tabla 37. Costos variables de producción	152

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Formato Sondeo de Opinión	161
ANEXO B. Análisis de desperdicio desde 2001-01-01 hasta 2011-08-31	165
ANEXO C. Test de usabilidad	166
ANEXO D. Tabla medidas antropométricas de la mano	169
ANEXO E. Datos Pruebas De Tensión	179

RESUMEN

TITULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS PARA MOBILIARIO URBANO UTILIZANDO MATERIAL DE DESECHO DE TUBERÍA FLEXIBLE MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE.*

Autores: Adriana Marcela Landinez Gómez**
Yudith Azucena Villamizar González

Palabras Claves: Mobiliario, Amoblamiento, Diseño, Ecodiseño.

DESCRIPCIÓN

Este proyecto tiene como objetivo disminuir el impacto ambiental causado por los desechos sólidos, generados en el proceso de fabricación de la tubería para gas PE – AL –PE; planteando alternativas que permitan prolongar la vida útil de este material antes descartable y utilizar estos desechos sólidos como materia prima en el desarrollo y fabricación de nuevos productos, que favorezcan el equilibrio del medio ambiente, y que a su vez representen un beneficio a la comunidad en el ámbito social ; como lo son los objetos de mobiliario urbano.

La reciclabilidad de los desechos plásticos en el sector industrial es muy importante para la disminución del desperdicio logrando la reutilización del material no apto para la venta; los productos fabricados con dos o más materiales se convierten en compuestos de difícil reciclabilidad debido a su naturaleza, es por esto que se requiere analizar las opciones de procesamiento, reciclaje y el estudio de sus propiedades lo cual determinará las posibles aplicaciones. En esta investigación los desechos de tubería para gas PE-AL-PE se trituran y se añaden a la mezcla base de concreto y mortero para conformar las probetas de ensayos, en una segunda fase la tubería triturada se mezcla con polietileno virgen en diferentes proporciones para posteriormente inyectar las probetas a ensayar. Se aplican pruebas de resistencia de materiales a las probetas realizadas, con el propósito de evaluar las características de las composiciones y seleccionar la de mejor comportamiento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D. I. GERMÁN ENRIQUE VARGAS LINARES, Docente Escuela de Diseño Industrial

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FAMILY URBAN FURNITURE OBJECTS USING MULTI FLEXIBLE PIPE GAS WASTER PE-AL-PE.*

Authors: Marcela Landinez Adriana Gómez **
Yudith Azucena González Villamizar

Keywords: Furniture, Furnishings, Design, Ecodesign.

DESCRIPTION.

This project aims to reduce the environmental impact of solid waste generated in the manufacturing process of the gas pipe to PE - AL-PE, considering alternatives to prolong the life of this material before using these disposable and solid waste as raw material in the development and manufacture of new products, which favor the environment, and that in turn represent a benefit to the community in the social sphere, such as urban furniture.

The recyclability of plastic waste in the industrial sector is very important for achieving waste reduction reuse of material not suitable for sale, products made of two or more materials become difficult recyclability compounds due to its nature, is why it is required to analyze the options for processing, recycling and the study of their properties which determine their use. In this investigation the waste gas pipe for PE-AL-PE are crushed and added to the concrete base mix and mortar to form test specimens in a second pipeline stage crushed virgin polyethylene mixed with different proportions to then inject the samples tested. Apply stress tests on specimens made materials, in order to evaluate the characteristics of the compositions and select the best performing.

*Degree Project

**School of Physics and Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Directed by D.I. ENRIQUE VARGAS GERMÁN LINARES, Professor School of Industrial Design.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 TITULO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FAMILIA DE OBJETOS PARA MOBILIARIO URBANO UTILIZANDO MATERIAL DE DESECHO DE TUBERÍA FLEXIBLE MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE.*

1.2 AUTORES

Adriana Marcela Landinez Gómez
Yudith Azucena Villamizar González

1.3 TUTOR

DIRECTOR DEL PROYECTO
D. I. Germán Enrique Vargas Linares
Docente Escuela de Diseño Industrial

1.4 ENTIDADES INTERESADAS

- Universidad Industrial De Santander
- Extrucol S.A

1.5 INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia para reciclar, es por eso que hoy se piensa en recuperar el material industrial y poder elaborar nuevos productos a partir del resultante de dicho proceso. Esta concientización de las

personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la prevención de los impactos ambientales.

Sabemos que el reciclaje industrial del plástico abarca un campo de investigación y trabajo relativamente nuevo, pero es un área que se desarrolla rápidamente debido al gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas que abarca.

Como Diseñadoras industriales dedicadas al desarrollo de productos sentimos la responsabilidad de apoyar esta nueva tendencia del mercado a través del material recuperado proyectando utilizarlo en la construcción de productos para mobiliario urbano.

Este proyecto parte de la necesidad de estudiar el material (desperdicio) industrial recuperado de la empresa EXTRUCOL S.A para que a partir de él se diseñen productos que aprovechen las características del material que se genere en el proceso investigativo.

1.6 FACTORES MOTIVANTES

Es conveniente tener en cuenta, para el inicio de la investigación algunos de los factores motivantes que impulsan y promueven el desarrollo de este proyecto de diseño de equipamiento para zonas públicas utilizando residuos industriales o retales de tubería defectuosa co-extruida PE-AL-PE, los cuales se listan a continuación:

Disminución del impacto ambiental

El problema de los desechos en la ciudad es ampliamente conocido. Y es considerado uno de las problemáticas más difíciles de los últimos tiempos. Actualmente la empresa Extrucol S.A. desecha aproximadamente 21 toneladas de residuos de tubería PEALPE anualmente, con una tasa de crecimiento anual del 20%. Esto representa un problema de manejo e impacto ambiental, lo que se está manifestando en la saturación de los actuales rellenos sanitarios, la principal motivación para el desarrollo de este proyecto es la disminución del impacto ambiental y visual generado por los desechos de tubería, aprovechando el potencial y las características de los materiales utilizados en su fabricación generando la activación de un nuevo propósito o fin para estos retales defectuosos de tubería.

Responsabilidad social corporativa

La responsabilidad social de las empresas también es un factor motivante a tener en cuenta a la hora de realizar este proyecto, *“mediante la responsabilidad social corporativa, una empresa puede demostrar públicamente su compromiso con el desarrollo sostenible, el crecimiento económico y la protección al medio ambiente, evidenciando que estos valores no están en oposición con la competitividad y la obtención de beneficios económicos, sino que por el contrario, los potencian”*¹. Los efectos de la responsabilidad social en las empresas son entre otros una mejor imagen proyectada por la empresa, mayor fidelidad y reconocimiento de los clientes.

Las empresas deben tomar conciencia de la importancia de preservar el medio ambiente, del uso mesurado de los recursos naturales y de promover movimientos que contribuyan a disminuir las acciones que atentan contra el medio ambiente.

¹ Mobiliario ihobe, guías sectoriales de eco diseño- mobiliario urbano- sociedad pública de gestión ambiental- Herri- baitzua- sociedad pública del gobierno vasco -1 febrero de 2010

Cumplimiento de la legislación vigente

El actual marco legislativo demuestra una creciente preocupación por los temas referidos al medio ambiente, desarrollándose cada vez más regulaciones y normativas que buscan controlar y disminuir los impactos que la industria genera en el medio ambiente.

Colombia cuenta con una legislación ambiental bastante fuerte pero que pocas empresas conocen y cumplen a cabalidad, por lo cual el Decreto 1299 de 2008 que reglamenta el artículo octavo de la Ley 1124 de 2007, expone la obligación de cada organización, para que desarrolle su actividad productora en el país, mediante la implementación y respeto por la norma ambiental.

La Ley promueve: *“Todas las empresas a nivel ambiental deben tener un departamento de gestión ambiental dentro de su organización para velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental de la República”*.²

Por otra parte, existen otro tipo de obligaciones legales para las empresas no relacionadas con los productos sino con su potencial contaminante, como las establecidas por el decreto 1299 de 2008³ que trasciende la norma, en uno de sus artículos habla de la obligación de las empresas de tener sistemas y proyectos que contribuyan al aumento de su sostenibilidad de manera continua, evaluando la implementación de proyectos que busquen disminuir el impacto ambiental de las actividades de la empresa y la creación de conciencia.

Nuevas propuestas de mobiliario urbano

Los entornos urbanos están sufriendo profundas transformaciones en los últimos tiempos debido a cambios de concepción en la proyección urbanística: de un ambiente dominado por el tráfico de vehículos que limitaba este entorno a ser un

² Departamento de gestión Ambiental, Alcaldía de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente.

³<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36256>

lugar de paso, se está pasando a una mayor preocupación por dotar a estos ambientes de una función como lugar de reposo amigable con el peatón, ofreciendo un mayor protagonismo a transportes alternativos y a actividades de ocio y deporte.

Con estos cambios de proyección también se está dando una revitalización del sector industrial dedicado al equipamiento de estos ambientes, convirtiéndose en un factor motivante de gran importancia el poder proponer mobiliario que comunique intrínsecamente un mensaje de cuidado con la naturaleza y promuevan el sentido de pertenencia con las zonas o lugares donde se ubiquen dichos objetos, esto hace que a su vez, se deba otorgar más importancia a aspectos como la estética, la interacción con el usuario, la funcionalidad a su vez promoviendo el respeto al medio ambiente y la integración con el mismo de los productos.

Reducción de costes

En un sector como el de productos de mobiliario urbano, en el que, los mayores aspectos ambientales se centran en la fase de producción, las primeras acciones de mejora que se pueden aplicar sobre un producto son las de reducción del consumo de materiales o en este caso el uso de materiales reciclados lo que nos genera una disminución en la inversión económica de materia prima, lo cual producirá un efecto simultáneo de reducción de costes de fabricación y de disminución de la carga ambiental asociada al producto.

La aplicación del ecodiseño en el proceso de diseño y desarrollo de productos. Puede también contribuir a reducir el consumo de materiales, energía o a optimizar los recursos destinados a la distribución y comercialización del producto mediante un diseño del mismo que facilite las operaciones de logística.

Investigación, desarrollo e innovación

La investigación y el desarrollo son las herramientas que permiten generar nuevos conocimientos tecnológicos y su aplicación para la fabricación o el diseño de nuevos materiales, productos o técnicas de trabajo. En este caso es un factor motivante el desarrollo de estudios experimentales o iniciales sobre nuevos materiales compuestos, los cuales no solo están solucionando un problema ambiental puntual, reciclando el material de desecho industrial, sino que posiblemente estos experimentos primarios sirvan como base para continuar con el plan de estudio y evolucionar sus características y aplicaciones.

1.7 JUSTIFICACIÓN

El objetivo esencial de una industria es transformar la materia prima en un producto, bien o servicio negociable. La generación de residuos, desechos y emisiones durante el proceso productivo puede ser considerada como una pérdida durante el proceso y un mal aprovechamiento de la materia prima empleada, por lo tanto representa un costo adicional en el proceso productivo. A su vez, la generación de residuos origina impactos económicos importantes asociados a los costos de tratamiento y disposición final de éstos, además de los impactos sociales y ambientales asociados al deterioro de la calidad de vida de las comunidades.

“La vida útil de un material o producto puede acabar, en general, de dos maneras diferentes. Por un lado están, los residuos pre-consumidor que se producen en las industrias, como ejemplo los restos defectuosos de tubería de polietileno y Por otro lado, los residuos post-consumidor son productos que los consumidores finales ya no utilizan”⁴ porque han cumplido con su ciclo de vida.

⁴ BOCCACCIN, Aldo R. I y ONDRACEK, Gerhard. Nuevos materiales a partir de residuos. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy. Vol. 5 No 29.

“Aunque la industria del sector plástico suele aprovechar los residuos pre-consumidor generados de manera inevitable en los procesos normales de fabricación, reutilizándolos en su ciclo productivo ya sea vinculándolos en su fase inicial como insumos o en su fase final para elaborar nuevos materiales, y productos”⁵. La reutilización de residuos industriales, común en las industrias, es viable cuando el desecho es de un solo componente, ya que conservan sus propiedades reológicas útiles para su procesamiento y se realiza previo a este un proceso de limpieza y separación de contaminantes. Los materiales conformados por dos o más componentes laminados o no, adheridos por medio de pegamento o unión permanente como lo es la tubería para gas domiciliario multicapa Polietileno-Aluminio-Polietileno, no resultan adecuados en el proceso de recuperación, debido a los altos costos y tecnologías necesarias para la separación de los componentes antes de su reutilización, es por esto que se busca la creación de nuevos productos a partir de los desechos poliméricos, utilizando tecnología local, y procesos sencillos de bajo costo lo cual beneficia no sólo a las empresas, con un provecho económico, sino también al medio ambiente: se evita que los residuos acaben en vertederos, incineradoras o abandonados, y se reduce el consumo de energía y el uso de nuevas materias primas no renovables.

Los crecientes trastornos ecológicos y económicos generados por la acumulación de desechos industriales y domiciliarios, hacen que la sociedad deba definir métodos eficaces y seguros para tratarlos, almacenarlos y eventualmente, darles nueva utilización. Es por esto que resulta de gran importancia desde el enfoque del Diseño industrial promover un diseño respetuoso con el medio ambiente reduciendo el impacto ambiental negativo, para lo cual debe adoptar una metodología que considere el factor medioambiental sobre todas las decisiones

⁵ BOCCACCIN, Aldo R. I y ONDRACEK, Gerhard. Nuevos materiales a partir de residuos. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy. Vol. 5 No 29.

tomadas en el desarrollo de producto, desde su fase inicial hasta su eliminación y reciclaje.

Este proyecto busca disminuir el impacto ambiental causado por los desechos sólidos, generados en el proceso de fabricación de la tubería para gas PE – AL – PE; planteando alternativas que permitan prolongar la vida útil de este material antes descartable y utilizar estos desechos sólidos como materia prima en el desarrollo y fabricación de nuevos productos, que favorezcan el equilibrio del medio ambiente, y que a su vez representen un beneficio a la comunidad en el ámbito social ; como lo son los objetos de mobiliario urbano.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo General

Utilizar los desechos sólidos generados durante el proceso de fabricación de tubería multicapa **PE** (polietileno) –**AL** (aluminio) –**PE** (polietileno), en el diseño y construcción de dos objetos de mobiliario urbano.

1.8.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y ejecutar pruebas de tracción, compresión y flexión en el laboratorio de resistencia de materiales, a las probetas conformadas con el desecho solido de tubería multicapa PE-AL-PE y mezclas de este material con otros componentes adicionales, analizar e interpretar los resultados de las pruebas mecánicas para seleccionar el material y el proceso adecuado en el diseño de los objetos de mobiliario urbano.
- Seleccionar dos objetos de mobiliario urbano que se adapten a las características del material elegido en las experimentaciones realizadas.

- Diseñar dos elementos de mobiliario urbano mediante la implementación de una metodología de diseño de producto enfocada en una fabricación industrial, utilizando tecnología local.
- Construir dos modelos funcionales de los productos de mobiliario urbano desarrollados, simulando los materiales reales.

1.9 ALCANCE E IMPACTO ESPERADO

Diseño y construcción de modelos funcionales a escala real, los cuales representarán la estética de dos elementos de mobiliario urbano fabricados con desechos industriales del proceso de fabricación de la tubería multicapa Pe-Al-Pe en la empresa EXTRUCOL S.A.

Se entregarán muestras físicas de las diferentes mezclas utilizadas en las probetas sometidas a ensayos de resistencia de materiales en el laboratorio y ficha técnica del material elegido en el diseño final de los productos de mobiliario urbano.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 MARCO GENERAL

2.1.1 Impacto ambiental del sector plástico en Colombia. La disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos son eliminados en botaderos a cielo abierto; siendo ésta una práctica que predomina en 31% de los municipios de Colombia. Según la Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, esta práctica se ha popularizado por:

“La falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos; - falta de coordinación interinstitucional del tema; - falta de recursos financieros por parte de los municipios; - énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte de forma que la tarifa de aseo no involucra los costos reales de un sistema de eliminación, tratamiento o disposición final; - falta de empresas de aseo consolidadas que ofrezcan alternativas en el manejo de los residuos sólidos (las empresas establecidas ofrecen las tradicionales fases de recolección, transporte y disposición final, únicamente), entre otras, todo lo cual origina un desconocimiento a nivel municipal de la existencia de tecnologías alternas para el manejo de los residuos sólidos.”⁶

“En Colombia, la tecnología más utilizada para el aprovechamiento de los residuos plásticos es el reciclaje mecánico. En una etapa inicial avanzada se están dando también experiencias en el reciclaje químico y se está evaluando la incineración

⁶ La gestión integral de residuos sólidos- <http://www.minambiente.gov.co>

con recuperación de energía para el manejo de algunos empaques y envases plásticos contaminados con agroquímicos”⁷

2.1.2 Aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos. Existen diferentes procesos para el reciclaje de plásticos que son explicados posteriormente. Es importante tener en cuenta que para aplicar las diferentes técnicas involucradas en cada uno de los tipos de reciclaje de residuos plásticos, además de contar con una viabilidad económica, técnica y ambiental, se debe garantizar que los productos que se obtengan posean unas condiciones mínimas, tanto de calidad como de salubridad, que permitan su desempeño en forma sana y segura.

El fabricante de artículos cuya materia prima es reciclada debe tener especial cuidado en identificar la procedencia de los materiales que utiliza, con el fin de evitar aplicaciones que puedan afectar la salud humana. Por lo tanto, se debe garantizar que la comercialización de todos los materiales plásticos reciclados (molidos, aglutinados, trozados o peletizados) producidos por los centros de recolección y acondicionamiento responsables, debe estar orientada hacia la fabricación de aplicaciones que no tengan contacto directo con alimentos, ni productos de ingestión humana directa, tales como:

Artículos inyectados de oficina (papeleras, elementos de escritorio), baldosas o pisos sintéticos, adoquines aglutinados, madera plástica para estibas, postes, cercas, estacas, mezcla para asfaltos, muebles inyectados (sillas, mesas), bidones, baldes para uso industrial, cubetas y canastillas, casetones para construcción, Materas de jardinería, otras aplicaciones inyectadas, extruidas, termo formadas o moldeadas.

⁷ AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. (2009) Guía de Buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos. Valencia, España, AIMPLAS - Instituto Tecnológico Del Plástico. Pág 20

2.2 TUBERÍA MULTICAPA PARA GAS PE-AL-PE

Es un tubo flexible de aluminio, recubierto en su interior y exterior por una capa de polietileno (HDPE) adherida por el sistema de extrusión y resistente a los rayos U.V. y diferentes agentes químicos.

Principalmente el tubo compuesto de aluminio y de plástico tiene las características siguientes:⁸

“La tubería para gas PE-AL-PE está diseñada para ofrecer un desempeño superior a otros sistemas metálicos existentes, ya que combina la resistencia del metal con la economía, seguridad, durabilidad y longevidad de sus recubrimientos plásticos de polietileno en un solo producto.

Sus capas de recubrimiento de polietileno, y su tubería de aluminio aseguran una excelente resistencia a esfuerzos mecánicos y fatigas permitiendo instalaciones flexibles y curvas sin colapsos por hundimientos.

Es altamente resistente a la corrosión, garantizando un excelente desempeño contra los contaminantes del subsuelo lo que permite un flujo uniforme sin acumulación de sedimentos y una mayor vida útil con un flujo casi laminar.

Además se pueden hacer curvas con un doblador manualmente con un mínimo esfuerzo, conservando el doblado para una fácil instalación”.⁹

⁹ Guía Línea Gas Extrucol S.A.

En la empresa Extrucol S.A. se manejan diámetros diferentes para cada tipo de tubería, esto dependiendo del uso para el cual será destinada. En la tabla 1 se pueden observar los diámetros y espesores en producción.

Tabla 1. Diámetro y Densidad de las Tuberías para gas PEALPE

Referencia	Diámetro Nominal	Diámetro Externo Promedio		Espesor de Pared	Diámetro Interno
		Mínimo	Máximo		
1216	16	16.0	16.4	1.6	12.0
1418	18	18.0	18.4	1.6	14.0
1620	20	20.5	21.0	2.0	16.0
2025	25	25.0	25.5	2.2	20.0

Unidad: milímetros

Fuente: Guía Línea Gas Extrucol S.A.

2.2.1 Materiales utilizados en la fabricación de tubo multicapa Pe-Al-Pe. Cada uno de sus componentes le aporta las características propias de cada material para lograr una tubería con propiedades importantes para el uso específico, estas son tuberías multicapa, es decir un tubo flexible de aluminio, recubierto en su interior y exterior por una capa de polietileno (HDPE) adherida por el sistema de Co-extrusión y resistente a los rayos U.V. y diferentes agentes químicos.

Tabla 2. Densidad de materiales utilizados en la fabricación de tubería.

DENSIDAD DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE TUBERIA	
MATERIAL	DENSIDAD(g/cm ³)
ALUMINIO	2.7
PE	0.92-0.96

Fuente: Guía de Tubería Línea Gas EXTRUCOL S.A.

“Los principales componentes de la tubería multicapa de polietileno de Alta densidad PE 100, aluminio y Adhesivo (base PE) se encuentran en las siguientes proporciones¹⁰:

¹⁰Para un tramo de 200 Metros, peso total 23.4 kg (de tubería PEALPE)

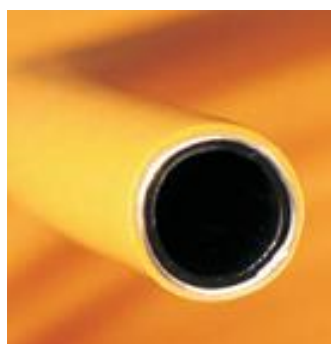
Tabla 3. Materiales que componen la tubería PE AL PE

Compuesto	Peso (Kg)	Porcentaje
Polietileno de alta densidad (HDPE)	15.44	65%
Aluminio	5.382	23%
Adhesivo (base PE)	2.574	11%

Fuente: Autores

“Sus capas de recubrimiento de polietileno, y la tubería interna de aluminio aseguran (figura 1) una excelente resistencia a esfuerzos mecánicos y fatigas permitiendo instalaciones flexibles y curvas sin colapsos por hundimientos”¹¹.

Figura 1. Tubería multicapa PE AL PE



Fuente: Guía Línea Gas Extrucol S.A.

2.2.2 Propiedades del Aluminio. Elemento químico metálico, de símbolo Al, que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico. El aluminio puro es blando y tiene poca resistencia mecánica, pero puede formar aleaciones con otros elementos para aumentar su resistencia y adquirir varias propiedades útiles. Las aleaciones de aluminio son ligeras, fuertes, y de fácil formación para muchos procesos de metalistería; son fáciles de ensamblar, fundir o maquinar y aceptan gran variedad de acabados. Por sus propiedades físicas, químicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en el metal no ferroso de mayor uso.

¹¹ [http://www.durman.com.mx/vol02/pagina.nsf/ED_DurmanGas/\\$FILE/fichatecnica.pdf](http://www.durman.com.mx/vol02/pagina.nsf/ED_DurmanGas/$FILE/fichatecnica.pdf)
Guía Línea Gas Extrucol S.A.

2.3 PROPIEDADES DEL POLIETILENO

“El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, opaco con apariencia de cera en el caso de los polietilenos de alta densidad. Por la polimerización de etileno pueden obtenerse productos con propiedades físicas muy variadas.

El polietileno es un material 100% reciclable y apto para ser utilizado en muchos sectores, se caracteriza por ser de gran resistencia a la abrasión, al desgaste y a los agentes químicos y los impactos.

Muy utilizado en aplicaciones industriales por su bajo coeficiente de fricción, por ser un material auto lubricado y por su gran resistencia a los impactos, pero a la vez es de fácil mecanización. Más de la mitad de su uso es para la fabricación de recipientes, tapas y cierres; otro gran volumen se moldea para utensilios domésticos y juguetes; un uso también importante que tiene es para tuberías y conductos.

También es importante destacarlo por ser aislante eléctrico, estar preparado para resistir bajas temperaturas y ser resistente a los cambios climáticos.

Se utiliza mucho en aplicaciones que requieran el contacto con los alimentos por ser fisiológicamente inerte y estar aceptado por las normas internacionales en materia alimentaria de la CE (FDA entre otras).¹²

En general hay dos tipos de polietileno:

- De baja densidad (LDPE)
- De alta densidad (HDPE)

¹²AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. Guía de buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos. Valencia, España.2009.pag 65

El polietileno de alta densidad (HDPE) utilizado en la tubería multicapa PE AL PE se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, pero puede ser mayor. Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Es más duro, fuerte y un poco más pesado que el de baja densidad, pero es menos dúctil.

Debido a las ventajas que tiene por sus propiedades tanto en precio como en resistencia química y mecánica frente a otros productos, su uso ha crecido enormemente en muchas aplicaciones.

Para la fabricación de sus tuberías Extracol usa polietilenos de media y alta densidad denominados PE80 (polietileno densidad media) y PE100 (polietileno densidad alta) según normas ISO o PE2406 y PE4710 según normas ASTM.

Figura 2. Tabla de propiedades de tubería para gas PE-AL-PE

PROPIEDADES	MÉTODOS DE ENSAYO	VALORES		UNIDADES
		PE80	PE100	
DENSIDAD (PIGMENTADO)	ISO 1183	0,928	0,959	g/m ³
TASA DE FLUJO (5Kg/190°C)	ISO 1133	0,85	0,29	g/10min
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE CEDENCIA	ISO 6259	19	25	MPa
RESISTENCIA A LA TENSIÓN EN EL PUNTO DE ROTURA	ISO 6259	----	38	MPa
ELONGACIÓN (ROTURA)	ISO 6259	>350	>600	%
MÓDULO DE ELASTICIDAD	ISO 527	750	1400	MPa
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT	ISO 306	121	128	°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO VICAT (5Kg)	ISO 306	----	78	°C
ESTABILIDAD TÉRMICA (OIT, 210°C)	ISO 10837	>20	>20	min
COLOR	ISO 9080	AMARILLO	NARANJA	---
RESISTENCIA MÍNIMA REQUERIDA (MRS)	ISO 12162	8	10	MPa

Fuente: Guía línea Gas Extracol S.A

Teniendo en cuenta las características del material, y que no se produce en el país, el PE es importado en su totalidad y en correspondencia con la filosofía de

trabajo de Extrucol, los proveedores deben ser empresas certificadas en el Sistema de Gestión de Calidad según la norma ISO 9001 pretendiendo así la mayor garantía del producto desde la primera etapa de fabricación. El material virgen se consigue peletizado y estandarizado en forma de lenteja, su color varía según la densidad y el uso de la tubería entre blanco, amarillo o negro, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Pellets de Polietileno virgen



Fuente: Guía tubería línea Gas Extrucol S.A.

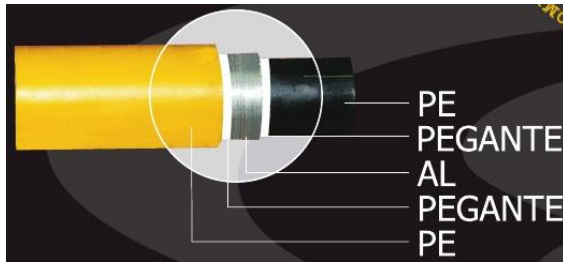
El polietileno tiene también entre sus ventajas que es un producto reciclable, esto significa que puede ser utilizado por terceros para fabricar por ejemplo estibas plásticas, sillas ornamentales, macetas plásticas, mobiliario urbano etc.

Esto para la tubería compuesta únicamente por este material, en el caso de constar de dos o más componentes, se tendría que realizar procesos adicionales para separar sus elementos o aplicar tecnologías que permitan reutilizar los desechos, realizando ensayos de comportamiento del material.

2.4 DESARROLLO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PE-AL-PE

La Tubería está compuesta de 5 capas. Las capas internas y externas son de polietileno liso de alta densidad, las cuales están unidas con un pegante especial a la capa de aluminio. Su capa intermedia de aluminio es 100% hermética al gas/oxígeno y está fuertemente soldada en forma de traslape (sobrepuesto). Todas las capas son extruidas en un solo paso.

Figura 4. Capas tubería PE-AL-PE.



Fuente: Guía línea Gas Extrucol S.A

“La fabricación se realiza en un sistema automático continuo cuyo proceso básico consta de:

- *Extrusión de los materiales termoplásticos*
- *Conformado y soldadura de la lámina metálica*
- *Aplicación y cocción de las 2 capas adhesivas*
- *Verificación estructural, mecánica y dimensional*

*La lámina de aluminio esta soldada a traslape por ultrasonido, lo que ofrece una capa continua y homogénea que garantiza hermeticidad”.*¹³

2.4.1 Causales de desecho de tubería multicapa. La tubería multicapa PE AL PE utilizada principalmente para el transporte de gas requiere un alto grado de hermetismo y la máxima calidad en el producto, por situaciones ocurridas durante proceso de fabricación de la tubería, se obtienen volúmenes importantes de desechos sólidos de tubería, la cual por sus defectos es rechazada y excluida del proceso. Las causas de exclusión del material son variadas, y ocurren por fallas que no son predecibles en su mayoría.

El control de calidad realizado por la empresa Colombiana de Extrusión S.A. EXTRUCOL a la tubería multicapa para gas PE AL PE, certifica que la tubería será

¹³ Guía línea Gas Extrucol S.A

entregada a los compradores en condiciones óptimas, respondiendo al compromiso y la responsabilidad de vender tubería para transportar gas, las pruebas de calidad se realizan por personal calificado y evalúa la calidad de la tubería tomando un tramo específico, el cual referenciará la calidad de la producción, si esta no cumple con los requisitos se debe descartar una cantidad de material no apto para cumplir la función de manera eficiente, esta es una de las causas de desperdicio, además de otras fallas relacionadas a continuación:

Los desechos generados en un periodo de 8 meses en año 2011, fueron 12.007.63 kilogramos lo que significó un costo de \$63.810.842 ocasionado por fallas entre las que podemos contar de mayor desperdicio a menor desperdicio:

Falla por soldadura ultrasónica, cambio de rollo de aluminio, contaminación, reinicio de producción, arranque, variación de la capa externa, falla de equipo, pruebas, defectos, falla de energía, falla humana, rollo de aluminio maltratado, limpieza, falla impresora, mantenimiento correctivo, parada del fin de semana, parada fin de orden, dimensionales, rollo de aluminio con capa.

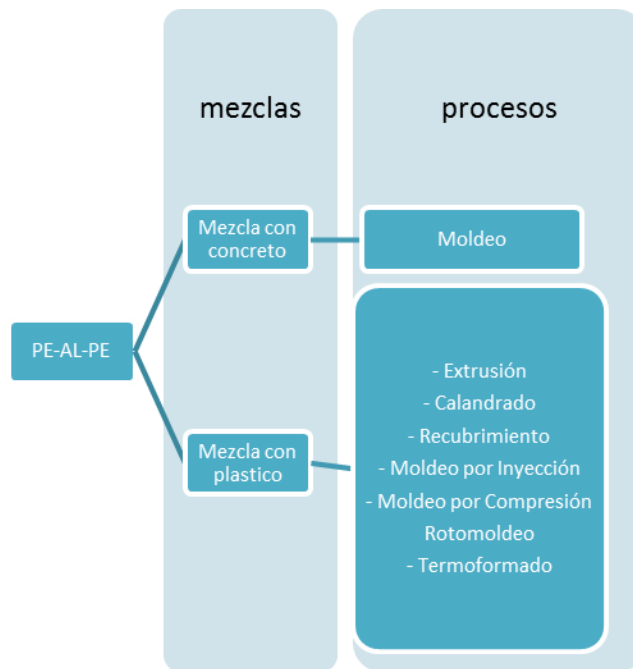
Además teniendo en cuenta el material que se utiliza para realizar las pruebas de control como muestra testigo y probetas. (Ver Anexo)

2.5 PROCESOS DE CONFORMADO PARA TERMOPLÁSTICOS

Dentro de las posibilidades que ofrece el conformado de termoplásticos encontramos posibilidades importantes las cuales ofrecen la capacidad de producir un elemento con formas y características propias de cada proceso, teniendo en cuenta que el material base es polietileno de alta densidad o PE 100 el cual requiere una adhesión importante en su configuración interna entre sus partículas del mismo material o de este con el material de carga.

“Los procesos de conformado adicionando temperatura implican un gasto adicional de energía, el cual puede verse implicado en un mayor impacto ambiental, pero aseguran una producción en serie de piezas idénticas, En los antecedentes de mezclas realizadas con desechos de termoplásticos encontramos su uso como carga en materiales de conformado en frio como concretos, esto realizado con termoplásticos como el PET sin compromiso de materiales adicionales que en este caso es el aluminio, para lo cual se precisan ensayos de comportamiento del material, la segunda posibilidad es el termo conformado mediante procesos industriales mezclando este con polietileno 100 sin procesar y verificando mediante ensayos el comportamiento del material en presencia de un componente adicional como lo es el aluminio. Teniendo en cuenta las características de los mismos se analizan los procesos que existen para el desarrollo de productos con dichos materiales¹⁴”.

Figura 5. Proceso conformado de termoplásticos



Fuente: autores

¹⁴ http://www.minambiente.gov.co/documentos/guia_ambiental_proceso_basico_para_transf_plastico.pdf

2.6 MARCO JURÍDICO NACIONAL

2.6.1 Política de gestión integral de residuos sólidos. Existen Normas Internacionales que dan pautas a las empresas sobre como realizar un analisis del ciclo de vida (serie ISO 14040) Por otro lado, en el ambito nacional, la norma UNE 150.301 tiene por objetivo principal proporcionar a las empresas los elementos de un sistema de gestion ambiental del proceso de diseño y desarrollo de productos que sea efectivo; que pueda ser integrado con otros requisitos de gestion (principalmente los establecidos por ISO 9001:2000 e iso 14001); y que pueda ser certificado por agentes externos a la organización.

“La Norma UNE 150.3001:2003: Gestion ambiental del proceso de diseño y desarrollo de productos. Ecodiseño, trata de recoger los requisitos de un modelo de sistema de gestion ambiental que, aplicado al proceso de diseño y desarrollo, “permita a las organizaciones incorporar una sitemática de identificacion, control y mejora continua de los aspectos medioambientales asociados a los productos o servicion diseñados por ellos”.¹⁵

2.6.2 Compromiso social y ambiental de la industria de los plásticos en Colombia

ACOPLASTICOS

“Fundada en 1961, es una entidad gremial colombiana, sin ánimo de lucro, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas (recubrimientos), fibras, petroquímica y sus relacionadas”.¹⁶

¹⁵CEPYME ARAGON, Guía Práctica Para La Aplicación Del Ecodiseño. Prisma calidad y medio ambiente S.A., Zaragoza, Diciembre. 2007.

¹⁶AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. Guía de buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos. Valencia, España.2009.

En las últimas décadas, ACOPLASTICOS ha llevado a cabo diversas acciones relacionadas con el fomento de procesos de autorregulación de las industrias que representa y con la promoción del reciclaje de residuos plásticos, mediante una activa participación con las diversas autoridades y entidades ambientales.

“Las empresas transformadoras de resinas plásticas y las entidades dedicadas al aprovechamiento de los residuos plásticos deben hacer público su compromiso de trabajar bajo una ética fundamentada en la transparencia de sus actividades y responsabilidad ambiental, estableciendo unas metas de desempeño cada vez más exigentes que aseguren el cumplimiento de las normas legales nacionales, la productividad y el mejoramiento continuo.”¹⁷

2.6.3 Normas utilizadas en la fabricación de tubería Multicapa. La tubería PE AL PE es fabricada para transporte de gas natural y GLP, de acuerdo con las siguientes normas nacionales: NTC, ISO y ASTM.

- NTC 1746 Plásticos. Tubos y accesorios para conducción de gases a presión interna constante (homologación depresión (Homologación de ASTM D-2513).
- NTC 5276 Tubería a presión compuesta de polietileno/aluminio/polietileno (pe-al-pe). (Homologación de ASTM D 1282:2001)
- NTC 872 Materiales para moldeo y extrusión de plásticos de polietileno (ASTM D-4976).
- NTC 2935 Plásticos. Materiales de polietileno para tubería y accesorios (homologación de NTC 3358 Plásticos. Determinación de las ASTM D-3350)

2.6.4 Normas utilizadas en la elaboración de probetas. Para el desarrollo de las pruebas que se realizaron con el material de desecho se tuvieron en cuenta las normas establecidas para que el proceso de comprobación sea el adecuado. Los

¹⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Viceministerio de Ambiente-Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible-República de Colombia-Bogotá, Colombia. Julio de 2004

desechos sólidos triturados de la tubería para gas PE-AL-PE se mezclarán con dos tipos de materiales diferentes (PE virgen) que servirán como carga para la realización de las probetas.

En el desarrollo de las pruebas y posterior análisis de las probetas conformadas por los desechos de tubería para gas PE-AL-PE y material virgen (pe) se tomaron en cuenta en cuenta las siguientes normas:

- Norma técnica colombiana NTC943. Determinación de la resistencia de los plásticos al impacto del péndulo de izod.
- Norma técnica colombiana NTC595. Método de ensayo para determinar las propiedades de tensión en plásticos.
- Norma técnica ASTM D695. Método de prueba estándar para propiedades de compresión de plástico rígido.

Para la realización y posterior análisis de las probetas de concreto que tendrán como carga los desechos de tubería para gas PE-AL-PE se tomaran en cuenta las siguientes normas:

- ASTM C172-08 Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado
- ASTM C 31/C 31M – 03^a Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón.
- ASTM C33/C33M - 11a Especificación Normalizada para Agregados para Concreto
- ASTM C78. Determinación Del Esfuerzo A La Flexión Del Concreto
- NTC 550. (ASTM 031). Ensayo de resistencia para Fabricación y Curado.
- NTC 673. (ASTM 039). Ensayo de Resistencia.
- NTC 174 (sexta actualización) concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.

2.7 PROCESOS Y TECNOLOGÍAS PARA EL RECICLAJE DE TERMOPLÁSTICOS POST INDUSTRIALES

Las tecnologías disponibles para el tratamiento y recuperación de los residuos plásticos incluyen:

- El reciclaje mecánico
- El reciclaje químico
- La incineración con recuperación energética

2.7.1 Reciclaje Mecánico. *“El reciclado mecánico es un proceso físico en el cual a través de una serie de operaciones y en presencia de presión y temperatura, el plástico es recuperado para su posterior transformación. El reciclado mecánico de los residuos plásticos es conocido desde que se transformaron los primeros materiales termoplásticos, bajo la necesidad de utilizar, con el mayor provecho posible, estas materias primas.*

La validez o no del producto resultante, depende mucho de la separación previa de los distintos materiales plásticos, de la ausencia de impurezas y en resumen de la limpieza de los mismos, por estos motivos es tan importante definir el proceso y los subprocesos adecuados en cada caso”¹⁸.

Cuando se habla de la separación previa de los distintos materiales hay que señalar que en la actualidad existen diferentes procesos de separación en distinto grado de desarrollo, como puede ser: métodos de flotación por diferencia de densidad, extracción con disolventes, procedimientos de humidificación Selectiva, métodos espectroscópicos, etc.

¹⁸ http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/reciclado_auto/tiposdereciclado.htm

La ventaja del reciclado mecánico es que se obtienen productos de plástico utilizables en el mismo sector o en otro, siempre que sus características de calidad y la legislación vigente lo permita, con lo que se recupera una materia prima no renovable, evitando que ese residuo llegue a un vertedero”.

Las dificultades con las que se va a encontrar esta técnica son:

Limpieza de los residuos: La presencia de suciedad o de materiales no adecuados puede perjudicar de forma importante la calidad del plástico reciclado e incluso, la maquinaria empleada. Los insertos metálicos de aluminio presentes en el material a reciclar se consideran un factor en contra para la vida útil de los moldes y maquinaria en el proceso de reutilización de la tubería.

Además hay que señalar que en un principio se obtendrá mayor calidad de plástico reciclado cuanto más se separe, limpie y triture, lo que encarecerá de forma notable el proceso. Siempre que haya una disminución en las propiedades del plástico se tendrán que estudiar otras aplicaciones del mismo distintas que las originales. El Propio proceso de reciclado mecánico tendrá implicaciones medioambientales como la generación de vertidos de agua.

Posibilidades de fin de ciclo para la tubería desechada

- Uso de la tubería sin procesos mecánicos adicionales para fabricar productos industriales.
- Aplicar procesos de reciclado mecánico para conformar nuevos productos industriales.
- Utilizar el producto como carga en la conformación de materiales compuestos

1- La tubería que supera las pruebas de calidad realizadas por la empresa para garantizar el perfecto estado de la misma, presenta unas características favorables en caso de rehusarla para otro fin, como un diámetro constante en

todo su recorrido; siendo esta una condición importante la cual garantiza la posibilidad de uso del 100% del tramo, esta constancia en sus características no se presenta en los tramos desechados, por obvias razones al ser un desecho o una tubería defectuosa obteniéndose en su mayoría por cambio en el diámetro, porosidad, carga y parada de la maquina entre otras situaciones que generan tramos irregulares y una pérdida de las características principales como la variación en el diámetro y en algunos casos ausencia de un segundo componente ya sea aluminio o polietileno, convirtiéndose este en la mayor dificultad para estandarizar un uso industrial con tubería desechada como materia prima.

- 2- La aplicación de procesos de reciclado mecánico es muy usada actualmente para transformar el producto de desecho en materia prima y lograr recuperar el 100% del material en una segunda aplicación. En este caso la dificultad se concentra en la combinación de dos materiales con especificaciones diferentes en sus características físicas y químicas, lo cual resulta beneficioso en el caso de su uso primario ,pero para el fin del ciclo dificulta la recuperación de los componentes, convirtiéndose en una posibilidad el planteamiento de la inyección de este material recuperado, para lo cual resulta necesario empezar con una fase inicial, en la cual realizando Ensayos primarios se logre identificar el comportamiento de este nuevo material bajo circunstancias controladas, inyectando el polímero y conformando un material compuesto.
- 3- La adición de la tubería reciclada al concreto como carga para mejorar las propiedades de la mezcla, es una posibilidad que se debe experimentar para así teniendo como antecedentes las pruebas que se han realizado con otros termoplásticos triturados y mezclados con el concreto en obra de construcción, fabricando ladrillos livianos y resistentes, este proceso se ha realizado con otros polímeros, lo cual implica desarrollar el proceso de experimentación.

Tomando como requerimiento la utilización de la tecnología local en el proceso de reciclado o recuperación del material compuesto, se opta por continuar con el proceso más utilizado para estos casos, el cual nos permite obtener material polimérico en hojuelas apto para ser usado como materia prima en procesos para conformado de nuevos productos o piezas, estos procesos cabe resaltar deben requerir bajo consumo energético, bajo o nula contaminación y emisiones ambientales y bajo costo.

“El reciclado, involucra la recolección, reprocesado, mercado y uso de los materiales recuperados de la corriente de residuos sólidos. Considerándose como material factible de ser reciclado, todo aquel que posea propiedades físicas y químicas útiles, después de ser utilizados para su propósito original o desechado por defectuoso y que puede ser reutilizado en productos nuevos”¹⁹.

El material de desecho de la tubería para gas PE-AL-PE es un compuesto de plástico y aluminio el cual fue sometido a un proceso de molido para mezclarlo con otros materiales y analizar su comportamiento frente a estas nuevas mezclas.

¹⁹ MENDEZ, A., PALACIOS, M., CEDILLO, R., (2004), Folleto Reciclado de Materiales Termoplásticos, pp 2, 3

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 MOBILIARIO URBANO

“El Sector del mobiliario urbano es un sector muy diverso formado por numerosos productos con grandes diferencias entre ellos y en el que en muchas ocasiones una misma empresa desarrolla distintas actividades para diferentes mercados.

Entre el equipamiento urbano podemos encontrar, por tanto, desde formas básicas de fundición de metales, como pueden ser tapas de alcantarillado, rejas o alcorques, hasta productos más complejos compuestos por varias partes con una gran variedad de materiales, como pueden ser quioscos de prensa o parques infantiles.

Estos productos, a pesar de las grandes diferencias entre sí tanto en uso de materiales como de técnicas de producción, instalación y requisitos de mantenimiento, comparten el ser piezas de lucro público al estar todos considerados como parte del mobiliario y equipamiento urbano”.²⁰

3.2 CLASIFICACIÓN

Los productos de equipamiento urbano, pueden clasificarse principalmente en cuatro grupos teniendo en cuenta sus características en común.

²⁰IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Guía sectorial: Mobiliario Urbano. Alameda de Urquijo, Bilbao, febrero 2010.pag 86

Figura 6. Clasificación Mobiliario Urbano

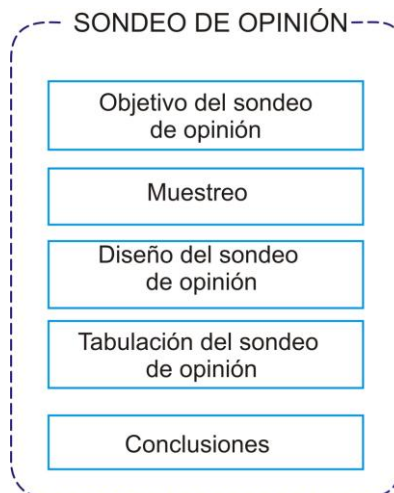


Fuente: Autores

3.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL MERCADO

3.3.1 Objetivos de la investigación. Identificar el tipo de mobiliario requerido por los usuarios frecuentes de los parques y vías públicas de la ciudad de Bucaramanga y que características generales deben presentar.

Figura 7. Metodología sondeo de opinion



Fuente: Autores

3.3.2 Metodología. Se realizó una investigación de campo para identificar el tipo de mobiliario requerido por los ciudadanos, dicha investigación se llevó a cabo en dos etapas.

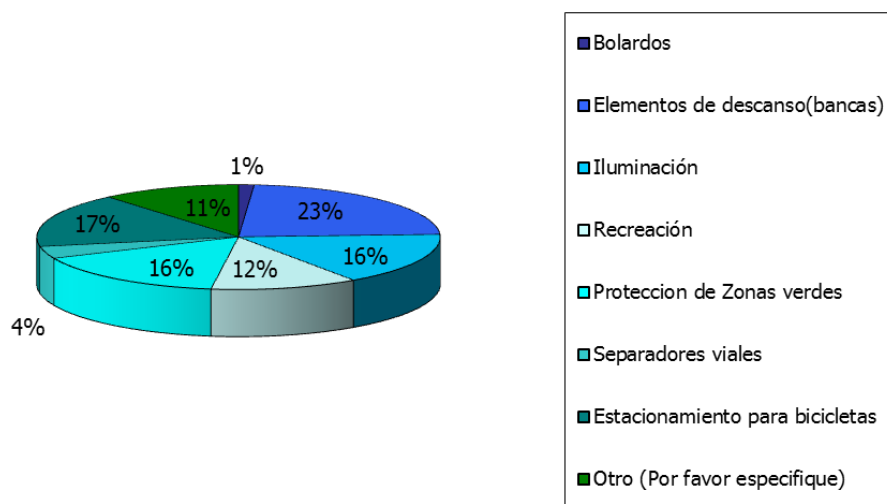
En la primera etapa se realizó un sondeo de opinión a una muestra de 60 usuarios en las zonas públicas de la ciudad de Bucaramanga, indagando sobre la necesidad de mobiliario requerido y su opinión sobre las características generales de los mismos.

En la Segunda etapa Se implementa una jornada de observación en las calles y parques de la ciudad tomando fotografías como soporte del tipo de mobiliario existente y las falencias del mismo.

Población: se realizó el sondeo de opinión a personas que frecuentaban los parques o zonas de descanso de la ciudad, con edades entre los 10 y los 60 años de edad.

3.3.3 Tabulación de resultados. Los resultados del sondeo se tabularon en graficas en forma de torta, en la que se observan los porcentajes de la opinión de los encuestados. (Ver anexos)

Figura 8. Resultados sondeo de opinión sobre mobiliario urbano



Fuente: Autores

3.3.4 Conclusiones

- El 23% de las personas encuestadas considera que hacen falta más elementos de descanso en la ciudad; el 17% piensa que se requieren parqueaderos para bicicletas; el 16% dice que falta elementos de iluminación y otro 16% dice que es importante colocar protectores para zonas verdes.
- El 68% de las personas encuestadas no están conformes con el mobiliario urbano; al 32% de las personas les agrada el mobiliario de la ciudad.
- Un 12% de las personas encuestadas dice que hace falta elementos de recreación y un 4% dice que falta separadores viales.
- Al 50% de las personas encuestadas les gustaría encontrar mobiliario con curvas, al 33% mobiliario con formas geométricas; el 17% desearían ver figuras temáticas y divertidas.

3.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL MOBILIARIO DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Se realizó una indagación de campo en los principales parques de Bucaramanga y la zona metropolitana, con el objetivo de analizar las necesidades en el mobiliario urbano actual, para ello se realizó una recopilación y análisis de fotográfico donde se muestran las condiciones actuales de los parques de la ciudad.

Tabla 4. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de seguridad

MOBILIARIO URBANO DE SEGURIDAD		
MOBILIARIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
 luminarias	resistentes a cambios climáticos y al vandalismo	Las luminarias se encuentran deterioradas por la falta de mantenimiento.
 cercas para peatones	resistentes a cambios climáticos y al vandalismo	No se pueden adaptar a aéreas curvas.
 protector de alcorques	El material de la estructura es resistente a los cambios climáticos	La estructura no protege el alcorque de elementos como la basura que pueden dañar la planta
 separador de zonas verdes	Económico	Los protectores que hay se encuentran deteriorados por la falta de mantenimiento y de materiales
 bolardos	Elementos esbeltos	Poca resistencia a golpes de carros

Fuente: Autores

De este grupo de elementos de mobiliario urbano los que mayor requieren un rediseño son los protectores de zonas verdes ya que dichos elementos casi no se encuentran en la ciudad y los pocos que hay en su mayoría están dañados por el mal uso y el poco mantenimiento que se le realiza; como consecuencia de esto los

árboles y zonas verdes que hay en los parques de la ciudad presentan gran deterioro.

Tabla 5. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de descanso

MOBILIARIO URBANO DE DESCANSO		
MOBILIARIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
 <p>bancas</p>	resistentes a cambios climáticos y al vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> - Acabados de calidad regular. - No ofrece opciones de variedad de colores.
 <p>juegos infantiles</p>	modular y variedad de formas	material no resiste cambios climáticos
 <p>sillas</p>	Variedad de formas Facilidad para moldear a diferentes figuras	Costos de reparación altos.

Fuente: Autores

Todos los objetos de este grupo son muy importantes en el desarrollo de las actividades sociales de los ciudadanos y son los más requeridos en las zonas de descanso y recreación; desafortunadamente la mayoría presentan deterioro ya sea por el uso excesivo o porque los materiales que no resisten los esfuerzos a los que son sometidos diariamente.

Tabla 6. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano de descanso

MOBILIARIO URBANO DE DESCANSO		
MOBILIARIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
 <p>separador vial</p>	Modular y fácil de adaptar a cualquier área	Acabados rudimentarios Vida útil corta
 <p>canecas</p>	Variedad de formas y acabados	Material no resistente a cambios climáticos Capacidad limitada
 <p>paradero de buses</p>	Diseño creativo y moderno	Poca comodidad Altos costos de fabricación

Fuente: Autores

Las canecas de basura son los objetos que mayores problemas presentan; las que existen actualmente en la ciudad no permiten recolectar eficientemente la basura que se genera a diario; y los materiales en los que están fabricados la mayor parte de estos elementos no resisten el uso diario ni a los cambios climáticos.

Tabla 7. Análisis del estado actual- Mobiliario urbano para la comunicación

MOBILIARIO URBANO PARA LA COMUNICACIÓN		
MOBILIARIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
 <p>separador vial</p>	Material resistente a cambios climáticos	Debido a los costos, algunas veces son reemplazados separadores hechos de manera artesanal
 <p>señalización vial</p>	Fácil de fabricar. Cumple con las normas establecidas para la señalización vial	No resiste actos vandálicos
 <p>quioscos de venta de productos</p>	Alta vida útil	Espacio deficiente para organizar los productos

Fuente: Autores

A través del análisis realizado se pudo observar que en algunos objetos de este grupo son reemplazados por elementos con características similares que no brindan las condiciones necesarias para resistir a los cambios climáticos y de seguridad.

Conclusión:

Teniendo en cuenta el análisis realizado en la exploración de campo y el sondeo de opinión se decidió desarrollar un separador de zonas verdes y un bici-estacionamiento con el fin de solucionar en parte el déficit de este tipo de elementos que son requeridos en los parques y zonas de amueblamiento urbano

3.5 NORMATIVA Y ANÁLISIS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONAMIENTOS PARA BICICLETAS

3.5.1 Clasificación de las bicicletas según su función. La principal clasificación de las bicicletas toma en cuenta la función para la que están diseñadas:

Bicicleta todo terreno o Mountainbike: “Es una bicicleta destinada a terrenos montañosos, por lo que la resistencia de sus partes es un punto principal, también lo es la protección de sus partes al lodo y la tierra (guarda-barro, cubre cadena), también cuenta con varias relaciones de transmisión para adaptar el pedaleo a las condiciones del terreno.

Cross o BMX: Es una bicicleta con un cuadro y ruedas de diámetro pequeño. El tamaño de sus ruedas más común es de 20” y su fin principalmente es la del estilo libre: acrobacias en el aire y competiciones de velocidad con saltos, usualmente no posee cambio de velocidades.

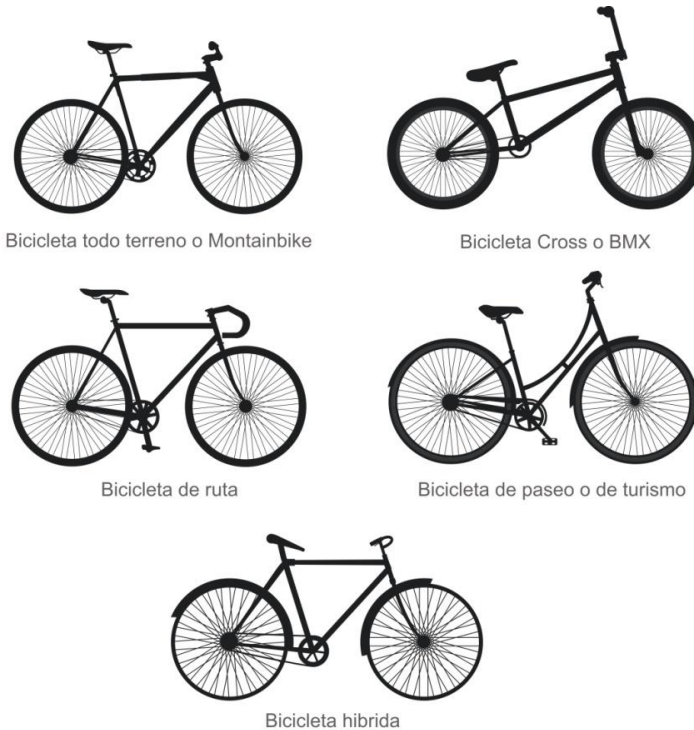
Bicicleta de Ruta: Es una bicicleta de cuadro y ruedas relativamente grandes en donde la agilidad es importante, así mismo el manubrio posee un diseño con cuernos para que el ciclista adopte posiciones aerodinámicas.

Bicicleta de Paseo o de turismo: Es una bicicleta destinada a la ciudad o a caminos en buen estado. Destaca su énfasis en el confort a cambio del peso, con asiento y manubrio cómodos, además de contar generalmente con un canasto para transportar objetos. También es común que tengan accesorios urbanos como cornetas, espejos, luces, etc.

Bicicleta Híbrida: Su estructura o cuadro combina características de la bicicleta de ruta y la de todo terreno. Es la bicicleta más polivalente y recomendada para

utilizar en ciudad y fuera de ella. Sus ruedas son normalmente de 28" y más angosta que las de montaña. En general sus componentes no son tan resistentes como las TT. También tienen la ventaja de venir equipadas con portaequipajes, guardabarros y luces, elementos muy útiles para pedalear por la ciudad"²¹.

Figura 9. Clasificación de bicicletas según su función.

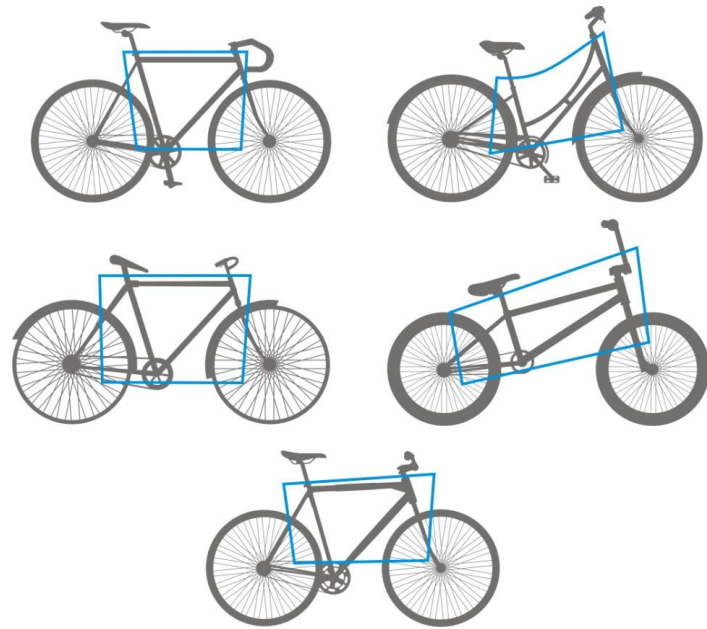


Fuente: Autores

El tipo de bicicleta determina el área para la sujeción de la misma; ver figura 20

²¹<http://elbiciblog.blogspot.com/p/bicicletas.html>

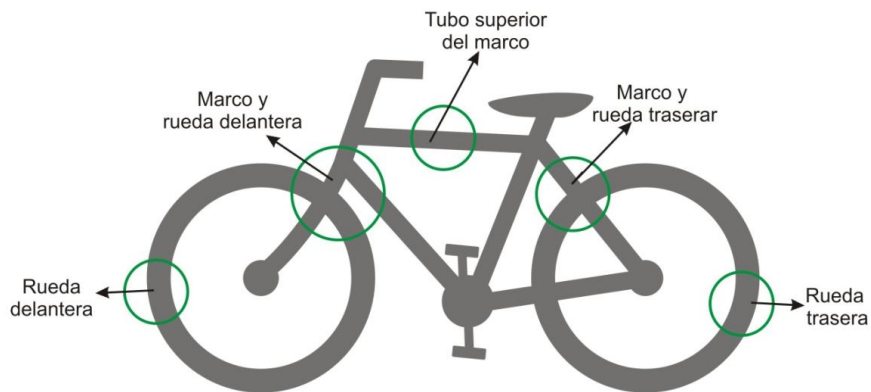
Figura 10. Area para sujecion para bicicletas.



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la clasificación de las bicicletas mencionadas anteriormente es importante resaltar que para el desarrollo de este proyecto se dará prioridad a las bicicletas de paseo o de turismo y las híbridas ya que es la más usada dentro de las ciudades y las aéreas donde se ubicaran los estacionamientos. A continuación se muestra los posibles puntos de agarre para el estacionamiento de las bicicletas.

Figura 11. Posibles zonas agarre para bicicletas



Fuente: Autores

3.5.2 Definición de estacionamiento para bicicletas. “Se denomina estacionamiento de bicicletas o aparca bicicletas el lugar donde se colocan las bicicletas cuando no están en uso o, también, el conjunto de elementos de señalización, protección y soporte que posibilita dicha localización.

*Por soporte de bicicletas se entiende el elemento al que se candan o amarran (atan y aseguran por medio de sistemas antirrobo como cadenas, candados, etc.) dichos vehículos. El estacionamiento de bicicletas está formado por varios soportes, los cuales pueden servir, generalmente, para una o dos bicicletas”.*²²

3.5.2.1 Beneficios del uso de la bicicleta: La bicicleta representa un medio de transporte esencial para promover la movilidad sostenible y segura en nuestras ciudades. Combina a la perfección las ventajas de un vehículo privado (rapidez, libertad y versatilidad) con las ventajas sociales, económicas y ambientales del transporte público: es apta para prácticamente todas las edades, tiene un coste muy asequible, no consume combustibles fósiles y no contamina ni hace ruido. Además, se puede afirmar que la bicicleta es el único vehículo que tiene externalidades positivas, ya que mejora la salud de las personas que la utilizan y del resto de la población.

Beneficios ambientales

La contaminación atmosférica, el calentamiento global y el ruido son algunos de los problemas ambientales que están reduciendo la calidad de vida en las ciudades, y son precisamente los que el uso de la bicicleta puede contribuir a mejorar, ya que las bicicletas:

- No emiten contaminación atmosférica, de la que el transporte motorizado es el mayor emisor.

²²<http://www.uv.es/spma/mediambiente/documents/Manual%20de%20estacionamientos%20de%20bicicletas%20del%20IDAE.pdf>

- No producen ruido (o es insignificante en comparación con el de los vehículos motorizados).
- Generan poca cantidad de residuos y su ciclo de vida es el más sostenible de todos los vehículos (fabricación, reparaciones, final de uso, etc.)
- Son ampliamente recuperables y reutilizables. Así, existen proyectos de reciclaje
- Consumen poca cantidad de suelo

3.6 CLASIFICACIÓN DE LOS ESTACIONAMIENTOS PARA LAS BICICLETAS

Estacionamientos de corta duración

Son estacionamientos usados para periodos breves de pocas horas, como realizar las compras, gestiones varias o para asistir a actividades de ocio, cursos o reuniones

Estacionamientos de larga duración

Son estacionamientos utilizados para las etapas del trayecto en las que la bicicleta permanece estacionada durante todo el día y/o noche o más. Son necesarios en el lugar de residencia, en el lugar de trabajo o estudios y en las etapas intermedias como las estaciones de transporte público.

3.6.1 tipos de soporte para bicicleta

- Soporte U-Invertida

El soporte de tipo U-Invertida está constituido por una pieza metálica acodada que permite amarrar dos bicicletas, una de cada lado. De este modo, la bicicleta se apoya en su totalidad contra el soporte. Este tipo de soporte se conoce también como Universal.

Figura 12. Soporte tipo U.



Fuente: <http://ridealonglima.com/es/blog/etiqueta/Bike-Tours>

La ventaja principal del soporte de tipo U-Invertida respecto a otros tipos de soportes es que permite encadenar la bicicleta con dos seguros, fijando el cuadro y las dos ruedas al soporte.

- Soporte de rueda

Figura 13. Soporte de rueda.



Fuente: <http://www.doublet.es/mobiliario-urbano/estacionamiento-bicicletas/estacionamiento-de-bicicletas-para-fijar-al-suelo-doublet-fast.html>

Los estacionamientos de bicicletas conocidos como soportes de rueda o de horquilla consisten en un elemento en el que se encaja una de las dos ruedas de

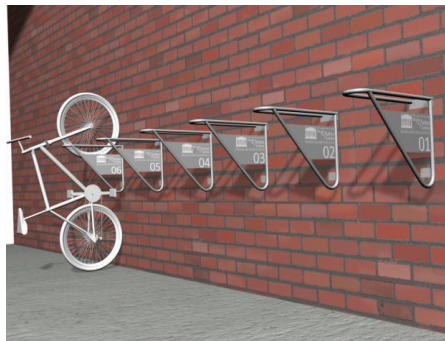
la bicicleta. Son los modelos más sencillos y económicos disponibles en el mercado.

No se recomienda la utilización de los aparca bicicletas con soportes de rueda en la vía pública debido a la baja seguridad que ofrecen frente al robo.

- Soportes de pared

Permiten sujetar la bicicleta a una pared, colocando la bicicleta en posición vertical, horizontal o inclinada. Tienen la ventaja de optimizar el espacio disponible, pero requiere por parte del usuario un esfuerzo físico más o menos grande, lo que reduce su accesibilidad.

Figura 14. Soporte de pared



Fuente: <http://bogotacity.olx.com.co/parqueaderos-para-bicicletas-iid-125044240>

3.6.2 Uso correcto del parqueadero. A menudo, el usuario desconoce cómo atar la bicicleta al soporte, aunque éste ofrezca las condiciones de seguridad deseadas. Se puede minimizar este problema a través de la información a los usuarios sobre cómo atar correctamente la bicicleta, por ejemplo en la misma señal de estacionamiento o en el soporte.

Figura 15. Buenas prácticas para la sujeción de bicicletas



Fuente: <http://www.flickr.com/photos/quiltro/6802257761/lightbox/>

Figura 66. Malas prácticas para la sujeción de bicicletas.



Fuente: <http://www.flickr.com/photos/quiltro/6802257761/lightbox/>

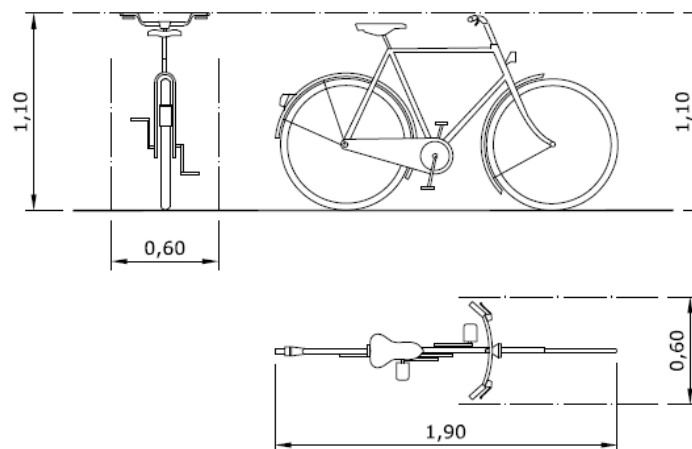
3.6.3 Dimensiones de instalación. *“La elección de las dimensiones se debe realizar respetando un compromiso entre una mínima ocupación de espacio y un confort óptimo para el usuario. Un tamaño demasiado ajustado de los soportes del*

*aparca bicicletas puede presentar problemas de maniobrabilidad y lo contrario supone un desaprovechamiento del espacio público”.*²³

El espacio que ocupa una bicicleta está determinado por su longitud, anchura del manillar y altura. El diseño del estacionamiento debe considerar bicicletas con las medidas:

- 110cm de largo
- 60 cm de ancho
- 90 cm de altura

Figura 17. Dimensiones para bicicleta



Fuente: <http://www.slideshare.net/pepeinef/manual-de-estacionamientos-de-bicicletas>

Distancia entre el ciclero y una pared u otro obstáculo: Mínimo 0,45 m, si las bicicletas están ubicadas paralelamente al obstáculo.

Mínimo 2,5 m, si las bicicletas están perpendicular al obstáculo y si hay acceso por ambos lados.

²³<http://www.uv.es/spma/mediambiente/documents/Manual%20de%20estacionamientos%20de%20bicicletas%20del%20IDAE.pdf>

Mínimo 0,6 m, si las bicicletas están estacionados perpendicularmente, y hay acceso por un solo lado.

Espacio entre bicicletas (pasillo) 1,8 metros, dejando aproximadamente 4,2 metros entre ciclistas. Sin embargo, el espacio varía según el ciclista.

Espacio entre el final de un ciclista y el comienzo de otro: 0,9 metros, para maximizar la capacidad.

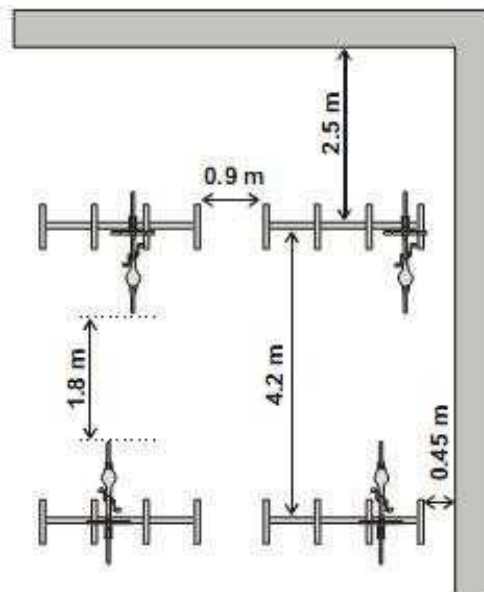
Para ciclista en posición paralela al muro u otro obstáculo, mínimo 0,7 m.

Distancia entre ciclistas individuales paralelos a un muro o la calzada, mínimo 2,5 m.

Distancia en el caso de estar perpendicular a la pared, 1,0 m.

En áreas de uso intensivo (universidades y escuelas, consultorios de salud, etc.) se recomienda un mínimo de 3,5 m.

Figura 18. Dimensiones para estacionamiento de bicicletas.



Fuente: www.slideshare.net/pepeinef/manual-de-estacionamientos-de-bicicletas

4. ESTUDIO DEL MATERIAL

4.1 DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES

El producto que se desea desarrollar está en función principalmente de un material reciclado post-industrial, como un planteamiento de solución medio ambiental para la empresa fabricante.

La procedencia de los residuos plásticos industriales producidos en la planta de trabajo representan un material potencial importante, desde el punto de vista de reciclado y recuperación, tomando en cuenta que si se trata de residuos plásticos homogéneos y, por tanto, fáciles de recuperar, se pueden utilizar de nuevo como materia prima, mezclándolos con la resina termoplástica virgen, que en este caso es polietileno de alta densidad.

Es importante resaltar que el material reciclado es un producto compuesto (PE Y AL) y su recuperación es más compleja debido a su naturaleza y proceso de conformado (co - extrusión), en esta investigación el material reciclado y triturado se mezcla con dos tipos de componentes utilizando procesos de conformado diferentes, ya sea como carga o refuerzo en una mezcla de otro componente o adicionando material virgen a este para mejorar su propiedades.

- Mezcla de Polietileno de alta densidad molido como carga para el concreto y el mortero.
- Mezcla de material molido de tubería PE-AL-PE post-industrial con polietileno de alta densidad virgen.

El objetivo de la prueba es comparar el comportamiento del material reciclado frente al PE de alta densidad virgen y comprobar si las propiedades mecánicas

sufren cambios considerables al adicionar aluminio como carga en la probeta, para ello se compararan con una probeta patrón de polietileno.

4.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

La tubería debe ser picada en trozos e introducida a un molino donde es triturada, logrando una apariencia de hojuelas, el material de acuerdo con el ciclo de reciclaje mecánico ha sido limpiado y secado previamente para lograr un material libre de impurezas, según el tamaño de las hojuelas es posible reprocesar en el molino hasta conseguir un tamaño adecuado para facilitar la inyección.

Este material molido es utilizado posteriormente para conformar las probetas de ensayo para la realización del análisis de esfuerzos y resistencia mecánica del material.

Figura 19. Tubería PE- AL-PE molida



Fuente: Autores

4.3 PROBETAS DE PEHD Y CONCRETO

La mezcla de tubería recuperada triturada con cemento tiene como objetivo sustituir una porción de algún elemento de la mezcla para servir como carga y estudiar si mejoran las características de la misma, se utilizan diferentes proporciones de agregado en las mezclas. Esto con el fin de validar la posibilidad de utilizar este material en el concreto o mortero y aplicarlo en mobiliario urbano, con procesos mecánicos de conformado sin gasto energético significativo y sin necesidad de recurrir a maquinaria sofisticada y alta inversión inicial.

4.4 DISEÑO DE MEZCLAS

Para el desarrollo de las mezclas se tuvieron en cuenta las proporciones para elaborar un metro cubico de concreto. Antes de realizar el diseño de mezclas se hizo granulometria de agregado grueso y fino.

Teniendo en cuenta estos datos se realizaron las modificaciones para determinar las proporciones de las probetas.

Se realizaron dos tipos de mezclas: mortero y concreto

Mortero

“Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento. Generalmente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, entre otras. Los morteros de cal son aquellos que están fabricados con cal, arena y agua. La cal puede ser aérea o hidráulica. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad.”²⁴

²⁴ <http://www.misrespuestas.com/que-es-el-concreto.html> (web consultada dic 2012)

Concreto

“El concreto es un material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma líquida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. Este producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales”²⁵.

4.5 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Previo a la realización de las mezclas se realizó granulometría del agregado grueso, esto con el fin de medir el tamaño de las piedras que contenía este agregado, para ello se utilizaron tamices de número #4 hasta el número # 200 separando los tamices y se determina la masa del material que queda en cada tamiz.

Figura 20. Proceso de tamizaje para granulometría



Fuente: Autores

Diseño de mezclas para un metro cúbico de concreto

El diseño de mezcla realizada, se basó en la determinación de la dosificación de cada uno de los materiales utilizados para lograr una mezcla óptima, que pudiera

²⁵ <http://www.misrespuestas.com/que-es-el-cemento.html> (web consultada dic 2012)

servir más adelante como material para fabricación de mobiliario urbano y como un nuevo método de disposición final de los residuos de la tubería PE-AL-PE.

El material que funcionó como agregado está compuesto por plástico y aluminio triturado, el cual fue obtenido del proceso de reciclado mecánico de desechos postindustriales de tubería PE-AL-PE.

El tamaño aproximado de las piezas irregulares que se obtienen es de ¼ a ½, y no se realizó una granulometría del mismo.

Se elaboraron dieciocho (18) probetas, tres (3) por cada uno de los diseños de mezcla calculados, dichas probetas fueron utilizadas para realizar los diferentes ensayos.

En la tabla 8 se presentan las cantidades de cada uno de los componentes de las mezclas.

Tabla 8. Cálculos para diseño de mezclas

<p>Agua= 200kg</p> <p>Agua cemento= A/c=0,51</p> <p>Cemento= A/Ac=200/0,51 =392kg</p>
<p>Volumen agregado grueso /volumen unitario concreto (peso unitario del agregado compactado)</p> $\frac{b}{b_0} = 0,60 (1586) = 952\text{kg}$

Fuente: autores

Volumen

Tabla 9. Volumen de los componentes

Agua	200Kg	200 litros
Cemento	392/29	135 Litros
Agregado grueso	952/2,59	368 Litros
Agregado fino	1000-(200+135+368)	297 Litros
Peso agregado fino	297*(2,56)(densidad)	760 Kilos

Fuente: autores

Datos en peso para un metro cubico de hormigón

Tabla 10. Volumen de los componentes

Agua	200 Kg
Cemento	392 Kg
Agregado fino	760 Kg
Agregado grueso	952 Kg

Fuente: autores

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

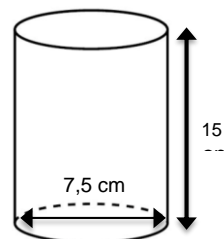
$$V = \pi 3,75^2 \cdot (15)$$

$$V = 662,670$$

Moldes

Se utilizarón moldes suministrados por el laboratorio de materiales de la Escuela de Ingenieria civil, donde se realizarón las pruebas, estos moldes son artesanales fabricados en tuberia pvc con medidas de 15 cm por 7.5 cm de diametro, estos moldes se deben lubricar con aceite previo a la elaboracion de las probetas.






Figura 21. Moldes para pruebas de materia en concreto



Fuente: Autores

Proceso para fabricación de las probetas

Tabla 11. Proceso de fabricación de probetas

Proceso para fabricación de las probetas	
Se colocaron las proporciones de los componentes	
se mezclaron los componentes.	
Se agregó el agua	
Se colocó la mezcla en el molde y se golpeó la composición para evitar que quedaran burbujas en la probeta.	
Finalmente se llenó la probeta y se dejó durante 8 días para que fraguara.	 

Fuente: autores

4.6 PROBETAS

Se realizaron cinco probetas por cada tipo de mezcla, las probetas cilíndricas de concreto y material triturado, se fabrican y posteriormente se dejan en reposo fraguando por 24 horas, el mismo procedimiento se realizó para las probetas de mortero y material triturado de tubería.

Tabla 12. Porcentajes para probetas de concreto

Probeta	OBSERVACIÓN	Agregado Fino (gr)	Agregado Grueso (gr)	Cemento	Agua (ml)	Pe Al Molido
Muestra patron	Concreto	1528	2000	823	420	-
PROBETA2 (5% PE-AL-PE 95% concreto)	Concreto- Sustituye 5% Agregado. Grueso por Pe-Al-Pe triturado	1528	1899	823	420	100
PROBETA 3 (10% PE-AL-PE- 90% Concreto)	Sustituye 10% de cemento por Pe-Al-Pe triturado	1528	2000	740,7	420	82,3
PROBETA 4 (mortero)	sustituye el 100% del agregado fino por Pe-Al-Pe triturado	-	-	779	400	259
PROBETA 5 (mortero + arena)	sustituyo el 75% del agregado fino por Pe-Al-Pe triturado	1166	-	779	400	362

Fuente: autores

4.6.1 Ensayo de compresión. La resistencia potencial del concreto se determinó siguiendo un procedimiento normalizado, se realizaron en el laboratorio de Materiales de Ingeniería Civil de la universidad Industrial de Santander.

Figura 22. Prueba de compresión probetas de concreto



Fuente: Autores

Tabla 13. Datos de prueba de compresión para probetas de concreto

Identificación	Fecha de fundición	Fecha de ruptura	Edad muestra	Resistencia ultima
Muestra patron	2012/10/01	2012/10/08	7	3200 Kgs
A 5% PE-AL-PE	2012/10/01	2012/10/08	7	2700Kgs
B 10% PE-AL-PE 90% Concreto	2012/10/01	2012/10/08	7	6500Kgs
C Mortero Arena	2012/10/01	2012/10/08	7	2000Kgs
D Mortero	2012/10/01	2012/10/08	7	1300 Kgs

Fuente: autores

Análisis de resultados.

El ensayo realizado a los siete días arrojó los resultados presentados en la tabla 14. Estos valores son preliminares, no son concluyentes, sólo pueden dar una

orientación de cómo podría comportarse la mezcla a los 28 días. Se ha de notar que las mezclas elaboradas con PE-AL-PE triturado, arrojaron valores inferiores a los de las mezclas patrón.

La mezcla A obtuvo una resistencia menor en un 15.6% que la muestra patrón correspondiente. Por otro lado la mezcla B alcanzó un valor del doble de resistencia última alcanzada por la muestra patrón, lo que lo convierte en la mezcla más resistente dentro de las probetas analizadas, por último, la mezcla C y la mezcla D resistieron 38% y 60% menos respectivamente, disminuyendo el desempeño de las muestras.

En general el tipo de falla más común fue por adherencia entre el mortero y el agregado grueso, más aún si algún trozo de plástico quedó entre la pasta y el agregado grueso debido a que el triturado plástico PE-AL-PE impidió que la interface se generara, creando una especie de grieta facilitando que la probeta falle por ahí.

4.6.2 Prueba de absorción de agua para probetas. La prueba se realizó con una de las probetas de cada mezcla para comprobar la cantidad de agua que es absorbida por el material, esto debido a que se desea diseñar un producto que se encontrará en exteriores y el agua lluvia y la humedad podría influir en el comportamiento del material.

Las probetas se sumergieron en agua a temperatura ambiente durante 8 días, se tomó el peso de las mismas antes y después del ensayo.

Tabla 14. Resultados prueba absorción de agua

PROBETA	PESO 1	PESO 2	Absorción (gr)
Muestra patron	1533	1613	80
5% PE-AL-PE	1468	1546.4	78.4
10% PE-AL-PE	1461	1528.5	67.5

Mortero – Arena	275	290	15
Mortero	391	400	9

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 14 podemos concluir que la mezcla que mejor comportamiento tiene frente a la estancia prolongada bajo condiciones de humedad, evitando la absorción de grandes cantidades de agua lo que podría generar deterioro acelerado de la composición, es el mortero compuesto por cemento y plástico triturado PE-AL-PE.

4.6.3 Prueba de Desgaste del Material. El ensayo de desgaste consistió en cepillar con cerdas metálicas la superficie de la probeta de cada material con movimientos constantes en un lapso de tiempo determinado de 2 minutos.

Figura 23. Prueba de abrasión para probetas de concreto



Fuente: Autores

Tabla 15. Resultados prueba de abrasión

PROBETA	PESO 1	PESO 2	Perdida (gr)
Muestra patron	1522	1510	12
5% PE-AL-PE	1410	1407	3
10% PE-AL-PE	1278	1275	3
Mortero- Arena	1098-	1084	12
Mortero	939	934	5

Fuente: Autores

El desprendimiento de material de cada probeta nos reveló que la mezcla de mortero y arena fue la de menos consistencia (tabla 15), su pérdida de material

fue 12 gr. Seguido por el mortero que a pesar de la disminución de peso presentó una pérdida de material de 5 gr.

Las probetas de concreto y triturado plástico presentaron poca pérdida o desprendimiento de material con un 3% resultando favorable la composición para el desgaste en condiciones de uso simuladas.

4.7 PROBETAS DE PEHD Y PE DE ALTA DENSIDAD SIN PROCESAR

Las mezclas que se realizaron para analizar las propiedades mecánicas y reológicas proceden de un material de polietileno de alta densidad virgen, es decir, sin procesar, proporcionado por la empresa fabricante de la tubería, asegurando que el material adicionado presentara las mismas características que el utilizado en la conformación de la tubería.

Se realizaron mezclas de material reciclado PE-AL-PE y PE de alta densidad sin procesar, planteando la posibilidad de aumentar la características o propiedades físicas que se pierden en los materiales reciclados, se comparó con probetas de PE de alta densidad como referencia experimental.

Tabla 16. Mezclas para la composición de probetas PEALPE Y PE virgen

15 %	PE VIRGEN – 85 % RECICLADO
30 %	PE VIRGEN – 70 % RECICLADO
50 %	PE VIRGEN – 50 % RECICLADO
100%	PE VIRGEN
100%	PE-AL-PE RECICLADO

Fuente: Autores

La elección de los porcentajes de las pruebas se realizaron apoyados en el análisis hecho por diferentes grupos de investigación que desarrollaron proyectos

sobre el reciclaje de plástico ²⁶ y en experimentos de prueba y error para conocer el comportamiento del material de desecho.

Inyección de probetas

Las probetas de flexión, tracción y compresión fueron realizadas por medio de una inyectora manual Ray-Ray (figura24) facilitada por la empresa EXTRUCOL.

El moldeo normalizado de las probetas fue realizado de acuerdo a la respectiva norma ASTM para ensayos en plásticos reforzados.

Figura 24. Inyectora Ray-Ray Laboratorio Extrucol



Fuente: Autores

Este proceso se realizó teniendo en cuenta las siguientes condiciones (Tabla17):

²⁶(Andrés, Rigail Cedeño , & Bravo Q., 2007)

Tabla 17. Condiciones de uso- probetas

Pieza	Temperatura
Temperatura del molde:	20 a 26 grados
Temperatura del barril:	190 grados
Punto de fusión del material:	116-125 grados.

Fuente: Autores

Una vez realizadas las mezclas en las proporciones correctas, se prepararon los moldes para las respectivas pruebas, estas mezclas se ensayaron en probetas para tracción, compresión y flexión, utilizando moldes acordes a la respectiva norma ASTM.

Prueba de tracción o tensión: Norma ASTM D638 – ISO 527

Prueba de compresión: Norma ASTM D695

Prueba de flexión: Norma ASTM D 690

4.8 PROBETAS DE TRACCIÓN

Para la elaboración de moldes y probetas se debió tener en cuenta la normativa que direccionan este tipo de pruebas según la ASTM D 638 (Métodos estándar para las propiedades de plásticos a tracción) equivalente a la norma ISO 527, con la forma característica de hueso de perro.

Figura 25. Molde para Prueba de Tensión (Acero 1020)



Fuente: Autores

Figura 26. Probetas tracción



Fuente: Autores

Debido a que se están proponiendo nuevos materiales a estudiar se les designó una nomenclatura específica con el fin de tener un fácil reconocimiento de estos.

100% PE virgen:	PE-1,2,3,4
100% PE-Al-PE:	100-1,2,3,4
85% PE virgen- 15% Pe-Al-Pe:	81-1,2,3,4
70% PE virgen- 30% Pe-Al-Pe:	73-1,2,3,4
50% PE virgen- 50% Pe-Al-Pe:	50-1,2,3,4

4.9 PROBETAS DE COMPRESIÓN

Para la elaboración de moldes y probetas se debió tener en cuenta la norma ASTM D695 (Método estándar para la compresión de plásticos rígidos) esta norma permite desarrollar cilindros de material los cuales se elaboraron con un molde en acero de dos bloques para obtener un cilindro de material inyectado.

Figura 27. Molde para probeta compresión



Fuente: Autores

Figura 28. Probetas para Ensayo de Compresión



Fuente: Autores

4.10 PROBETAS DE FLEXIÓN

Las probetas para la prueba de flexión y el molde respectivo se elaboraron teniendo en cuenta la norma ASTM D 690 (Método estándar para propiedades de flexión sin refuerzo y reforzados y materiales aislantes eléctricos), esta norma recomienda el uso de probetas con dimensiones de 127 mm x 12.7 mm x 3.2 mm.

Figura 29. Molde y Probetas para prueba de Flexión



Fuente: Autores

4.11 ENSAYOS DE LABORATORIO

4.11.1 Ensayo de Tracción. Los ensayos de tracción se realizaron en el laboratorio certificado de la empresa EXTRUCOL S.A. con la máquina universal de ensayos.

Figura 30. Maquina Universal de Pruebas Laboratorio Extrucol



Fuente: autores

El ensayo Consistió en deformar una probeta, a lo largo de su eje mayor a velocidad constante y aplicando fuerza hasta su rotura. Las probetas pueden ser moldeadas por inyección, o mecanizadas a partir de placas moldeadas por compresión. Se les da un acondicionamiento normalizado y Su espesor es alrededor de 3 ó 4 mm.

Ambos extremos de la probeta se sujetan fuertemente en las mordazas de una máquina de ensayo. Las mordazas se separan a velocidad constante de 1, 2, 5, 10, 10, 50, 100, 200, 500 mm/ min., tirando de la probeta desde ambos extremos. El esfuerzo es registrado gráficamente frente a la deformación (alargamiento).

Figura 31. Ensayo de tracción



Fuente: Autores

Ambos extremos de la probeta se sujetan fuertemente en las mordazas de una máquina de ensayo. Las mordazas se separan a velocidad constante de 1, 2, 5, 10, 10, 50, 100, 200, 500 mm/ min., tirando de la probeta desde ambos extremos. El esfuerzo es registrado gráficamente frente a la deformación (alargamiento).

Tabla 18. Fuerza y elongación promedio probetas tracción

Probeta	Fuerza N	Elongación mm
50-50	828.2 N	7.775
100 pe al pe	647.5 N	9.425
100 pe	913.25 N	7.02
70-30	674 N	6.41

Fuente: Autores

Tabla 19. Datos de las probetas tracción

Probetas	Fuerza maxima(N)	Area(mm ²)	Esfuerzo(Mpa)	Long inicial(mm)	Elongacion (mm)	Modulo de Elasticidad
PE	913.25	20.53	44.48	36.8	7.02	130.1
80-20	642.5	20.53	31.29	36.75	7.08	90.74
70-30	674	20.53	32.83	36.28	6.41	105.14
50-50	828.2	20.53	40.34	36.3	7.77	106.6
100	647.5	20.53	31.53	36.6	9.42	68.73

Fuente: Autores

Figura 33. Ensayo de Compresión



Fuente: Autores

Los resultados de los ensayos se expresan en las siguientes graficas:

Probetas 50 % PE-AL-PE – 50% PE de alta densidad

Tabla 20. Ensayo de Compresión

Probeta	Dimensiones (Largo)	Dimensiones (Ancho)
50-1	2.67	0.95
50-2	2.73	0.96
50-3	2.47	1.02
promedio	2.62	0.98

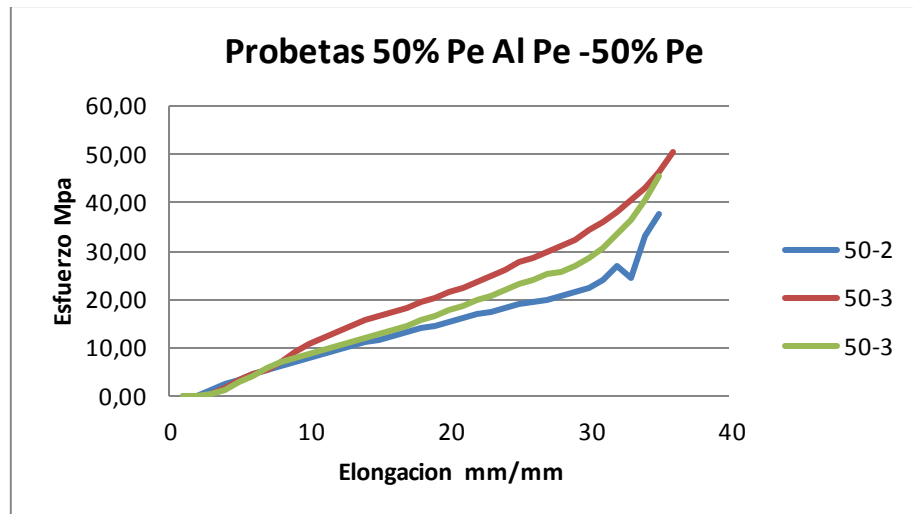
Fuente: Autores

Tabla 21. Resultados de ensayo pruebas de compresión

Probetas	Fuerza Axial (KN)	Tiempo (Segundos)	Desplazamiento (mm)	Long inicial (mm)	Long final (mm)
50-1	52.381	62.8	14.42	30	15.28
50-2	52.766	25.8	17.75	30	12.25
50-3	52.381	62.8	14.42	30	15.28

Fuente: Autores

Figura 34. Comparación prueba de compresión probetas 50-50



70% PE-AL-PE - 30% Polietileno virgen compresión

Tabla 22. Dimensiones de las probetas 70-30

Probeta	Dimensiones iniciales(Largo)	Dimensiones iniciales(Ancho)
73-1	2.95	1.24
73-2	3.0	1.25
73-3	2.90	1.23
promedio	2.95	1.24

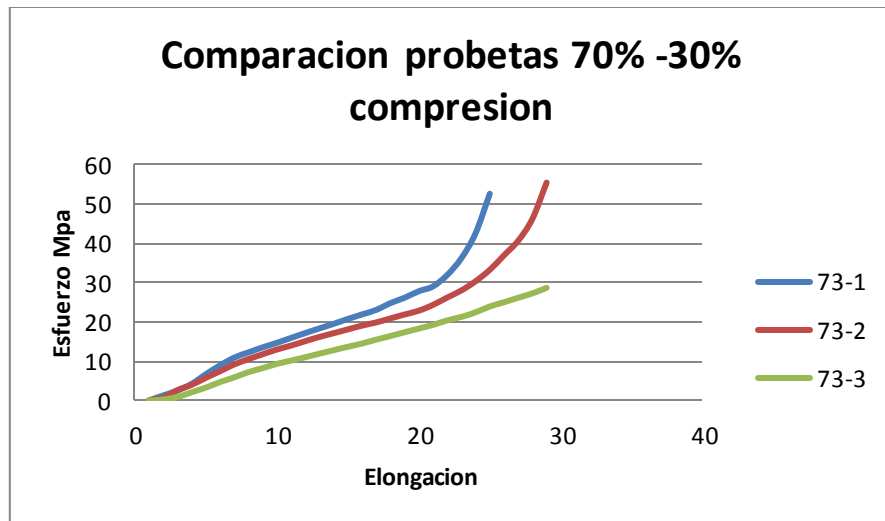
Fuente: Autores

Tabla 23. Elongación y fuerza axial máx probetas 70-30

Probetas	Fuerza Axial (KN)	Tiempo (Segundos)	Desplazamiento (mm)	Long inicial (mm)	Long final (cm)
73-1	55	69,3	17.6	29.5	11.9
73-2	55	61.4	17.8	30	12.2
73-3	55	73.93	17.11	29.0	11.89

Fuente: Autores

Figura 35. Comparación de la prueba de compresión probetas 70-30



Fuente: Autores

80% PE-AL-PE - 20% Polietileno virgen Compresión

Tabla 24. Dimensiones probetas 80-20

Probeta	Dimensiones iniciales(Largo)	Dimensiones iniciales(Ancho)
81-1	2.7	0.97
81-2	2.6	0.96
81-3	2.6	0.94
promedio	2.63	0.95

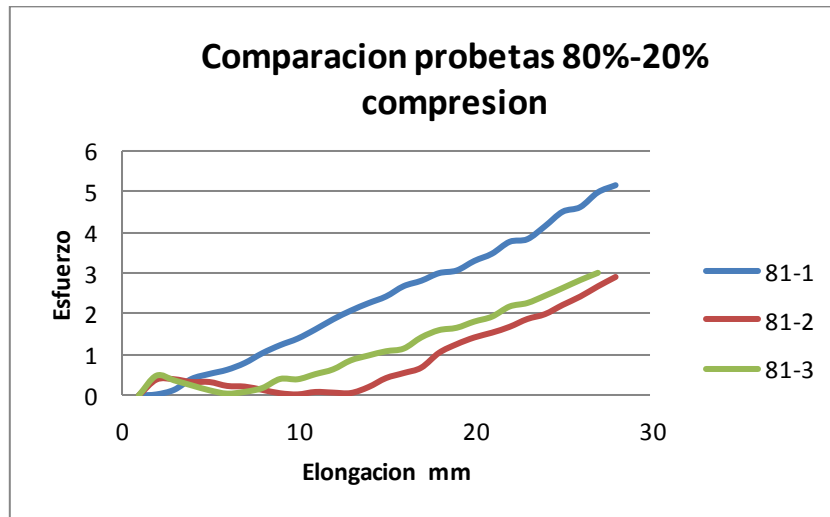
Fuente: Autores

Tabla 25. Resultados pruebas de compresión para probetas 70-30

Probetas	Fuerza Axial (KN)	Tiempo (Segundos)	Desplazamiento (mm)	Long inicial (mm)	Long final (mm)
81-1	5,57	37.12	17.730	27	9.27
81-2	5.56	28.11	16.494	26	9.50
81-3	5.55	27.26	17.108	26.3	9.19

Fuente: Autores

Figura 36. Comparación prueba de compresión probetas 80-20



Fuente: Autores

100% PE-AL-PE Compresión

Tabla 26. Dimensiones probetas 100% PE- AL-PE

Probeta	Dimensiones iniciales(Largo)	Dimensiones iniciales(Ancho)
100-1	30 mm	1.2
100-2	30 mm	1.25
100-3	30 mm	1.3
promedio	30 mm	1.25

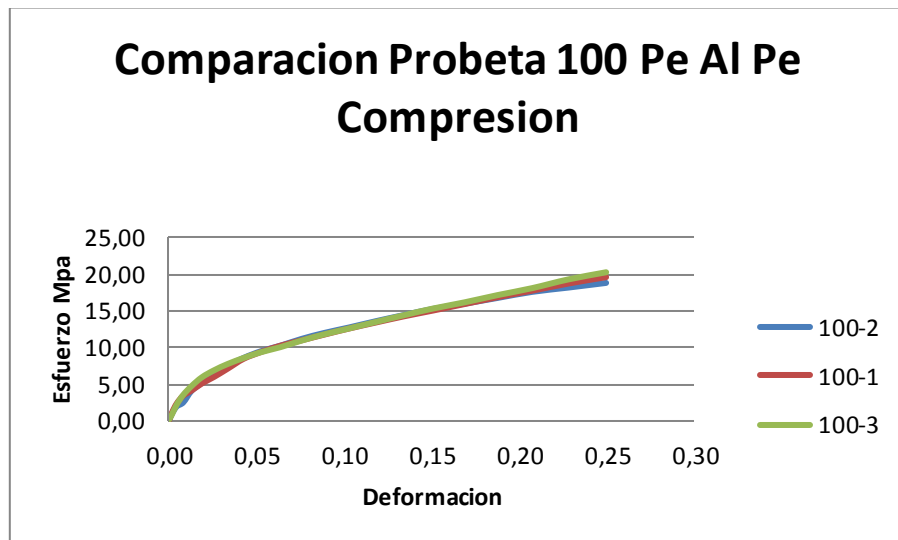
Fuente: Autores

Tabla 27. Resultados pruebas de compresión para probetas 100%

Probetas	Fuerza Axial (KN)	Tiempo (Segundos)	Desplazamiento (mm)	Long inicial (mm)	Long final (mm)
100-1	4,24	73,16	13,55	30	16.45
100-2	4,24	33,37	15,07	30	14.93
100-3	4,20	67,90	15,29	30	14.71

Fuente: Autores

Figura 37. Comparación de prueba de compresión probetas 100% PE- AL-PE



Fuente: Autores

El ensayo de compresión permitió observar el buen comportamiento de las probetas inyectadas con material termoplástico reciclado de tubería PE-AL-PE, las cuales se deformaron de manera constante sin presentar falla aparente, comprimiéndose de tal forma que se requirió en algunas probetas finalizar el ensayo por ausencia de falla en el material.

4.11.3 Ensayo de Flexión. Las pruebas de flexión se realizaron en la máquina universal de ensayos del laboratorio de materiales en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, para este ensayo la probeta se ubicó en medio de dos apoyos y se le aplicó fuerza puntual en el centro de ésta, lo cual genera la flexión de la probeta.

De este ensayo se obtuvo la fuerza que se debe ejercer para flexionar el material y la deformación de la probeta.

Figura 38. Ensayo de flexión



Fuente: Autores

En el ensayo se pudo observar que la deformación de las probetas llego al punto máximo posible por la máquina para ejercer fuerza sobre la probeta sin generar indicios de quebrantamiento o falla en la pieza a ensayar, flexionándose completamente sin cambios significativos en su estructura. Se decide no continuar con el ensayo de flexión después de haber realizado la prueba a dos piezas representativas, de esta manera se conoce el valor de la fuerza aplicada y su deformación, observándose que este comportamiento resulta constante entre las demás probetas. Esta conducta nos ayuda concluir que el material tiene un muy buen comportamiento frente a las fuerzas que generen flexión.

4.12 SELECCIÓN DEL MATERIAL FINAL

Basándose en el análisis de los esfuerzos y deformaciones de cada probeta ensayada, se decidió utilizar como materia prima el triturado de **PE-AL-PE** al 100% sin adicionar PE virgen, el comportamiento de este material fue optimo y así se reduce el costo y el impacto ambiental del producto pues solo se emplearía material reciclado.

En la tabla 28 se describen las características finales del material elegido para la fabricación del mobiliario, se asume que algunas propiedades del Polietileno de alta densidad aún se conservan en este nuevo compuesto pues se mantiene la proporción de un 80 % polietileno y 20% hojuelas de aluminio.

Tabla 28 Características del material elegido

Características Del Material – Triturado de PE-AL-PE-pe R - ALPE	
Comportamiento a Tracción	Bueno carga Max 647N elongación 9.425 mm
Comportamiento a Compresión	Muy bueno Carga Max 52 KN deformación 16 mm
Comportamiento a Flexión	Excelente, flexible
Para algunas características del material se asume la transferencia de las propiedades del material base polietileno al nuevo material el cual presenta adición de fragmentos de aluminio.	
Comportamiento a la abrasión	Escaso desgaste
Comportamiento al impacto	Gran resistencia al choque
Transformación del material -proceso	Inyección

Características Del Material – Triturado de PE-AL-PE-pe R - ALPE	
Propiedades térmicas	Temperatura de uso 60°C a 95°C Llama azulada, funde y gotea al arder. Soporta temperaturas de hasta -20 °C sin romperse
Resistencia a la intemperie	Resistente a la corrosión Resistente a los rayos UV
Tratamientos superficiales admitidos	Grabado –metalizado- pintado-prensado
Absorción de agua	Hidrófugo. No mostro fenómenos de hinchamiento
Características estéticas	Color : Negro- con pintas plateadas del aluminio Textura: lisa- pulida Semi-mate

Fuente: Autores

Tabla de comparación de características técnicas entre PE- AL -PE reciclado inyectado y PE 100 inyectado.

Tabla 29. Comparación de características técnicas R-ALPE Y PE

PE-AL-PE RECICLADO	PE
Índice de fluidez: 2.8 g/10 min. Densidad: 0.945 g/cm ³ Copolímero de alta densidad grado Inyección	Índice de fluidez: 4.0 g/10 min. Densidad: 0.9635 g/cm ³ Copolímero de alta densidad grado Inyección
Punto de fusión °C ASTM D789 116-125 grados.	Punto de fusión °C ASTM D789 130 grados.

5. ANALISIS AMBIENTAL DEL MATERIAL PE-AL-PE

5.1 DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

La cantidad de desechos industriales producida por la empresa EXTRUCOL S.A. obliga a pensar en una solución pronta para la reutilización del material, la destinación que le dan a la tubería defectuosa almacenándola en bodegas hasta copar el límite y de ahí enviarla al vertedero del municipio, luego de cortar en trozos que faciliten el transporte del mismo. El proceso de conformación de la tubería PEALPE desechada hace que esta se convierta en una carga ambiental debido al complejo y poco rentable proceso para la separación de sus componentes.

5.2 METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Existen diversas herramientas de análisis ambiental de productos que sirven para evaluar el impacto que éstos producen sobre el medio ambiente. Para este trabajo fue necesario usar una herramienta que ofreciera resultados cuantitativos y que abarcara un alcance tanto del producto como de los impactos generados sobre el medio ambiente lo más amplio posible. Por ello se eligió el Análisis de Ciclo de Vida simplificado como la herramienta más adecuada.

El Análisis de Ciclo de Vida²⁷ es una herramienta metodológica que determina los impactos ambientales asociados a un producto o servicio.

Para ello se analizó el ciclo de vida del producto, desde la extracción de la materia prima hasta el des-uso de la tubería, Se eligió realizar un balance medioambiental de la tubería PE-AL-PE desechada en el proceso post-industrial, aplicando la

²⁷ (ACV)- Análisis de ciclo de vida

metodología de los eco-indicadores el cual es un método ACV, que mediante un sistema cuantitativo relaciona los impactos ambientales con los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Esta herramienta cuantifica todas las entradas (consumos de materiales y energía) y salidas (emisiones y desechos generados) de los procesos y actividades implicados en todo el ciclo de vida del producto, el cual abarca la extracción de materiales, fabricación, distribución, uso y fin de vida.

Dada la complejidad de este método, se hace necesario un protocolo al cual debe ajustarse todo estudio de ACV. Este protocolo queda establecido en las normas UNE-EN ISO 14040:2006 y UNE-EN ISO 14044:2006

De acuerdo con la metodología descrita en las normas anteriores, un estudio de ACV puede dividirse en cuatro fases: objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación del impacto e interpretación. Estas fases se describen a continuación, a medida que se detalla el estudio realizado.

5.3 ELECCIÓN DEL SOFTWARE

En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de software para realizar este proceso, en este proyecto se trabajó con el software de simplificado SIMAPRO 7.3²⁸ el cual emplea para evaluar los impactos del ciclo de vida la metodología del Eco-indicador 99 (H) , y posee una de las bases de datos de eco indicadores más completa del mercado.²⁹Para una descripción en profundidad de esta metodología consultar el documento “The Eco-indicator 99 Methodology Report” disponible en internet (www.pre.nl)

²⁸<http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>

²⁹IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Guía sectorial: Mobiliario Urbano. Alameda de Urquijo, Bilbao, febrero 2010. Pag 19

5.4 FASE 1: OBJETIVOS, ALCANCE Y UNIDAD FUNCIONAL

El objetivo de este estudio es analizar la incidencia sobre el medio ambiente que presenta la tubería PE-AL-PE como producto de la empresa EXTRUCOL S.A.

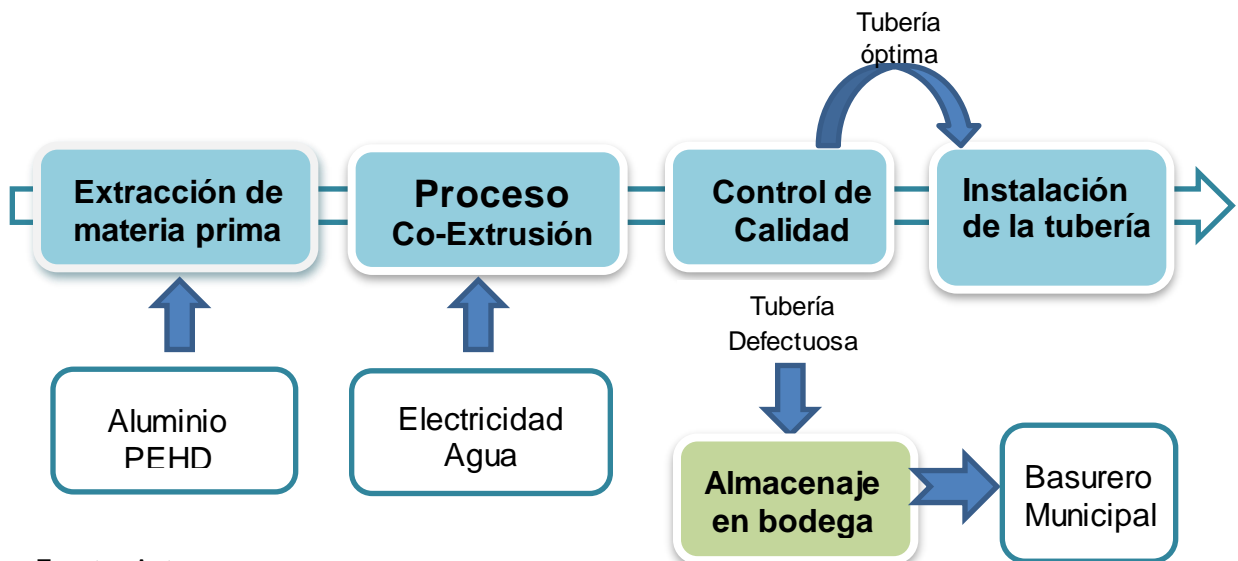
Se ha considerado como unidad funcional un rollo de tubería de 200 Mts con un peso total de 23.4 kg. La definición de dicha unidad funcional permite hacer un cálculo referenciado en una cantidad de materia prima para la posterior comparación de la materia prima empleada en un elemento de mobiliario urbano, y obtener como resultado final, cuál de los materiales estudiados presenta un mejor comportamiento medioambiental.

5.5 FASE 2: ANÁLISIS DEL INVENTARIO

Esta fase comprende la obtención de datos para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales adversos correspondientes a la unidad funcional.

5.5.1 Diagrama de flujo del proceso Básico de fabricación

Figura 39. Diagrama ciclo de vida tubería PE AL PE. Transporte no incluido



Fuente: Autores

El proceso de fabricación de la tubería inicia desde la obtención de la materia prima por parte de los proveedores, pero esta ha requerido un proceso de extracción y conformación anterior lo cual se debe tener en cuenta para calcular el impacto ambiental total, después del proceso de Co-extrusión la tubería pasa por un control de calidad estricto cada 200 mts, debido a la necesidad de hermetismo en las paredes de la tubería, el tramo del material que presenta defectos se desecha en su totalidad. Estos desechos se almacenan en la bodega de residuos hasta que se traslada al vertedero o basurero municipal. Ocasionalmente se regala a eventuales interesados.

Es en esta etapa del proceso donde se realiza la intervención para analizar el impacto ambiental de los residuos dispuestos en los basureros y proponer una manera de utilización de estos desechos post industriales.

La materia prima utilizada en la fabricación de la tubería para gas y su respectiva proporción en el contenido de 23.4 Kg peso correspondiente a 200 mts de tubería se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 30. Características del material elegido

Tabla 1: Datos de inventario materia prima de proceso tubería PE-AL-PE para 200 mts producido.		
Materia prima	Tubería PE-AL-PE Peso (Kg)	
Aluminio	5.382	23%
Polietileno de alta densidad	15.44	65%
Adhesivo base Resina PE	15.44	11%
Recursos Naturales	Cantidad Empleada para 200 Mts de tubería	
Electricidad	16.731	
Agua	0.6 m3	

Fuente: Autores

Se ingresan al software SIMAPRO 7.3 los datos del inventario de materia prima, recursos naturales empleados y procesos realizados en la fabricación del producto, para posteriormente analizar los resultados.

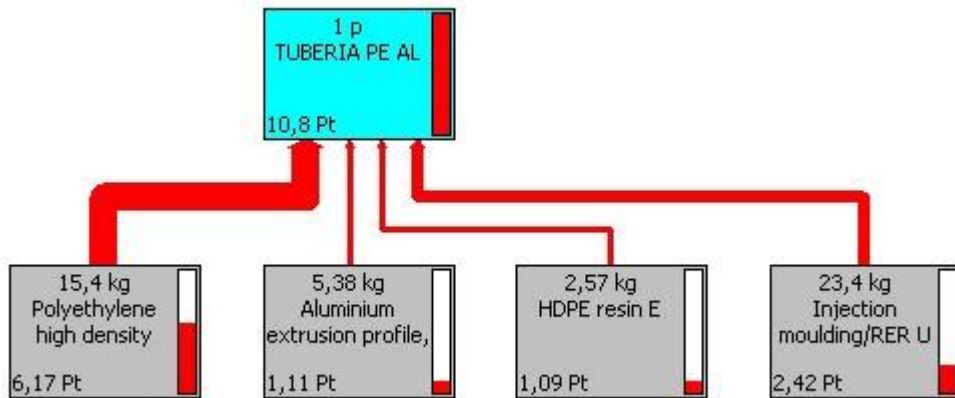
En la etapa de producción se consideran la obtención y transformación de las materias primas hasta obtener el producto analizado. Cabe mencionar que en las bases de datos, al seleccionar un tipo de material o Semi - producto (por ej. polietileno), ya lleva incluido el inventario de los procesos necesarios para su obtención al igual que para el proceso de fabricación, se presupone los pasos previos y sus implicaciones ambientales.

Se analizó el proceso de fabricación hasta la etapa de desvío del producto defectuoso a la bodega, puesto que es allí donde se interviene para evitar que estos sobrantes de tubería sean depositados en el vertedero de residuos sólidos urbanos.

Para los cálculos del impacto ambiental se utiliza el software Sima pro en su versión 7.3 DEMO, por ser esta una versión de prueba existen varios procesos y materiales que no se encuentran disponibles para el uso, siendo reemplazado por un proceso similar para facilitar el cálculo, tal es el caso del proceso de la tubería el cual es co- extrusión o en su defecto extrusión los cuales no están disponibles en la base de datos, el cual fue reemplazado por el proceso de inyección de plásticos.

Los resultados más relevantes del análisis se muestran a continuación:

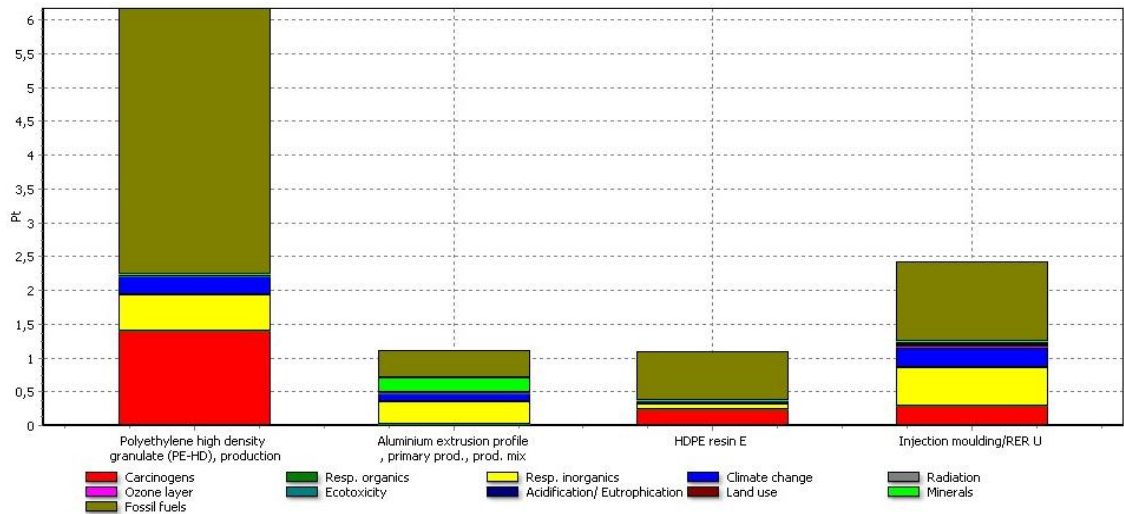
Figura 40. Ciclo de producción de tubería multicapa PE-AL-PE



Fuente: Autores

5.6 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Figura 41. Puntuación Única Eco indicador 99 Vs elementos del ciclo de fabricación



Fuente: Autores

Método: Eco-indicador 99 (H) V2.08 / Europea EI 99 H/A

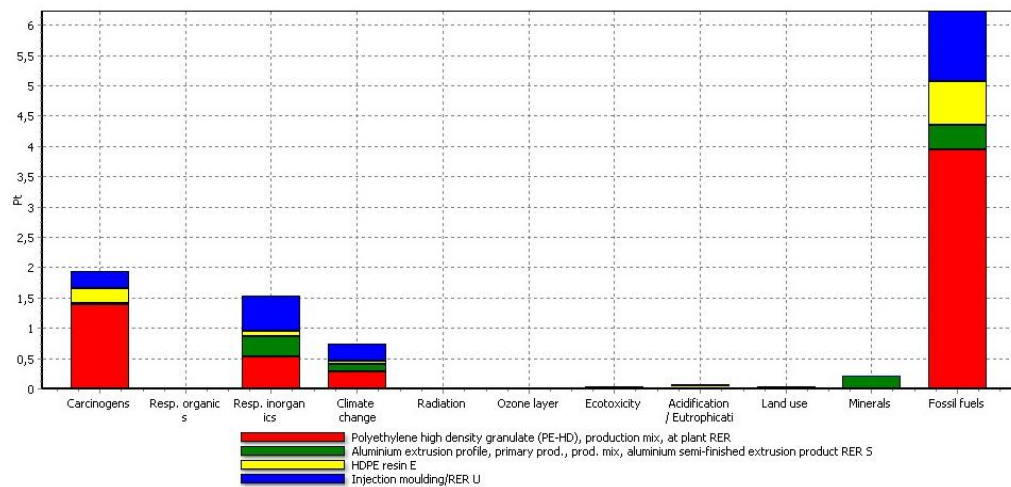
Indicador: Puntuación única

Tabla 31. Puntuación única Eco indicador 99-Sima pro 7.3

Categoría de impacto	Unidad	TUBERIA PE-AL- PE	PE-HD	Aluminio	HDPE resina	Proceso Transforma
Total	Pt	10,78	6,17	1,11	1,08	2,41
Carcinógenos	Pt	1,93	1,396	0,0201	0,232	0,2814
Resp. orgánicos	Pt	0,0055	0,004	0,0001	0,0006	0,0007
Resp. inorgánicos	Pt	1,525	0,529	0,3294	0,088	0,5787
Cambio climático	Pt	0,7387	0,2786	0,1250	0,0464	0,2885
Radiación	Pt	0,015	0	0,0016	0	0,0141
Capa de Ozono	Pt	0,00076	0	7,3675E-05	0	0,0006
Eco toxicidad	Pt	0,0373	0,000	0,0025	0,0001	0,034
Acidificación/ Eutrofización	Pt	0,0643	0,0245	0,0111	0,004	0,0246
Uso del Suelo	Pt	0,02654	0	0	0	0,02654
Minerales	Pt	0,208	3,55E-05	0,20809	5,2695E-06	0,0005
combustibles fósiles	Pt	6,231347071	3,9392	0,412	0,7136	1,1661

Fuente: Autores

Figura 42. Puntaje único Eco indicador 99 vs impacto



Fuente: Autores

Las barras de colores en las gráficas muestran el puntaje casilla de materiales y procesos indican que porcentaje en el impacto ambiental aporta este proceso, donde el polietileno de alta densidad obtiene el puntaje más alto debido a la utilización de recursos no renovables en su obtención. Solo se grafican los procesos relevantes dentro del ciclo del producto hasta la etapa de selección del material y control de calidad.

Estrategias de Ecodiseño

La identificación de puntos de mejora y consideraciones ambientales detectadas en el análisis ambiental de un producto, deben traducirse en acciones concretas de mejora.

Teniendo en cuenta que el producto diseñado es un modelo funcional y la producción de las piezas no se ha llevado a cabo, se toman las estrategias correspondientes con la fase de creación del concepto, como las mencionadas a continuación:

Tabla 32. Estrategias creación de concepto

Concepto del producto Obtención de las materias y componentes Producción Uso Fin de vida	1. Mejorar en el concepto del producto
	2. Selección de materiales de bajo impacto, polímeros reciclados
	3. Optimización de las técnicas de producción
	4. Reducción del impacto ambiental durante el uso
	5. Incremento de la vida útil del producto
	8. Optimización al final de la vida útil del producto

Fuente: Autores

Obtención de las materias y componentes:

Estrategias:

- *Seleccionar materiales de bajo impacto:*
 - Usar polímeros reciclados
 - Usar polímeros sin aditivos peligrosos
 - Usar recubrimientos con bajo contenido en disolventes orgánicos.
 - Usar piezas de plástico marcados con un código de identificación

La fabricación de polímeros representa, aproximadamente, el 4% del consumo global de petróleo crudo como materia prima. Para cada kilogramo de polímero procesado se consumen dos kilogramos de petróleo. Además de la materia prima también se utilizan en el procesamiento de estos plásticos sustancias que pueden llegar a ser nocivas para la salud humana como estabilizantes, colorantes, etc. Se considera, por tanto que reciclar estos materiales poliméricos es la mejor manera de reducir el daño ambiental asociado.

Existen limitaciones para utilizar algunos materiales reciclados en algunas aplicaciones. Por ejemplo, para la fabricación de un producto de polímero blanco no puede utilizarse polímero reciclado, ya que éste suele ser de color oscuro. No obstante, en la industria de mobiliario urbano, el número de componentes que requieren el uso de polímero virgen son pocos y en muchos de ellos podrían ser sustituidos por polímero reciclado, más aún si se trata de partes oscuras o partes no visibles (partes internas o recubiertas).

Además, hay que tener en cuenta que las características que ofrecen los polímeros reciclados no siempre son las requeridas en determinadas piezas del producto final, y que en algunos casos será necesario el consumo de mayor cantidad de material o dará como resultado un mayor volumen o peso del producto en comparación con los fabricados con materiales que ofrecen mejores características técnicas, como los metales.

La implicación económica de esta medida únicamente es el precio en el mercado del polímero reciclado. Éste suele ser más barato que el polímero virgen, aunque estos precios dependerán del mercado y los proveedores que en este caso lo proporcionan y el costo de la materia prima se reduce a cero.

La aplicación de esta medida, por tanto, implica ventajas ambientales que derivan por un lado, del menor consumo de recursos naturales que son sustituidos por el material reciclado. Además, mediante la valorización de residuos se evita la deposición en vertedero evitando asimismo la generación de CH₄ y otros tipos de emisiones derivadas de esta disposición final evitando la necesidad de fabricar nuevos polímeros se evitan todos los vertidos y emisiones asociadas a la extracción del petróleo.

La utilización de polímeros reciclables redunda en un triple beneficio ambiental:
Reducción de los residuos generados: Los componentes de polímero, al haber sido fabricados con materiales reciclables, ofrecen la posibilidad de ser reprocesados para crear nuevas piezas, con lo que los residuos no valorizables generados como consecuencia de la eliminación de los componentes polímeros del mobiliario desaparecen o quedan minimizados.

Reducción del consumo de recursos naturales: La utilización de polímeros reciclables reduce la necesidad de extracción de petróleo y reduce el consumo de otros materiales adicionales en los procesos de obtención de nuevas piezas, ya que tras un primer uso del material, este vuelve a convertirse en materia prima.

Reducción del consumo energético: La producción de las cadenas de polímeros representa la parte más importante del consumo energético necesario para la fabricación de productos polímeros, oscilando entre el 72 y el 91 por ciento del consumo total de energía³⁰, dependiendo del polímero del que se trate. Utilizar polímeros reciclables, da la posibilidad de volver a usar dichas cadenas de

³⁰IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Guías sectoriales de Ecodiseño febrero 2010, Bilbao Pág 54

polímeros a través del reciclado de las piezas, evitando así el consumo energético de su producción a partir del petróleo.³¹

Producción

Estrategias:

- *Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes:*
 - Diseñar componentes con formas planas y simples Producción
 - Usar tratamientos superficiales de bajo impacto
 - Diseñar el producto de forma que requiera el menor número de etapas productivas posible.
 - Usar adhesivos de montaje sin contenido en sustancias tóxicas o peligrosas para el medio ambiente.

Distribución

Estrategias:

- *Optimización de la distribución:*
 - Optimizar el transporte
 - Seleccionar proveedores cercanos al lugar de fabricación del producto

Uso

Estrategias:

- *Reducir el impacto ambiental en la fase de uso*
 - Usar tratamientos superficiales para facilitar el mantenimiento
 - Informar al usuario sobre el correcto uso y mantenimiento del producto
 - Diseñar el producto para facilitar su limpieza
 - Minimizar el consumo eléctrico durante la etapa de uso

³¹ AIMPLAS. Departamento de Reciclado y Medio Ambiente, Verdejo Eva Andrés, Gemma Botica Sevilla. (2009) Guía de Ecodiseño para el sector del plástico. Valencia, España, AIMPLAS - Instituto Tecnológico Del Plástico.

Producto en general

Estrategias:

- *Optimización del ciclo vida*
 - Diseñar el producto para reducir las necesidades de mantenimiento
 - Diseñar el producto con criterios de durabilidad
 - Diseñar soluciones contra los actos vandálicos
 - Diseñar productos compactos y robustos

- *Diseñar productos compactos y robustos*
 - Facilitar el desmontaje de los componentes del producto
 - Minimizar el número de materiales y componentes
 - Usar materiales reciclables

- *Optimización de la función*
 - Optimizar la funcionalidad del producto
 - Diseñar el producto con criterios de accesibilidad
 - Diseñar el producto con criterios de ergonomía
 - Diseñar el producto con aspecto integrado en el entorno urbano

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la necesidad de todo ser humano de socializar con otros iguales y disfrutar de zonas en este caso urbanas adaptadas para tal fin donde sea posible descansar, divertirse, socializar etc. Estos lugares deben contar con mobiliario que facilite las actividades propias realizadas en estas zonas, tomando en cuenta los resultados obtenidos de la investigación de campo se plantea el diseño de una familia de objetos que promueva prácticas y actividades que cuiden el medio ambiente, como son separadores o protectores de zonas verdes y bici

estacionamientos de corto plazo contribuyendo de esta forma a mejorar la calidad de vida de los usuarios de las zonas públicas de la ciudad.

Necesidad: Reaprovechamiento de la tubería multicapa PE-AL-PE reciclada como materia prima para la fabricación de mobiliario urbano.

6.1 REQUERIMIENTOS DE USO

- El mobiliario urbano debe ser reconocido y comprendido en su uso y función por todos los usuarios, sin distinción alguna, por lo tanto el lenguaje debe ser intrínseco al objeto y el uso podrá hacerse de forma individual o colectivamente.
- Los elementos de mobiliario urbano podrán ser manipulados fácilmente por los usuarios y deberá tener varias posibilidades espaciales de emplazamiento.
- El mantenimiento de los elementos de mobiliario ha de ser bajo o nulo, deben facilitar su limpieza y mantenimiento general..
- Se deberá minimizar la posibilidad de manipulación por parte del usuario, a parte del uso o función principal. Para tal caso los elementos de mobiliario deberán poseer sistemas de anclaje a piso o pared según sea el caso.
- El diseño de los elementos de mobiliario urbano deberá facilitar el montaje y desmontaje de los mismos.
- Los elementos de mobiliario urbano deberán tener nulo consumo de energía en su funcionamiento.

6.2 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN

- Los elementos de mobiliario urbano deben poseer resistencia a esfuerzos de compresión, tensión y flexión.
- Los elementos de mobiliario urbano deben ser fabricados con materiales que soporten condiciones climáticas adversas y continuas.
- El mobiliario debe adaptarse a los individuos que usarán los objetos, teniendo en cuenta las medidas y percentil local.
- El diseño del mobiliario debe ser resistente al uso intensivo y a posibles actos vandálicos.

6.3 REQUERIMIENTOS FORMAL- ESTÉTICOS

- El concepto del mobiliario urbano debe manejar una estética cuidada de interrelación de formas y diseño visual.
- Diseñar elementos que generen peso visual y equilibrio en su conjunto.
- Diseño de elementos individuales que visualmente tengan coherencia formal, con funciones independientes se puedan interpretar como una unidad.
- Los elementos de mobiliario deben transmitir sensaciones y emociones como valor agregado al concepto de diseño.
- Manejar un estilo con curvas suaves y continuas, formas definidas y modulares.

- El conjunto de elementos deberá ser considerado un sistema modular el cual ofrece la posibilidad de variar la disposición de los módulos, sin alterar su función principal.

6.4 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

- Los elementos de mobiliario urbano deben estar contruidos en su totalidad por materiales reciclados provenientes de tubería multicapa PE AL PE.
- El ciclo de vida de los productos diseñados ha de ser 5 años en condiciones normales de uso,
- Las dimensiones de los elementos diseñados deben cumplir con la normativa expuesta en la Cartilla de Mobiliario Urbano IDU y DAPD, donde se generalizan las dimensiones mínimas requeridas, y se debe tener en cuenta el espacio con que cuenta el lugar donde serán ubicados los elementos de mobiliario urbano .(Ver Anexos)
 - Estacionamiento para bicicletas
 - Separador de zonas verdes
- El diseño del mobiliario debe estar pensado en impedir actos vandálicos, evitando elementos de fácil desmonte, corte, rotura y movilidad.

6.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

- Uso de materias primas recicladas de tubería multicapa PE AL PE triturada y mezclada con un segundo componente virgen y/o tubería entera modificada, contrarrestando el problema ambiental del material reutilizado.

- El conjunto de elementos debe fabricarse con aplicación de tecnología y procesos de producción locales, y minimizar los costos de fabricación confrontada con un producto de similares características elaborado en otro material.

6.6 REQUERIMIENTOS ERGONÓMICOS

- El mobiliario urbano debe tener como centro las longitudes humanas tomando como patrón de medida los datos antropométricos del percentil 95, según la cartilla de datos antropométricos para el diseño, comedidas de la población zonal del oriente de Colombia, los cuales determinarán las dimensiones del mobiliario a diseñar.
- Estatura P50 postura erguida para hombres : 172.1cm³²
- Ancho de mano P 95: 9.7 cm³³
- Largo de la mano P 95: 20.9 cm³⁴
- Parqueadero para bicicletas; altura máxima:75 cm³⁵
- Ancho máximo: distancia entre centros de las ruedas: 90 cm
- Separador de zonas verdes altura Max: 50 cm

³² Espinel, Francisco M; Maradei, M. Fernanda; Peña Leal Astrid. (2009) Datos Antropométricos para el Diseño, CIE. Bucaramanga, Colombia. División de Publicaciones UIS.

³³ Mondelo, pedro r. (1998) Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo, Barcelona, mutua universal

³⁴ Mondelo, pedro r. (1998) Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo, Barcelona, mutua universal

³⁵ Según tabla de medidas estándar diseñadas por fabricantes las bicicletas, tomando como referencia una altura de 172.5 cm.

- Las superficies del mobiliario deben ser lisas y agradables al tacto, redondeado y sin aristas, evitando que se genere molestias o perjuicios en el usuario.
- Las formas y superficies en contacto directo prolongado con el usuario deben generar confort en el usuario.

6.7 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

- Disminuir o minimizar el impacto ambiental generado actualmente por el material de tubería PE AL PE.
- El proceso de fabricación de los elementos de mobiliario urbano debe generar un mínimo nivel de contaminación ambiental.
- El diseño de los elementos de mobiliario urbano debe estar pensado en el proceso de desmonte y recolección del producto al culminar su vida útil y su posterior reutilización o reciclado.

7. DESARROLLO DE CONCEPTO

7.1 SELECCIÓN DEL CONCEPTO

Objetivo

Diseñar dos objetos de mobiliario urbano conformado por un separador de zonas verdes y un parqueadero para bicicletas que compitan estratégicamente con los productos existentes en el mercado y que ayude a hacer más agradable la interacción de las personas durante su estancia en los parques y en las zonas públicas de la ciudad.

Concepto de diseño: El concepto de diseño se desarrolla basado en referentes que se tomaron a nuestro criterio, relacionados siempre con encontrar una solución a la problemática ambiental existente, teniendo en cuenta la metodología de diseño propuesta.

Usuarios: Los parques de la ciudad y las zonas sociales públicas son frecuentados por personas de edades, estrato socioeconómico y género diversos.

Para el diseño de los estacionamientos de bicicletas se sesga la población definiendo criterios aplicables a los siguientes usuarios de:

- Género: Hombres y mujeres
- Edad: 10 a 50 años.
- Características adicionales: personas que usen la bicicleta como medio de transporte y/o diversión

- Requerimientos de los productos.

Bici- estacionamiento

- facilidad de amarrar la bicicleta
- Permite el uso de cualquier tipo de seguro para bicicleta
- Fácil mantenimiento y limpieza
- Versatilidad en el emplazamiento
- Posibilidad de aparcar 2 bicicletas al tiempo
- Posibilidad de alojar bicicletas de varias alturas
- Fácil instalación
- Debe ser anti- vandálicos
- Material resistente a la intemperie
- Agujero de dimensiones confortables para la sujeción
- objetos que no tengan bordes con puntas o filos
- Que no posea elementos sueltos o fáciles de desarmar
- Formas que resistan esfuerzos
- Permite que la bicicleta se mantenga estable

Separador de zonas verdes

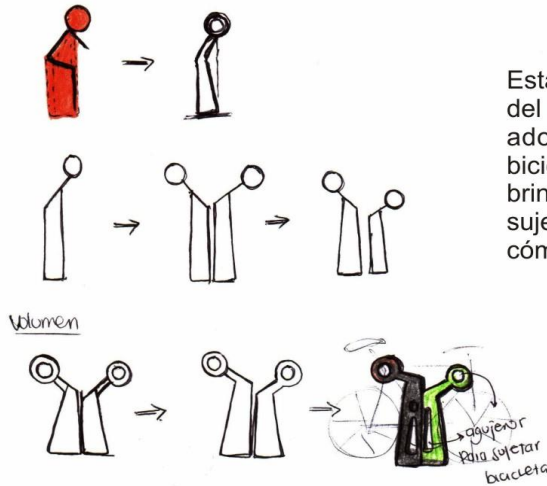
- Fácil mantenimiento y limpieza
- Versatilidad en el emplazamiento
- Fácil instalación
- Debe ser anti- vandálicos
- Material resistente a la intemperie
- objetos que no tengan bordes con puntas o filos
- Que no posea elementos sueltos o fáciles de desarmar
- Formas que resistan esfuerzos
- Elementos que permita colocar en hileras varias piezas adaptándose a cualquier zona (rotondo , cuadrado, rectangular)

7.2 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS

Figura 43. Alternativa 1 desarrollo del concepto

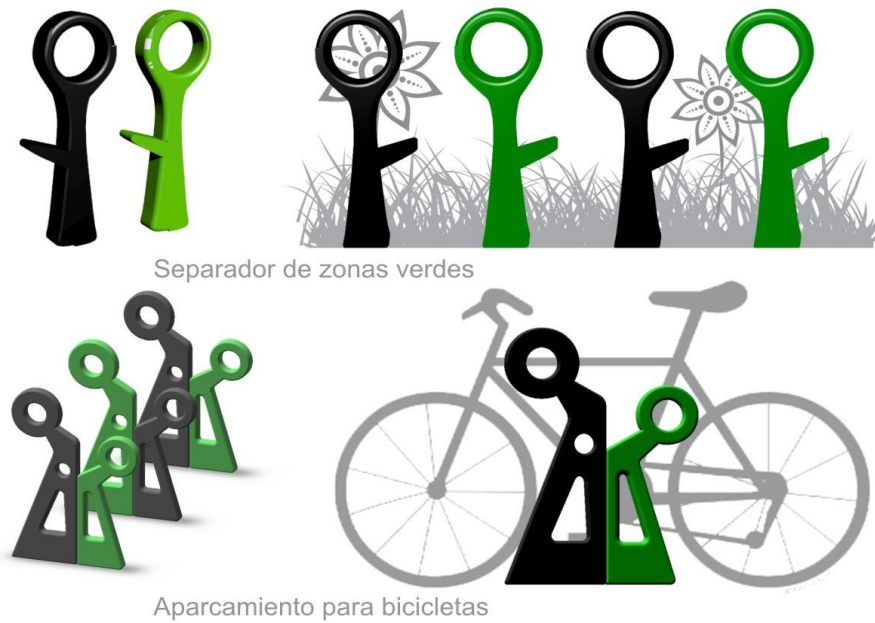
Alternativa 1

Desarrollo del concepto



Esta alternativa surge de la sustracción de la figura humana en la posición que adopta una persona para montar bicicleta. el objetivo de esta idea es brindar un espacio adecuado para sujetar y apoyar la bicicleta de manera cómoda y segura

Acercamiento a la realidad

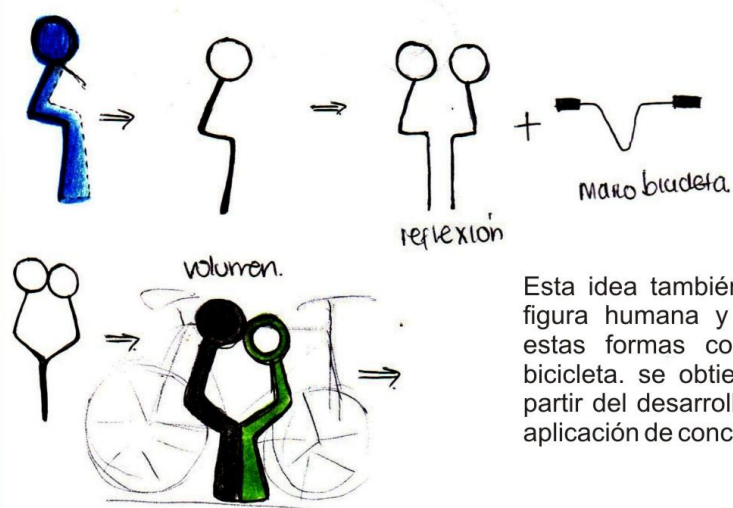


Fuente: Autores

Figura 44. Alternativa 2 desarrollo del concepto

Alternativa 2

Desarrollo del concepto



Esta idea también tiene en cuenta la figura humana y pretende relacionar estas formas con una parte de la bicicleta. se obtiene una estructura a partir del desarrollo de las imágenes y aplicación de conceptos de diseño.

Acercamiento a la realidad



Separador de zonas verdes



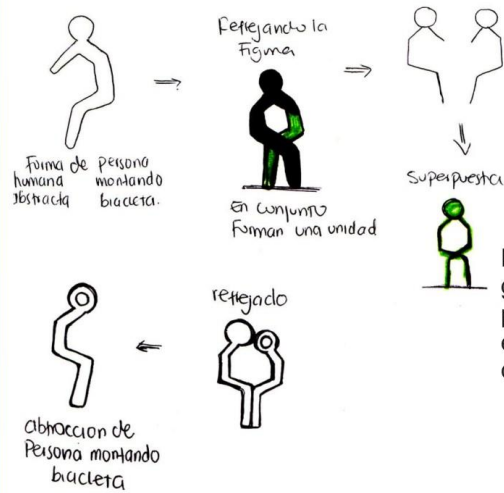
Aparcamiento para bicicletas

Fuente: Autores

Figura 45. Alternativa 1 desarrollo del concepto

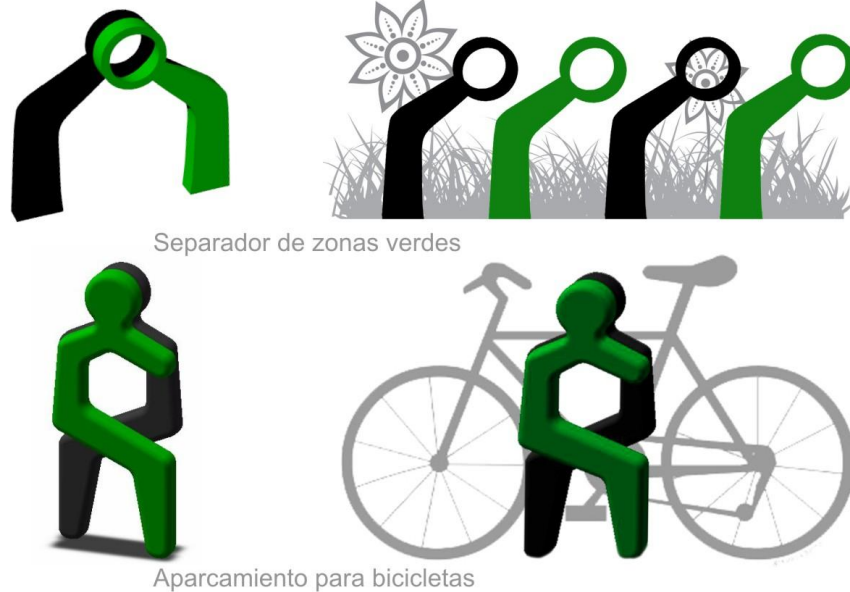
Alternativa 3

Desarrollo del concepto



Esta alternativa esta basada en la geometrización de la figura humana en posición sedente. el proceso de diseño esta basado en el desarrollo de los conceptos de superposición y reflexión.

Acercamiento a la realidad



Fuente: Autores

Figura 46. Alternativa 4 desarrollo del concepto

Alternativa 4

Desarrollo del concepto



En esta alternativa se trabaja las formas de los rostros, y el análisis de formas teniendo en cuenta un diseño emocional.

Acercamiento a la realidad

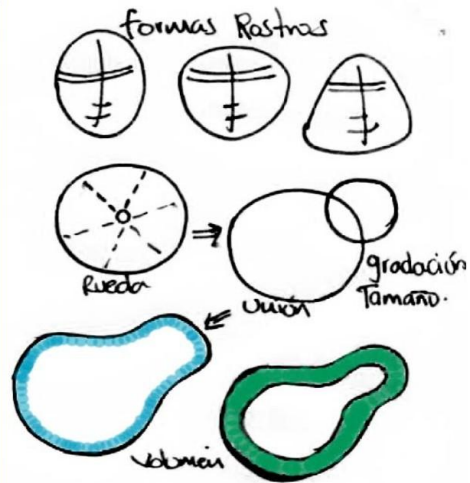


Fuente: Autores

Figura 47. Alternativa 4 desarrollo del concepto

Alternativa 5

Desarrollo del concepto



mediante la sustracción de formas de los rostros y la forma de la rueda de la bicicleta se planteo esta propuesta.

Acercamiento a la realidad



Fuente: Autores

7.3 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS (QFD)

- Estacionamiento para bicicletas

Tabla 33. Evaluación de alternativas estacionamiento de bicicletas

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	ALTERNATIVAS									
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5					
REQUERIMIENTOS DE USO	20%		80		90		90		80		70
Facilidad de amarrar la bicicleta	10	4	40	5	50	5	50	4	40	3	30
Permite el uso de cualquier tipo de seguro para bicicleta	5	4	20	5	25	5	25	4	20	4	20
Formas que indiquen la manera correcta de uso	5	4	20	3	15	3	15	4	20	4	20
REQUERIMIENTOS DE FUNCION	15%		67		67		63		60		61
Fácil mantenimiento y limpieza	3	5	15	5	15	5	15	4	12	5	15
Versatilidad en el emplazamiento	2	3	6	3	8	4	6	4	8	3	6
Posibilidad de aparcar 2 bicicletas al tiempo	5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
Posibilidad de alojar bicicletas de varias alturas	3	5	15	5	15	3	9	3	9	3	9
Fácil instalación	2	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
REQUERIMIENTOS TECNICOS	15%		66		60		69		60		51
Debe ser anti- vandálicos	6	4	24	3	24	4	18	3	18	2	12
Fácil de manufacturar	3	4	12	4	12	5	15	4	12	3	9
Material resistente a la intemperie	3	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15
Acabados de calidad	3	5	15	5	15	5	15	5	15	5	15
REQUERIMIENTOS ERGONOMICOS	20%		100		100		80		80		60
Agujero para la sujeción de dimensiones confortables.	20	5	100	5	100	4	80	4	80	3	60
REQUERIMIENTOS FORMAL ESTETICOS	15%		69		71		59		53		59
Elementos que grupalmente indiquen orden	4	5	20	4	16	4	16	4	16	4	16
objetos que no tengan bordes con puntas o filos	5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
Formas que generen seguridad a la hora de aparcar la bicicleta	6	4	24	3	30	5	18	2	12	3	18
REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	15%		65		70		55		50		40
Que no posea elementos sueltos o fáciles de desarmar	5	4	20	4	25	5	20	4	20	4	20
Formas que resistan esfuerzos	5	4	20	3	20	4	15	2	10	1	5
Permite que la bicicleta se mantenga estable	5	5	25	4	25	5	20	4	20	3	15
Total	100%		447		443		425		383		341

Fuente: Autores

- Separador de zonas verdes

Tabla 34. Evaluación de alternativas separador de zonas verdes

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PESO	ALTERNATIVAS									
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
REQUERIMIENTOS DE USO	15%		60		75		60		45		45
Elementos que permita colocar en hileras varias piezas adaptándose a cualquier zona (rotonda, cuadrado, rectangular)	15	4	60	5	75	4	60	3	45	3	45
REQUERIMIENTOS DE FUNCION	15%		40		55		35		36		55
Fácil mantenimiento y limpieza	10	3	30	4	40	2	20	3	30	4	40
Fácil instalación	5	2	10	3	15	3	15	3	6	3	15
REQUERIMIENTOS TECNICOS	20%		75		60		75		89		32
Que no posea elementos sueltos o fáciles de desarmar	10	5	50	3	30	4	40	4	40	3	15
Debe ser anti- vandálicos	5	3	15	2	10	4	20	3	9	3	9
Material resistente a la intemperie	5	2	10	4	20	3	15	4	40	4	8
REQUERIMIENTOS ERGONOMICOS	25%		100		16		75		100		12
Altura adecuada para impedir el acceso de los peatones a las zonas de aéreas verdes	25	4	100	4	16	3	75	4	100	3	12
REQUERIMIENTOS FORMAL ESTETICOS	10%		30		30		30		30		30
Versatilidad en el emplazamiento	5	3	15	3	15	4	20	3	15	3	15
objetos que no tengan bordes con puntas o filos	5	3	15	3	15	2	10	3	15	3	15
REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	15%		60		45		45		8		100
Formas que resistan esfuerzos	15	4	60	3	45	3	45	2	8	4	100
Total	100%		365		286		274		308		320

Fuente: Autores

8. PRUEBA DE CONCEPTO

Teniendo en cuenta la evaluación de concepto realizada para las alternativas de las familias de objetos propuestas en el capítulo anterior se decidió realizar dos modelos de cada producto (separador de zonas verdes y parqueadero para bicicletas) con el objetivo de evaluar aspectos formales y de uso de las figuras que obtuvieron el mayor puntaje en el proceso de calificación.

Retomando las especificaciones de los productos, los conceptos se evaluarán teniendo en cuenta 3 aspectos básicos: facilidad de uso e instalación, facilidad de mantenimiento y limpieza.

8.1 PRUEBA DE CONCEPTO SEPARADOR DE ZONAS VERDES

Los resultados de la evaluación de alternativas para los separadores de zonas verdes determino que la alternativa número 1 y la alternativa numero 5 cumplen con la mayoría de los requerimientos establecidos. Por tal motivo se realizaron los modelos y la respectiva prueba; adicionalmente se recreó una imagen de los modelos en su emplazamiento real para generar una idea más acertada del mobiliario.

Figura 48. Modelos para prueba de concepto- separadores de zonas verdes



Fuente: Autores

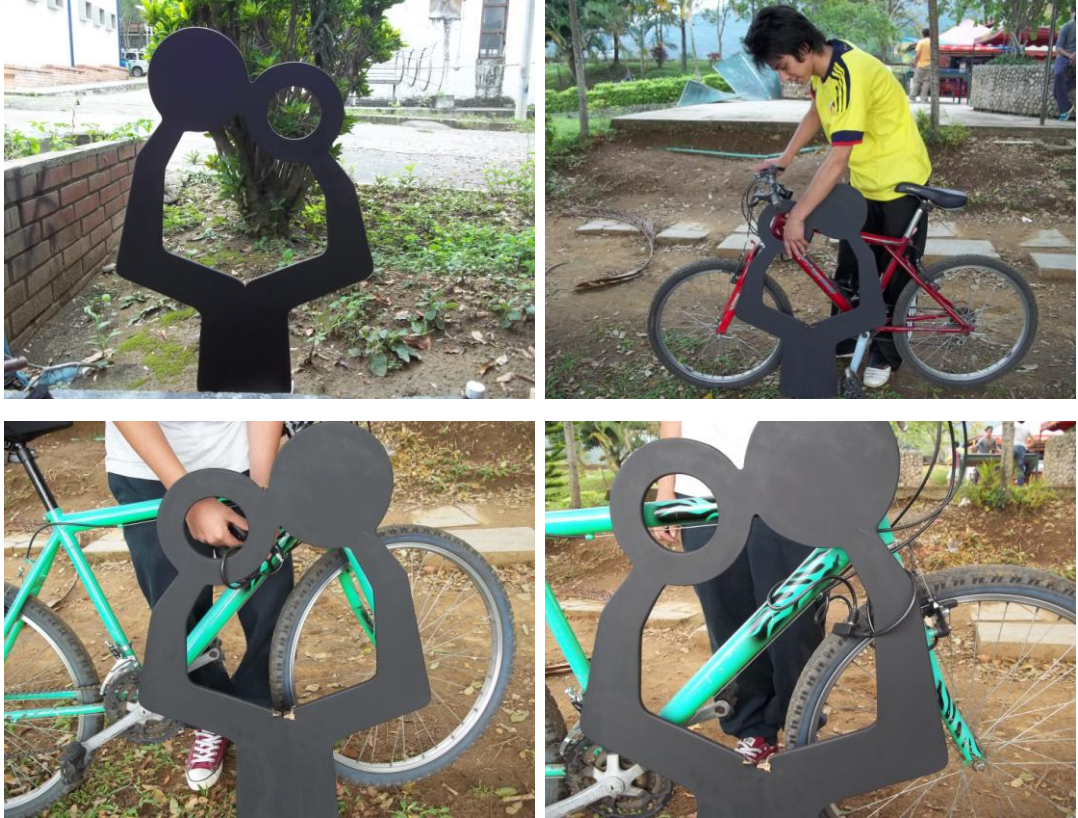
- Los usuarios manifestaron que las formas son agradables visualmente y que la posición de las figuras de manera consecutiva genera un cerramiento visual que impide el paso de los peatones a las zonas verdes.
- La altura de los elementos (35cm) pueden ser un inconveniente a la hora de generar una barrera; algunas personas manifestaron que al ser tan bajos son fáciles de saltar permitiendo acceder de manera rápida a las zonas verdes.

8.2 PRUEBA DE CONCEPTO PARQUEADERO PARA BICICLETAS

La alternativa 1 y 2 obtuvieron el mayor puntaje durante el desarrollo de la evaluación de alternativas. A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas con los modelos desarrollados bidimensionales para evaluar el concepto de la forma y configuración del objeto.

Alternativa 1

Figura 49. Modelos para prueba de concepto- Bici-estacionamiento alternativa 1

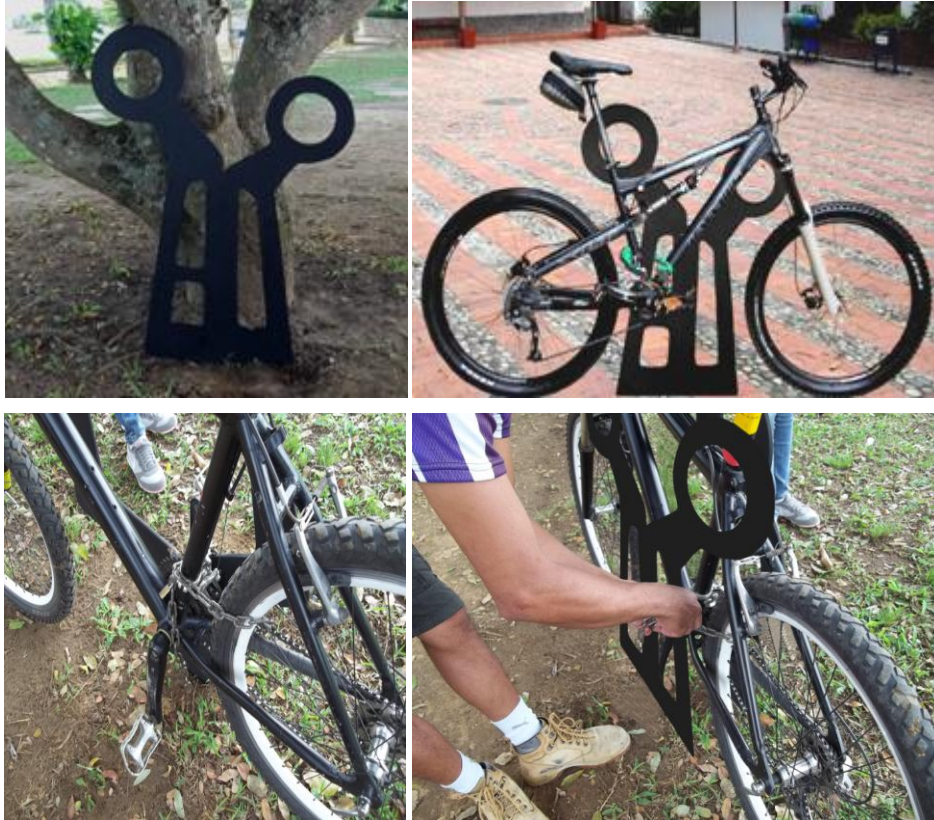


Fuente: Autores

- Los usuarios demostraron facilidad a la hora de realizar la tarea
- Identificaron fácilmente las zonas de sujeción de la bicicleta
- La mayoría coincidió en que a pesar de ser una forma agradable no indica claramente su función a simple vista.

Alternativa 2

Figura 50. Modelos para prueba de concepto- bici-estacionamiento alternativa 2



Fuente: Autores

- Las figuras geométricas y las formas en ángulo ayudaron a los usuarios a identificar con mayor facilidad las posibles zonas de sujeción de la bicicleta.
- Las formas redondas indicaron con mayor claridad que eran zonas para sujetar; además por su tamaño y bordes redondeados resultaron más sencillos y prácticos a la hora de amarrar la bicicleta.
- La forma del objeto no indica claramente que su función es aparcar bicicletas; aunque si existe cierta similitud entre las ruedas de la bicicleta y los dos círculos de la parte superior del modelo.

8.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Para los separadores de zonas verdes.

- La propuesta número 5 resulta más agradable visualmente, pero los usuarios sugieren que la forma sea más robusta para generar más seguridad.
- La altura de los separadores debe aumentar para evitar que los peatones accedan con facilidad a las zonas verdes.
- Es recomendable que los separadores no tengan huecos, porque estos pueden ser usados como elementos de anclaje para sujetar animales u otras cosas que ayudarían a que se deterioraran con mayor facilidad.
- Los encuestados recomiendan colocar mensajes que inviten a los ciudadanos a proteger y cuidar la naturaleza.

Para los estacionamientos de bicicletas

- A pesar de que las dos alternativas son agradables visualmente, a los usuarios les resulta difícil relacionar estas formas con un elemento para parqueo de bicicletas.
- Después de indicarle al usuarios la función del objeto y pedirles aseguraran la bicicleta, estos la desarrollaron de manera fácil y rápida.
- Se pudo observar que las alturas son adecuadas para los diferentes tamaños de bicicletas. Permitiendo que las mismas puedan sujetarse con facilidad en los puntos recomendados. (en el marco y las ruedas)
- Las formas redondeadas y con huecos indican que son zonas de sujeción.
- Los usuarios recomendaron relacionar más la forma de la bicicleta con la estructura de los estacionamientos. Esto ayudaría a que pudieran entender con mayor rapidez la función que desempeñan.
- Es importante resaltar que la mayoría de los usuarios no saben amarrar la bicicleta correctamente; es decir muchos no amarran la bicicleta del marco y de

la rueda al mismo tiempo para tener mayor seguridad; y algunos a pesar de saber estas reglas manifestaron que solo la sujetan de un solo punto porque no cuentan con mucho tiempo para realizar este procedimiento.

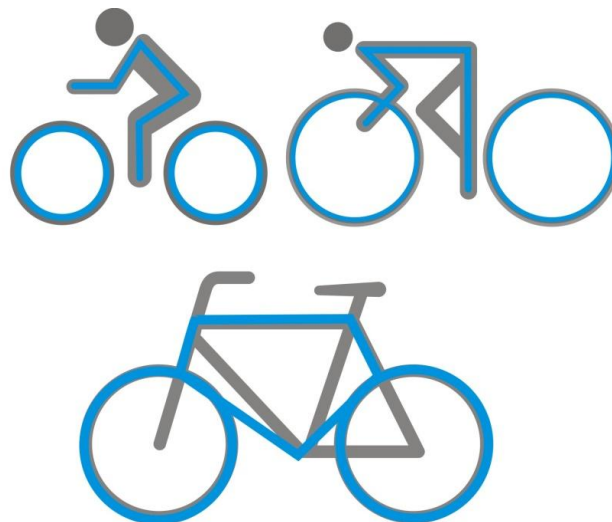
- Sería adecuado realizar campañas de educación sobre el uso correcto de estos elementos y adicional a esto indicar a los usuarios por medio de señalización la manera adecuada de aparcar su bicicleta.

9. PROPUESTA FINAL

9.1 CONCEPTO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL

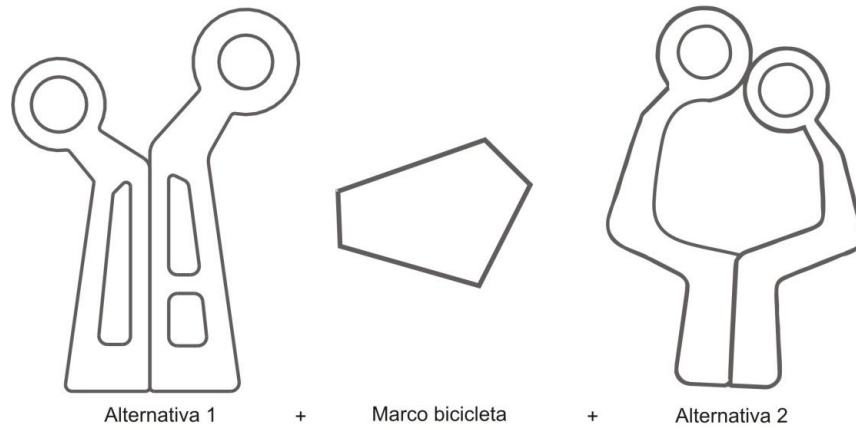
9.1.1 Estacionamiento para bicicleta. El proceso de diseño del modelo final se desarrolla teniendo en cuenta el análisis de los resultados de la evaluación de alternativas realizado en el capítulo 7. También fueron importantes las apreciaciones de los usuarios acerca de la percepción sobre los modelos desarrollados; tales como el manejo de formas que asemejaran las ruedas y el marco de la bicicleta.

Figura 51. Desarrollo del concepto bici-estacionamiento



Fuente: Autores

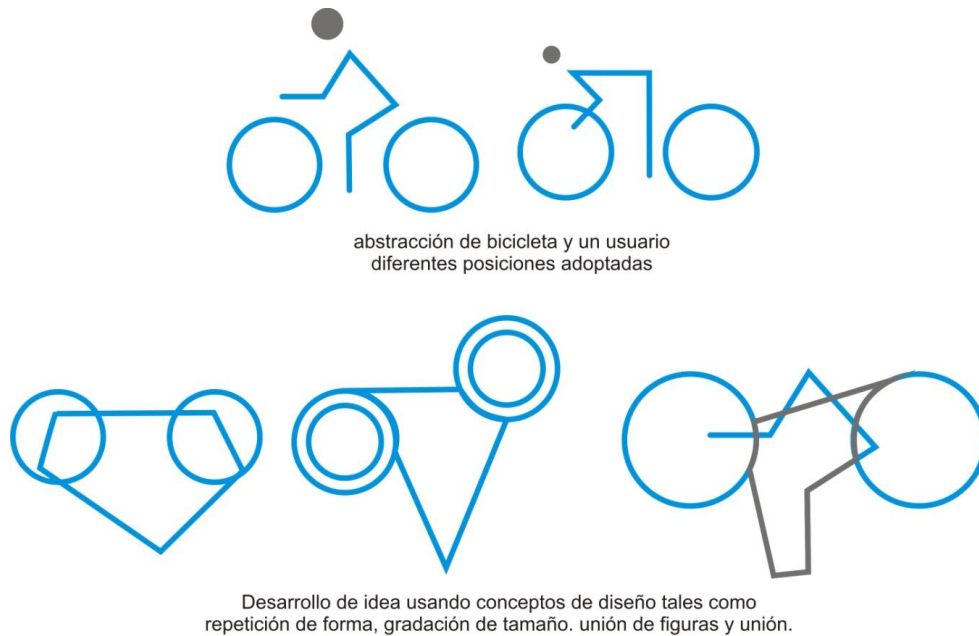
Figura 52. Desarrollo de alternativa final bici-estacionamiento



Fuente: Autores

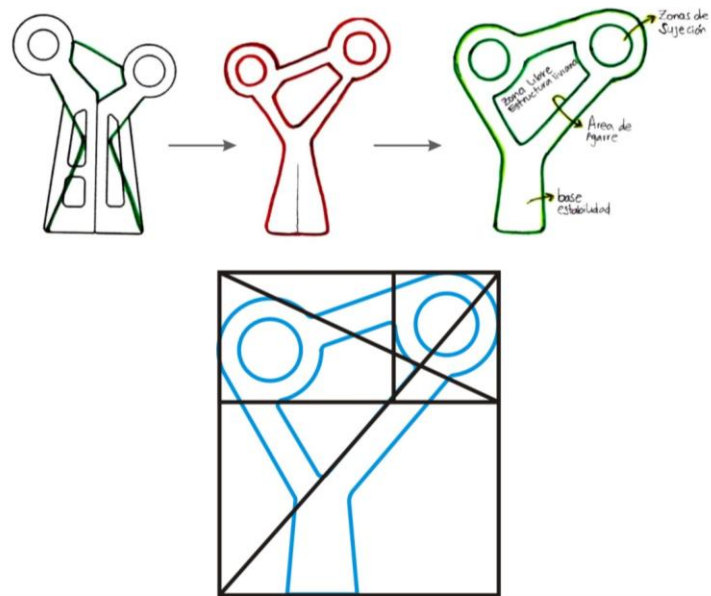
Los conceptos de diseño se toman como fundamentales para el desarrollo la figura final

Figura 53. Concepto de diseño de alternativa final



Fuente: Autores

Figura 54. Alternativa final bici estacionamiento



Fuente: Autores

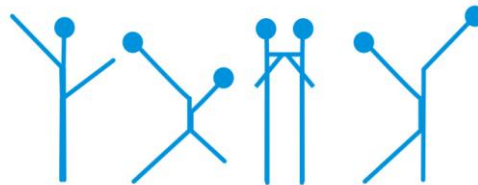
9.1.2 Separador de zonas verdes. Esta propuesta se desarrolla de acuerdo a las alternativas 1 y 5 propuestas anteriormente. Para el rediseño se tienen en cuenta los requerimientos más relevantes de la evaluación de concepto.

Figura 55. Desarrollo del concepto separador de zonas verdes



Abstracción de figura humana
posición de protección, no pase, pare

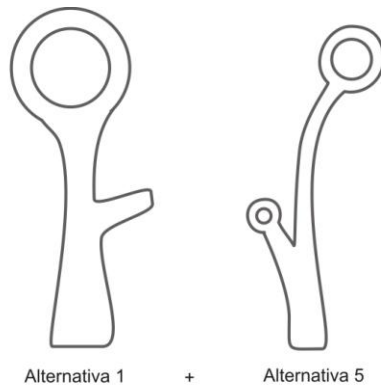
Modulos para desarrollo de la idea



aplicando los conceptos de diseño tenemos
diferentes figuras

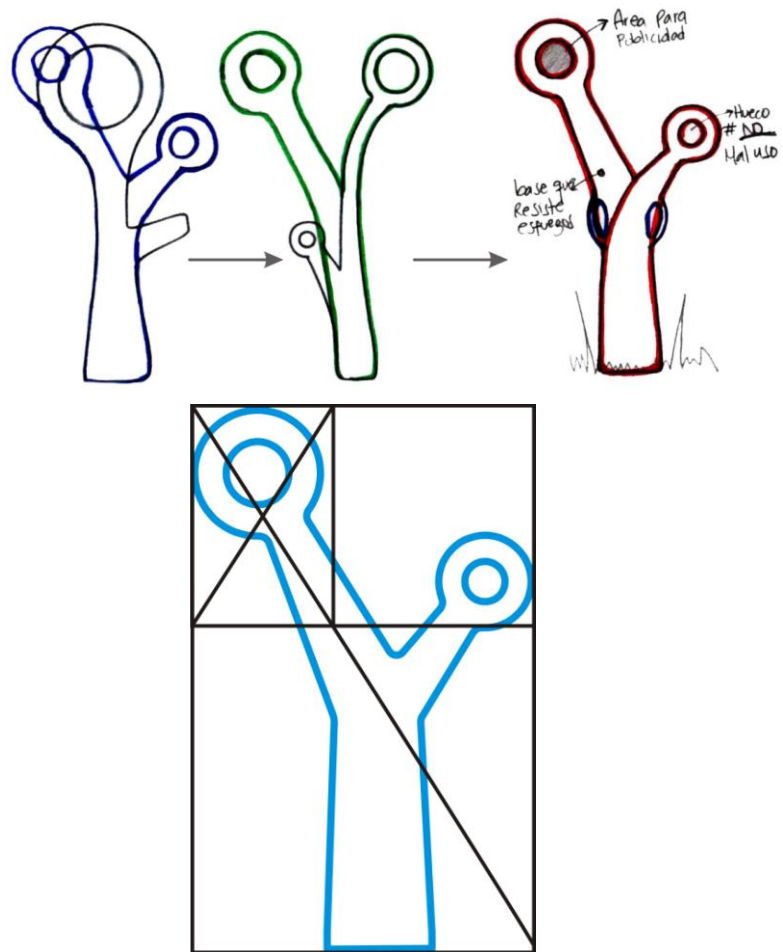
Fuente: Autores

Figura 56. Desarrollo de alternativa final separadora de zonas verdes



Fuente: Autores

Figura 57. Alternativa final separadora de zonas verdes



Fuente: Autores

9.1.3 Prueba de usabilidad y evolución de las alternativas

Objetivo: Desarrollar un test de usabilidad para evaluar la facilidad de uso y la interacción de los usuarios con el elemento de estacionamiento para bicicletas y medir la satisfacción. Esta validación se realizó por medio de una prueba de usabilidad (ver anexos)

Resultados.

Para el bici estacionamiento:

Figura 58. Prueba de usabilidad bici estacionamiento



Fuente: Autores

Resultados de la prueba

Los usuarios relacionaron fácilmente la tarea aunque es importante resaltar que no existe una información adecuada por parte de los usuarios sobre la manera correcta para asegurar la bicicleta; es decir la mayoría de las personas desconoce que es recomendable asegurar la bicicleta del marco y de la rueda a la vez.

Aunque la mayoría de los usuarios cumplieron de manera eficiente la tarea de asegurar la bicicleta, se realizan modificaciones para ajustar la altura del bici estacionamiento permitiendo que bicicletas de diferentes tamaños pudieran ser aparcadas con facilidad.

Otro elemento a tener en cuenta es el tamaño de las zonas de agarre. Se corroboró que las dimensiones de estas áreas fueran adecuadas para que los usuarios puedan pasar el brazo y la cadena de sujeción sin dificultades. Además se mejoran los acabados del estacionamiento y se aumenta el radio de redondeo del bici estacionamiento para que el usuario no se lastime al tener contacto con el objeto mientras realiza la tarea.

Para el separador de zonas verdes

Figura 59. Prueba de usabilidad separador de zonas verdes



Fuente: Autores

Resultados de la prueba

Para estos elementos se modifica la altura de tal manera que impida que los peatones accedan con facilidad a las zonas verdes.

También se analiza la ubicación de los separadores en el emplazamiento real. Teniendo en cuenta la separación de los mismos y las diferentes posibilidades de organización de áreas con diferentes formas sin que obstruyeran el paso de los peatones.

Figura 60. Emplazamiento real bici estacionamiento



Fuente: Autores

Figura 61. Emplazamiento real separador de zonas verdes



Fuente: Autores

9.1.4 Validación de los requerimientos

Figura 62. Validación de requerimientos bici estacionamiento

Bici- Estacionamiento de Corto plazo



Dimensiones: 72hx55A

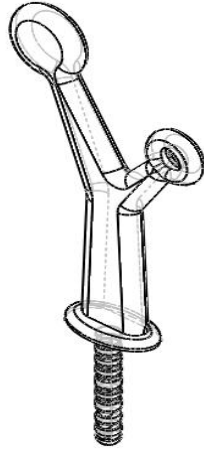
Material: Compuesto de PEHD reciclado de tubería y aluminio.

- Facilidad para el amarre de la bicicleta.
- Permite el uso de cualquier tipo de seguro para bicicleta.
- De Fácil mantenimiento y limpieza
- Versatilidad en el emplazamiento.
- Posibilidad de estacionar 2 bicicletas al tiempo
- Posibilidad de ubicar bicicletas de varias alturas
- Fácil instalación
- Anti- vandálicos
- Material resistente a la intemperie
- Zona para la sujeción de dimensiones confortables
- No posee bordes con puntas o filos
- No posee elementos sueltos o fáciles de desarmar
- Permite que la bicicleta se mantenga estable

Fuente: Autores

Figura 63. Validación de requerimientos separador de zonas verdes

Separador de zonas verdes



Dimensiones: 45hx30A

Material: Compuesto de PEHD reciclado de tubería y aluminio.

Fuente: Autores

- Fácil mantenimiento y limpieza
- Versatilidad en el emplazamiento
- Fácil instalación
- Anti- vandálicos
- Material resistente a la intemperie
- No posee bordes con puntas, aristas o filos
- No posee elementos sueltos o fáciles de desarmar
- Formas que resisten esfuerzos
- Elementos que permiten ser ubicados en hileras adaptándose a cualquier zona (redondo, cuadrado, rectangular)

9.2 PROPUESTA FINAL

9.2.1 Concepto de diseño

KEEPE-R

El nombre nace de la alegoría de vigilante o cuidador, en idioma inglés.

Keeper significa Guardián o vigilante, lo cual describe perfectamente la función de las piezas de mobiliario diseñadas para esta línea, brindando protección o vigilando por un lado las bicicletas aparcadas en el bici estacionamiento y por otro lado protege o cuida que no pisen el prado, dando lugar a la metáfora de lo que representa el producto de mobiliario si la función la realizara un humano.

- **KEEPE-R ZICLA**

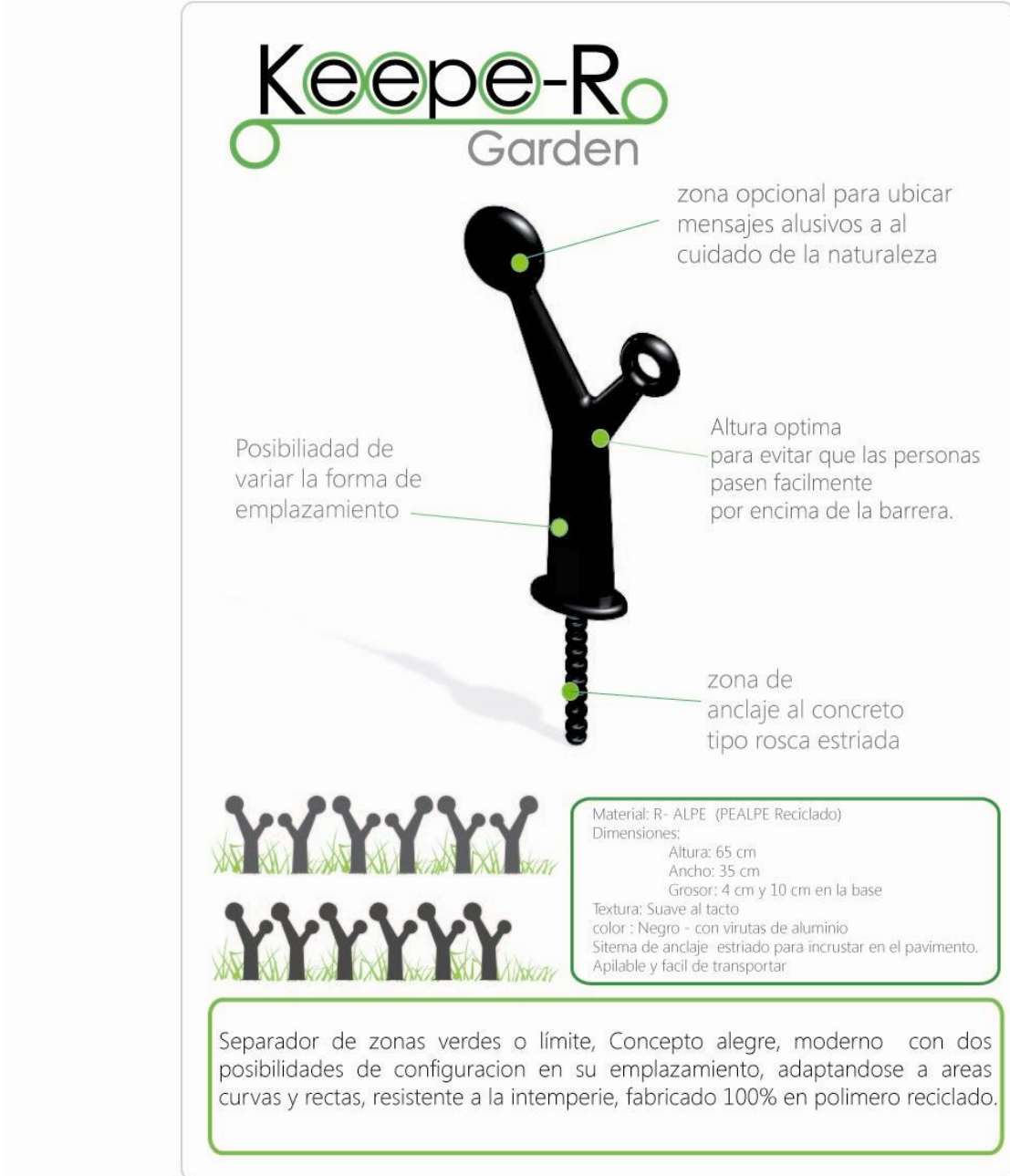
Figura 64. Propuesta final bici estacionamiento



Fuente: Autores

- **KEEPE-R GARDEN**

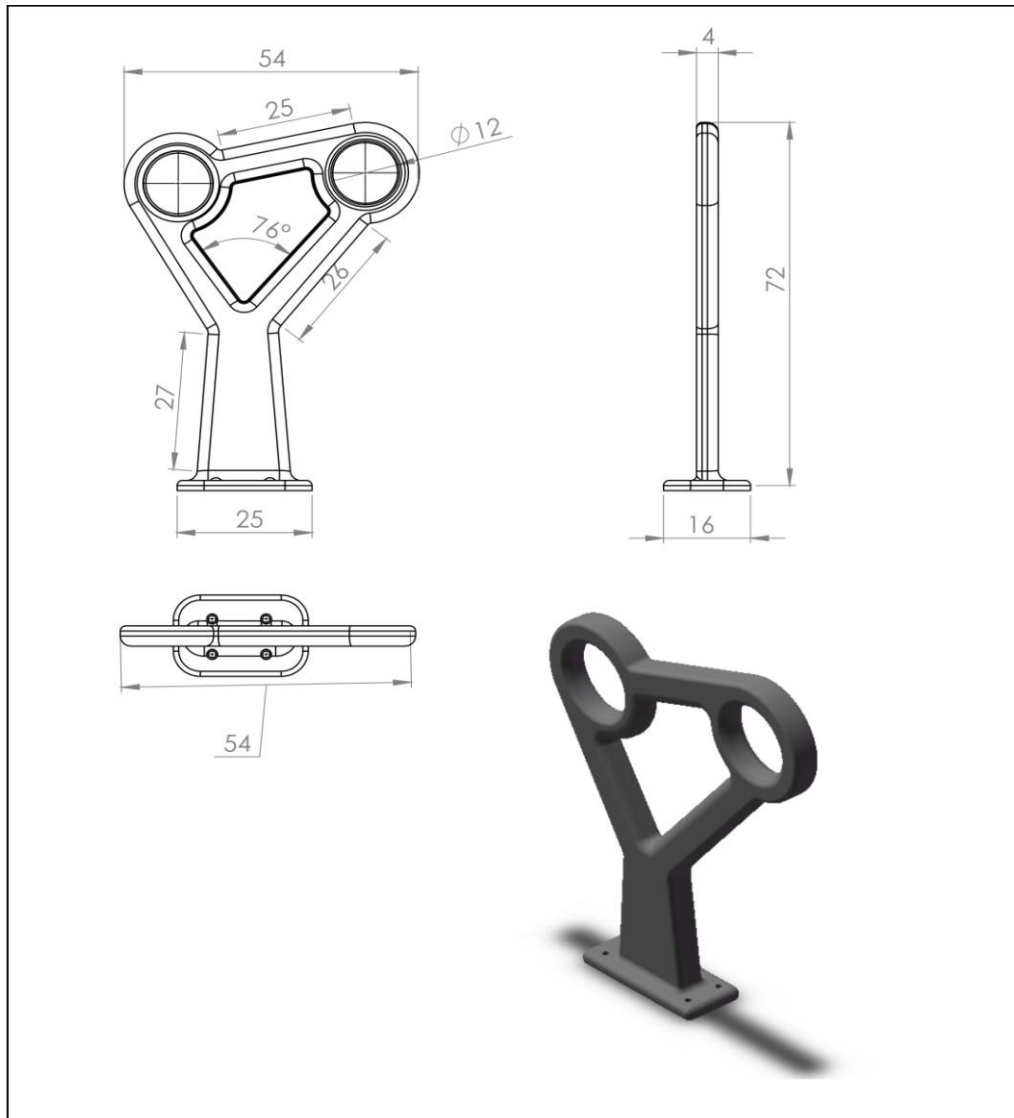
Figura 65. Propuesta final separador de zonas verdes



Fuente: Autores

9.2.2 Planos técnicos

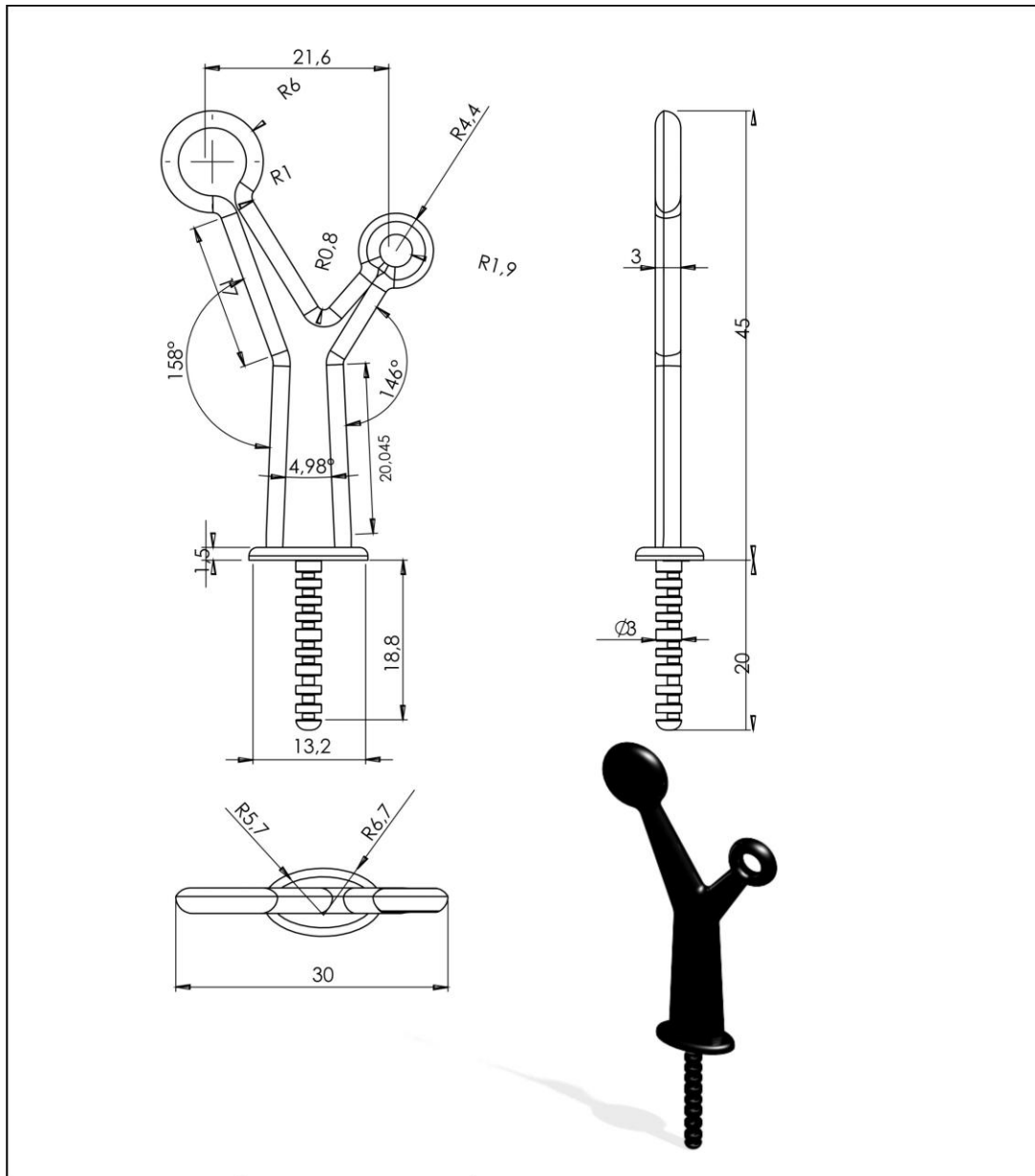
Figura 66. Planos técnicos bici estacionamiento



ESCALA:1:1	PRODUCTO		
	MATERIAL	R-ALPE PEALPE RECICLADO	
Nombre:	KEEPE-R	DIMENSIONES	
Fecha:		Profundidad:	4 cm
Nº DE DIBUJO	001	Altura:	72 cm
HOJA 1 DE 1	A4	Ancho:	54 cm

Fuente: Autores

Figura 67. Planos técnicos separador de zonas verdes



ESCALA:1:1	PRODUCTO			
	MATERIAL	R-ALPE PEALPE RECICLADO		
Nombre:	KEEPE-R Garden	DIMENSIONES		
Fecha:		Profundidad:	5 cm	
N.º DE DIBUJO	001	A4	Altura:	65 cm
HOJA 1 DE 1			Ancho:	30 cm

Fuente: Autores

9.2.3 Argumentación de Diseño. La propuesta planteada nace de la forma humana en el intento de transmitir un mensaje solidario con la naturaleza, incentivando a los peatones y usuarios en general a cuidar la naturaleza y utilizar transportes alternativos como la bicicleta, desde su concepto está pensado para ser 100% amigable con el medio ambiente ya que su materia prima es producto reciclado, los separadores de zonas verdes cuyo objetivo es cuidar la pradera y fomentar cultura entre los ciudadanos transmite un mensaje impreso opcional donde se comunican mensajes alusivos al cuidado y respeto por la naturaleza y su entorno verde, por otro lado el bici estacionamiento de corto plazo se pensó para fomentar el uso de medios de movilización más amigables con el medio ambiente como lo es la bicicleta, solucionando con este producto el problema de la carencia de zonas de parqueo para estos vehículos de tracción humana, las cuales resultaran estéticamente agradables y atractivas para los ciudadanos con un lenguaje claro, sencillo y al mismo tiempo brindarán seguridad y confort .

9.2.4 Argumentación Ergonómica

- *Bici estacionamiento de corto plazo*

Dimensiones:

Altura: 72 cm

La altura del bici estacionamiento responde a la altura de los marcos de bicicletas talla M correspondiente según la tabla estándar utilizada para tallaje de bicicletas, la cual tiene en cuenta la altura de los usuarios, en este caso la altura tomada fue 172.1 cm correspondiente a la estatura media de los hombres del nororiente de Colombia. El bici estacionamiento se diseña para los usuarios con edades entre 10 y 50 años que hacen uso de bicicletas por lo cual tomando la media de los usuarios más altos aseguramos que se incluya a la mayoría de usuarios.

Ancho: 54 cm

La medida de ancho corresponde a la zona de enfoque dentro del bici-estacionamiento la cual indica los puntos cercanos principales donde se debe anclar o amarrar la bicicleta con su respectivo seguro antirrobo a la estación de parqueo, estas zonas se encuentran ubicadas en un lugar estratégico logrando cercanía entre el marco de la bicicleta y la rueda delantera o trasera para asegurar las dos partes del vehículo al estacionamiento.

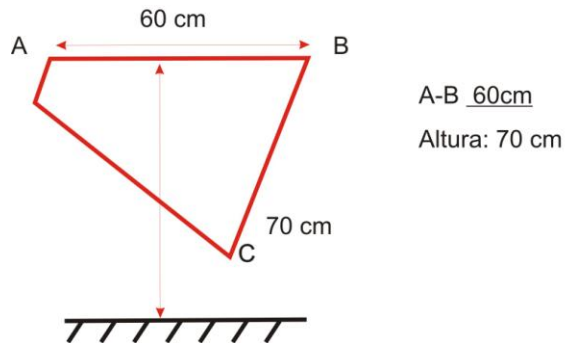
Los orificios y ranuras presentes en el producto deben permitir el paso de la mano del usuario p95 y el seguro antirrobo con gran holgura y facilidad, para lo cual el radio interno es de 10 cm.

Tabla 35 Dimensiones para análisis de bici estacionamiento

Altura (cm)	Carretera (cm)		Montaña (pulgadas)
160-165	47-51	S	14
165-170	51-53	M	16-17
170-175	53-55	M	17-18
175-180	55-57	M-L	18-19
180-185	57-59	L	20-21
185-190	59-61	L-XL	20-21-22
190	61	XL	22

Fuente: <http://www.uv.es/spma/mediambiente/documents/Manual%20de%20aparcamientos%20de%20bicicletas%20del%20IDAE.pdf>

Figura 68. Dimensiones ergonomía bici estacionamiento



Fuente: Autores

Figura 69. Dimensiones ergonomía bici estacionamiento



Fuente: Autores

-Separador de zonas Verdes

Altura: 40 cm cuerpo superior, sistema de anclaje: 20 cm total: 60 cm

La altura planteada para el separador de zonas es de 40 cm, esta medida se argumenta en la dificultad que causa levantar la pierna sobre esta medida para

ingresar a la zona protegida, sin impedir el disfrute visual de las zonas verdes y jardineras.

Ancho: 35 cm

La medida de ancho del separador en su zona más protuberante permite cubrir un espacio mayor sin ocupar el volumen total, generando una retícula ligera y agradable visualmente en conjunto con las demás piezas para separar zonas verdes y protegerlas del deterioro por maltrato, sin recargar el paisaje.

9.2.5 Argumentación técnica. El separador de zonas verdes presenta un sistema de anclaje al suelo ya sea en cemento o arena, el cual por su diseño permite aumentar la zona de agarre y evitar el desmonte o traslación de la pieza, la base en el cuerpo del separador funciona como tope facilitando la instalación de los separadores los cuales deberán ubicarse a distancias y alturas iguales uno del otro.

El bici-estacionamiento se sujeta al piso por medio de pernos tipo camisa power bolt anclaje de manguito para trabajo pesado, con bloqueo automático, resistente a la vibración y desmontable. Con cabeza plana con 12 a 15 cm de profundidad en acero los cuales evitan el hurto y fácil desplazamiento de la estructura.

La materia prima con que se fabricaron los objetos facilita la conformación de piezas ricas en formas y acabados, el espesor o grosor del bici estacionamiento es de 4 cm en su parte más delgada, fabricado por el método de inyección de termoplásticos, esta dimensión en el grosor aumenta la resistencia de la estructura logrando con esto aumentar la confianza y seguridad que proyecta el objeto ante los usuarios y que estos a su vez depositan en él para parquear y sujetar su vehículo de tracción humana.

9.2.6 Argumentación Estético – Formal. La apariencia del material es de color negro con esquirlas de aluminio, textura lisa Semi-mate, agradable al tacto y estéticamente aceptable a pesar de ser una pieza fabricada con material reciclado, el cual en la mayoría de los casos no presenta buena estética en sus productos, el plástico que se obtiene al procesar residuos poliméricos termoplásticos presenta un color poco definido en este caso un color oscuro lo que genera sensación de robustez y gravedad, para contrarrestar esa posible percepción se diseñó la familia de mobiliario urbano pensando en enriquecer formalmente el concepto mediante formas agradables, atractivas y ligeras proyectando la idea de resistencia, seguridad y dinamismo con superficies redondeadas y estilizadas, prolongando la vida útil del producto permitiendo la fácil interacción entre el usuario y el mobiliario.

Como un proceso adicional y opcional se plantean colores contrastantes con el color base negro si se desea optimar la estética para ubicaciones especiales, parques infantiles, empresas con colores corporativos requeridos, parques temáticos etc. (Ver anexos)

9.2.7 Argumentación Medioambiental o de Ecodiseño. “El diseño de los productos de la familia de mobiliario urbano se concibe bajo la guía de las principales premisas del ecodiseño”³⁶, entre las que se encuentran:

- Fácil Desmontaje e instalación.
- Uso de materiales de poco mantenimiento, fácil reparación y total reutilización.
- Eliminación de materiales tóxicos asociados al producto.
- Eco eficiencia en el uso de energía y recursos.
- Aceptación o reutilización parcial o total al final de su ciclo de vida.

³⁶AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. Gustave Eiffel, Paterna (Valencia) ESPAÑA

Con estos principios se asegura que el proceso de fabricación y el ciclo de vida del producto gire en torno a mejorar la calidad de vida de los usuarios tanto en el beneficio que le presta el objeto como en el mejoramiento del entorno o medio ambiente, incentivando a los usuarios a realizar labores para tener un hábitat agradable, ordenado, limpio y saludable.

Al final del ciclo de vida del producto al estar conformado de un solo material facilita la recolección o reciclado de sus partes para ser nuevamente procesado para inyectar el mismo u otros objetos. Es importante aclarar que en este proyecto se realizaron pruebas pilotos iniciales las cuales arrojaron muy buenos resultados pero es necesario realizar más pruebas con el material para conocer las propiedades a largo plazo y las características reológicas del material luego de su uso y final del ciclo, reciclando e inyectando nuevamente.

Estos productos no originan residuos tóxicos ni en su fabricación, instalación ni uso, al igual que no requieren mantenimiento ni limpieza superior que la normalmente realizada a este tipo de mobiliario urbano.

9.3 EVALUACION MEDIOAMBIENTAL





Dentro de las implicaciones que genera la fabricación de productos amigables con el medio ambiente se hace necesario identificar los impactos ambientales que la fabricación de las piezas de mobiliario urbano puede tener para tratar de mejorarlos.

9.3.1 Matriz MET. El objetivo principal de esta metodología es identificar las debilidades o prioridades ambientales sobre las que se ha de trabajar en el producto y detectar a grandes rasgos los principales aspectos ambientales del mismo.

Definición del producto

La familia de objetos de mobiliario urbano compuesta por un bici estacionamiento de corto plazo pensados para usuarios de paso que requieren por seguridad sujetar su bicicleta a un objeto inamovible para realizar otras actividades por un corto tiempo y separadores de zonas verdes los cuales impiden el paso de las personas a los jardines o al césped evitando el deterioro causado por el maltrato o tránsito de las personas sobre éste, la materia prima con que están fabricados es 100% reciclada compuesta por residuos post industriales de tubería para gas PEALPE, la cual luego de un proceso de transformación mediante reciclaje mecánico de lavado, secado y triturado se inyecta en el molde final.

Figura 70. Matriz MET

Matriz MET			
	Uso de Materiales	Uso de Energía	Emisiones Tóxicas
	Obtencion y consumo de componentes	- Tubería PEALPE - aluminio - aditivos(*)	- energía que utiliza el molino
	Producción	- materiales auxiliares - desmoldantes - desengrasantes(*)	- energía máquina inyectora - residuos plástico(*)
	Uso	Operación no requiere materiales adicionales para su uso Mantenimiento Posibilidad de daño por vandalismo No requiere mantenimiento	No requiere energía para su funcionamiento - no genera emisiones toxicas ni residuos
	Fin de vida		- el producto es 100% de un solo material

* Elementos de enfoque para optimizar uso.

Fuente: Autores

9.3.2 Sustentabilidad SOLID WORKS. Se realiza una evaluación ambiental desde el programa SOLIDWORKS 2010 donde arroja unos resultados generales teniendo en cuenta el país de origen del material utilizado el cual es importado por la empresa desde E.E.UU.

Figura 71. Sustentabilidad producto keepe-r zicla

Impacto medioambiental

KEEPE-R ZICLA



Material:	PE Alta densidad Y aluminio
Volumen:	5751.80 cm ³
Área de superficie:	4056.88 cm ²
Peso:	5475.72 g
Tipo de fabricación:	Moldeo por inyección



Fuente: Solid Works sustentability 2010

Región de fabricación

La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto

Región de utilización

Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Figura 72. Impacto medio ambiental

Huella de carbono



Material:	.12 kg CO ₂
Fabricación:	7.61 kg CO ₂
Utilización:	9.05 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	3.01 kg CO ₂
	9.78 kg CO ₂

Eutrofización del agua



Material:	1.97E-3 kg PO ₄
Fabricación:	1.92E-3 kg PO ₄
Utilización:	5.87E-3 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	3.77E-3 kg PO ₄

0.01 kg PO₄

Acidificación atmosférica



■ Material:	0.02 kg SO ₂
■ Fabricación:	0.05 kg SO ₂
■ Utilización:	0.04 kg SO ₂
■ Fin de la vida útil:	1.87E-3 kg SO ₂

0.11 kg SO₂

Energía total consumida



■ Material:	399.49 MJ
■ Fabricación:	113.04 MJ
■ Utilización:	129.18 MJ
■ Fin de la vida útil:	2.21 MJ

Fuente: Autores

10. PRODUCCIÓN

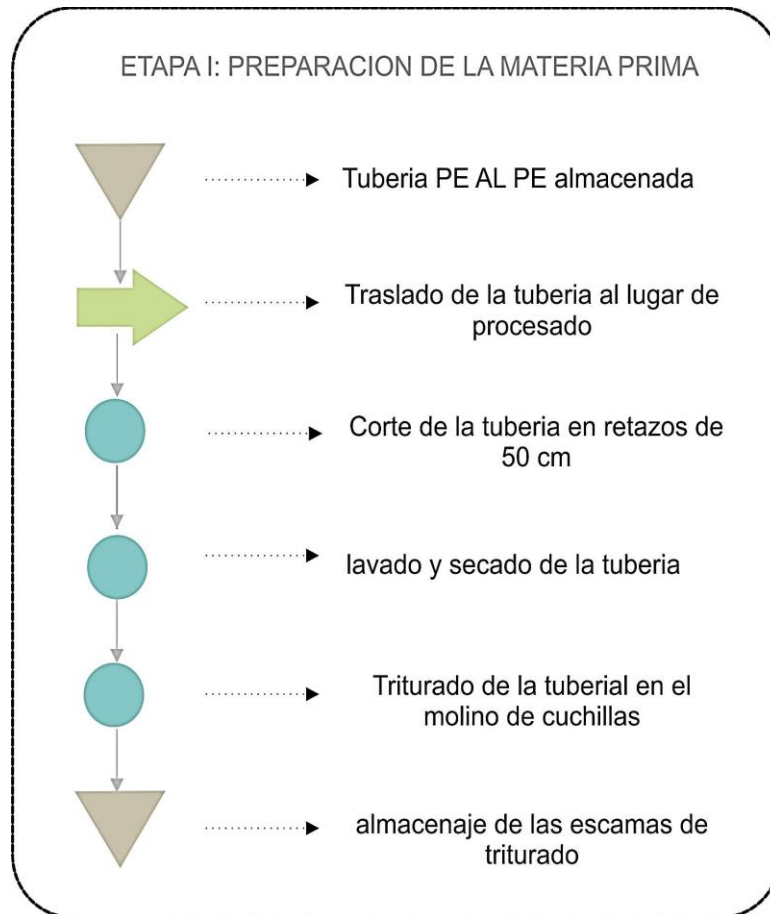
10.1 PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación de la familia de objetos de mobiliario urbano se divide en dos etapas principales, la primera es el alistamiento o preparación del material propio del proceso de reciclaje mecánico y la segunda etapa consta de los pasos realizados para el conformado de las piezas de polímero termoplástico reciclado por medio el proceso de inyección.

10.1.1 Etapa 1: Preparación del material. El material recuperado que este caso será la materia prima de los productos a fabricar, requiere un proceso de

preparación para el posterior paso de conformado, donde debe ser limpiado de suciedades, triturado y tamizado.

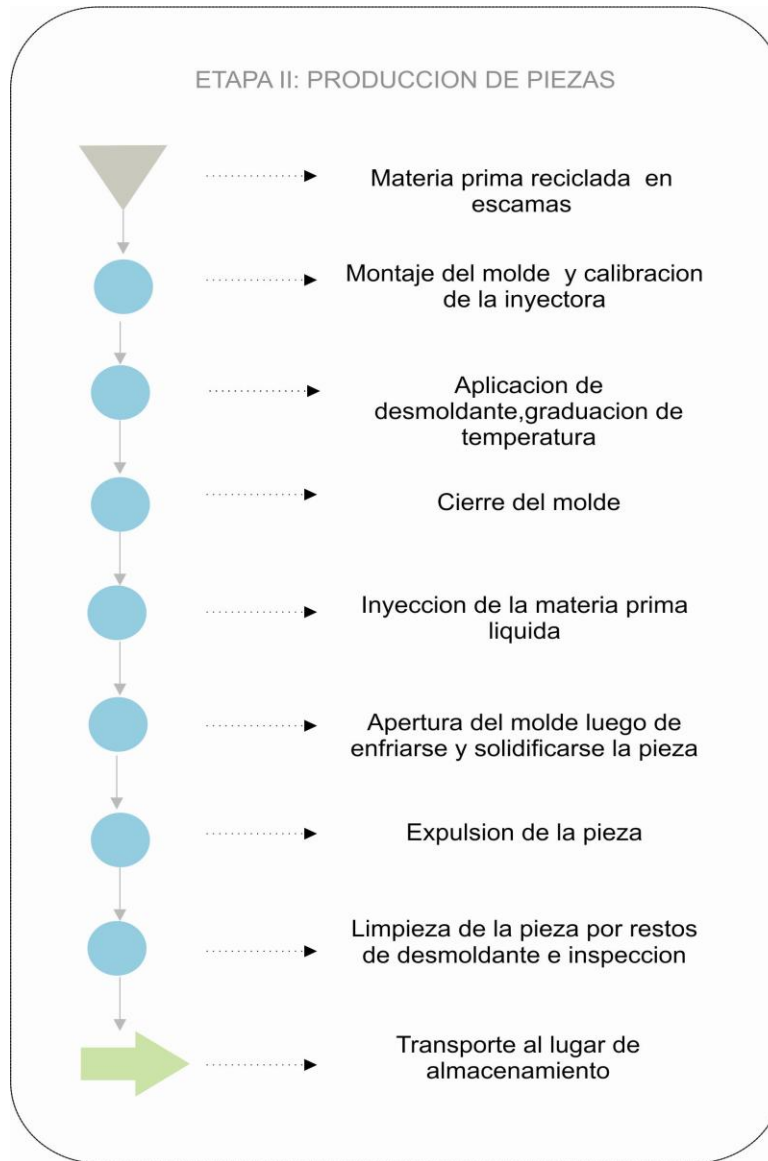
Figura 73. Proceso de preparación de la materia prima



Fuente: Autores

10.1.2 Etapa 2: Conformado de las piezas. Para la conformación de las piezas fabricadas con el polímero termoplástico compuesto recuperado de la tubería PE AL PE se emplea la operación de moldeo por inyección. Este proceso representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad y facilita la elaboración de piezas con volúmenes grandes, en un único proceso de fabricación alcanzando óptimos resultados en la precisión y acabados de la pieza final.

Figura 74. Diagrama de flujo del de proceso fabricación de las piezas



Fuente: Autores

10.2 MATERIA PRIMA

La materia prima utilizada para la conformación de las piezas es en su totalidad plástico recuperado de las tuberías PE-AL-PE. En este caso se genera un ahorro del 100% en la compra de material para la elaboración de los productos

planteados en este trabajo, debido a la entrega de carácter gratuito por parte de la empresa EXTRUCOL S.A. de los residuos industriales de tubería PE-AL-PE.

Contando con que el kilo de pellets de polietileno virgen o sin procesar tiene un costo de \$ 4500, lo que significa un ahorro de \$22.500 en materia prima para el estacionamiento de bicicletas y \$9.000 para cada separador de zonas.

Además del plástico triturado como materia prima principal, se emplean desmoldantes en el proceso de inyección, y aditivos los cuales en este proyecto no se implementaron, estos son utilizados para mejorar la viscosidad o fluencia del polímero líquido y facilitar así la inyección del mismo, lo cual podría plantearse como posible mejora en posteriores ensayos con el material.

10.3 EQUIPOS UTILIZADOS

En este apartado se describen los equipos utilizados para la realización experimental del trabajo: equipos para el acondicionamiento y tratamiento de la tubería de polietileno y aluminio recuperada, equipos para la transformación de la granza en producto final.

10.3.1 Molino de cuchillas. La operación del triturado de las partes de tubería PE AL PE es necesaria para disminuir su tamaño y posteriormente poder ser reprocesadas o analizadas con equipos de caracterización.

La función básica del molino es triturar los polímeros reciclados y dejar su tamaño en forma adecuada para obtener granza inyectable.

El molino está constituido por un sistema de cuchillas cortantes giratorias con su eje de giro perpendicular a la entrada de las fibras. En la parte inferior de la cámara donde giran las cuchillas hay un tamiz a partir del cual se obtiene el material a diferentes tamaños de corte.

Especificaciones Técnicas

Marca: MATEU & SOLE tipo B-3

Motor accionamiento de ± 2 CV

2 rotores de 3 cuchillas inclinadas de 125 mm cada una Puesta en marcha incorporada en bancada De rotor abierto Equipado con 2 armarios de mandos

Figura 75. Molino de cuchillas



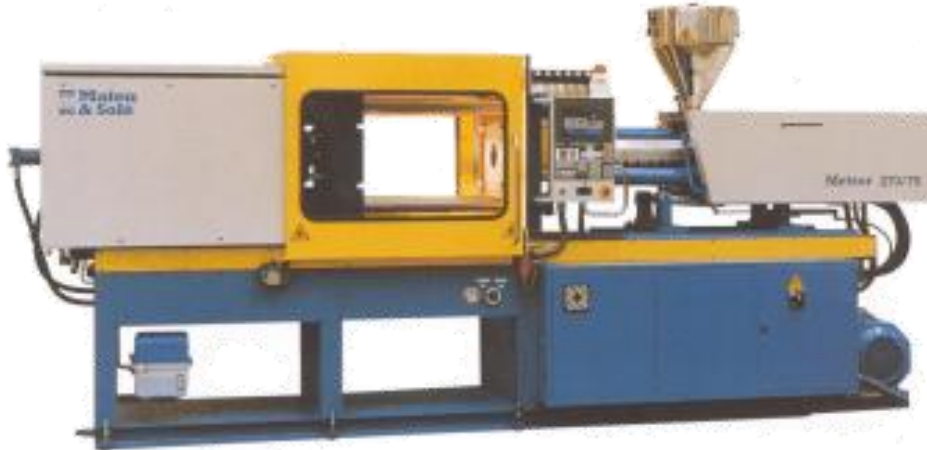
Fuente: <http://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria-procesar-plasticos/trituradoras-plastico/molino-de-cuchillas-de-30-cv>

Precio de la maquina: 8.000.000 de pesos colombianos

El servicio de maquila para el proceso de triturado se realiza en la microempresa Plástico en la ciudad de Bucaramanga a un costo de \$350 pesos colombianos el kilo de tubería o material a triturar.

10.3.2 Máquina de inyección. Para la conformación de los polímeros estudiados se emplea la operación de moldeo por inyección. La máquina de inyección que se utilizará es el modelo MATEU & SOLÉ METEOR270/75 procedente de Barcelona, España.

Figura 76. Inyectora Meteu & Soler Meteor 270/75



Fuente: <http://www.mateusole.net/castellano/inyectoras/>

Precio de la inyectora: 18.000.000 pesos colombianos.

El servicio por maquila de inyección de termoplásticos es prestado por la empresa Tornoplast S.A en la ciudad de Bucaramanga a \$600 pesos colombianos el minuto.

10.3.3 Molde de inyección. Para la elaboración del molde es necesario conocer ciertas relaciones entre las propiedades del material y el material del molde, como PVTen cualquier polímero que son básicamente las relaciones entre presión, volumen y temperatura las cuales son muy importantes para obtener un proceso de inyección eficiente, ya que el volumen de un polímero aumenta al ascender la temperatura del mismo y en el mismo grado de importancia debe tenerse en cuenta la Cristalización y deformación de la pieza al enfriarse (contracción) por lo

cual el diseño del molde requiere de estudios y conocimientos técnicos, por esta razón estos estudios no se incluyen dentro de este proyecto.

10.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Tabla 36. Costos de producción

Costos de fabricación Estimados- Bici- Estacionamiento			
	Cantidad	Costo unitario (pesos)	Costo total (pesos)
Materia prima			
Triturado de PEALPE	9 kgr		0
Servicios			
Corte	-	-	\$2400
Triturado	50 kilos	\$350 kilo	\$17500
Inyección	19 min	\$600 min	\$11400
Transporte	-	-	\$4000
Mano de obra	-	-	\$2000
Costos variables		100.000	100.000
Total			\$135.140

Fuente: Autores

Entre los costos variables se considera los costos por desgaste del molde y cambio de cuchillas del molino triturador.

Tabla 37. Costos variables de producción

Costos de fabricación Estimados- Separador de zonas			
	Cantidad	Costo unitario (pesos)	Costo total (pesos)
Materia prima			
Triturado de PEALPE	9 kgr		0
Servicios			
Corte	-	-	\$2400
Triturado	10 kilos	\$350 kilo	\$3500
Inyección	8 min	\$600 min	\$4800
Transporte	-	-	\$4000
Mano de obra	-	-	\$2000
Costos variables		20.000	20.000
Total			\$33.100

Fuente: Autores

11. CONCLUSIONES

NECESIDAD DE MOBILIARIO URBANO EN LA CIUDAD

La ciudad de Bucaramanga cuenta con amplias zonas de esparcimiento y diversión para los ciudadanos como parques, plazoletas y zonas sociales, dando gran importancia al mobiliario que en estos lugares encontramos, siendo realmente necesaria la ubicación de objetos funcionales y a su vez decorativos que marquen diferencia dentro de los productos existentes y presten servicio a los ciudadanos ayudando a organizar las zonas públicas.

CONCIENCIA AMBIENTAL EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Se debe promover dentro de las empresas del sector industrial tanto de plásticos como de otros materiales la importancia de aplicar Ecodiseño en sus procesos ,en productos nuevos o en el fin de ciclo de los ya existentes, con el fin de cooperar con el esfuerzo realizado por entes gubernamentales y a nivel mundial para concientizar en el cuidado del medio ambiente a corto, mediano y largo plazo, de esta manera aplicar programas de reciclado, reutilización de materias primas, disminución en las emisiones tóxicas y uso de recursos no renovables.

IMPACTO AMBIENTAL DE LA TUBERIA

El proceso de extracción de recursos no renovables y la fabricación de la tubería multicapa PEALPE no es el principal problema medioambiental que acarrea la co-extrusión de este polímero termoplástico en conjunto con el aluminio, el verdadero inconveniente está en el fin de ciclo de la misma, por no tener un plan de eliminación concreto o una aplicación definida, se depositan en la bodega y posteriormente en el vertedero municipal, acarreado consumo de energía al

procesarlo, partirlo y transportarlo, sin contar con que este material (PE) se demora un largo periodo en descomponerse (hasta 100 años) ocupando suelo y cargando de desechos industriales el hábitat.

RECUPERACION DE LA MATERIA PRIMA DE LA TUBERIA PEALPE

Para la reutilización de la tubería multicapa como materia prima para el producir piezas industriales fabricadas en serie, es necesario procesar esta tubería a través del reciclado mecánico, preparando el material para su posterior conformado. Resultando la mejor opción para recuperar el material con tecnología local, debido a la posibilidad de adquisición de la maquinaria y baja inversión. El material recuperado presenta forma de hojuela, se recomiendan dos ciclos de triturado para facilitar el proceso de inyección y ayudar a prolongar la vida del molde.

ENSAYOS DE MATERIALES

Las pruebas realizadas para incluir el triturado de tubería plástica multicapa como carga en la fabricación de mobiliario a base de concreto o mortero, demostraron que es posible continuar con pruebas similares con este material debido a la disminución en el peso que adquieren las probetas conformadas por mortero y plástico triturado, aunque disminuye la capacidad de soportar esfuerzos elevados (max 1300 kg) deja abierta la posibilidad de incorporar aditivos especiales para mejorar la adhesión entre las partículas de estos materiales. A pesar de obtener resultados favorables para la aplicación en mobiliario que no requiera grandes esfuerzos de compresión, la cantidad de plástico utilizado en cada mezcla no es suficiente para evacuar rápidamente el material en bodega almacenado, ni ofrece un beneficio económico de ahorro de materiales frente a la disminución de resistencia obtenida.

MATERIAL SELECCIONADO

Los ensayos realizados con polietileno no procesado y tubería PEALPE recuperada para comprobar la mejoría en las propiedades o características del material para su posterior inyección, dan como favorable el uso del material recuperado con un porcentaje del 100% ya que en comparación con las muestras de PE sin procesar en porcentajes de 80-50-30 % no presenta grandes diferencias o mejorías en sus propiedades mecánicas, por el contrario las partículas de aluminio presente ayudan a formar una malla entre las partículas impidiendo la fractura y mejorando la respuesta a la tracción, concurriendo a la elección del material recuperado de tubería R- ALPE para conformar las piezas de mobiliario y de esta manera no consumir recursos no renovables adicionales.

CONDICIONES DE CONFORMADO

De la gama de posibilidades para conformar piezas con material reciclado con las características particulares de la tubería compuesta multicapa, la mejor opción es el proceso de inyección por su capacidad de producir piezas industriales idénticas bajo condiciones controladas y en serie .El proceso de inyección se debe realizar en condiciones similares a las usadas para inyección de termoplásticos como el PE100.

DISEÑO COMO INSTRUMENTO DE CONCIENCIA AMBIENTAL

El reciclado de materiales a base de recursos no renovables como termoplásticos es una manera de contribuir a la recuperación del medio ambiente, de la misma forma ayudar a disminuir la generación de emisiones tóxicas al aire producidas por los vehículos de tracción mecánica evitando el uso de ellos en actividades que no requieran un transporte blindado, cuidar la naturaleza y las zonas verdes en las ciudades es igualmente importante para la conservación de aire fresco y lugares

con vegetación y flora dentro de las ciudades, creando conciencia de la protección que debemos mantener sobre esta vegetación la cual ayuda a disminuir la contaminación presente en la atmosfera, son actividades que a través del diseño industrial se promueven en este proyecto con la intención de formar conciencia entre los usuarios para preservar y mejorar la calidad de nuestro entorno.

OPORTUNIDAD PARA INVESTIGACION

Queda abierta la propuesta a continuar la investigación con este tipo de materiales quedando la posibilidad de ensayar diversas aplicaciones y agregar aditivos para mejorar las propiedades, confirmar el comportamiento frente a la luz UV a largo plazo y realizar ensayos más concienzudos, con tecnología avanzada y mayor presupuesto.

BIBLIOGRAFÍA

AIMPLAS. Departamento de Reciclado y Medio Ambiente, Verdejo Eva Andrés, Gemma Botica Sevilla. (2009) Guía de Ecodiseño para el sector del plástico. Valencia, España, AIMPLAS - Instituto Tecnológico Del Plástico.

AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico. (2009) Guía de Buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos. Valencia, España, AIMPLAS - Instituto Tecnológico Del Plástico.

Ales Mar, Luis; Rendón, Nalia; Korody, María Eugenia. (2009) Diseño De Mezclas De Tereftalato De Polietileno (PET) – cemento, departamento de ingeniería estructural, escuela de ingeniería civil, facultad de ingeniería, universidad central de Venezuela, caracas, Venezuela.

Cámara de Comercio de Bogotá, Manual de políticas amables con la bicicleta. (2009) Capítulo IV. Parqueaderos de bicicletas: herramienta para el éxito, Bogotá D.C.

Capuz Rizo, Salvador y Gómez Navarro, Tomas. (2004) Ecodiseño, ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles, México, alfa omega, Grupo de editor S.A.

Espinel, Francisco M; Maradei, M. Fernanda; Peña Leal Astrid. (2009) Datos Antropométricos para el Diseño, CIE. Bucaramanga, Colombia. División de Publicaciones UIS.

Fasce, Laura A. (2002).Comportamiento Mecánico De Polipropileno Modificado Con Una Poli Olefina Elastomérica, proyecto de grado tesis doctoral, Instituto De

INTEMA; Investigaciones En Ciencia Y Tecnología De Materiales, Universidad Nacional De Mar Del Plata – Conicet, Mar Del Plata – Argentina.

Gaggino, Rosana. (2008) Proyecto de grado, ladrillos y placas prefabricadas con plástico reciclado aptos para la autoconstrucción, universidad de chile, Santiago de chile, chile. Revista INVI.

Hernández Samper, Roberto; Fernández Coballo, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (2010) Metodología de la investigación, (Quinta Edición). México D.F. Editorial McGraw Hill.

ICONTEC, Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (2003), Método de ensayo para determinar las propiedades de tensión en plásticos, En norma técnica colombiana NTC595 (cuarta actualización), Bogotá D.C.

ICONTEC, Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (2003) Propiedades de compresión de los plásticos rígidos, En norma técnica ASTM D695, Bogotá D.C.

ICONTEC, Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. (2003) Propiedades de compresión de los plásticos rígidos, En norma técnica ASTM D695, Bogotá D.C.

IHOBE S.A - Sociedad Pública De Gestión Ambiental (2000) Manual práctico de ecodiseño, operativa de implantación en 7 pasos. Gobiernos vascos. Departamento de ordenamiento del territorio, vivienda y medio ambiente. Editorial berekintza.

IHOBE. (2010) Guías sectoriales de diseño, materiales de construcción, sociedad pública de gestión ambiental, empresa rema – medio ambiente.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2004). Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post- consumo. Bogotá, Colombia. Viceministerio de ambiente, dirección de desarrollo sectorial sostenible.

Mondelo, pedro r. (1998) Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo, Barcelona, mutua universal.

Méndez, G. Nicolás; Rigaíl, Andrés.(2009) Estudio de las Propiedades Mecánicas y Reológicas del Polietileno de Alta Densidad y Antioxidante en Base de Fosfitos Durante Cinco Ciclos de Inyección. Guayaquil, Ecuador.Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Prisma Calidad Y Medio Ambiente, (2007) Guía práctica para la aplicación del ecodiseño, Zaragoza. Editorial Cepyme Aragón.

Ulrich, Karl T. Y Eppinger, Steven D. Diseño y desarrollo de productos, (4 edición), México, editorial mc Graw Hill.

ICONTEC, Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (2002) Prueba de tracción o tensión: Norma ASTM D638 – ISO

ICONTEC, Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (2001) ASTM D695 - 10 Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics- Prueba de compresión: Norma ASTM D695

PAGINAS WEB

(www.pre.nl).

http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/reciclado_auto/tiposdereciclado.htm
(Web consultada julio 2012)

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36256>
(Web consultada marzo 2012)

<http://www.misrespuestas.com/que-es-el-concreto.html> (web consultada dic 2012)

<http://www.misrespuestas.com/que-es-el-cemento.html> (web consultada dic 2012)

ANEXOS

ANEXO A. Formato Sondeo de Opinión

3.3.3 Diseño del sondeo de opinión

Edad _____

Género: femenino _____ Masculino _____

1. ¿Le agrada el diseño del mobiliario urbano de Bucaramanga?

Sí _____ No _____

Si su respuesta anterior es no, especifique porque _____

2. Cuales elementos de mobiliario urbano cree Ud. que son necesarios o requeridos en la ciudad de Bucaramanga?

___ Bolardos

___ Elementos de descanso (bancas)

___ Iluminación

___ Recreación

___ Protección de Zonas verdes

___ Separadores viales

___ Estacionamiento para bicicletas

___ Otro (Por favor especifique)

3. ¿Qué le gustaría encontrar novedoso en el mobiliario urbano de la ciudad?

4. Que formas le agradaría en el mobiliario urbano

___ Curvas

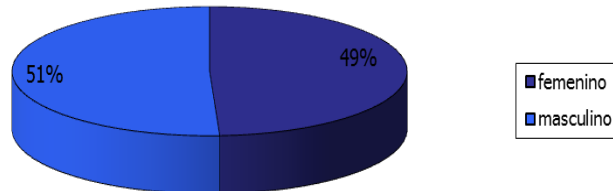
___ Geométricas- Angulares

___ Otro (Por favor especifique)

3.3.4 Tabulación de la encuesta

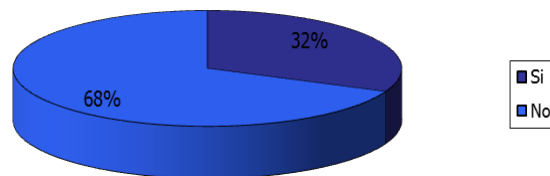
Se tabularon los resultados de las encuestas mostrando gráficamente lo que al consumidor le gustaría para el mobiliario urbano de la ciudad

Género:



Fuente: Autores

1. ¿Le agrada el diseño del mobiliario urbano de Bucaramanga?

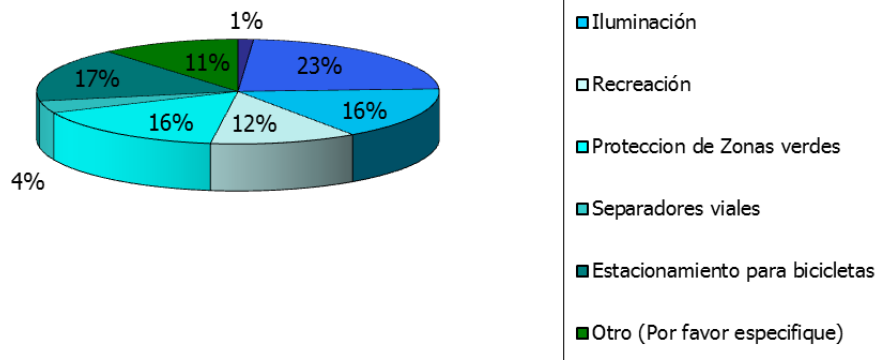


Fuente: Autores

*Si su respuesta anterior es no, especifique porque:

- El mobiliario es limitado y se deteriora con facilidad. Tampoco es resistente a los actos vandálicos.
- El mobiliario no es cómodo, ni agradable visualmente y generalmente está sucio o dañado

2. Cuales elementos de mobiliario urbano cree Ud. que son necesarios o requeridos en la ciudad de Bucaramanga?



Fuente: Autores

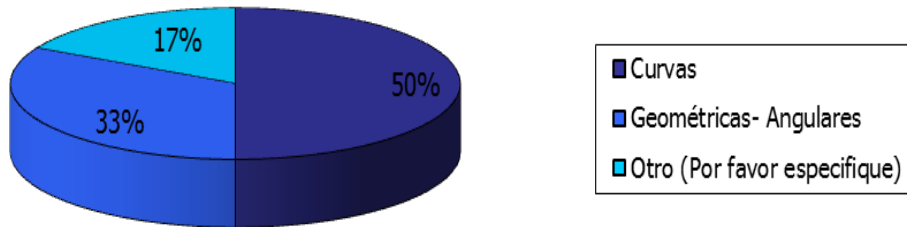
*Otros:

- canecas para la basura.
- puestos de información de la ciudad.
- Gimnasios al aire libre,
- Baños Públicos

3. Que le gustaría encontrar novedoso en el mobiliario urbano de la ciudad?

- formas divertidas, agradables de usar, observar, que hagan más atractiva la ciudad; que incentiven al reciclaje y el cuidado del medio ambiente
- Formas de interactuar con el transeúnte, información del lugar donde está ubicado, rutas de transporte, etc.
- zonas de descanso con tomas para recargar artículos eléctricos
- ciclo-rutas, protecciones para zonas verdes.
- mobiliario que se enfoque más en la comodidad del usuario, con diseños temáticos, claro sin dejar a un lado la seguridad y la resistencia q estos necesitan
- elementos que inspiren cultura o identidad.

4. Que formas le agradaría en el mobiliario urbano



Fuente: Autores

*otros (Por favor especifique)

- Las formas de la ciudad deberían dividirse en subgrupos, quizás temáticos según el sector.
- principios de la generación de la forma en la naturaleza.
- Que la forma juegue con el entorno donde estarán ubicados, ya sea recta o curva.
- Formas más orgánicas y divertidas que le cambien ese tono cuadrado, triste y gris a la ciudad.

ANEXO B. Análisis de desperdicio desde 2001-01-01 hasta 2011-08-31

07-09-2011 10:59 AM

COLOMBIANA DE EXTRUSION S.A Análisis de desperdicio desde 2011-01-01 hasta 2011-08-31

Línea PE AL PE

Maquina EXTRUSORA 3 (LINEA PE-AL-PE)

Grupo TODOS

Calidad DESECHO

Descripcion	Costo	Peso Kg	Hz	%%%
FALLA SOLDADURA ULTRASONII	20,564,795.94	3,878.35	350	33.15
CAMBIO DE ROLLO DE ALUMINIO	9,198,272.83	1,758.00	392	15.03
CONTAMINACION	6,897,512.27	1,329.00	176	11.36
REINICIO DE PRODUCCION	6,305,565.46	1,213.90	122	10.38
ARRANQUE	4,801,747.39	882.60	79	7.54
VARIACION DE CAPA EXTERNA	2,813,470.78	519.60	65	4.44
FALLA EQUIPO	2,247,714.00	426.80	32	3.65
PRUEBAS	2,123,896.51	416.60	8	3.50
DEFECTOS	1,815,367.83	348.10	26	2.98
FALLA SOLDADURA ENTRE ROLI	993,079.68	186.30	27	1.59
FALLA ENERGIA	822,551.48	159.90	19	1.37
FALLA HUMANA	499,790.44	99.10	14	0.85
INCONVENIENTE	448,522.53	88.50	14	0.76
ROLLO DE ALUMINIO MALTRATA	349,183.59	67.20	17	0.57
LIMPIEZA	293,053.85	56.50	6	0.48
FALLA IMPRESORA	260,180.11	51.00	9	0.44
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	304,071.08	44.00	6	0.38
CENTRAL CABEZAL	90,598.69	18.00	1	0.15
ROLLO DE ALUMINIO MANCHADO	85,833.94	17.00	2	0.15
FUERA ESPECIFICACION	79,550.34	15.10	3	0.13
PARADA FIN DE SEMANA	70,763.94	13.20	6	0.11
DESPERDICIO ROLLO ALUMINIO	56,715.46	11.50	3	0.10
PARADA FIN DE LA ORDEN	26,756.21	5.70	4	0.05
DIMENSIONALES	20,083.92	4.00	1	0.03
ROLLO DE ALUMINIO CON CAPA	20,520.92	4.30	1	0.03
Pm Kg 8.46 PPK 44.59	61,719,901.44	11,610.95	1,393	% General 4.46
Calidad MATERIAL PROMOCIONAL				
Descripcion	Costo	Peso Kg	Hz	%%%
PRODUCTO TERMINADO	1,178,577.93	224.44	2	61.94
PRODUCTO EN OBSERVACION	679,268.35	124.85	1	34.93
FALLA SOLDADURA ULTRASONII	67,769.86	19.55	1	3.72
Pm Kg 90.99 PPK 1.39	1,925,616.13	368.94	4	% General 0.14
Calidad MUESTRA TESTIGO				
Descripcion	Costo	Peso Kg	Hz	%%%
ENSAYO LABORATORIO	12,375.36	2.48	1	100.00
Pm Kg 2.48 PPK 0.01	12,375.36	2.48	1	% General 0.00
Calidad PROBETAS				
Descripcion	Costo	Peso Kg	Hz	%%%
ENSAYO LABORATORIO	151,222.73	27.00	1	92.84
DIMENSIONALES	1,723.96	6.32	1	1.10
Pm Kg 13.66 PPK 0.10	152,946.69	33.32	2	% General 0.01
Totales Maquina	\$63,510,342.09	12,007.69 Kg		
Totales Línea	\$63,510,342.09	12,007.69 Kg		

Fuente: Extrucol S.A.

ANEXO C. Test

TEST DE USABILIDAD

Objetivo: Desarrollar un test de usabilidad para evaluar la facilidad de uso y la interacción de los usuarios con el elemento de estacionamiento para bicicletas y medir la satisfacción.

Muestra

El test se realizará con 15 personas que tienen el siguiente perfil.

- Personas entre los 15 y 60 años que utilicen con frecuencia los parques de la ciudad o que manejen periódicamente la bicicleta como medio de transporte o como elemento para ejercitarse.

Identificación del personal requerido:

- Guía (Yudith Azucena Villamizar.)
- Anotador (Adriana Marcela Landinez.)
- **Elementos necesarios para el desarrollo de la prueba**
 - Bicicleta.
 - Modelo para aparcar bicicletas.
 - Cadena para sujetar bicicleta.

Desarrollo del taller

1. Adecuación del espacio para el desarrollo del test
2. Explicación de la actividad a realizar a la muestra
3. Espacio de preguntas sobre la actividad a realizar
4. Inicio del test de usabilidad

Protocolo

Buenos días (tardes), mi nombre es Yudith azucena y el de mi compañera Adriana Marcela, somos estudiantes de diseño industrial de la universidad industrial de Santander estamos realizando una prueba de usabilidad como parte del desarrollo de nuestro proyecto de grado ¿le gustaría participar? (Respuesta aceptada: Si)
Muchas gracias. ¡Acompáñeme!

El objetivo de la prueba que va a realizar es medir la satisfacción que experimenta el usuario al interactuar con el elemento. A continuación le voy a explicar el procedimiento que vamos a realizar:

1. ¿qué función cree usted que desempeña este objeto?

Como Ud. ya conoce el funcionamiento de los elementos de estacionamiento de bicicletas, le vamos a pedir que realice algunas de las tareas que desarrolla normalmente. Recuerde que lo que estamos evaluando es el objeto, por lo tanto Ud. decide si quiere detenerse o descansar un poco durante la realización de la prueba.

Tiene 5 minutos para realizar la prueba. Yo le estaré avisando cuando se cumpla el tiempo. Le agradezco su colaboración.

TAREAS A REALIZAR

Tarea 1: parquear la bicicleta

PREPARACIÓN DEL HABITÁCULO					
TAREA	ESCALA DE MEDICIÓN				ORDEN DE REALIZACIÓN
	Muy Fácil	Fácil	Difícil	Imposible	
Ubicar la bicicleta para parquearla					
Colocar la cadena de sujeción					
sujetar					
Retirar la cadena					
Tiempo total de la secuencia					
Observaciones:					

Fuente: Autores

¿Cómo le pareció el elemento?

¿Qué le cambiaría?

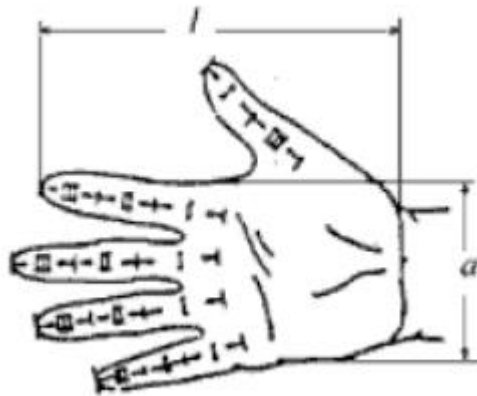
GRACIAS.

Resultados

La prueba se realizó en varios escenarios de la ciudad; entre ellos varios parques de Bucaramanga y en las instalaciones de la universidad Industrial de Santander.

ANEXO D. Tabla medidas antropométricas de la mano

Percentil	Pulgar		Índice			Corazón			Anular			Meñique			Largo <i>l</i>	Ancho <i>a</i>
	I	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
1	27,5	29	40,5	18	23,5	47,5	20,5	24,5	44	18,5	24,5	33,5	12,5	22	170	80
2	29	30	42	19	24,5	49	22	25	45	20	25,5	34,5	13,5	22,5	175	82
5	29,5	30,5	42,5	19,5	25	50	22,5	25,5	46	20,5	25,5	35	14	23	177	83
10	30,5	31,5	43,5	20,5	25,5	51	23,5	26,5	47	21,5	26,5	36	14,5	24	80	85
20	32	32,5	44,5	21	26,5	52	24,5	27	48,5	22,5	27	37,5	15,5	24,5	185	86
25	32,5	33	45	21,5	27	52,5	25	27,5	49	23	27,5	38	16	25	186	87
50	34,5	34,5	40,5	23	28	55	27	29	51	25	28	40	18	26	193	90
75	36	36	48,5	24,5	29,5	57	29	29,5	53,5	26,5	29,5	41,5	19	27	199	93
80	36,5	26,5	49	25	30	57,5	29	30	54	27	30	42	19,5	27,5	201	94
90	38	37,5	50	26	30,5	59	30,5	30,5	55,5	28,5	30,5	43	20,5	28	205	95
95	39	38	51	27	31	60	31,5	31,5	56,5	29,5	31	44,5	21	28,5	209	97
97	39,5	38,5	51,5	27,5	31,5	60,5	32	32	57	30	31,5	45	21,5	29	211	98
99	41	39,5	53	28,5	32,5	62	33	32,5	58,5	31	32,5	46	22,5	29,5	215	99



Fuente: Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo (Mondelo, et al.,1998)

ANEXO E. DATOS PRUEBAS DE TENSION

Velocidad de la máquina para desarrollo de la prueba: 5min/min

PROBETAS 1

Elongación y fuerza axial Max probetas prueba de tensión.

50% POLIETILENO - 50% PE-AL-PE

PROBETA	FUERZA		ELONGACIÓN
50-1	0.888	888 Newton	8.55
50-2	0.816	816 Newton	6.15
50-3	0.878	878 Newton	8.0
50-4	0.731	731 Newton	8.4
promedio		828.2 newton	7.775

PROBETAS 2 - 100% PE-AL-PE

PROBETA	FUERZA		ELONGACIÓN
100-1	0.701	701 Newton	9.30
100-2	0.662	662 Newton	9.35
100-3	0.593	593 Newton	10.30
100-4	0.634	634 Newton	8.75
promedio		647.5newton	9.425

PROBETAS 3 - 100% POLIETILENO (PE)

PROBETA	FUERZA		ELONGACIÓN
PE-1	0.897	Newton	6.65
PE-2	0.924	924 Newton	6.75
PE-3	0.942	942 Newton	7.25
PE-4	0.890	890 Newton	7.43
promedio		913.25newton	7.02

PROBETA 4- 70% PE-AL-PE – 30% POLIETILENO

PROBETA	FUERZA		ELONGACIÓN
73-1	0.612	612 Newton	6.75
73-2	0.699	699 Newton	5.90
73-3	0.743	743 Newton	6.60
73-4	0.642	642 Newton	6.40
promedio		674 newton	6.41

PROBETA 5

85% PE-AL-PE – 15% POLIETILENO

PROBETA	FUERZA		ELONGACIÓN mm
81-1	0.690	690 Newton	6.45
81-2	0.554	554 Newton	7.40
81-3	0.651	651 Newton	9.25
81-4	0.675	675 Newton	5.25
	promedio	642.5newton	7.08