

DISEÑO A PARTIR DEL RESIDUO/DESECHO DE PVC

“METAMORPHOSIS”

EIRENE RACINES CORREA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS

DEPARTAMENTO DE DISEÑO

DISEÑO INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2019

DISEÑO A PARTIR DEL RESIDUO/DESECHO DE PVC

“METAMORPHOSIS”

EIRENE RACINES CORREA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
DISEÑADORA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ Ph.D

Profesor Asociado

Departamento de Diseño

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS

DEPARTAMENTO DE DISEÑO

DISEÑO INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2019



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DE DISEÑO INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

La estudiante EIRENE RACINES CORREA identificada con Cédula de ciudadanía número 1.130.635.050 de Cali y código 201427024, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado "DISEÑO A PARTIR DEL RESIDUO / DESECHO DE PVC "METAMORPHOSIS", el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Jurado Asesor: LETY DEL PILAR FAJARDO CABRERA
Jurado Experto: SHARON AGUIRRE POSADA

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 25 de Abril de 2019, según Acta 006 de 2019 del Comité del Programa.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'CueR'.

CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ
Director del Proyecto

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Byrón'.

BYRÓN IRÁM VILLAMIL VILLAR
Vo. Bo. Director del Programa Académico

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Caru'.

CARLOS ANDRÉS ORTEGA GARCÍA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño

Angélica María V.

Edificio 382 – Oficina 4004 – Ciudad Universitaria de Meléndez
Teléfax [57-2] 321 2375 – Apartado Aéreo 25360
Santiago de Cali – Colombia
programas.diseño@correounivalle.edu.co
<http://diseño.univalle.edu.co/>

Dedicatoria

A Dios quien ha creado todo lo que existe y me inspira a
co-crear de lo creado, porque cada proeza natural
debe ser cuidado y procurar conservarla debe ser un deleite.

“porque por medio de Él fueron creadas todas las cosas
en el cielo y en la tierra, visibles e invisibles, sean tronos,
poderes, principados o autoridades:

todo ha sido creado por medio de él y para él”

Colosenses 1:16.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios que con el arte de lo que existe me inspira a ser un co-creador por medio del Diseño Industrial y es quien me dio la bendición de culminar esta etapa profesional.

A mi amado esposo Jhonnatan Restrepo Salazar, que me acompaña siempre, siendo un complemento ejemplar, que me motiva a lograr mis sueños con amor y constancia.

A mis padres Jairo Racines y Marlene Correa, al igual que a mis hermanos Emmanuel e Isaac, sobrinos, cuñadas y familia completa, por ser apoyo y motivación, por darme un ejemplo de vivir aprendiendo de lo que me rodea, son un regalo de Dios.

A mi sobrina Sofía Racines y a Daniela Becerra, ambas fueron amigas e inspiraciones creativas que me daban respaldo y, a todos los mencionados gracias porque no dudaron de mis capacidades.

A mi director de proyecto profesor Cristian Chamorro por ser guía firme durante todo el proceso y dar pautas con ingenio.

A cada docente, compañero y a las demás personas que brindaron apoyo en el proyecto, aportando su contribución de la mejor manera.

Tabla de contenido

1	RESUMEN.....	10
2	ABSTRACT.....	11
	TABLA DE CONTENIDO	4
1	LISTA DE TABLAS	7
2	LISTA DE FIGURAS	8
3	LISTA DE ANEXOS	9
	INTRODUCCIÓN.....	12
1	MARCO REFERENCIAL	15
1.1	MARCO TEÓRICO	16
1.1.1	<i>Sostenibilidad</i>	17
1.1.2	<i>Contaminación Ambiental.....</i>	19
1.1.3	<i>PVC</i>	22
1.2	MARCO CONCEPTUAL	35
1.2.1	<i>Ecodiseño</i>	35
1.2.2	<i>Reutilización.....</i>	37
1.2.3	<i>El Análisis del Ciclo de Vida Ambiental</i>	39
3	PROBLEMA	42
3.1	<i>SITUACIÓN PROBLEMA.....</i>	42
3.2	<i>Pregunta Problema.....</i>	44
4	JUSTIFICACIÓN	44
5	OBJETIVOS.....	52
	OBJETIVO GENERAL.....	52
	<i>Objetivos Específicos.....</i>	52
6	METODOLOGÍA	53
6.1	<i>CARACTERIZAR EL AUMENTO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR DESECHOS DE PVC.</i>	54
	<i>Identificación del Problema.....</i>	54
	<i>FASE-EXPLORACIÓN EN EL PROBLEMA</i>	54
	<i>FASE-CAUSA & EFECTO</i>	55
	COMPONENTES DEL PROBLEMA	55
6.2	<i>ANALIZAR EL AUMENTO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR DESECHOS DE PVC Y DESARROLLOS DE DISEÑO QUE INTERVIENEN EN PROCESOS DE RECICLAJE.</i>	56
	<i>FASE-CONSOLIDACIÓN</i>	56
	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	56

6.3	DESARROLLAR UNA ALTERNATIVA DE DISEÑO QUE FACILITE FASES DEL RECICLAJE CON LA REUTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS DE PVC Y DISMINUYA LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL QUE GENERAN EN VERTEDEROS DE BASURA.....	57
	FASE-CREATIVIDAD Y EXPERIMENTACIÓN.....	57
	FASE-VERIFICACIÓN.....	58
	CRONOGRAMA:.....	59
7	ESTADO DEL ARTE	60
7.1	VARIABLES DE ANÁLISIS	68
8	ESTADO DE LA TÉCNICA.....	71
8.1	VARIABLES DE ANÁLISIS	73
9	TRABAJO DE CAMPO	76
9.1	MAPA DE DESARROLLO TEMÁTICO	76
10	CONCLUSIONES DEL RECOPIACIÓN DE DATOS	78
10.1	Conclusiones del Estado del Arte	79
10.2	Conclusiones del Estado de la Técnica	80
10.3	Conclusiones del Trabajo de Campo	81
10.4	CONCLUSIÓN DEL DESARROLLO Y LOS PROCEDIMIENTOS	83
11	REQUERIMIENTOS	86
12	DETERMINANTES	90
13	PROPUESTA DE DISEÑO.....	95
13.1	COMPONENTES DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....	97
12.2	MATRIZ METAMORPHOSIS.....	98
	Características	99
12.3	HORNO CÚPULA.....	100
	Características	101
12.4	MÓDULO LUMINIGHT	102
	Características	103
12.5	BASE DE LUMINIGHT	104
	Características	105
12.6	MÓDULO LUMIFLY.....	106
	Características	108
12.7	METAMORPHOSIS	109
12.7.1	Luminight.....	110
12.7.2	Lumichange.....	111
12.7.3	Lumifly	112
12.8	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE METAMORPHOSIS.....	113
12.8.1	Mapa de Producción de Metamorphosis	114
12.8.2	Línea de Producción de Metamorphosis	115

12.8.3	<i>Secuencia del proceso de Producción de Metamorphosis</i>	117
13	BENCHMARKING	119
14	FICHAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS	120
15	COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTOS	124
16	CONCLUSIONES	128
17	DISCUSIONES	129
18	BIBLIOGRAFÍA	131
18.1	REFERENCIAS	138
19	ANEXOS	145

1 LISTA DE TABLAS

Tabla 1, Propiedades del PVC	23
Tabla 2, Libro Verde.....	60
Tabla 3, Recycling of PVC	61
Tabla 4, El Ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del Diseño	62
Tabla 5, Reducir, Reutilizar, Reciclar.....	63
Tabla 6, Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición	64
Tabla 7, Reutilización de materiales de construcción. Un paso intermedio necesario	65
Tabla 8, Diseño de productos con telas vinílicas mediante la reutilización de material de desecho de troquelados en la ciudad de Bogotá	66
Tabla 9, Modelo de intervención del diseño industrial en e ciclo de vida de productos.....	67
Tabla 10, Análisis de Estado del Arte.....	68
Tabla 11, Valoración de variables principales del Estado del Arte	70
Tabla 12, Análisis del Estado de la Técnica	71
Tabla 13, Valoración de variables principales del Estado de la Técnica	74
Tabla 14, Requerimiento Físico	86
Tabla 15, Requerimiento de Espacio	87
Tabla 16, Requerimiento de Proceso	87
Tabla 17, Requerimiento de Funcionalidad	88
Tabla 18, Requerimiento de Uso.....	88
Tabla 19, Tabla de polímeros adecuados y más comunes para el termoformado	104
Tabla 20, Función de estaciones de Metamorphosis.....	117
Tabla 21; Bechmarking PVC Decogar.....	119
Tabla 22, Bechmarking Luminarte	120
Tabla 23, Metamorphosis.....	120
Tabla 24, Ficha Técnica de Luminight	121
Tabla 25, Ficha Técnica Lumichange	121
Tabla 26, Ficha Técnica de Lumifly	123
Tabla 27, Tabla del cálculo de cantidad PVC recuperado y reutilizado en Luminight.....	125
Tabla 28, Evaluación de Requerimientos	125
Tabla 29, Evaluación de requerimientos de proceso.....	126
Tabla 30, Evaluación de requerimientos de funcionalidad	127
Tabla 31, Evaluación de requerimientos de Uso.....	127

2 LISTA DE FIGURAS

Figura 1, Producción de Plástico “El planeta plástico”	20
Figura 2, Demanda de Plástico por tipo y segmento transformador	21
Figura 3, Pirámide Jerárquica de Gestión de Residuos.....	27
Figura 4, Escombros en Cali	32
Figura 5, Puntos críticos de residuos sólidos y escombros en Cali.....	33
Figura 6, Ciclo de Vida desde el desuso	41
Figura 7, Los residuos de las escombreras de Cali	43
Figura 8, Demanda en Colombia de PVC.....	48
Figura 9, Fases de Metodología	54
Figura 10, Mood Board del Estado de la técnica	73
Figura 11, Mapa Temático de Trabajo de Campo I	77
Figura 12, Mapa Temático de Trabajo de Campo II.....	78
Figura 13, Proceso de producción simple para la reutilización del PVC	97
Figura 14, Matriz Metamorphosis.....	99
Figura 15, Horno Cúpula con vista explosionado/partes	101
Figura 16, Horno Cúpula/Vista de sección del horno con la Matriz.....	102
Figura 17, Módulo Luminight.....	103
Figura 18, Base Tipo1/Luminight.....	105
Figura 19, Base Tipo2/Lumichange.....	106
Figura 20, Módulo Lumifly/Módulo Lumifly ensamblado.....	107
Figura 21, Módulo Lumifly, vista en detalle	108
Figura 22, Vista superior de Luminight	110
Figura 23, Luminaria Luminight.....	111
Figura 24, Luminaria Lumichange.....	112
Figura 25, Luminaria Lumichange.....	113
Figura 26, SIPOC de Metamorphosis	114
Figura 27, Mapa de Producción de Luminarias Metamorphosis	115
Figura 28, Línea de producción de Metamorphosis.....	116
Figura 29, Secuencia del proceso de Producción de Metamorphosis	118

3 LISTA DE ANEXOS

Ilustración 1- Ilustración de Tabla de pedido de Constructora	146
Ilustración 2 - Propuestas en bocetos	147
Ilustración 3- Propuestas en bocetos de elementos de procesos de producción.....	148
Ilustración 4-Ilustración de elementos seguridad para el proceso de producción.....	149
Ilustración 5 - Matriz molde de módulos	151
Ilustración 6 - Sujetador de PVC/Matriz.....	152
Ilustración 7- Módulos curvados.....	153
Ilustración 8-Cúpula Térmica	154
Ilustración 9- Base de Luminight.....	155
Ilustración 10- Eje de Luminaria	156
Ilustración 11- Luminaria Luminight.....	157
Ilustración 12 - Luminaria Lumichange.....	158
Ilustración 13 - Luminaria Lumifly	159

Resumen

La sostenibilidad es afectada por factores que intervienen en el ambiente; esto se debe a algunos actores como la industria, que hacen diversos desarrollos productivos sin un balance entre la producción y el desecho de la producción de una manera acorde al desarrollo sostenible. Permitiendo, una creciente contaminación ambiental con los residuos desechados que llegan a vertederos de basura y terminan en el ecosistema. Al punto de, encontrarse zonas muy contaminadas con residuos como son los termoplásticos reciclables. Este proyecto se focaliza en uno de gran demanda, el PVC, ya que tiene una composición química que dificulta su reciclaje y, cuando se desecha es un contaminante ambiental tóxico por su contenido de cloro, es un residuo que puede durar más de 100 años en degradarse.

Se plantea actuar acorde a la sostenibilidad, afrontando esta situación desde el Diseño Industrial, que transforma el residuo con: estrategias de Ecodiseño; el ciclo de vida del diseño del producto/residuo; el manejo del residuo, la reutilización del mismo, con el propósito de generar una *Metamorphosis* del residuo de la tubería de PVC y así, disminuir la contaminación ambiental evitando que estos residuos terminen en vertederos de basura.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad; Contaminación ambiental; Policloruro de Vinilo (PVC); Manejo de residuos; Ecodiseño; Reutilizar; Ciclo de Vida del diseño; Diseño Industrial.

Abstract

Sustainability is affected by factors that intervene in the environment; this is due to some actors such as the industry, which make various productive developments without a balance between production and disposal of production in a manner consistent with sustainable development. Allowing, an increasing environmental contamination with the discarded waste that arrive at garbage dumps and end up in the ecosystem. To the point of, find areas heavily contaminated with waste such as recyclable thermoplastics. This project focuses on one of high demand, PVC, since it has a chemical composition that makes recycling difficult and, when it is discarded, it is a toxic environmental pollutant due to its chlorine content; it is a waste that can last more than 100 years in degrade.

It is proposed to act according to sustainability, facing this situation from the Industrial Design, which transforms the waste with: Ecodesign strategies; the life cycle of the product / waste design; the waste management, the reuse of the same, with the purpose of generating a Metamorphosis of the PVC pipe waste and thus, reduce environmental pollution by preventing this waste from ending up in garbage dumps.

KEYWORDS: Sustainability Environmental pollution; Polyvinyl chloride (PVC); Waste management; Ecodesign; Re-use; Life cycle of the design; Industrial design.

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad requiere un desarrollo integral que se ha buscado desde los tiempos más antiguos, es decir, aquel desarrollo que le posibilita satisfacer sus necesidades propias sin afectar el futuro, en la búsqueda de esto, se han realizado diferentes propuestas que han generado beneficios al ser humano y otras han generado perjuicios tanto al individuo como a el ambiente. Para elaborar esos desarrollos, ha implementado el uso de materiales y procesos de producción que permitan la obtención de múltiples unidades de estos mismos en cortos lapsos, con lo cual responden a necesidades humanas en tiempos breves y que se ha logrado fácilmente por medio de los materiales poliméricos, ocasionando con tanta producción mayor contaminación ambiental por desechos generados y, de la misma manera menor aporte a la sostenibilidad causando un desequilibrio perjudicial y desbalanceado en pro del ambiente. No obstante, se reconoce que uno de los materiales de gran practicidad para estos desarrollos han sido los plásticos, ya que cada vez aportan en procesos rápidos, económicos y temporales, generando el incremento de múltiples propuestas que responden a necesidades de manera versátil por las características de este tipo de material. Entre los plásticos se encuentran los termoplásticos, que han sido denominados como los plásticos reciclables y son los de mayor producción global, ya que las características de los termoplásticos han optimizado procesos de la industria y los han mejorado de manera que les posibilitan mayor desarrollo y producción, dentro de estos se encuentra uno de los más utilizados globalmente, el PVC. Éste polímero reciclable es de gran utilidad en la industria del sector de la construcción puesto que requiere emplearlo en las actividades de los proyectos que realizan, pero, no es usado en su totalidad en esta labor ya que dentro de los proyectos se estima un porcentaje de residuos en las tuberías de PVC que quedan y son desechados, ya sea porque tienen longitudes mínimas a las

requeridas dentro del proyecto de construcción o por el deterioro del producto tubería. Luego, al ser desechado se requiere de actores que desplazan estos residuos a puntos de acopio o vertederos, al terminar en vertederos se genera un contaminante con composición química perjudicial al medio ambiente, que es perdurable y, además, se desaprovecha la cualidad reciclable del PVC debido a la falta de infraestructura que permite realizar este proceso de manera segura, esto se ha fomentado porque el material genera dificultad en este proceso por su contenido de cloro y alto punto de fusión alto. En consecuencia, este termoplástico no está siendo totalmente reciclado, sino que, gran parte de estos residuos finalizan en vertederos de basura generando desechos de degradación lenta y toxica en el medio ambiente. Esto afecta la sostenibilidad y se ha convertido en una preocupación global, ya que es continuo el aumento de desechos plásticos que están deteriorando los entornos y causan contaminación ambiental.



I. Capítulo

Planteamiento

1 Marco Referencial

El tema a abordar, parte de la sostenibilidad como elemento clave que plantea el desarrollo integral, por lo que se enfoca en factores que intervienen de manera perjudicial y la deterioran, de esta manera se analiza el factor de la contaminación ambiental por residuos de alta generación a nivel global. Lo que se evidencia en esta búsqueda son generadores que han afectado éste desarrollo de manera inadecuada, encontrando consecuencias negativas por la alta demanda de materiales plásticos que no han sido manejados de forma oportuna, sino que han terminado contaminando el medio ambiente (BBC Mundo, 2017).

Principalmente, las industrias requieren de estos materiales por los beneficios que obtienen, como por ejemplo son practicidad y ligereza para efectuar procesos de producción, que ha reducido costos y optimiza tiempos, por lo que ha procurado minimizar daños y generar materiales plásticos que puedan ser reciclados, los denominados termoplásticos, con este tipo de material se procura que el proceso de utilidad sea renovado al reciclarse y se actúe en pro del medio ambiente al reaprovecharlo en un proceso de producción (Domingo, 2011).

No obstante, una de las Industrias que ha sido favorecida por los beneficios de los termoplásticos para mejorar el rendimiento y el desarrollo en sus procesos de producción es la del sector de la construcción (Opportimes, 2016). Ésta, emplea en su mayoría un termoplástico muy versátil, pero, de gran complejidad al momento de reciclarse ya que dificulta los procesos de manejo del residuo por su composición química y debido a esto los residuos que quedan de éste material terminan no siendo reciclados sino acumulados en vertederos. Por esta razón, la focalización es la actividad industrial de la construcción, ya que emplea principalmente en sus procesos de producción el

consumo de éste material plástico, el PVC (policloruro de vinilo). En ésta industria, el proceso creativo requiere una alta demanda de este material para la realización de sus proyectos por los múltiples beneficios que le aportan y, el incremento de su uso genera un aumento de residuos, que necesita un manejo adecuado ya que en su mayoría termina siendo contaminantes de larga duración en vertederos de basura y escombreras (en espacios de rellenos sanitarios). La implementación de conceptos desde la sostenibilidad puede intervenir de manera adecuada y activa en alternativas estratégicas que podría generar posibles impactos ambientales positivos por el manejo del residuo de PVC.

1.1 Marco Teórico

En la búsqueda del desarrollo integral de la sociedad actual, se viene incrementando una preocupación global tanto por el deterioro de los entornos como por la contaminación. El presente trabajo busca orientarse en el marco de dichas preocupaciones, enfocándose en el desarrollo del diseño sostenible, línea de trabajo de acuerdo a la cual: hay que involucrar los sistemas productivos de la industria, en este caso en el sector de la construcción. Con la pretensión de enfrentar esta problemática que afecta los ecosistemas medioambientales, tales como: la contaminación ambiental y pérdida de biodiversidad, así como problemas sociales que genera tales como pobreza, afectaciones a la salud, inseguridad ambiental y desigualdad, entre otros. Dichos problemas se relacionan con políticas internacionales, según fue ilustrado por la *Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible*. En la actualidad, esto se refleja en la adopción de los términos ‘consumo’

y ‘producción sostenible’ en el vocabulario de los gobiernos, la industria y la sociedad civil. (Crul, Diehl, & Delft University of Technology, 2007).

A continuación, se precisarán algunas nociones fundamentales que facilitan la comprensión de las ideas y preocupaciones que subyacen en la línea de trabajo de desarrollo sostenible, con el propósito de afrontar desde la sostenibilidad la contaminación ambiental por el mal manejo del residuo de PVC.

1.1.1 Sostenibilidad

En una definición simple, la sostenibilidad es la capacidad de permanecer en el transcurso del tiempo. En los años 60’ este término se empezó a plantear por la necesidad de hacer de un modelo de desarrollo sostenible, proponiendo que se involucrara con el fin de lograr un equilibrio en los procesos industriales tanto en lo social, económico y ambiental (López Ricalde, López-Hernández, & Ancona Peniche, 2005), ya que, el progreso de las tecnologías generaba impactos negativos en el ambiente por el uso desmedido de los recursos naturales. Estos antecedentes llevaron a la conformación de la terminología modelo reconocida como “desarrollo sostenible”, que proyecta un equilibrio para el desarrollo humano en el ámbito social, económico y ambiental; para esto, es pertinente la intervención de diversas profesiones en los procesos de la industria de manera responsable. Éste modelo de desarrollo se planteó y definió en la Declaración del Río (1982), en la que se precisa al desarrollo sostenible como ... “la capacidad de satisfacer necesidades actuales sin comprometer a generaciones futuras” según: United Nations General Assembly: Report of the World Commission on Environment and Development. En consecuencia, en 1987, la

sostenibilidad se convirtió en una aspiración a nivel internacional, generando el inicio de estrategias que se involucran a éste tipo de desarrollo, con el fin concebir mejoras en los procesos de producción industrial dentro de cada fase: desde el inicio de la etapa creativa hasta culminar el uso del producto, teniendo en cuenta cómo prevenir impactos ambientales que pueden generarse en el presente y el futuro del ser humano, a causa de estos procesos y sus residuos/desechos.

Por consiguiente, para aplicar el desarrollo sostenible en la industria, se pretenden realizar producciones más limpias, con procesos que evitan afectar negativamente los recursos naturales: procurando de esta manera conservar el ecosistema; mitigando el daño ya hecho, sus efectos en el futuro, la contaminación ambiental que han ocasionado por residuos/desechos y; procede a dar una disposición final de estos mismos, con el fin de disminuir los impactos perjudiciales en el ecosistema, la economía y la sociedad (Riosvelasco, Torres-argüelles, & Morales, 2015). Finalmente, la sostenibilidad pretende ser parte de las actividades de producción, involucrando acciones que pretendan un equilibrio en el desarrollo. Además, a nivel global en la actualidad se presentan índices crecientes de contaminación ambiental, debido a las diversas sustancias producidas por el ser humano desde sectores de la industria y actividades de la misma. En este mismo sentido, la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año de 1989, planteó la siguiente definición: “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada y aplicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (PNUMA, 1999), esta definición tiene la finalidad de plantear acciones correctivas que faciliten una intervención desde la sostenibilidad para un desarrollo equilibrado.

1.1.2 Contaminación Ambiental

Se puede definir como: la incorporación de residuos sólidos o líquidos que afectan de manera negativa alterando el medio ambiente. Ésta definición, se emplea como una ilustración sencilla para identificar el término de la contaminación ambiental, que ha tomado un protagonismo relevante en las últimas décadas gracias a los múltiples desarrollos tecnológicos. A causa de estos, se ha aumentado la producción en el sector industrial de diferentes artículos y, en consecuencia, se ha incrementado los residuos de estas producciones por los fabricantes de estos artículos y a la vez por los consumidores de ellos, generando así más desechos en el mundo.

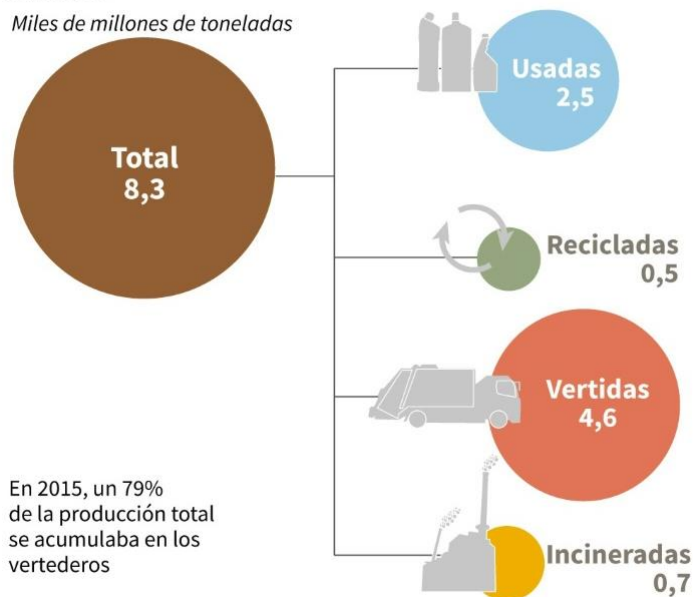
Teniendo en cuenta lo anterior, es propicio aportar la definición propuesta por Maldonado, que menciona lo siguiente: la contaminación ambiental es definida como la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (L. Maldonado, 2015).

En cuanto a los residuos de mayor producción que generan contaminantes en el medio ambiente, se encuentran los materiales poliméricos termoplásticos, estos tienen gran demanda y se fabrican constantemente a nivel global (ver figura 1). En la mayor solicitud de este tipo de material, se encuentran en el PET, el PP y el PVC, éste último tiene una composición química con un 57% de cloro, 43% de etileno, tiene un alto punto de fusión (Melorose, Perroy, & Careas, 2000).

El planeta plástico

Desde los años 1950 se produjeron unos 8.300 millones de toneladas de plástico

Miles de millones de toneladas



En 2015, un 79% de la producción total se acumulaba en los vertederos

Fuentes: Sciencemag.org/Geyer, Jambeck, Law

© AFP

Figura 1, Producción de Plástico “El planeta plástico”

Fuente: Sciencemag.org/Geyer, Jambeck, Law

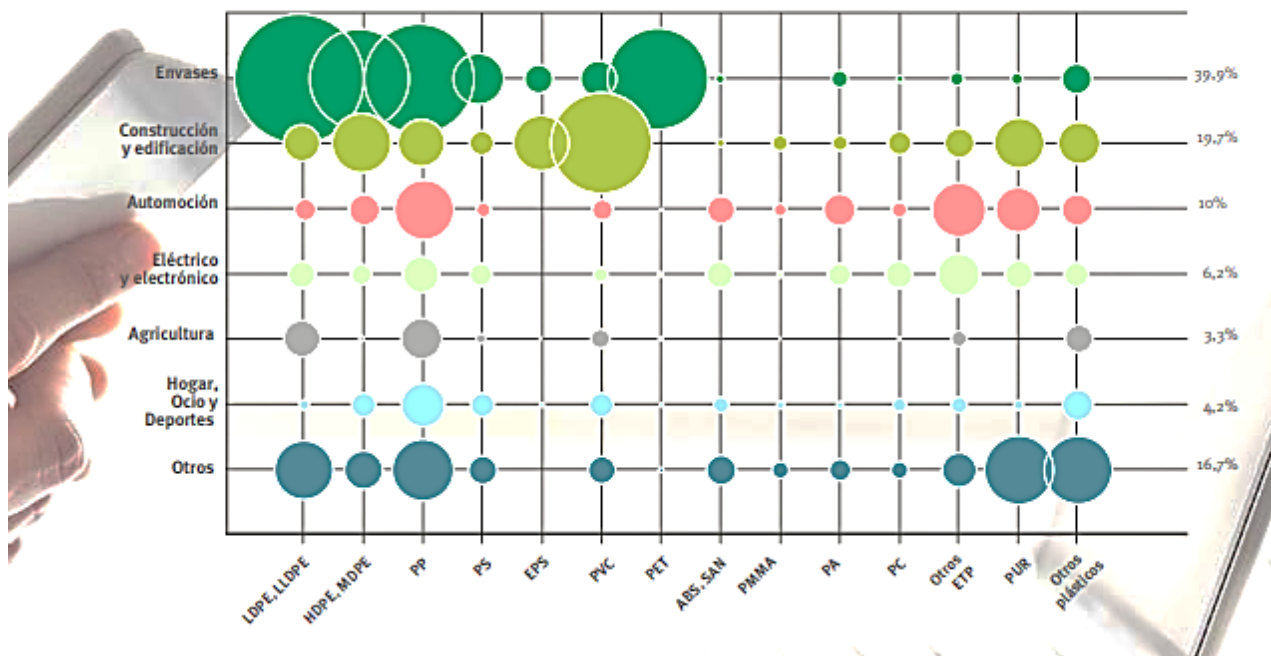
Por una parte, con el PVC se ha generado el aumento de residuos tóxicos y de degradación lenta en el ambiente que, a causa de esto deterioran el entorno con el desecho/residuo de éste material. Además, por su composición, generan dificultad en su proceso de reciclaje físico mecánico y químico. Sin embargo, los beneficios y la practicidad que aporta como material el PVC en los productos obtenidos del mismo, hace que priorice en la utilidad de diferentes industrias, como es la del sector de la construcción (ver figura 2), estando así constantemente ubicado entre el tercer y cuarto termoplástico más usado a nivel mundial por esta industria (Opportimes, 2016). Es

pertinente aclarar que esta situación no se debe exclusivamente a una satisfacción de necesidades de fabricantes y usuarios, sino que intervienen varios factores (de carácter político, sistémico, de intervención de la utilidad que le dan los usuarios, entre otros), por lo que su uso y producción implica adoptar estrategias interdisciplinarias e interinstitucionales que aporten a la sostenibilidad para el manejo de residuos de PVC, sin negar los beneficios y las necesidades de los individuos que lo utilizan y lo desechan, desconociendo la contaminación que con este residuo del material generan al ecosistema.

Figura 2, Demanda de Plástico por tipo y segmento transformador

Fuente: Grupo de Estudios de Mercado de PlasticsEurope

Datos de la EU28+NO/CH.



(PEMRG) y Conversio Market & Strategy GmbH, 2017

1.1.3 PVC

Entre los materiales termoplásticos se encuentra una característica que los destaca, la versatilidad y ligereza. Puesto que, han llegado a facilitar procesos, actividades de la industria y el quehacer del ser humano, entre otras cosas. A causa de esto, los materiales termoplásticos son de preferencia y de gran utilidad en el mundo. Uno de los termoplásticos más utilizados a nivel global de éste grupo es el PVC (policloruro de vinilo), según PlasticsEurope (en The facts 2013, Bélgica). Éste material existe en dos presentaciones principales: flexible y rígido (también llamado plastificado), siendo el de mayor preferencia el rígido, el cual ocupa el tercer lugar en demanda de la producción global, citando a Góngora, J. en la Revista Comercio Exterior, pág. 8. El Policloruro de Vinilo o PVC, tiene composición química entre carbono, hidrógeno y cloro. Es un material termoplástico, que tiene comportamientos variables de transformación bajo la acción de temperaturas de calor, por esto, se reblandece y llega moldearse de manera sencilla; luego, al enfriarse a temperatura ambiente recupera sus características de consistencia conservando la nueva forma que se le adaptó. Razones como las anteriormente mencionadas han proporcionado beneficios a la industria de la construcción diariamente, debido a que ésta hace desarrollos en PVC sea en presentación de tuberías o láminas para diversas aplicaciones dentro de un espacio a edificar, siendo preferente este material por características generales como: resistencia, transformación en temperatura de 40°C a 66°C, impermeabilidad, rigidez y durabilidad, etc., entre otras. Según Inca, (2015) “el mayor mercado de productos moldeados por inyección son los accesorios de tubería”, esto se debe mayormente a características del material presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 1, Propiedades del PVC

Propiedad	PVC
Contenido Cl, % w/w	56,5
Temperatura de transición vítrea, °C	80
Gravedad específica	1,38-1,40
Tensión a la rotura (MPa)	38,25-57,00
Deformación a la rotura, %	20,00-40,00

(Engineers India Research Institute (EIRI), 2012, p. 14)

Fuente: Inca. (2015).

Pese a los beneficios que el PVC genera en diferentes industrias y la alta demanda por el sector de la construcción, éste termoplástico ha estado afectando al ecosistema, por su contenido de cloro y alto punto de fusión, generando dificultad para efectuar el reciclaje químico o la disposición final por medio de la incineración del mismo, ignorando muchas veces darle prioridad a su reutilización. Lo que más polemiza al material es qué sucede después de uso primario con el postconsumo, esto ha generado dificultades por el tipo de residuo que genera, sobre todo con las tuberías. Ya que, “los residuos de PVC son uno de los más importantes que tienen una perspectiva de alto crecimiento en el futuro. Alrededor del 40% del PVC se utiliza para fabricar tubos y la demanda de uso de PVC en la producción de tubos sigue en aumento” (Sadat-Shojai & Bakhshandeh, 2011). En consecuencia, teniendo en cuenta que el material es de gran uso por esta industria y el tercer termoplástico más usado a nivel global (Opportimes, 2016), es pertinente comprender que en este proceso se dejan muchos residuos, desperdicios y desechos, los cuales son dispuestos de manera incorrecta, terminando así, en vertederos de basura y causando contaminación ambiental por la

liberación de determinadas toxinas y en los elementos particulados, que se vuelven basuras tóxicas con una degradación lenta de hasta más de 100 años (Ecocosas, 2011).

“Los residuos de materiales de construcción de PVC se depositan en los vertederos de residuos sólidos urbanos o incineradores; en los primeros, los aditivos de estos materiales se liberan, contaminando el suelo y el agua, esta contaminación es prolongada en el tiempo”.

(Hess, 2004)

En consecuencia, el PVC ha sido causante de muchos debates durante las últimas décadas, por las repercusiones que genera en el medio ambiente, expresándose opiniones discordantes desde el campo científico, técnico y económico. Algunos recomiendan analizar el ciclo de vida del PVC, mientras que otros, proponen solo abordar fases de éste (Melorose et al., 2000). Aunque el PVC hace parte de los plásticos reciclables, se cuestiona esa característica por su composición, además al descomponerse a altas temperaturas por medio del reciclaje químico (proceso de alto costo económico que se encuentra en algunos países desarrollados) o la incineración, emite dioxinas que solo se pueden procesar en un ambiente controlado de temperatura (Sebastián & Rojas, 2012, p17).

Así pues, los impactos que generan los desperdicios y residuos de PVC en el ambiente, se fomentan más de manera negativa al ser depositados en vertederos, actuando como contaminantes perjudiciales en el medio ambiente. Por tal razón, se requiere actuar en el proceso del PVC cuando

se convierte en residuo, ya que, al terminar su ciclo de vida en rellenos sanitarios o vertederos, es una basura persistente que se degrada lentamente de forma natural y, puede afectar en gran manera al desplazarse por los suelos o aguas subterráneas, llegando a zonas donde no fue producido (Thornton, 2002), deteriorando así a todos los actores del medio ambiente que en él intervienen, entre ellos el ser humano.

1.1.3.1 Manejo del Residuo

Un residuo de PVC u otro material/producto, puede llegar a ser definido como el resultado de la ineficiencia de un proceso en el que se encuentra un material que termina afectado a la sostenibilidad, debido a que no se le ha efectuado o, no se le ha sido posible realizar una transformación en un producto final, que, en consecuencia, ha perdido sus características de valor por su usuario. De la misma manera, se convierte en una pérdida monetaria, no obstante, el material/producto que puede dejar de tener algún valor para su primer usuario si se manejara de forma sostenible podría llegar a tener un valor para alguien más (Martínez Real, 2014). Además, dentro el contexto del material PVC, como todo termoplástico, se identifica que “una característica fundamental de los residuos plásticos es su no degradabilidad, lo que genera serios problemas en su disposición final” (Domingo, 2011) y prolonga la contaminación ambiental que afecta a los ecosistemas. Por ésta razón, es pertinente analizar que se puede hacer con éste residuo, ya que, desde el enfoque de la sostenibilidad según Alicia García-Franco (directora general de la

Federación Española de Recuperación y Reciclaje) en la publicación de la Revista es Posible, dice que:

Una sociedad que aspire a ser sostenible debe tener clara la jerarquía de la gestión de los residuos de manera que primero reduzca la generación de residuos, en segundo lugar, reutilice aquello que pueda y en tercer lugar recicle el resto de manera que se aprovechen las materias primas contenidas en los residuos

(Revista, 2010).

La problemática del manejo residuo de PVC por el sector de la construcción, requiere alternativas que aporten al medio ambiente con una adecuada gestión de residuos acorde a los principios sostenibles, que a la vez, posibilite adoptar propuestas de trabajo que disminuyan en gran manera cantidad de residuos que terminarían en el relleno sanitario (Sáenz & Alpízar, 2005). Llevar esto a cabo requiere emplear la pirámide del manejo de residuos, que plantea como prioridad: rechazar, con el fin de reducir la utilización de productos que aumentan la generación de desechos; en secuencia propone la reutilización, que busca darle al residuo una nueva utilidad; como tercer proceso está el reciclaje, que difiere de la reutilización, debido a que implica primero un proceso de transformación ya sea físico o químico, para convertir ese residuo en un nuevo material y luego se pueda utilizar nuevamente (Sáenz & Alpízar, 2005), consecutivamente se encuentran otros pasos. Con esto, se pretende que el volumen de residuos generados sea mínimo al momento de su disposición final, posibilitando así, un adecuado manejo del residuo por medio de alternativas que

están en pro de reducir la contaminación ambiental por estos residuos y que se puede observar claramente a continuación en la figura 3, que presenta la pirámide de gestión de residuos.



Figura 3, Pirámide Jerárquica de Gestión de Residuos

Fuente: CEGESTI. (2010).

El propósito de manejar el residuo con ésta pirámide jerárquica, es intervenir en el proceso de manera ambiental con el fin de evitar que la disposición final de un residuo termine contaminando al ambiente y afecte a los ecosistemas, por lo que se puede observar que la pirámide invertida, propone principalmente el rechazo al consumo innecesario, sino es posible, más reutilización, con el fin de evitar obtener materia prima virgen y así sucesivamente las otras opciones, dejando como última opción del manejo del residuo la disposición final.

En definitiva, es necesario adoptar un manejo de residuo sostenible con desperdicio del PVC desechado por las constructoras, para así evitar que la degradación lenta de este material contamine al ambiente, que las emisiones de sustancias organocloradas sean liberadas cuando es desechado,

triturado y arrojado en vertederos de rellenos sanitarios. Considerando que, una gestión del residuo en el PVC de manera ambientalmente sostenible permite cambiar la disposición final en vertederos de basura y que “el residuo mejor gestionado es el que no se genera” (Revista, 2010). Cuando un residuo culmina su uso, es desechado y sin habérsele gestionado un manejo adecuado termina en vertederos de basura, es la derrota de todo el sistema de gestión de residuos y, favorece al deterioro ambiental que por este residuo genera contaminación afectando la sostenibilidad y el desarrollo en cada área. Sin embargo, la recuperación del material desechado al darle un manejo adecuado, permite seleccionar el material para darle un nuevo uso, según Gallo Riaño & Mora Arias, 2011 citando el Decreto 1713 de 2002, los “residuos sólidos pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos” y así se reduce la extracción de materias primas vírgenes que para obtenerlas hacen uso de los recursos naturales no renovables en este caso, el petróleo.

1.1.3.2 Constructoras como consumidores

El PVC se ha presentado como el material preferente para tuberías utilizadas en el sector de la construcción, se encuentra en diversas aplicaciones: desde perfiles para ventanas, persianas, revestimientos, recubrimiento de cables, baldosas de pisos, papeles pintados de vinilo, tubería sanitaria, tubería eléctrica, tubería hidráulica, enchufes, láminas para impermeabilización (techos, suelos), etc., (Revista EcoHabitar, 2011). Dentro del proceso de construcción la aplicación de más alta demanda de éste material se encuentra en la tubería de PVC, la cual es utilizada en aplicaciones dentro de éste sector como en: tuberías sanitarias, eléctricas, de presión, también se ha estado

implementando el material en elementos de obra blanca como cielos, falsos, pisos, techos, perfiles de ventanas, entre otros (Hess, 2004).

Sin embargo, de la industria de la construcción quedan residuos debido a la longitud de las presentaciones de esta tubería, los cuales son denominados como desperdicios. Esto ha producido bastantes desechos que terminan depositados en vertederos de residuos sólidos urbanos (sean rellenos sanitarios o escombreras) o, se les aplica una eliminación del residuo por medio de incineradores; generando con estos desechos dos tipos de contaminación: 1) al estar en contacto con el suelo liberan, contaminantes de alta duración ya que tiene una degradación lenta de hasta 500 años y la vida útil de productos de PVC puede llegar hasta los 50 años. También, al tener cercanía con el agua (sea por humedad, lluvias o ríos), tiene la posibilidad de desplazarse por ser un material liviano y llegar a zonas vulnerables a la contaminación por desechos sólidos, 2) si se procede a un proceso final de incineración del PVC, “al quemarse los residuos, el cloro contenido se transforma en ácido clorhídrico (gas sumamente corrosivo, que produce graves daños materiales y humanos), en dioxinas¹ y en otras sustancias organocloradas²” (Revista EcoHabitar, 2011). Teniendo en cuenta que genera estos perjuicios en el ambiente, los beneficios que le otorga al sector de la construcción en cuanto a lo económico del material terminan siendo muy pocos y no compensan el daño ambiental, debido a que, se habla de lo económico del material solo desde una

¹ Las dioxinas son contaminantes de síntesis y degradación, formadas en procesos de combustión, es decir, cuando hay oxígeno, carbón e hidrógeno y cloro, a temperaturas entre 200 y 650 °C y bajo condiciones de alcalinidad. Las dioxinas son sustancias órgano cloradas, su molécula es tricíclica aromática y halogenada, con un anillo común a todas, que es, la dibenzo-p-dioxina. Estas moléculas tienen alta liposolubilidad y al ser estables, son resistentes a la degradación biológica y química (Cruz, Moreno, & Lara, 2010).

² Los organoclorados conforman un grupo de pesticidas artificiales desarrollados principalmente para controlar las poblaciones de insectos plaga. Su origen se remonta a la fabricación del DDT (diclorodifeniltricloroetano) en 1943. De ahí en adelante y por muchas décadas, dicho clorado fue un arma importante en la lucha química y una casi ineludible en el control del mosquito Anopheles transmisor de la malaria.

mirada a corto plazo, sin tener en cuenta el impacto ambiental. Por ejemplo, el PVC para aguas residuales, tiene un precio de un 20% a un 30% inferior al de otros materiales alternativos como: hierro galvanizado, cerámica o polietileno según Hess, 2004, en la pág. 2, esta situación, ha ocasionado un debate por décadas sin resolver, entre las industrias productoras, los usuarios/constructoras y los comprometidos por el cuidado del medio ambiente. No obstante, la producción y el empleo de este material en la construcción continúa, no ha podido reemplazarse por las propiedades y beneficios que genera a ésta industria. Entonces, es necesario afrontar esta situación de alta demanda de tuberías de PVC que genera muchas cantidades de residuos y poca compensación al ambiente a partir de estrategias que permitan aportar a la sostenibilidad (ya que esta pretende un desarrollo equilibrado) y, actúen como control de la contaminación ambiental por el residuo de PVC, dentro del sector de la construcción.

Así pues, es pertinente afrontar la situación del manejo del residuo de PVC de forma sostenible por la industria de la construcción, ya que es la que genera mayor solicitud del material globalmente y en consecuencia también mayores desechos del mismo a la vez. Más aún, está siendo una de las principales responsables por los impactos causados a la naturaleza, puesto que consumen más de la mitad de toda la energía usada en los países desarrollados (Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq, 2014); producen más de la mitad de todos los gases causantes del cambio climático. Entre los residuos que genera con la tubería de PVC esta actividad, la ausencia de una disposición correcta y manejo adecuado del residuo/desecho, terminan en escombreras con una errada disposición final que causa contaminación al medio ambiente.

1.1.3.2.1 Escombreras consumidoras/productores

La industria de la construcción para realizar sus procesos de producción continuamente desarrolla actividades en las que genera una variedad de residuos de materiales entre los que se encuentran tuberías de PVC, ya que, es una industria activa y requiere de este tipo de material termina produciendo en cada proyecto aglomeraciones de residuos que son denominados, escombros. Cuando finaliza un proceso de construcción se solicita el servicio que recolecta estos residuos y les da una disposición final, las escombreras. Este manejo de residuo es permitido y acorde a normativas del país, pero ha generado aumento de contaminación ambiental por acumulación de estos escombros en varios lugares, por ejemplo, la generación de escombros en Colombia para el 2011, solo analizando ciudades como: Bogotá, Medellín, Santiago de Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla, Neiva, Valledupar y San Andrés, se produjeron un promedio de 22.270.338 toneladas de residuos de construcción y demolición (El Nuevo Siglo, 2017), y enfocándolo a la ciudad de Santiago de Cali, según Galvis, 2016, dice que:

“no se cuenta con planes de implementación de tecnologías limpias o aprovechamiento de los residuos durante la ejecución de los proyectos, las actividades de obra se continúan realizando de manera tradicional, desperdiciando diariamente la oportunidad de disminuir significativamente los costos de producción y la generación de residuos”.

Teniendo en cuenta lo mencionado, no se puede desconocer la importancia del PVC, que tiene una alta demanda en el sector de la construcción debido a que se requiere de este material, más valorando la importancia del mismo, es pertinente reconocer que intervenir de manera sostenible puede posibilitar una reducción de la acumulación de residuos de PVC en escombreras y en consecuencia disminuiría la contaminación ambiental derivada de esta situación (ver figura 5). En efecto, se requiere valorar el manejo de éste residuo de forma que se pueda reaprovechar tomando pauta de una gestión ambiental que de forma oportuna aporte a la sostenibilidad.



Figura 4, Escombros en Cali

Fuente: Ángela Zúñiga. El País (2018)

De la misma manera, localmente se plantea la necesidad de proyectos para la disposición de escombros, debido a momentos de colapsos que se han presentado en Santiago de Cali, por ejemplo, en el 2018 la escombrera de la 50 colapso debido a prácticas indebidas del manejo de

estos residuos desechados (Mera Cobo, 2018). Sin embargo, se encuentran muchas escombreras dentro de la ciudad (ver figura 4) y efectuar un adecuado manejo acorde a la pirámide de gestión de residuos es una forma coherente de aportar al medio ambiente y la sostenibilidad que requiere la industria y el país.

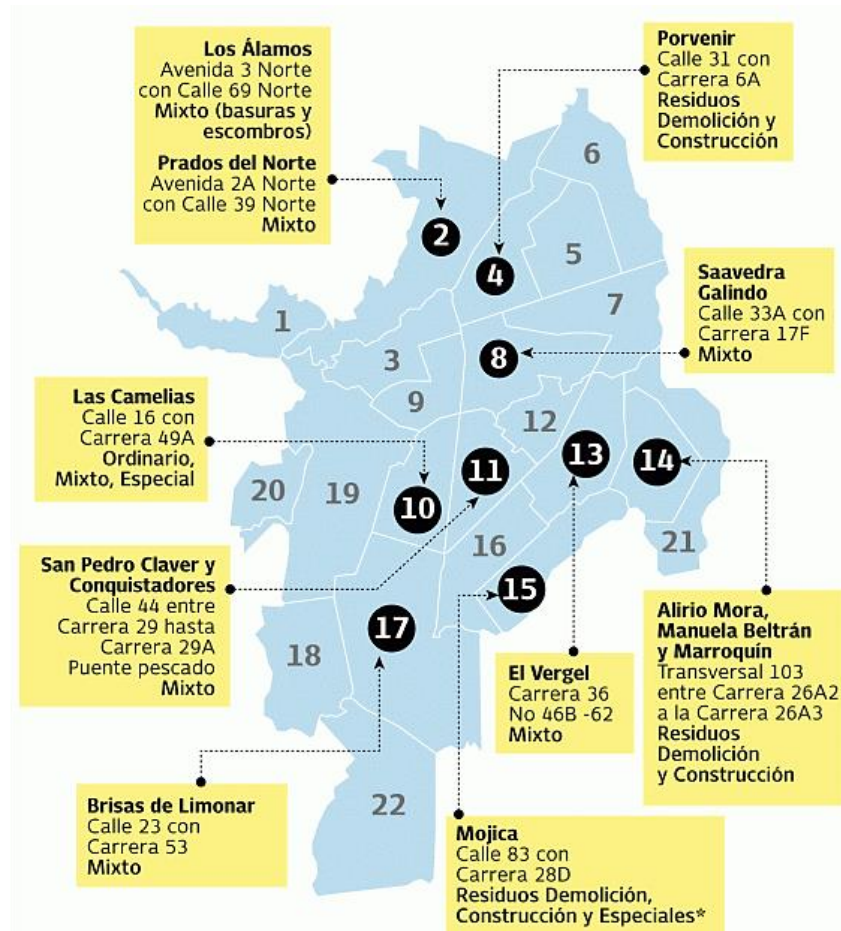


Figura 5, Puntos críticos de residuos sólidos y escombros en Cali

Fuente: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de Cali, El País (2018)

No obstante, es pertinente saber que luego de pasar por las escombreras muchos de los residuos de la construcción se trasladan a los rellenos sanitarios (espacios determinados para la disposición final de los residuos). En este lugar se acumulan y mezclan con otros residuos, desaprovechándose materiales que podrían ser aptos para ser reutilizados o sino reciclados, un ejemplo de esto se presentó en la ciudad, según la publicación del noticiero: “Cali no cuenta con una ruta selectiva de residuos, por lo que más del 40% de los residuos que llegan al relleno sanitario son reciclables” (Noticiero 90 Minutos, 2018). Los rellenos sanitarios son espacios determinados para que se depositen residuos sólidos, en estas zonas se almacenan, se trituran, se mezclan y acumulan, es así como en este lugar se da la disposición final de los diferentes residuos, entre ellos los residuos/desperdicios de las tuberías de PVC. Esta es una razón por la que se está generando contaminación ambiental en estos espacios y en las escombreras, dado que se almacenan grandes cantidades de residuos sólidos con características reciclables de degradación lenta en el ambiente, estos son desaprovechados. Esta situación del manejo inadecuado de los residuos de tubería de PVC se ve tanto en escombreras como en rellenos sanitarios, dentro de la ciudad de Cali ya se ha visto su afectación negativa en las escombreras y de la misma manera sucedió en el relleno sanitario, según el País: “a punto de rebosar. Así están las lagunas de lixiviados del relleno sanitario Colomba-El Guabal, de Yotoco, que almacena los residuos sólidos de más de cinco municipios del Valle del Cauca, incluidos los de Cali” (Villamil Muñoz, 2018).

Es adecuado reconocer la afectación a la sostenibilidad que genera esta forma de manejar el residuo, en este caso con las tuberías de PVC dentro de Cali y, que puede afrontarse

estratégicamente en pro de un desarrollo sostenible para disminuir la contaminación ambiental con estos residuos/desperdicios de PVC generados por el sector de la construcción.

1.2 Marco Conceptual

Partiendo de estrategias de la sostenibilidad se desarrolla la definición de 3 aspectos que se relacionan entre sí y mejoran el proceso productivo del residuo, luego del uso del producto/material de tuberías de PVC por el sector de la construcción planteando así: el análisis del ciclo de vida de un producto para el post-consumo, considerando el manejo adecuado del residuo del PVC para facilitar la reutilización como alternativa sostenible. Por lo que se desarrollaran estos conceptos claves dentro de diseño sostenible y se dirigen a mejorar la disposición final y el fin de un producto.

1.2.1 Ecodiseño

“El Ecodiseño es una metodología para el desarrollo de productos, útil para prevenir los impactos ambientales y así realizar mejoras en el ciclo de vida desde el proceso de diseño” (RAMIREZ JUIDÍAS & GALÁN ORTIZ, 2006). El Ecodiseño, es un enfoque sistemático que permite el diseño de productos más respetuosos con el medio ambiente. Se aplica en diferentes sectores industriales como una estrategia para reducir sus impactos ambientales, donde en primera etapa se revisa los procesos que intervienen en el diseño de un producto para encontrar soluciones previas con el fin de reducir impactos en el ciclo de vida del producto (Maris, Froelich, Aoussat, &

Naffrechoux, 2014). Por esta razón, es pertinente afrontar desde éste enfoque la producción de los residuos/desperdicios de productos en PVC obtenidos por el sector de la construcción, debido a que, en ésta industria es un material de preferencia por los beneficios que aporta en los desarrollos que realizan, tales como: facilitar el acceso del agua, la organización de conexiones eléctricas, los desagües, entre otras aplicaciones que se obtienen de este material.

Sin embargo, para tener un enfoque sostenible que involucre estrategias de Ecodiseño con la tubería de PVC empleada para el sector de la construcción, no se debe ignorar que, así como se usa para diferentes funciones también se obtienen residuos de los desperdicios de estos y se vuelven desechos con características reciclables. Por esta razón, es adecuado que con este tipo de material de gran utilidad se promueva vidas útiles más amplias, es decir, más allá de un uso primario del producto en específico, puesto que los productos de tuberías de PVC concentran impactos ambientales después de la etapa del 1er uso, quedando residuos/desperdicios que terminan siendo desechos al terminar su ciclo en vertederos (Sierra-Pérez & Domínguez, 2014). De modo que, estos residuos tienen características propias del material que pueden ser aprovechadas, teniendo en cuenta procesos que actúen acorde a la sostenibilidad, sin ignorar los procesos que generan dificultad con este material como es: el reciclaje químico, la incineración por el alto punto de fusión que tiene, que ocasiona que no se queme con facilidad ni arda por si solo y, además, cese de arder una vez que la fuente de calor se retire, generando así, problemas en el ciclo final de reciclado químico y la finalización de su Ciclo de Vida por medio de la incineración. A causa de esto, muchas veces la tubería de PVC desechada por el sector de la

construcción termina en basureros, sin tenerse en cuenta otra de sus características de composición las sustancias de cloro.

Por otro lado, no manejar adecuadamente el residuo de tubería de PVC genera impactos perjudiciales al ambiente cuando se desecha en vertederos, más aún cuando es particulado o triturado, generando contaminación al exponerlo continuamente a las radiaciones del sol, estar en contacto con el suelo, el aire y la lluvia. En virtud de esta situación, es más oportuno prevenir la disposición final a partir de un análisis previo del impacto del residuo desechado del PVC: sus características, utilidades y motivo de consumo. Llevar a cabo esta acción permite integrar acciones correctivas desde el Ecodiseño, que aportan a la sostenibilidad del planeta y transforman la situación de contaminación ambiental generada por estos desechos.

El Ecodiseño propone obtener información que facilite el reconocimiento de las capacidades del material desechado, darle el manejo adecuado al residuo para reducir impactos en el ecosistema y plantear una nueva aplicación, sin atentar contra la calidad y aplicaciones de un producto en este material en su primer uso.

1.2.2 Reutilización

Un término que ha tomado protagonismo en la actualidad es el del reciclaje, debido a que cada día está creciendo preocupación por la generación de residuos y desechos a nivel global que afectan a el medio ambiente. De la mano de este término antiguo, se platearon las fases del reciclaje o etapas

del mismo en consecuencia de la situación problemática del aumento de la contaminación ambiental, lo que conlleva al inicio de estrategias que aporten a la sostenibilidad, de las cuales viene la triada denominada como las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) o llamada por los ecologistas como el “Triángulo de la Ecología”, está presenta una intención de realizar desarrollos de producción y diseño reduciendo el uso de materias primas, partiendo de la recuperación de residuos y desechos, “el triángulo es jerárquico y en ese orden reducir y reutilizar son más propios e importantes que el reciclar. Reciclar es la tercera opción” (Lara, 2008).

La reutilización pretende prolongar el ciclo de vida de un producto desechado sea residuo o desperdicio, con el fin de aplicar usos similares o alternativos acordes con las funciones características del material. Es decir que, cuando el producto ha cumplido la función primaria para la que ha sido desarrollado, se proyecta la posibilidad de una nueva aplicación (FISO, 2009). “Reutilizar es volver a utilizar un material en un mismo estado, sin reprocesamiento de la materia” (GLINKA, VEDOYA, & PILAR, 2006).

Intervenir por medio del diseño para llevar a cabo este enfoque sostenible, va ligado directamente a actividades que se proponen dentro del Ecodiseño, focalizándose a plantear la actividad de reducir, como aquella acción de conciencia que evita el uso de materia prima virgen, para realizar un desarrollo de diseño. Luego, teniendo la decisión de no usar la materia prima virgen, se proyecta el material recuperado hacia un proceso creativo en el que se efectúa la reutilización del PVC recuperado del residuo que ha sido desechado por el sector de la construcción. Al desarrollar éste enfoque creativo de la reutilización, se da una nueva perspectiva del desecho, le da una valorización que “en un caso hipotético idealizado, si se opera la reducción y la reutilización, es

posible que el reciclaje ya no tenga que verificarse: puede minimizarse o incluso podría ya no ser necesario” (Lara, 2008). En consecuencia, se obtendría menos uso de energías no renovables, reduciendo las implicaciones que genera el PVC en la salud y el ambiente desde su fabricación, debido a que genera sustancias “tan contaminantes ya que forman y emiten al medio ambiente, sustancias organocloradas tóxicas, persistentes y bioacumulativas, entre ellas cloruro de vinilo” (Hess, 2004) . La reutilización actúa en pro de minimizar impactos ambientales por la generación de residuos desaprovechados, esto indica que puede intervenir en la generación de residuos desaprovechados que producen en el sector de la construcción con el desecho de PVC, por lo que requiere tenerse en cuenta una forma adecuada para llevarla a cabo, incluyendo las actividades previas para esta actividad: la selección del material, la caracterización, el manejo previo del residuo hacia su recuperación y análisis de vida de acuerdo a sus características para la reutilización.

1.2.3 El Análisis del Ciclo de Vida desde el Diseño

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una estrategia sostenible, la cual tiene 4 etapas según Orrego, 2012 citando a Fiori, 2006; Gómez & Duque, 2004, las cuales son:

- Etapa 1 Producción, fases: materia prima y fabricación.
- Etapa 2 Transporte, fases: empaque y distribución.
- Etapa 3 Consumo, fases: comercialización y uso/mantenimiento.
- Etapa 4 Desuso, fases: desecho y reutilización.

“Se usa para generar un diseño eficiente y reducir efectos ambientales, sociales y económicos”(Lobos, 2015, p 2). También, se emplea para “evaluar los aspectos ambientales y los impactos ambientales potenciales asociados con un producto” (Aranda et al., 2006; Wimmer & Züst, 2003), es así como se convierte en una herramienta fundamental del Ecodiseño. Puesto que, el propósito del ACV desde el diseño, hace referencia a etapas durante su producción, desde la concepción inicial hasta su disposición final (Capuz et al, 2004). Más, está siendo de gran uso en sectores de la industria como: la construcción, envases, agricultura, entre otros (A. T. Maldonado, 2012).

Efectuarlo en esta problemática se podría lograr a partir del desecho de PVC, pretendiendo intervenir en la etapa 4 (desuso del desecho a la reutilización) de las fases del ACV desde el diseño, analizando el producto con que se pretende inspeccionar la fase creativa que inicia en el sector de la construcción como gestor del residuo/desecho y generador de la materia prima a reutilizar, su utilidad y lugar de desecho como disposición final. El propósito de esto es evaluar la cualidad del residuo, las características en que se encuentra y la posibilidad de reinsertarlo a un proceso de producción para reutilizarlo. Teniendo en cuenta las características mecánicas, físicas y apariencia estética adecuada del PVC recuperado de los residuos de las constructoras para cambiar su disposición final y, de esta forma evitar la descomposición lenta en vertederos de basura y rellenos sanitarios.

Para determinar la aplicación del ACV que se ha de efectuar en el desperdicio recuperado del PVC, se presenta el siguiente diagrama:



Figura 6, Ciclo de Vida desde el desuso

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, la producción de éste material, entra a un ciclo que evita la degradación lenta y toxica de hasta más de 100 años, cambia su ciclo de disposición final y tiene una nueva utilidad por lo que se prolonga, en vez de ser desechado en vertederos de basura. Generando así, que el diseño tenga un enfoque más amplio que la función y apariencia, se parte del material de residuos que son recuperados, tratando de entender las consecuencias que las decisiones de diseño tienen en el ambiente y, además, el uso de materiales usados con anterioridad permite no perder la energía invertida en la producción de la tubería de PVC.

3 Problema

Aumento de contaminación ambiental con desechos/residuos de tubería de PVC del sector de la construcción, que afectan la sostenibilidad ambiental cuando terminan en vertederos de basura dentro de la ciudad de Cali, al ser desechos de degradación lenta y tóxica en el medio ambiente, por el contenido de cloro y alto punto de fusión que tiene éste material.

3.1 Situación problema

El aumento de la contaminación ambiental ha estado afectando la sostenibilidad global, por el manejo inadecuado de materiales y sus residuos, dentro de los materiales que han acrecentado esta situación con actividades de la industria se encuentra el empleo del PVC que por sus cualidades es de gran demanda pero ha generado deterioro al ambiente, ya que aunque es un termoplástico reciclable se dificulta el procesos de manejo del residuo por su composición química (Camacho Sandoval, 2013) y, debido a esto, se ha generado la acumulación de desperdicios y residuos de este material en lugares como vertederos y escombreras. Se encuentra que la utilidad del PVC es requerida globalmente y principalmente en actividades del sector de construcción, aplicaciones como las tuberías de PVC son de gran utilidad en la organización e ingreso de diferentes prestaciones de un proyecto de construcción, sea: comunicaciones, acueducto o electricidad, entre otro. Los procesos a realizar por éste sector necesitan de este material para sus desarrollos, sin embargo, en estos quedan desperdicios/residuos que al ser desechados por no ser utilidad también se requiere intervenir, ya que muchos de estos se desechan por ser sobrantes que no tienen longitudes requeridas dentro del proyecto y, al ser desechados no dejan de tener las cualidades que caracterizan a las tuberías de PVC pero terminan siendo contaminantes, ya que culminan su

función de utilidad para ésta industria y se desecha éste residuo de composición tan compleja y degradación lenta que deteriora al medio ambiente. Focalizando localmente esta temática dentro de la ciudad de Santiago de Cali, se ha presentado de manera reiterativa la necesidad de manejar los residuos sólidos de la construcción que terminan en escombreras y son manejados de forma inadecuada (Redacción de El País, 2018), en mayoría los desperdicios/residuos son desaprovechados y al ser desechados de un proceso de construcción terminan en vertederos de basura como escombreras (ver figura 7) o en el peor de los casos desplazándose por los ríos o canales de agua.



Figura 7, Los residuos de las escombreras de Cali

Fuente: Ángela Zúñiga, El País (2018)

3.2 Pregunta Problema

¿Cómo disminuir la contaminación ambiental en vertederos de basura desde el Ecodiseño, mediante la reutilización de los desperdicios/residuos de PVC, generados por el sector de la construcción dentro la ciudad de Cali?

4 Justificación

La sostenibilidad y la contaminación ambiental se han convertido en un tema de interés y preocupación a nivel global, generando cada vez más posturas de compromiso y estrategias para afectar de manera positiva esta problemática. Pero, la producción desaforada de productos en PVC para el sector de la construcción, ocupa el tercer lugar de la producción de plásticos en el mundo (Romano, 2015), por lo que tiene una cantidad de residuos estimadas por cada actividad de construcción, que dejan de utilizarlos, generando residuos de estos desperdicios que quedan contaminando el medio ambiente al terminar depositados en vertederos de basuras o escombreras.

Por tal razón, este proyecto se focaliza en la temática sobre la producción mundial de materiales plásticos, que además de ser un material de origen fósil, “llega aproximadamente alrededor de 332 millones de toneladas a nivel mundial” (Simon & Fuhr, 2017), causando contaminación en el ecosistema al generar desechos de degradación lenta, más específicamente en el caso del PVC. Éste es un termoplástico reciclable que por composición química con alto porcentaje de cloro (Cl) y por su alto punto de fusión, presenta gran dificultad en su proceso de reciclaje (Sadat-Shojai &

Bakhshandeh, 2011) y ha estado generando basuras contaminantes de degradación lenta al desechar los desperdicios de este material.

El tema es de alta complejidad e interés mundial, dado que los desechos de los materiales termoplásticos en los que se encuentra el PVC, son una fuente de contaminación global. Según la publicación de BBC MUNDO en el 2017: “más del 70% de la producción total de plásticos se encuentra ahora en los flujos de desechos de los vertederos y en los océanos: cerca de unos 6.300 millones de toneladas”. Esta producción creciente de polímeros sintéticos como el PVC han estado deteriorando a el medio ambiente en gran manera, afectando al ser humano y su espacio de vida, no solo por la gran cantidad que ya existe a nivel global y que no se ha reciclado, sino también por toda la cantidad que a diario continúa siendo producida. El nivel de preocupación aumenta aún más, cuando se han encontrado residuos de desechos de plásticos en zonas que no han sido producidos a causa de que estos no han sido reutilizados ni reciclados, esto ocurre al dejarlos en los vertederos de basura u otros lugares que tienen contacto con el agua o corrientes de aire, lo cual, ha llevado a que estos sean arrastrados a otros ecosistemas (Greenpeace España, n.d.), esto ha repercutido a nivel mundial con diferentes actores: personas que viven en casos de pobreza extrema en terrenos de humedad o cerca a vertederos de basura; acaba con muchas especies animales que ingieren estos desechos; deterioran los subsuelos, el agua y tanto especies animales como vegetales mueren por ello, incluso, “los efectos que genera la producción del plástico han generado hasta el día de hoy desechos que pueden ocupar por completo el área de un país como Argentina” (BBC Mundo, 2017).

Ahora bien, reconociendo que la producción de plásticos y su manufactura se relacionan directamente con desarrollos sostenibles en los que se involucra el diseño industrial, ya que en éste se plantean ideas de productos que se fabricaran, entre ellos, los que son y serán fabricados en PVC, es necesario reconocer la responsabilidad que tiene esta labor en esta problemática, puesto que a los productos a diseñar se les proyecta una utilidad y duración. Además, de la poca compensación que se propone con los productos luego de ser elaborados en materiales termoplásticos, ya que suelen tener una vida útil muy corta a comparación del tiempo de descomposición al ser desechados en el medio ambiente terminan contaminándolo en gran medida, por ejemplo, el PVC al convertirse en residuo y tener una disposición final en vertedero o escombreras, pasa a ser triturado o aplastado para disminuir el volumen del residuo. Esto se hace con el fin de manejar el residuo, dejando partes fracturadas y otras particuladas en tamaños pequeños, posibilitando que se esparza fácilmente por los suelos, el aire, las aguas lluvias y termina así en lugares no producidos emitiendo su composición al degradarse. Con el manejo de este tipo de producción y su residuo se termina afectando la sostenibilidad.

Según el informe de la firma de investigación Research and Markets, en el 2016, el plástico PVC tiene una producción mundial de alrededor de 41,17 millones de toneladas, siendo uno de los más utilizados en el sector de la construcción. El PVC es uno de los materiales poliméricos sintéticos que ha proporcionado dificultades, porque está afectando a los ecosistemas más que otros termoplásticos por problematizar el reciclaje al tener componentes tóxicos desde su composición química, también al genera sustancias órgano cloradas como las dioxinas al ser incinerado, por lo que no facilita la creación de nuevos materiales compuestos como el PET o PP, por las anteriores

razones mencionadas, se encuentra generando desechos con una duración de hasta más de 100 años, etc., (ASOVEN PVC, 2017). Más aun, en la producción de plásticos como el PVC no se ha podido crear un equilibrio razonable entre producción, consumo, desecho, reutilización y reciclaje. “Los residuos de PVC aportan entre el 38 y el 66% del contenido en cloro en las cadenas de residuos que se incineran” (Melorose et al., 2000). Si bien, el PVC como plástico es programado para ser reciclable, por su composición química y alto punto de fusión se observa que no lo están siendo.

Por otra parte, la producción de la tubería de PVC como material tradicional es tan simple en la actualidad que sustituirlo se constituye una práctica difícil de erradicar, ya que requiere factores de intervención múltiple, en los cuales participa la solicitud de la industria de la construcción y las profesiones creativas como el diseño industrial. Participar por medio del diseño industrial en esta situación, ofrece un beneficio para todos el cual actúa desde la industria hacia la sociedad, ya que intervenir por medio de un proceso productivo creativo aporta a disminuir la contaminación ambiental por desechos de PVC y fomenta la sostenibilidad, participando a la vez con las necesidades mundiales a futuro.

En la actualidad en Colombia hay un crecimiento de un 7% a nivel nacional de la producción de plástico, muchos de estos son desechados porque se producen en demasía y para satisfacer necesidades básicas hasta necesidades superfluas, por lo que se requiere aplicar el manejo de residuos de este material, teniendo en cuenta que mayor producción se obtiene mayor desecho. De acuerdo a lo mencionado, un factor principal en el desarrollo de esta nación lo constituyen las actividades transformadoras de materiales plásticos, ya que cada día se está promoviendo estas

mismas, puesto que se registró un valor de producción de 2.215 millones de pesos y un valor agregado de 1.073 millones de pesos del consumo del PVC en Colombia. Lo anterior, ha permitido un desarrollo que va hace más de 10 años, en el momento en que se situó en un 4,8% anual, en promedio, para el período que va desde 1999 hasta 2004 (Tecnología del Plástico, 2005).

Simultáneamente, a diario se puede analizar en diferentes regiones proyectos de vivienda que se están realizando a nivel nacional. Para el desarrollo y actividad de estos, interviene el sector de la construcción, el cual requiere del uso del PVC en las obras de los proyectos de vivienda. En Colombia, según la publicación de EL TIEMPO, en el 2015 se proyectaron 100.000 viviendas gratuitas, solo para ese año (Yamid, 2015). Esto manifiesta la creciente solicitud de este material solo a nivel nacional y puede observarse en la siguiente gráfica:

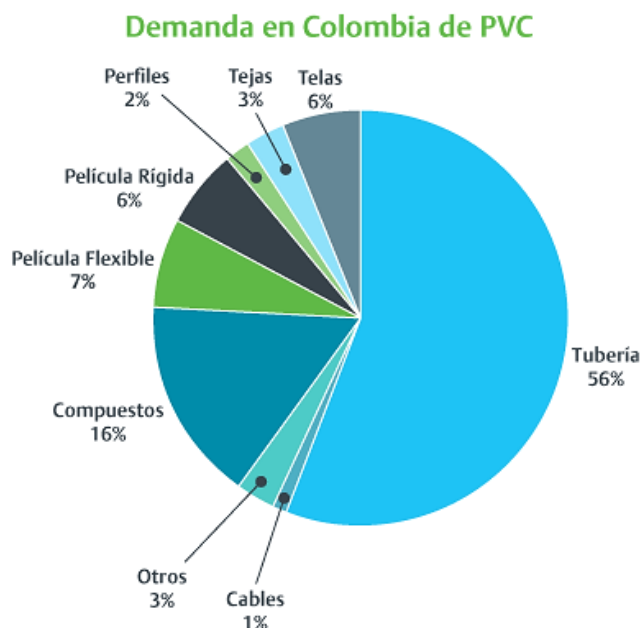


Figura 8, Demanda en Colombia de PVC

Fuente: Gráfica de Colombia, por Mexichem Resinas (Opportimes, 2016)

Manejar los residuos de PVC de manera efectiva facilita el consumo responsable y las producciones sostenibles, esto permite obtener reducción de residuos del mismo en los vertederos de basura y recuperar el material desechado, dándole una reincorporación al proceso productivo al posibilitar la reutilización facilita no obtener nuevas materias primas vírgenes para crear productos. Además, no es necesario continuar alterando desfavorablemente las condiciones naturales del ecosistema que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público (L. Maldonado, 2015).

Las producciones creativas del diseño industrial que parten del residuo de PVC, disminuyen la contaminación sin afectar negativamente la sostenibilidad. Teniendo en cuenta que Colombia se está proyectando a un equilibrio sostenible para el desarrollo social, económico y ambiental, aplicar este plan en cada área de actividad industrial requiere acciones desde el sector creativo. Asimismo, es importante que el diseño industrial sea partícipe a las proyecciones de la nación y entre ellas está la sostenibilidad. Según la publicación del Ministerio de Ambiente, el país asumió un Contrato de Reforma Sectorial para el Desarrollo Local Sostenible en Colombia, el cual se ejecuta a través del programa de cooperación entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Unión Europea y, que dio inició el año pasado e irá hasta 2019.

Los vertederos de basura, escombreras o rellenos sanitarios, son puntos de mayor concentración de la contaminación con este plástico y causan afectación en la sociedad, por lo que se requiere un desarrollo integral, una intervención creativa que disminuya el aumento de estos desechos y tenga presente relacionar el consumo de un producto de PVC y su reutilización. De esta forma se aporta a mejorar la situación ambiental, empleando herramientas sostenibles que permitan disminuir la

obtención de la materia prima -que en este caso es el petróleo y no es renovable- y se aporta desde procesos creativos responsables. Teniendo en cuenta este tipo de situaciones, desde el diseño se están efectuando actividades como es el Ecodiseño, que permite el manejo adecuado de residuos y optimización de los mismos de una forma creativa, por lo que hacer parte de las “estrategias ambientales preventivas integradas que se aplican a procesos, productos, y servicios mejorar la eco-eficiencia y reduce los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (PNUMA, 1999).

En la termodegradación de polímeros se debe considerar la existencia de numerosas variables, los productos de la descomposición térmica dependen de cómo los polímeros fueron fabricados, si contienen pigmentos o cualquier tipo de aditivos (agentes plastificantes, de refuerzo, estabilizantes, antioxidantes, fungicidas) o si poseen retardantes de llama, tales como compuestos clorados (que hacen parte de la composición del PVC) y fosforados. La termodegradación de productos tratados con retardantes de llama clorados, por ejemplo, puede formar ácido clorhídrico (HCl), este ácido es un agente tóxico que se forma en la combustión del PVC. Es importante resaltar que el PVC, es un material inestable en relación al calor y a la luz, esto significa que se degrada a temperaturas relativamente bajas (aprox. a 130°C), con liberación de HCl, que además de poseer propiedades tóxicas, este compuesto promueve la reducción de propiedades mecánicas de otros polímeros durante el proceso de reciclaje, por ejemplo: el PVC presente en el reciclaje de envases de politereftalato de etileno (PET) promueve la división de la cadena polimérica de este polímero, debido a la presencia de HCl liberado durante el reciclaje. (PACI e LE MANTIA, 1999) La combustión de PVC en la presencia de oxígeno, produce también gas carbónico, agua y hollín (material particulado).

Por esta razón, se reconoce que un componente importante para la sostenibilidad es conocer el desarrollo de producción de materiales que alteran el equilibrio del medio ambiente y teniendo en cuenta que en la industria de la construcción se emplea cotidianamente el uso del PVC, corresponde aumentar un equilibrio entre la producción y el desecho, fomentando eficiencia responsable a futuro en los desarrollos creativos.

No se puede revertir la producción del PVC ya realizada y empleada en el sector de la construcción, pero sí se puede evitar que este material termine su ciclo de vida en un vertedero de basura y al ser desechado, termine afectando los suelos y las aguas subterráneas por ser una basura tóxica, que puede tardar años en biodegradarse (Ecocosas, 2011).

Por consiguiente, el diseño industrial puede transformar esta situación de contaminación ambiental con herramientas preventivas integradas a producciones limpias que son “procesos de productos y servicios para mejorar la eco- eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente” (PNUMA, 1999). De modo que, teniendo en cuenta que en el PVC ha resultado más difícil realizar todas las fases del reciclaje por su contenido de cloro y punto alto de fusión, se requiere involucrar parte de las fases de esta alternativa que disminuyen esta problemática.

La última etapa del reciclaje es la incineración, que es un proceso en el que los residuos de PVC se descomponen a altas temperaturas emitiendo contaminantes, y esto se realiza para lograr recuperar los componentes químicos originales de éste polímero, lo cual conlleva a la generación de dioxinas (Sebastián & Rojas, 2012, p17). Entonces es pertinente involucrar la sostenibilidad en el diseño industrial, de manera responsable procurando no ignorar lo que está afectando al resto de la sociedad, la contaminación. Plantear alternativas que podrían favorecer desde el mismo

proceso de diseño la metamorfosis del concepto del residuo a una utilidad del mismo para ser reusado, desarrolla procesos de productos pensados de forma responsable y con fabricación simple. De esta forma, al aplicar acciones desde el diseño industrial, se puede orientar a partir del mismo producto a: obtener nuevas costumbres que a la vez mejoran la situación ambiental; cambian la situación del consumismo desmedido de materias primas vírgenes no renovables y de la misma manera da utilidad al desecho de PVC de forma creativa.

5 Objetivos

En relación a intervenir para aportar a la sostenibilidad teniendo en cuenta la problemática que le genera el residuo de tubería de PVC por el sector de la construcción en vertederos dentro de la ciudad, el campo de acción desde el diseño industrial puede aportar de manera positiva, por lo que es pertinente visualizar que acción es la más adecuada.

Objetivo General

Implementar la reutilización desde estrategias del Ecodiseño para disminuir la contaminación ambiental generada por los desechos/residuos de PVC por el sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la producción de los desechos de PVC que se generan en el sector de la construcción.

- Analizar las características de los desechos de PVC en el sector de la construcción y los desarrollos que se le puedan intervenir en procesos de reutilización.
- Desarrollar una alternativa de Ecodiseño que disminuya los desechos de PVC del sector de la construcción evite la contaminación ambiental por los desperdicios de este material.

6 Metodología

Introducción a la metodología

El proyecto tiene el objetivo principal efectuar la reutilización a partir de estrategias de Ecodiseño con el fin de disminuir la contaminación ambiental generada en el sector de la construcción por los desechos de tuberías de PVC que terminan en vertederos al ser llevados por las escombreras a estas zonas, causando así, una degradación lenta y tóxica. Para lograrlo se realizará una secuencia de objetivos específicos que tendrán unas fases que permiten identificar la necesidad de esta situación problemática, lo que causa y factores que intervienen en la misma, para así obtener un acercamiento que permita ordenar las fases requeridas a través del planteamiento de algunas estrategias de Ecodiseño que por medio de la reutilización se pueden implementar en el diseño industrial, para aplicar una alternativa sostenible y pertinente a la problemática encontrada por el manejo del residuo de tubería de PVC de manera inadecuada.



Figura 9, Fases de Metodología

Fuente: Elaboración Propia

6.1 Caracterizar el aumento de la contaminación ambiental por desechos de PVC.

Identificación del Problema

(Construcción de evidencias e Información)

Fase-Exploración en el Problema

Para desarrollar la caracterización en esta fase se efectuarán las siguientes actividades se:

- Consultarán fuentes de autoridades en el tema: artículos, noticias y censos informativos que permitan identificar el estado de contaminación ambiental por residuos de PVC.

- Realizarán consultas en publicaciones de asociaciones productoras del PVC y asociaciones ambientalistas, con el fin de comparar los beneficios que generan estos materiales y sus efectos contaminantes.
- Condensaran índices de contaminación ambiental generada por los desechos de la producción de termoplásticos centrándolo al PVC.
- Describirá la contaminación ambiental y la afectación a la sostenibilidad generada por el residuo de PVC en vertederos de basura.
- Realizaran relaciones de la actividad de más demanda del PVC, sus beneficios, desventajas y en las aplicaciones que más lo usa.
- Informará acerca del uso y desecho del PVC acercándose al manejo del residuo, la demanda de solicitud el sector de la construcción y la disposición final.

Fase-Causa & Efecto

Componentes del Problema

Tiene como propósito facilitar la proyección y descubrir factores particulares:

- Reconociendo interventores que hacen parte del aumento de la contaminación por el PVC y la dificultad que genera en la sostenibilidad por la dificultad de reciclarlo.
- Observando actividades de la industria que más usan el PVC, se verifica la solicitud de este material y se reconoce el mayor tipo de desechos de PVC que se está generando.
- Consultando publicaciones que indiquen registros de producción del PVC, y que causa al convertirse en desecho en los vertederos.

- Revisión bibliográfica sobre las características, propiedades, aplicaciones y tiempo de degradación de productos de PVC, que generan como consecuencia contaminación ambiental.

6.2 Analizar el aumento de contaminación ambiental por desechos de PVC y desarrollos de diseño que intervienen en procesos de reciclaje.

Análisis, revisión del estado del arte, del estado de la técnica, de requerimientos y determinantes de diseño.

Fase-Consolidación

Técnicas para el procesamiento de la información

Para la realización de este análisis se desarrollarán las siguientes actividades:

- Consultar documentos e investigaciones que han abordado la producción del PVC y el manejo del residuo de éste con el fin de disminuir la contaminación ambiental.
- Ilustrar visualmente actividades en que se ha efectuado en pro al ambiente una reutilización teniendo en cuenta la relación de la producción uso, consumo, desecho y reutilización de PVC.
- Explicar la importancia de intervenir en la reutilización de la tubería de PVC y sus posibles aplicaciones luego de ser un desecho.

- Seleccionar tipos de desechos de PVC que generan mayor dificultad al ambiente y que son prioritarios de involucrar en un proceso de reutilización.
- Esquematizar fases de reutilización apropiadas para el residuo de PVC desde el diseño industrial.

6.3 *Desarrollar una alternativa de diseño que facilite fases del reciclaje con la reutilización de los desechos de PVC y disminuya la contaminación ambiental que generan en vertederos de basura.*

(Desarrollar alternativas acordes al contexto)

Fase-Creatividad y experimentación

- Exploración sobre alternativas nacionales y normativas que intervienen en la reutilización del desecho de PVC.
- Especificación de requerimientos y conceptos de diseño.
- Especificación de determinantes.
- Desarrollo de conceptos por medio de Mood-Board
- Exploración formal por medio de bocetos.
- Selección de alternativa
- Desarrollo de identidad visual y marca
- Gráfica de proceso productivo de la propuesta y materiales
- Prospecto de fabricación y maqueta

- Especificaciones de propuesta
- Estimación de costos

Fase-Verificación

Definir una alternativa de diseño industrial que aplique la reutilización del PVC.

- Modelado y detalles de propuesta formal.
- Materialización por medio del desarrollo de prototipo y presentación del producto.
- Comprobación del producto y su funcionalidad.
- Evaluación al proceso de Ecodiseño por medio de la reutilización desde el diseño y sus beneficios a disminuir la contaminación ambiental con la tubería de PVC.
- Conclusión, valoración de propuesta desde un antes y después.

Cronograma:

Tabla 2- Cronograma del Proyecto

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fase 1-Exploración Identificación												
Fase 2- Causa & Efecto Componentes del Problema												
Fase 3- Consolidación Técnicas para el procesamiento de la información												
Fase 4- Recopilación de datos, Materiales y Tecnologías												
Fase 5- Creatividad y experimentación.												
Fase 6- Verificación.												
Revisión final a Escritura del proyecto.												
Presentación del proyecto												

Fuente: Elaboración Propia

7 Estado del Arte

Explorar las temáticas abordadas desde un enfoque de investigación y documentación académica, permite verificar por medio de estos, procesos previos que han analizado la problemática y acciones que pueden transformar de manera positiva el residuo de PVC, con el fin de aportar al desarrollo sostenible. Encontrando en estos textos los desarrollos, investigaciones y propuestas que han analizado la temática, que permiten identificar la necesidad de esta situación problemática, lo que causa y factores que intervienen.

La siguiente tabla, presenta documentos que han abordado la temática desde la sostenibilidad:

Tabla 3, Libro Verde

Título	Descripción/Introducción	Conclusión	Análisis
LIBRO VERDE Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC	La Comisión se ha comprometido a evaluar el impacto del PVC en el medio ambiente, incluyendo las cuestiones relativas a la salud humana, siguiendo un enfoque integrado. En la propuesta de Directiva relativa a los vehículos para desguace, se afirma que “la Comisión estudiará los datos relativos a los aspectos medioambientales relacionados con la presencia del PVC en los flujos de residuos; que, basándose en dichos datos la Comisión revisará su política sobre la presencia de PVC en los flujos de residuos y presentará propuestas para hacer frente a los problemas que puedan surgir a este respecto”. En la Posición Común del Consejo sobre dicha propuesta, se afirma además que “la Comisión estudia en la actualidad los efectos del policloruro de vinilo (PVC) sobre el medio ambiente. La Comisión, basándose en ese trabajo, formulará las propuestas oportunas en relación al uso del PVC, en las que incluirá consideraciones sobre los vehículos”.	En el presente documento se han señalado y analizado una serie de problemáticas relativas al impacto del PVC en el medio ambiente, incluidas las cuestiones relativas a la salud humana. Estas preocupaciones se refieren principalmente a la utilización de determinados aditivos y a la gestión de los residuos de PVC. A la vista del análisis, se han indicado una serie de opciones que podrían garantizar un enfoque más eficaz de la gestión de residuos y aditivos, que deberá basarse en una evaluación de las implicaciones ambientales y económicas, con el fin de reducir el impacto del PVC en la salud humana y el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida. A partir de los análisis desarrollados en el presente documento y del resultado de este proceso de consulta, la Comisión presentará a principios de 2001 una Comunicación en la que se establecerá una estrategia comunitaria global sobre la problemática medioambiental del PVC.	La evaluación de impactos por productos ya realizados en PVC que termina afectando al ambiente debería proponer en conjunto a ella, una oportuna acción que posibilite minimizar estos daños ya efectuados. Requerir de una gestión del residuo es pertinente y reduce los daños a lo largo de vida del producto.
Autor COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4, Recycling of PVC

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Recycling of PVC	El reciclaje del PVC usado necesita una cuidadosa caracterización de los residuos de PVC. El análisis de la chatarra, especialmente con respecto a la estabilidad térmica y el peso molecular, es útil antes del reprocesamiento. La estabilización adicional de PVC usado se puede realizar con hasta 10% en peso de cargas, p. tiza, que no cambia las propiedades mecánicas. Se proporciona una encuesta bibliográfica sobre los conceptos y métodos propuestos para el reciclaje de materiales y químicos de PVC.	Los estudios sobre la capacidad de reciclado del PVC usado muestran la importancia de una caracterización cuidadosa, especialmente si se debe reciclar el PVC mixto de la separación de desechos sólidos municipales. El análisis de la composición y un conocimiento detallado de la historia del calor y el peso molecular de una chatarra de PVC son útiles antes del reprocesamiento. Se han iniciado varios esquemas para recolectar plásticos y reprocesarlos a artículos útiles. La situación más ventajosa ocurre cuando se puede identificar una fuente de un solo tipo de material, para ejemplo, de envases, botellas o perfiles de ventanas. Dichos materiales a menudo pueden simplemente reformularse y convertirse en productos de alta calidad. Sin embargo, los nuevos conceptos de reciclaje de materiales para mezclas de PVC deben establecerse porque en el futuro, las preferencias ambientales desempeñarán un papel más importante en la selección de un material. La reutilización práctica de PVC requiere un flujo continuo de desechos adecuados y un mayor desarrollo de tecnologías para alcanzar las especificaciones para las aplicaciones previstas. Otro punto importante es que los mercados para los productos secundarios deben existir para que el reciclaje de materiales sea una empresa económica exitosa.	El reciclaje del PVC usado requiere de un análisis previo para reconocer el posible comportamiento del material, también, de procesos de recolección que faciliten identificar el material para reprocesarlo. Por lo que se hace necesario esquematizar la recolección para estos procesos, teniendo como prioridad la obtención del material y el flujo continuo de desechos, facilitando por medio de la tecnología proponer aplicaciones previas para la reutilización que proviene de una producción del producto secundario a partir del material que se obtuvo primeramente del proceso de reciclaje, no obstante, se cambia la jerarquía ambiental del manejo del residuo con el PVC.
Autor			
Dietrich Braun			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5, El Ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del Diseño

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
El Ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño	Actualmente la consideración de los criterios ambientales en las diferentes actividades de la sociedad es un hecho, al igual que sucede en el ámbito de la ingeniería del diseño. La actividad que incorpora este tipo de criterios en el proceso de diseño es el Ecodiseño, cuyo principal objetivo es el aumento de la eficiencia de los productos o servicios, generando a su vez el menor impacto ambiental posible a lo largo de su ciclo de vida. La metodología del Ecodiseño es aplicada a través de las diversas herramientas existentes, a lo largo de las diferentes fases del proceso de diseño. En el presente artículo, además de abordar el Ecodiseño como concepto, se plantea una clasificación original de las herramientas de Ecodiseño con el objetivo de facilitar su implantación. Por otro lado, se va a abordar el futuro del Ecodiseño en el ámbito industrial, y su correspondiente rol dentro del mismo. Además, teniendo en cuenta las olas del progreso tecnológico, se analizará cómo el Ecodiseño puede mejorar, a través de la ecoinnovación, la competitividad del sector industrial.	En determinados entornos, el Ecodiseño se ha tenido como un concepto superfluo y muy ligado a la filosofía de la ecología, considerándose como una posible estrategia de lanzamiento de producto y no como una herramienta para conseguir la ecoeficiencia que genere en los productos un mayor valor medioambiental y económico. • Los organismos gubernamentales han visto también en la ecoinnovación la oportunidad de mejorar la economía. Por ello han direccionado sus estrategias de crecimiento hacia la sostenibilidad. Estas estrategias de crecimiento llevan asociadas unas importantes inversiones presupuestarias que impulsarán todas las actividades relacionadas con el desarrollo sostenible, entre ellas el Ecodiseño, por lo que la presencia del Ecodiseño en las estrategias particulares de las empresas se verá incrementada de forma importante, y con ello su implantación en el sector industrial. • La presentación de las herramientas divididas en tres grupos, según los objetivos que se quieran alcanzar, ayudará a detectar las posibles necesidades particulares que satisfacer y, de esta manera, se facilitará el primer contacto y aplicación de este tipo de herramientas.	El Ecodiseño se busca incorporar como una metodología que participa en las fases de un producto, desde su diseño en bosquejos planteando tener en cuenta la necesidad que se tiene y suplirla de manera adecuada, hasta el fin de vida cuando pierde valor por su usuario y es desechado. Debido a esto, impulsar el proceso de diseño desde este enfoque permite optimizar el producto, ya que, por medio de esto se pretende un menor impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida y, se puede involucrar en la fase de desecho en la del ciclo de disposición final.
Autor	Jorge Sierra-Pérez, Manuel Domínguez y María del Mar Espinosa		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6, Reducir, Reutilizar, Reciclar

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Reducir, Reutilizar, Reciclar	La ecología apareció en los más media y vino a impactar los quehaceres cotidianos y las mentes de la población en general. No obstante, dado que es más fácil creer que desarrollar pensamiento crítico y, con una difusión tan amplia de lo ecológico manejado en niveles someros, la ecología y su conocimiento fuerte se fue desplazando por el ecologismo llevado hasta constituirse en intentos políticos y partidos políticos también. Asuntos y problemas ecológicos pasaron a formar parte del conocimiento popularizado. Temas ecológicos se volvieron lemas comunes y hasta campañas de partidos políticos y otros grupos sociales de muy diversa índole en sus intereses de acción y opinión. En ciertos casos el conocimiento ecológico se transformó a conocimiento ecologista. Este es el caso del manejo del “Triángulo de la Ecología”: Reducir, Reutilizar, Reciclar; el cual se ha desviado y por momentos se invierte en su orden para en determinadas circunstancias, no poco comunes, llegar a resumirse en el moto del reciclaje.	El ecologismo que no se basa en un conocimiento ecológico profundo es un activismo que muchas veces es inconducente e inconsecuente y, repetidas veces termina causando reacciones contrarias a lo esperado como frustración. Como ciudadanos del mundo en general y como universitarios en particular debemos diferenciar ambos universos de acción (ecología y ecologismo). Parte de esa diferenciación es el rescate, revitalización, reubicación y reorientación de las ideas ecológicas que más trascienden hacia los distintos grupos sociales. El manejo adecuado del famoso “Triángulo ecológico” es uno de los casos que tiene que ser atendidos pertinentemente. Apoyándonos en la educación ambiental sabemos que educar bien es cultivarse uno mismo y cultivar a nuestros semejantes y, cultivar es asentar la cultura en conceptos profundos y firmes intentando vencer o por lo menos minimizar la existencia y uso de los preconceptos que tienden a sesgar o tergiversar el conocimiento científico, volviéndose muletillas y en más de una ocasión, malas muletillas.	La intervención a la problemática ambiental desde la ecología requiere un conocimiento que propone el bienestar social sin escatimar al medio ambiente, más bien procura fomentar un equilibrio que transforma conceptos de desecho, proponiendo un orden que permita un manejo del consumo, de allí que se cultiva una estructura de acciones con un orden de secuencia: reducir, reutilizar y por último reciclar.
Autor			
José David Lara González			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7, Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición	El presente trabajo tiene como objetivo general investigar la posibilidad de reciclaje y reutilización de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) y de componentes constructivos (puertas, ventanas, vigas, artefactos sanitarios, revestimientos, tejas, y otros materiales similares que puedan ser reutilizados directamente o con transformaciones mínimas), que habiendo sido desechados en antiguas obras, resulten útiles en obras nuevas, en el marco del impacto ambiental de la construcción en todas sus etapas. Otro aspecto a abordar es la generación de residuos de obra y en particular la incidencia de los envases de los materiales de construcción.	La construcción es una actividad que produce un fuerte impacto en el ambiente, a través de la producción de residuos en sus distintas etapas, entre otros aspectos. Es una actividad constante y progresiva, ya que las necesidades sociales de distintas tipologías arquitectónicas también lo son. Se observa, en nuestra región, un crecimiento reciente en la actividad de la construcción. El problema de los residuos se agrava en los países en vías de desarrollo, donde todavía no se ha tomado conciencia suficiente acerca de la necesidad de recurrir a prácticas más ecológicas y que la preservación de los recursos se logra a través de los conceptos de: reducción, reutilización y reciclaje. En cuanto a la producción de residuos en obra a partir de envases y embalajes de los productos utilizados en la construcción, se observa la gran incidencia de los mismos en el volumen de residuos generados en las distintas etapas de la obra y por eso se manifiesta la necesidad de profundizar el estudio sobre las posibilidades de reutilización y reciclaje de los mismos, así como de fomentar la fabricación de envases con materiales de bajo impacto ambiental. Sería óptimo establecer una normativa, como en el caso de Europa.	La posibilidad de involucrar acciones que transformen el deterioro ambiental tiene un campo de acción continuo que puede afrontarse desde desechos que se generan en el sector de la construcción. Esto requiere de una producción a partir de residuos que genera esta actividad industrial, interviniendo por medio de en un proceso de producción de productos que posibilita la reducción de nueva materia prima y reutiliza la recuperada de un proceso de recolección y recuperación del residuo, para así obtener el desarrollo de un producto nuevo.
Autor			
María E. Glinka, Daniel E. Vedoya, Claudia A. Pilar			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8, Reutilización de materiales de construcción. Un paso intermedio necesario

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Reutilización de materiales de construcción. Un paso intermedio necesario	Tras un análisis del modo de construcción y la gestión de residuos actual, así como del evidente fracaso de dicho sistema, es fácil preguntarse cuál es el camino a seguir o las alternativas que tenemos. Los materiales se diseñan para ser usados una sola vez, pero se fabrican con materiales duraderos y con altas prestaciones que podrían aguantar más ciclos de vida o uso. Su final inmediato es la escombrera o vertedero.	La reutilización era la fase previa lógica al reciclaje. Aun así, no existen normativas ni manuales que indiquen de una manera oficial qué y cómo hacer cuando se decide reutilizar. Sólo ofrecen manuales para el constructor, en los que dan claves para optimizar residuos dentro de la construcción de un edificio; reutilizar encofrados, reutilizar pallets y demás elementos de empaquetamiento, machaqueo procedente de sobrantes para rellenos de hormigón etc. Ninguno habla de la posibilidad de una reutilización global de materiales de construcción, cuando es esta última la que realmente solucionaría los problemas existentes con el consumo excesivo de recursos y emisiones incontroladas derivadas de sus procesos de fabricación.	La posibilidad de una reutilización de residuos de construcción evitaría el aumento de residuos que terminan su ciclo en escombreras o vertederos, le da una nueva oportunidad a materiales que han sido diseñados y fabricados para una larga duración. Esta opción reduciría el consumo excesivo de nuevos recursos y de emisiones que afectan al ambiente, potencializando al residuo que tiene características adecuadas para ser parte de un nuevo proceso.
Autor	Pensemos por un momento en la cantidad de residuos (volumen y peso) que evitaríamos transportar y acumular o incinerar. Siguiendo estas nuevas pautas le damos una segunda oportunidad a los materiales de construcción para la que en realidad fueron diseñados y fabricados. El objetivo fundamental de este documento es demostrar que existe una posibilidad real de reutilización en el mundo de los materiales de construcción.	Los resultados numéricos y gráficos obtenidos del ACV corroboran el potencial de un sistema que impulse la reutilización de los materiales de construcción. De esta manera se podría llevar a cabo un sistema de reutilización regulado en sus competencias y legislado que beneficiara el medio ambiente y económicamente a los promotores.	
Rebeca Campo Lozano			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9, Diseño de productos con telas vinílicas mediante la reutilización de material de desecho de troquelados en la ciudad de Bogotá

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Diseño de productos con telas vinílicas mediante la reutilización de material de desecho de troquelados en la ciudad de Bogotá	La posibilidad de reutilizar las diferentes variedades de polímeros vistos como desperdicios tanto por la industria como por los usuarios, abre nuevos campos de acción, para el diseño frenando así el deterioro del ambiente ya que su durabilidad sobrepasa los 100 años. La contaminación de los productos elaborados por el hombre es una de las grandes problemáticas que afecta actualmente a todo el planeta, desde la emisión de gases tóxicos al ambiente hasta la acumulación de desperdicios en los botaderos de las ciudades que no dan abasto. Por ejemplo: dado la durabilidad que tiene el PVC su descomposición es lenta, lo cual produce más acumulación de desechos sin poderse manejar. Se reutilizarán los desechos de las telas vinílicas realizadas en laminados de PVC, principalmente los desperdicios de los troquelados utilizados en muestras, generando un segundo ciclo de uso.	Es probable que el desecho cueste cuando se explote comercialmente el proyecto. En la construcción de las estructuras se utilizó alrededor del 75% de cada retal (esto vario debido a que cada retal no conservaba el mismo tamaño. Se pueden generar mayores superficies estructurales del tejido dependiendo el uso que se desea dar, cambiando el (molde de soporte). Por otro lado, es la respuesta a la cual se evoque el material en primera instancia por lo cual se debe considerar el trabajo de campo como la comprobación de la forma evoca unos productos puntuales los cuales se construyen a través del tejido.	Los productos de PVC ya elaborados tienen una larga duración, pero al ser desechos sus desperdicios y que estos terminen como residuos, al no darles un segundo ciclo de uso sino dejar que se acumulen como desechos, generan deterioro al ambiente. Estos productos de PVC desechado pueden tener un campo de utilidad al ser reutilizados.
Autor			
Juan Sebastián Jiménez Rojas			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10, Modelo de intervención del diseño industrial en e ciclo de vida de productos

Título	Descripción	Conclusión	Análisis
Modelo de intervención del diseño industrial en el ciclo de vida del producto.	Estrategias son implementadas por las industrias manufactureras con el propósito de diseñar y construir productos de mejor calidad, así como la resolución de aspectos relevantes a los costos generados para las organizaciones durante el proceso productivo. Sin embargo, se continúan descuidando aspectos importantes como la valoración del impacto que tienen los productos desarrollados en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida y como afectan las decisiones de diseño el perfil ecológico del producto.	La implementación de un Sistema de gestión del ciclo de vida del producto es un proceso que debe realizarse de manera progresiva. El desarrollo y los resultados del proyecto ponen en manifiesto la necesidad e importancia de considerar al diseño como herramienta capaz de transformar la cultura empresarial a partir del desarrollo consciente de productos. Con el soporte de herramientas PLM, la gestión de diseño se convierte en un factor de competitividad para las empresas, permitiendo mejorar los niveles de productividad, reducir costos a través de la disminución de errores y tiempos de fabricación y alcanzar mejores estándares de calidad.	El impacto que tienen los productos desarrollados requiere de una gestión que se involucre en el proceso del ciclo de vida de un producto y su posible afectación al medio ambiente. El diseño del producto industrial requiere conocer los impactos ambientales asociados al desarrollo del producto, tomando decisiones que tengan en cuenta el evitar o mitigar los efectos negativos que tenga determinado producto en el ambiente, proponiendo transformar de forma creativa al impactar con el producto sostenible.
Autor:			
Miguel Enrique Higuera Marín	Por ello, es importante que las industrias y las organizaciones conozcan los impactos ambientales asociados al desarrollo de nuevos productos, pues esto les permite tomar decisiones orientadas a evitar o mitigar los efectos negativos que tienen los productos en el ambiente, no solo al final del ciclo (para reúso, reciclaje y/o desecho) sino también desde la conceptualización, definición, producción, comercialización y uso.	Los resultados del proyecto demuestran que el actuar del diseñador industrial trasciende el campo del desarrollo de producto, contando con las capacidades necesarias para impactar y transformar la cultura empresarial a través del establecimiento de nuevos métodos de trabajo y el uso del pensamiento creativo en la búsqueda de la sostenibilidad del producto, sistematización.	

Fuente: Elaboración Propia

7.1 Variables de Análisis

Tabla 11, Análisis de Estado del Arte

Artículos	¿Qué se está haciendo?	¿Cómo se está haciendo?	¿Qué resultados obtuvieron?
Libro Verde	Formular propuestas oportunas en relación al uso del PVC, su composición como material e incluye consideraciones sobre los impactos de éste en el ser humano y el ambiente.	Presentando y evaluando con bases científica los impactos medio ambientales, incluidos los aspectos relacionados con la salud humana que aparecen durante el ciclo de vida del PVC y, en segundo lugar, considerando, con vista al desarrollo sostenible, opciones para reducir dichos impactos.	Un enfoque más eficaz de la gestión de residuos y aditivos del PVC, una evaluación de las implicaciones ambientales y económicas, con el fin de reducir el impacto del PVC en la salud humana y el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.
Recycling of PVC	Estudios sobre la capacidad de reciclado del PVC usado, por medio de un análisis de la composición de este material. Esquemas para recolectar plásticos y reprocesarlos a artículos útiles.	Por medio de una caracterización cuidadosa, especialmente en la separación de desechos sólidos. Analizando la composición del PVC antes de reprocesarlo. Identificando fuentes de un solo tipo de material, para reformularlos y convertirlos en productos de alta calidad.	Nuevos conceptos de reciclaje de materiales para mezclas de PVC que deben establecerse, porque las preferencias ambientales desempeñarán un papel más importante en la selección de un material. La reutilización práctica de PVC por medio de un flujo continuo de desechos adecuados y un mayor desarrollo de tecnologías para alcanzar las especificaciones para las aplicaciones previstas.
El Ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño	Fomentar el Ecodiseño como una herramienta para conseguir la ecoeficiencia que genera en los productos un mayor valor medioambiental y económico.	Desarrollando estrategias de crecimiento que impulsen actividades relacionadas con el desarrollo sostenible, asociadas a importantes inversiones presupuestales que puedan vincular a empresas e impulsar todas las actividades relacionadas con el desarrollo sostenible.	La presentación de las herramientas divididas en tres grupos, según los objetivos que se quieran alcanzar, ayudará a detectar las posibles necesidades particulares que satisfacer y, de esta manera, se facilitará el primer contacto y aplicación de este tipo de herramientas.
Reducir, Reutilizar, Reciclar	Informando sobre el ecologismo, sus bases en un conocimiento ecológico que se diferencia y reorienta hacia el manejo adecuado del triángulo ecológico.	Diferenciando la ecología del ecologismo, con el fin de rescatar, revitalizar, reubicar y reorientar las ideas ecológicas que más trascienden hacia los distintos grupos sociales. Dando un manejo adecuado del “Triángulo ecológico” pertinentemente, apoyándose en la educación ambiental.	Minimizaron la existencia y uso de preconceptos que tienden a sesgar o tergiversar el conocimiento científico acerca de la ecología y su compromiso con el manejo del triángulo ecológico: reducir, reutilizar y reciclar.

Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición	Observando la creciente actividad de la construcción y el problema de los residuos. Analizando donde todavía no se ha tomado conciencia para recurrir a prácticas más ecológicas y la preservación de los recursos.	Fomentando el análisis sobre posibilidades de reutilización de residuos de construcción, aplicando los conceptos de: reducción, reutilización y reciclaje, con el fin de plantear un nuevo desarrollo.	La necesidad de profundizar el estudio sobre las posibilidades de reutilización de los residuos de la construcción y reciclaje de los mismos, así como de fomentar la fabricación de envases con materiales de bajo impacto ambiental.
Reutilización de materiales de construcción. Un paso intermedio necesario	Un análisis del modo de construcción y la gestión de residuos actual. Dar una segunda oportunidad a los materiales para demostrar una posibilidad real de reutilización en el mundo de los materiales de construcción.	Reutilizando como fase previa al reciclaje. Ofreciendo la posibilidad de una reutilización global de materiales de construcción, para solucionar problemas existentes con el consumo excesivo de recursos y emisiones incontroladas derivadas de sus procesos de fabricación. Llevando a reflexionar en un sistema de reutilización que regule competencias y beneficie el medio ambiente y económicamente a los promotores.	Resultados numéricos y gráficos del ACV, que corroboraron el potencial de un sistema que impulse la reutilización de los materiales de construcción. Concluyendo que los materiales se diseñan para ser usados una sola vez, pero se fabrican con materiales duraderos y con altas prestaciones que podrían aguantar más ciclos de vida o uso.
Diseño de productos con telas vinílicas mediante la reutilización de material de desecho de troquelados en la ciudad de Bogotá	Proponiendo la posibilidad de reutilizar las telas vinílicas de PVC como un nuevo campo de acción para el diseño, frenando así el deterioro del ambiente por la descomposición que tiene y la acumulación de estos desperdicios en botaderos de las ciudades que no dan abasto.	Reutilizando los desechos de las telas vinílicas realizadas en laminados de PVC, principalmente los desperdicios de los troquelados utilizados en muestras, generando un segundo ciclo de uso, realizando un tejido estructural para contenedores de plantas.	Costos cuando se explota comercialmente el proyecto. Expectativa en la respuesta que evoque el material considerando el trabajo de campo como la comprobación de la forma evoca productos que se construyen a través del tejido de la tela vinílica de PVC.
Modelo de intervención del diseño industrial en el ciclo de vida del producto.	Dando a conocer impactos ambientales asociados al desarrollo de nuevos productos, poniendo en manifiesto la importancia del diseño en el rol como herramienta capaz de transformar la cultura empresarial desde la conceptualización, definición, producción, comercialización y uso de un producto.	Desarrollando un proyecto que permite mejorar los niveles de productividad, reducir costos a través de la disminución de errores y tiempos de fabricación y alcanzar mejores estándares de calidad, a través del establecimiento de nuevos métodos de trabajo y el uso del pensamiento creativo en la búsqueda de la sostenibilidad del producto.	La necesidad de implementar de un Sistema de gestión del ciclo de vida del producto es un proceso que debe realizarse de manera progresiva. El reconocimiento de como el actuar del diseñador industrial trasciende el campo del desarrollo de producto, cuenta con las capacidades necesarias para impactar y transformar la cultura empresarial.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se establece una valoración de si cumple o no cumple el material analizado en el estado del arte de acuerdo a las variables de mayor importancia que intervienen el desarrollo del proyecto. Los documentos están en el orden presentado en el estado del arte y se nombran de acuerdo a la temática principal que se encontró del texto, por ejemplo: la referencia D1 – Impacto del PVC & Propuestas, se refiere al primer libro del estado del arte, en este caso: Libro Verde.

Tabla 12, Valoración de variables principales del Estado del Arte

	1	2	3	4	5	6	7	8
D1 - Impacto del PVC & Propuestas		●	●	●	●		●	
D2 - Proceso de Reciclaje y caracterización del PVC		●	●	●	●		●	
D3 - Procesos de Ecodiseño & Fases			●				●	
D4 - Manejo adecuado del residuo ecológicamente						●		
D5 - Impacto de residuos de construcción	●	●		●	●	●	●	
D3 - Necesidad de reutilizar residuos de construcción	●	●		●	●	●	●	
D7 - Reutilización de los desperdicios de telas de PVC		●		●	●	●	●	●
D8 - Gestión de Diseño Industrial en el ACV de un producto				●		●	●	
Propuesta Propia de Diseño	●	●	●	●	●	●	●	●

1- Residuo de la tubería de Construcción

2- Manejo del residuo del PVC

3- A.C.V. ambiental del residuo de tubería de PVC

4- Aplicación de estrategias de Ecodiseño

5- Reutilización de desperdicios de PVC

6- Actua acorde a la jerarquía ambiental del residuo con el PVC

7- Aplicado en propuestas de Diseño Industrial

8- Aplicado en el contexto colombiano

Fuente: Elaboración Propia

8 Estado de la Técnica

Explorando desarrollos desde la industria o artesanía que emplean la reutilización del PVC, permite acercarse visualmente a la acción que puede intervenir en el manejo de éste residuo, mostrando alternativas que proponen de manera creativa.

Tabla 13, Análisis del Estado de la Técnica

Propuesta	Entidad/ Diseñador	Descripción	Fecha	Aplicación	Análisis
 membranas de estanqueidad para las bañeras de retención de agua tejido para vestidos y mobiliario cordón para relingas no-tejido para aislamiento, relleno, refuerzos o filtros	Texyloop	Grupo Serge Ferrari® crea nuevas gamas utilizando éstas nuevas materias primas en su producción, esta alternativa de reciclaje permite obtener esa reducción de contaminación ambiental por los residuos tóxicos del PVC. Sólo es desarrollada en el continente europeo, debido a los costos elevados que tiene el realizar estos procedimientos.	2014	Productos de confección textil para el desarrollo de cubiertas externas	Hacen uso del reciclaje del desecho de PVC, con la creación de sus productos a partir del residuo. Pero, la reutilización la emplean luego de efectuar el reciclaje usando energías limpias y generando unos costos elevados para controlar las emisiones contaminantes. Además, este desarrollo se efectúa en el continente europeo, ya que estos procedimientos solo tienen viabilidad económica en países desarrollados.
 DIY PVC Pipe Outdoor Lights	DIY PVC Pipe	Desarrolla propuestas creativas a partir de tuberías de PVC, teniendo en cuenta que después de atender las necesidades de plomería de su hogar primario, las tuberías de PVC pueden ser una excelente materia prima que transformar en un producto.	2007	Luminarias decorativas	Propuesta económica que se realiza a partir de la tubería de PVC, no se conoce si procede de un proceso de reutilización, pero si de un proceso de creatividad manual. Gestado como un desarrollo de manualidad, no proyecta industrialmente el manejo del residuo de la tubería de PVC para afrontar la contaminación ambiental por este material.

	Entrelazarte	Los desechos de telas vinílicas se reutilizarán para construir estructuras que contengan biopulmones urbanos públicos ya que por sus propiedades los hacen resistentes y duraderos a la intemperie	2012	Materas colgantes	Realiza productos a partir del residuo de telas vinílicas de PVC, partiendo de un proceso de reutilización de los desechos plásticos de la industrial, realiza sus productos creando nuevos elementos a partir de un producto desechado, transformándolo en materas reemplaza el uso de nueva materia prima.
 Fuente: "Construir sin destruir" Reutilización de materiales de descarte de la publicidad en la vía pública (Tabárez & Yacobucci, 2009)	Cadáveres Exquisitos Por: Tabárez, Elisa Yacobucci, Maia	Es un trabajo de tesis de diseño de moda que plantea la reutilización de residuos publicitarios del textil de PVC con la pretensión de realizar contenedores tipo bolsos. Sometiéndolo a tratamientos térmicos y costuras con la finalidad de darle una nueva aplicación al residuo de este material textil. Hacen un estudio previo de las posibles aplicaciones que se pueden emplear y las uniones más apropiadas para él mismo.	2009	Bolsos y contenedores.	Productos contenedores realizados con residuos de PVC, que hacen alternativas teniendo en cuenta las tendencias de la moda. Tienen en cuenta las características del material por lo que realizan uniones por medio de tratamientos de calor y/o costuras, proponen un producto a partir del residuo con resistencia e impermeabilidad, pero al realizarse costuras en maquinarias tradicionales pueden presentar roturas que proporcionan posibles daños, por lo que requieren un peso regulado y controlado, antes de usar.
	Anónimos (no reporta creador, tomado de imágenes de internet)	Productos elaborados a partir de tubería de PVC, muchos de ellos son de material recuperado para ser reutilizados con el fin de darle una nueva aplicación y evitar la contaminación ambiental que generan los residuos de éste material en el ambiente.	2013~	Huertas, luminaria interna, separadores, zapateras, marimba y mesa decorativa.	Productos creativos que no tienen una información de argumentación investigativa por la que plantean los desarrollos realizados y los usos propuestos para los productos que obtienen de la reutilización del PVC.

Fuente: Elaboración Propia

8.1 Variables de Análisis

A continuación, se presenta alternativas creativas que proponen el desarrollo de productos de PVC y muestran una utilidad diferente a la inicialmente propuesta por la industria que la desarrolló, estas imágenes presentan el reaprovechamiento de PVC rígido y también de PVC flexible teniendo en cuenta las características del material y dando un enfoque de valoración como materia prima para un segundo uso del mismo.



Figura 10, Mood Board del Estado de la técnica

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente gráfica contiene una evaluación que estima las propuestas de diseño encontradas teniendo presente los factores de intervención encontrados en el proyecto de investigación y a partir de esto, valora si cumplen o no cumplen, sin desestimar las alternativas encontradas solo

focalizándolas a la problemática por el aumento de desechos de PVC generados por la industria de la construcción y que terminan en vertederos contaminando a ecosistemas, afectando a la sostenibilidad. Por tal razón, se establecen las características pertinentes que se requiere para el desarrollo de una propuesta de diseño industrial sostenible que por medio de estrategias del Ecodiseño enfocándose en la reutilización, con el propósito de que se reduzca la contaminación ambiental generada por el residuo de tubería de PVC. El nombre de las propuestas encontradas y analizadas, están en orientación vertical y la característica de valoración en posición horizontal, aquella característica que cumple se resalta por medio de la circunferencia.

Tabla 14, Valoración de variables principales del Estado de la Técnica

	Propuesta Propia	DIY PVC Pipe	Entrelazarte	Ideas Web	Cadáver Exquisito
Residuo de la tubería de construcción	●				
Manejo del residuo del PVC	●	●	●	●	●
A.C.V. del residuo de PVC	●		●		●
Aplicación de estrategias de Ecodiseño	●	●	●	●	
Reutilización de desperdicio	●	●	●	●	●
Aplicado para Diseño Industrial	●		●		
Basado en Investigación teórica	●		●		●
Propuesta en contexto colombiano	●		●		●

Fuente: Elaboración Propia



II. Capítulo

Desarrollo y Procedimientos

9 Trabajo de Campo

La consolidación de información obtenida por medio de la investigación previa mediante consultas y revisión de material es la parte inicial del proyecto. Luego, es pertinente proceder a una intervención que suministre información actual aplicada al contexto local y colombiano, para esto se efectuaron entrevistas interdisciplinarias, con el propósito de aproximar la teoría a la práctica de profesiones que establecen los conceptos bases del proyecto y continuamente los aplican o conocen por su profesión. Con el propósito de evidenciar el planteamiento de la problemática presentada, focalizado a actividades que participen de manera directa, utilizando el PVC en su labor o; indirecta, proponiendo una postura que aporte en el manejo de estos residuos en el ambiente.

9.1 Mapa de Desarrollo temático

Para el proceso del trabajo de campo se presentaron dos mapas guías (ver figura 11) a los entrevistados con el fin que éste fuese una guía visual de la conversación que ellos pudieran visualizar. De esta manera, se pretendía que la exposición de estas temáticas de interés pudiera ser más participativas de su parte sin necesidad de un cuestionamiento directo y así dejar que fuera guiando su participación. Los mapas dan guías de hacia donde se quiere llevar la temática de conversación y que el entrevistado pueda manifestar desde su conocimiento la valoración que le da a los ítems presentados, estimando la valoración del material de tubería de PVC como herramienta de labor necesaria, que conforma de manera participativa el desarrollo de la

problemática investigada, la contaminación con el desecho de tubería de PVC generada desde el sector de la construcción.

El siguiente mapa fue empleado para la entrevista con profesionales que requieren de las tuberías de PVC en el desarrollo de sus labores (ver figura 11). Con el cual se pretende tener la perspectiva desde el sector de la construcción sobre la utilidad del material, los beneficios que le aportan a sus procesos de producción, tanto ventajas como desventajas que tienen estas tuberías y el manejo de éste al terminar un proyecto.

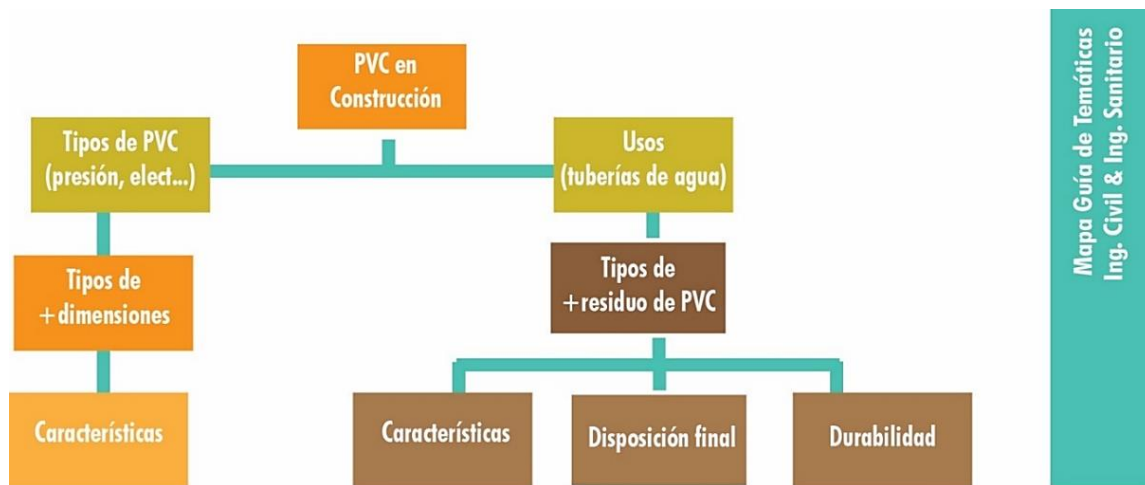


Figura 11, Mapa Temático de Trabajo de Campo I

Fuente: Elaboración Propia

El segundo mapa de guía se empleó para el trabajo de campo dirigido hacia profesiones que tienen experiencia y perspectiva desde el foco ambiental, haciendo uso de la misma metodología de conversación se presentan las temáticas a modo de tener una perspectiva acerca del impacto del residuo.

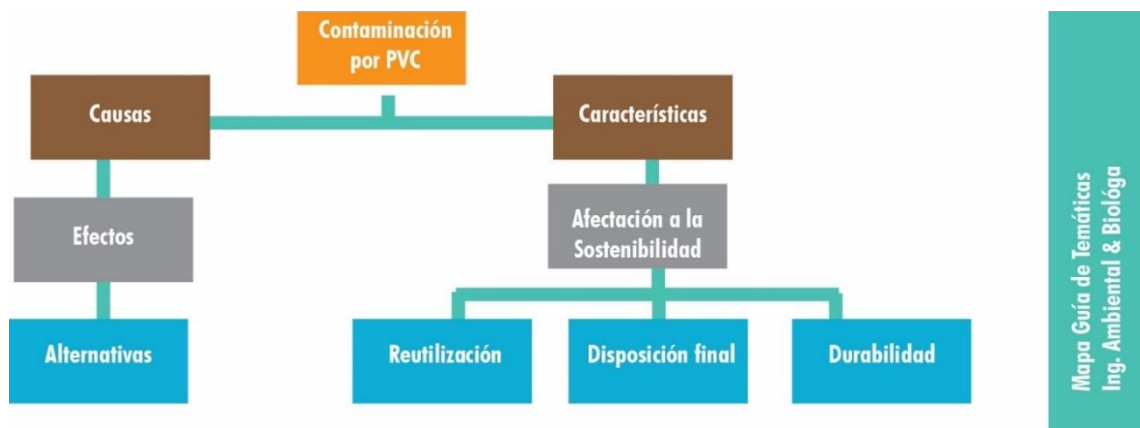


Figura 12, Mapa Temático de Trabajo de Campo II

Fuente: Autor

10 Conclusiones del Recopilación de datos

A continuación, se presentarán las conclusiones de los procesos que permitieron adentrarse a la temática desde la perspectiva investigativa, por medio del estado del arte, el estado de la técnica y el trabajo de campo. El propósito de éste análisis permite tener como base de orientación estos procesos, para proyectar de manera acorde a la problemática del aumento de contaminación ambiental con residuos de tubería de PVC por el sector de la construcción que terminan en vertederos de la ciudad, una propuesta adecuada.

10.1 Conclusiones del Estado del Arte

El impacto en el medio ambiente por el residuo/desperdicio de PVC se ha evaluado desde desarrollos de la industria como académicos, desde ambos se han presentado propuestas para hacer frente a los problemas que han surgido, planteando estrategias sostenibles por medio del reciclaje del PVC, para realizarlo caracterizan los residuos. Pero, en su mayoría al plantear el reciclaje físico/químico, proponen la reutilización como última alternativa en aplicaciones de nuevos desarrollos, lo que genera no invertir la pirámide de residuos de manera acorde a la sostenibilidad/sustentabilidad en el sector de la construcción, para realizar una gestión de residuos de manera adecuada que no afecte negativamente al ambiente.

El Ecodiseño es abordado desde su principal objetivo: ampliar la vigencia de los productos o servicios, con el fin de generar menor impacto ambiental posible a lo largo de su ciclo de vida. Aunque, se pretende evitar la contaminación residuos en vertederos y rellenos sanitarios, en este material no se aplica en su mayoría estrategias de Ecodiseño que prioricen la reutilización del PVC en los residuos/desperdicios del sector de la construcción, sino la utilización de éstos en el reciclaje: transformándolos y mezclándolos con otros materiales, para obtener nuevos desarrollos. Se invierte el orden la posibilidad de reciclaje y luego reutilización del residuo de construcción para determinadas circunstancias, usando más energías no renovables a comparación de la reutilización del residuo de PVC.

10.2 Conclusiones del Estado de la Técnica

La reutilización de residuos de PVC se ha propuesto en desarrollos creativos a partir del reciclaje y luego la reutilización del material obtenido, pero generando un procedimiento de altos costos monetarios y energéticos. También, se han presentado diferentes alternativas a nivel manual/artesanal que tienen en cuenta las características de resistencia del material, su maleabilidad y versatilidad, viéndose reflejado en las aplicaciones desarrolladas para espacios interiores, preferiblemente domésticos, tales como: mobiliarios (mesas, sillas, organizadores, separadores de ambiente y zapateras, entre otros), huertas, instrumentos musicales (marimbas) y luminarias (de uso principalmente como elemento decorativo en mesas de noche o estudios). No se encontraron propuestas de reutilización sin implementar el reciclaje del residuo de la tubería de PVC desde un foco de investigación que aplicara estrategias de Ecodiseño, abordando la gestión ambiental del residuo del sector de la construcción y buscando recuperar el residuo con el fin de disminuir la contaminación ambiental generada por los desechos/residuos que terminan en vertederos y rellenos sanitarios. Las propuestas encontradas plantearon usos distintos a los desarrollos iniciales de tuberías, generando una transformación de funcionalidad al mostrar nuevos productos de la vida cotidiana a partir de tuberías y residuos de PVC.

La reutilización de residuos de PVC se encuentra de forma creativa a nivel manual/artesanal, teniendo en cuenta características del material usado preferiblemente en espacios interiores domésticos, no como una conexión de tubería. Pero, no todas las propuestas de reutilización tienen un foco investigativo que incluya la jerarquía del residuo, estrategias de Ecodiseño y, las que sí,

trabajan con residuos de telas de PVC, no con tubería, por lo que no se afecta a la problemática desde un enfoque de reúso con el diseño industrial.

10.3 Conclusiones del Trabajo de Campo

Entrevista a Ingeniero Civil

En el sector de construcción principalmente se utiliza el PVC para la implementación de las tuberías de un proyecto, ya sean eléctricas, hidráulicas o sanitarias debido a que las características de este material facilitan este proceso, ya que su flexibilidad, bajo costo, bajo peso y alta resistencia a la presión, entre otras cualidades de esta tubería junto con la versatilidad de sus uniones, permiten un desarrollo óptimo de acuerdo a las necesidades de un proyecto de construcción. No obstante, ante la alta demanda de este material, dentro del sector se estiman para sus desarrollos aproximadamente un 5% de desperdicios, ya que las presentaciones de esta tubería son de 3mt o 6mt. Son considerados desperdicios, aquellos tramos de tubería con longitudes inferiores a 1,50mt, los cuales son dispuestos en escombreras para darles una disposición final, sin embargo, la duración del material y su largo periodo de degradación, le convierten en un residuo de larga duración.

Entrevista a Ingeniero Sanitario

El PVC es utilizado para transportar agua y aire. De acuerdo con el uso que se le va a dar, los tubos tienen características de espesor, color, tamaños y resistencias diferentes. Este material es liviano,

fácil de usar y muy económico (hasta 3 veces más económico que las tuberías galvanizadas). Gracias a que permite diferentes conexiones y se dispone de múltiples accesorios, es un material que ofrece grandes ventajas.

En la utilización de PVC en la construcción se presupuestan pérdidas de un 5%~, lo cuales son clasificados como escombros y tratados como tal, por este motivo e disponen en escombreras. La durabilidad de la tubería PVC puede ser hasta 100 años.

Entrevista a Ingeniero Ambiental

La problemática en cuanto a la contaminación por PVC, se debe a la cantidad de residuos de estas tuberías que salen del sector de la construcción y demolición, los cuales terminan en escombreras (previa reducción de tamaño) o en rellenos sanitarios. La aglomeración de estos residuos propaga la contaminación ambiental como consecuencia de su larga duración, más aun, cuando han sido particulados y tienen mayor área de exposición generando mayor afectación ambiental que frente al incremento de los proyectos de construcción debido a la expansión urbana, puede generar una saturación en las escombreras, y ya que, la ciudad de Cali, cuenta con una sola escombrera ambientalmente certificada (ubicada en Yotoco y compartida con los municipios aledaños), puede llegar a su tope rápidamente reduciendo cada vez más, la calidad de mayores extensión de suelos. Por lo anterior, es necesario implementar alternativas sostenibles que sean coherentes con la pirámide de residuos, buscando principalmente la reutilización del material y contribuyendo en reducir su acumulación en las escombreras.

Entrevista a Bióloga

La contaminación por PVC generalmente es producida por el sector de la construcción, el cual deja desperdicios que van en aumento deteriorando sistemas orgánicos y la biodiversidad, debido al aumento de la urbanización. Lo anterior, deja contaminantes que son absorbidos por el ambiente. Las actividades humanas, sin tener en cuenta que el planeta no es un recipiente de basura infinito, vierten contaminantes como las tuberías de PVC sin adecuado manejo, estos residuos tienen una larga duración (más de 50 años), por lo cual, aplicar estrategias sostenibles como la reutilización son alternativas viables que pueden reducir la afectación, al encontrar opciones de uso a un desecho con el fin de remediar el daño ocasionado en los diferentes vertederos.

10.4 Conclusión del desarrollo y los procedimientos

Dar una segunda oportunidad a la tubería PVC desechada al convertirse en residuo las longitudes inferiores a 1,50mt que son dispuestos a terminar en escombreras para darles una disposición final, evitaría transportar y acumular o incinerar por un momento en la cantidad de residuos (volumen y peso) que afectan al medio ambiente. La tubería de PVC se ha diseñado para ser usados una sola vez por el sector de la construcción, pero es para un material duradero y con altas prestaciones, por lo que podría aguantar más ciclos de vida. Ya que, por características de esta tubería (flexibilidad, bajo costo, bajo peso y alta resistencia a la presión, entre otras cualidades), permite crear nuevos desarrollos de acuerdo a las características del residuo. Reutilizar los desperdicios de PVC es una opción que disminuye la contaminación ambiental, disminuyendo la aglomeración de

estos residuos de alta demanda en el sector de la construcción que terminan en escombreras o rellenos sanitario y por consecuencia de su larga duración se vuelve un contaminante de descomposición lenta que afecta al ser particularizado o triturado; al tener exposición a las inclemencias del clima, el sol, suelos y humedad y; deterioran de esta forma el ecosistemas y a la biodiversidad que en se encuentre en estas zonas. Ésta problemática que afecta actualmente a todo el planeta y puede afrontarse mediante una adecuada gestión del residuo, realizando un estudio previo de posibles aplicaciones que se pueden emplear en un material recuperado de tubería de PVC teniendo en cuenta las características del mismo. Esto requiere conocer características del material recuperado, realizando una selección que cumpla con características físicas adecuadas efectuándole una limpieza adecuada para la reutilización con el fin de emplear la nueva aplicación más adecuada que se puede dar acorde a estas características. Es pertinente tener en cuenta que las alternativas propuestas que fueron encontradas plantean usos diferentes al que la tubería tuvo inicialmente. Además, es oportuno plantear una visión desde el diseño industrial ya que genera una transformación de carácter más amplio que el artesanalmente encontrado, facilitando una continua reproducción repetible y viable desde la investigación que genere una alternativa que posibilita afrontar la problemática desde un enfoque y perspectiva industrial, involucrando la funcionalidad de nuevos productos a partir del residuo de tuberías PVC del sector de la construcción.



III. Capítulo

Desarrollo de propuesta

11 Requerimientos

El proponer una alternativa de reutilización para recuperar el residuo de PVC, requiere constituir medidas que incluyan requisitos desde la sostenibilidad, teniendo en cuenta lo denominado como residuo de la tubería de PVC, desde el sector de la construcción; que tengan en cuenta los factores ambientales que pueden afectarla y; sean acordes al cumplimiento de principios del Ecodiseño, efectuando la aplicación a partir de los principios de la pirámide de residuos de una gestión ambiental. Para realizarlo se plantea que:

Tabla 15, Requerimiento Físico

Requerimiento Físico	
Requerimiento	Justificación
El residuo de tubería a reutilizar debe ser de un tamaño máximo a 1.5m de longitud.	De acuerdo al sector de la construcción se denomina desperdicio para desechar a una tubería menor a la medida de 1.5m
Reutilizar desperdicio de tubería de PVC de 1” y 1 ^{1/2} ” de tubería de PVC 2”.	Los diámetros de estas dimensiones son las de mayor demanda dentro de la solicitud del sector de la construcción, por lo que son de mayor cantidad de desperdicio y residuo que quedan de estas actividades.
Realizar el procedimiento de reutilización teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas de la tubería de PVC.	Tensión de diseño: 100 kg/cm ² Resistencia a la tracción: 450 a 550 kg/cm ² Resistencia a la compresión: 610 kg/cm ² Módulo de elasticidad: 30.000 kg/cm ² Resistencia al aplastamiento: Hasta 0,4 veces el Ø sin fisuras ni roturas. Elongación hasta la rotura: 15%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16, Requerimiento de Espacio

Requerimiento de Espacio	
Requerimiento	Justificación
Establecer consideraciones de exposición a las inclemencias del clima y rozamiento con suelos al residuo recuperado.	El material ha tenido un primer uso, por lo que al ser reutilizado se puede evitar su degradación por estos factores.
Generar condiciones de uso del objeto producido de la reutilización dentro de en un espacio interior.	El residuo de PVC recuperado ya ha sido expuesto al espacio exterior, por tal razón las variedades climáticas pueden deteriorar las características físicas y mecánicas del material. Dentro de un espacio interior está protegido y conserva una temperatura constante, temperatura ambiente.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17, Requerimiento de Proceso

Requerimiento de Proceso	
Requerimiento	Justificación
Aprovechar las características mecánicas y físicas del residuo de tubería de PVC recuperada del sector de la construcción	El material al ser un residuo de desperdicio sigue teniendo sus características propias.
Limpiar y clasificar el residuo de acuerdo a los diámetros y calibres	Todo producto/material recuperado requiere de ese proceso para plantearse un nuevo desarrollo y, al ser utilizado primeramente en el sector de la construcción está expuesto a suciedad.
Elaborar uniones controladas por medio de adhesivos especiales de plásticos para tuberías de PVC.	El adhesivo especial Eco para tuberías de PVC, permite la unión entre el material evitando índices de fractura y deterioro del material recuperado, ejemplo: Ceys especial para plásticos; soldadura Oatey; Synid PVC Pipe Cement

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18, Requerimiento de Funcionalidad

Requerimiento de Funcionalidad	
Requerimiento	Justificación
Plantear un objeto desarrollado con la tubería de PVC recuperada, que le dé un uso diferente al inicial que ésta tenía.	Debido a que la característica del material a reutilizar ha sido desechada para esta función, es adecuado proponerse para una aplicación en una zona doméstica.
Desarrollar una alternativa que tenga uso en un espacio doméstico.	De acuerdo las dimensiones y diámetros, generar una propuesta para espacios interiores teniendo en cuenta las mayores alternativas de reutilización artesanales encontradas; mobiliarios (organizadores, sillas y mesas) y luminarias (decorativas).
Aplicar la estrategia de Ecodiseño por medio de la reutilización del residuo de tubería de PVC.	Los referentes de productos de Ecodiseño que han desarrollado propuestas en tubería de PVC de mayor uso se encuentran en: mobiliario tipos centro de mesa, sillón, organizador; luminarias decorativas de mesa de noche, colgantes o estudio; separador de ambientes, celosías y; objetos decorativos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19, Requerimiento de Uso

Requerimiento de Uso	
Requerimiento	Justificación
Generar un sistema que permita reutilizar el PVC con estrategias de Ecodiseño.	Un sistema de producción que emplea estrategias de Ecodiseño para desarrollar propuestas de diseño industrial por medio de la reutilización de materiales residuos o desperdicios/desechados permiten prolongar su ciclo de vida ambiental, aporta con alternativas de producciones limpias que eviten el deterioro del medio ambiente.

Integrar el residuo de PVC por medio de un diseño industrial de luminarias de uso doméstico	Por medio de la forma y función de un producto del diario vivir, genera una sensibilización de esta situación de una manera visual que genere cercanía a la cotidianidad de los individuos usuarios y propone una resignificación del residuo/desecho a un objeto útil.
Proponer una alternativa de diseño industrial que disminuya la contaminación ambiental con el residuo de tubería de PVC generada desde el sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali.	Una propuesta de Diseño Industrial que recupera residuos de tubería de PVC de diámetro de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ " generados desde el sector de la construcción permite de manera creativa aportar al medio ambiente, ya que esta tubería es de alta demanda y utilidad en estos proyectos dentro de la ciudad, pero, por las longitudes de este material se generan desperdicios/residuos que terminan en vertederos de basura e involucrar de manera sostenible una alternativa de diseño debe ser acorde a la jerarquía de la gestión de los residuos.
Plantear una alternativa de diseño que reutilice residuos en buen estado y fisurados.	Transformar de manera creativa desde el diseño industrial permite que lo que iba a ser un residuo termine en un producto que tenga un cambio de valoración a fin comercial, ampliando la vida útil de la tubería de PVC recuperada.

Fuente: Elaboración Propia

12 Determinantes

Para el desarrollo de una alternativa sostenible se debe tener en cuenta los factores de políticas ambientales que intervienen en Colombia para establecer parámetros que cumplan con estos requisitos:

Beneficiar el ambiente, de acuerdo a:

- Ley 99 de 1993, Artículo 1, principio 6. La formulación de las políticas ambientales tendrá cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.
- Ley 99 de 1993, Artículo 1, principio 7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.
- Ley 99 de 1993, Artículo 1, principio 10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la

conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

- Ley 99 de 1993, Artículo 3. Del Concepto de Desarrollo Sostenible. Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

Incentivar consideraciones de la reutilización, por medio de:

- Adicionado por el Art. 1, Decreto Nacional 1505 de 2003. Aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos.
- Decreto 2981 de 2013 Nivel Nacional, Capítulo 1, Artículo 2. Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.
- ISO 14006. Facilitar el rediseño por medio de una alternativa que aplique fases del Ecodiseño.

Proponer la reutilización considerando las características del material, estableciendo tuberías de PVC con mayor demanda por el sector de la construcción (ver en los Anexos, figura, tabla de pedido de un proyecto de construcción):

- TUBO PVC SANIT ½” X 6MTS
- TUBO PVC SANIT ¾” X 6 MTS
- TEE PVC SANIT ½”
- CODO PVC SANIT ½” X 45 CXC
- CODO PVC SANIT ¾” X 90 CXC



V. Capítulo

Propuesta

Introducción a la propuesta

En este capítulo, se presenta una propuesta creativa que pretende a través de la reutilización de la tubería de PVC, ayudar a enfrentar la contaminación ambiental que se genera por los desechos/residuos de ésta dentro de la ciudad de Cali. Con el propósito de delimitar el trabajo, el presente ejercicio se concentra en el sector de la construcción y en la contaminación que se genera con este material desde la labor que realiza, la elección se lleva a cabo, dado que esta industria necesita de este material continuamente para la realización de sus proyectos.

No está de más precisar que la contaminación generada con las tuberías de PVC afecta la sostenibilidad, ya que los residuos de tubos de PVC terminan en vertederos de basura dentro de la ciudad de Cali. Dichos desechos tienen degradación lenta y tóxica en el medio ambiente, por el contenido de cloro y alto punto de fusión que tiene éste material.

La problemática anterior se recoge a través de la siguiente pregunta: ¿Cómo disminuir la contaminación ambiental en vertederos de basura desde el Ecodiseño mediante la reutilización de los desperdicios/residuos de PVC generados por el sector de la construcción dentro la ciudad de Cali?

En relación con esta problemática se propone un sistema que tiene como objetivo implementar la reutilización desde estrategias del Ecodiseño para disminuir la contaminación ambiental generada con los desechos/residuos de PVC del sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali. Esta propuesta, presenta una alternativa desde el Diseño Industrial para prolongar el ciclo de vida de la tubería de PVC que ha sido descartada y tiene posibilidad de convertirse en materia prima

recuperada. De esta manera, se plantea un reaprovechamiento de la tubería de PVC para crear una familia de objetos, teniendo en cuenta características y propiedades del mismo, sin generar una transformación química por medio del reciclaje sino facilitando primeramente la reutilización de este material, lo cual se lleva a cabo con un sistema de producción simple que permite replicar la propuesta creativa de manera industrial y tiene en cuenta estrategias del Ecodiseño para realizar la reutilización.

13 Propuesta de Diseño

La propuesta de diseño que se plantea consiste en un sistema de producción simple que tiene como objetivo desarrollar una alternativa de reutilización para reaprovechar el residuo de tubería de PVC recuperado del sector de la construcción y prolongar el ciclo de vida de este material desde el diseño, para que la tubería no termine en vertederos. Por lo cual, se desarrolló un proceso de producción que permite la réplica de la propuesta con un proceso de manufactura en línea, con el que se indica que el material puede transformarse para reutilizarse y, de este proceso obtener una alternativa en la que se dé respuesta a la problemática desde el Diseño Industrial. Para lograrlo se focaliza en un desarrollo que tiene un proceso de producción continuo y los elementos requeridos dentro del mismo, permitiendo ver la *Metamorphosis* de un residuo recuperado y transformado, que termina en un producto de uso diario.

En esta propuesta, la tubería de PVC se emplea como materia prima con la que se desarrolla un proceso de producción industrial simple que culmina en una familia de luminarias, con el fin de

reaprovechar este material y prolongar su Ciclo de Vida desde el diseño. Para esto, se tiene en cuenta características del material como, por ejemplo: sus propiedades térmicas, con el propósito de que, al generar la alternativa de reutilización, luego, se plantea la manera en que la propuesta se pueda replicar de manera industrial, involucrando estrategias de Ecodiseño para efectuarlo por medio de un proceso de producción simple (ver el diagrama en la figura 13). El sistema de producción planteado como propuesta de diseño, reutiliza la tubería de PVC recuperada del residuo del sector de la construcción y la transforma en un producto de fin comercial, prolongando así la vida útil de la tubería de PVC y evitando que termine generando contaminación ambiental al ser depositado en vertederos de basura. Al transformar el residuo en un producto con fin comercial, se genera un beneficio que aporta al ambiente y de manera simbólica presenta una denominada *Metamorphosis* del residuo, con la que se muestra una alternativa que hace parte de principios de sostenibilidad desde el Diseño Industrial y propone una transformación en productos Ecoamigables a partir de la tubería de PVC.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

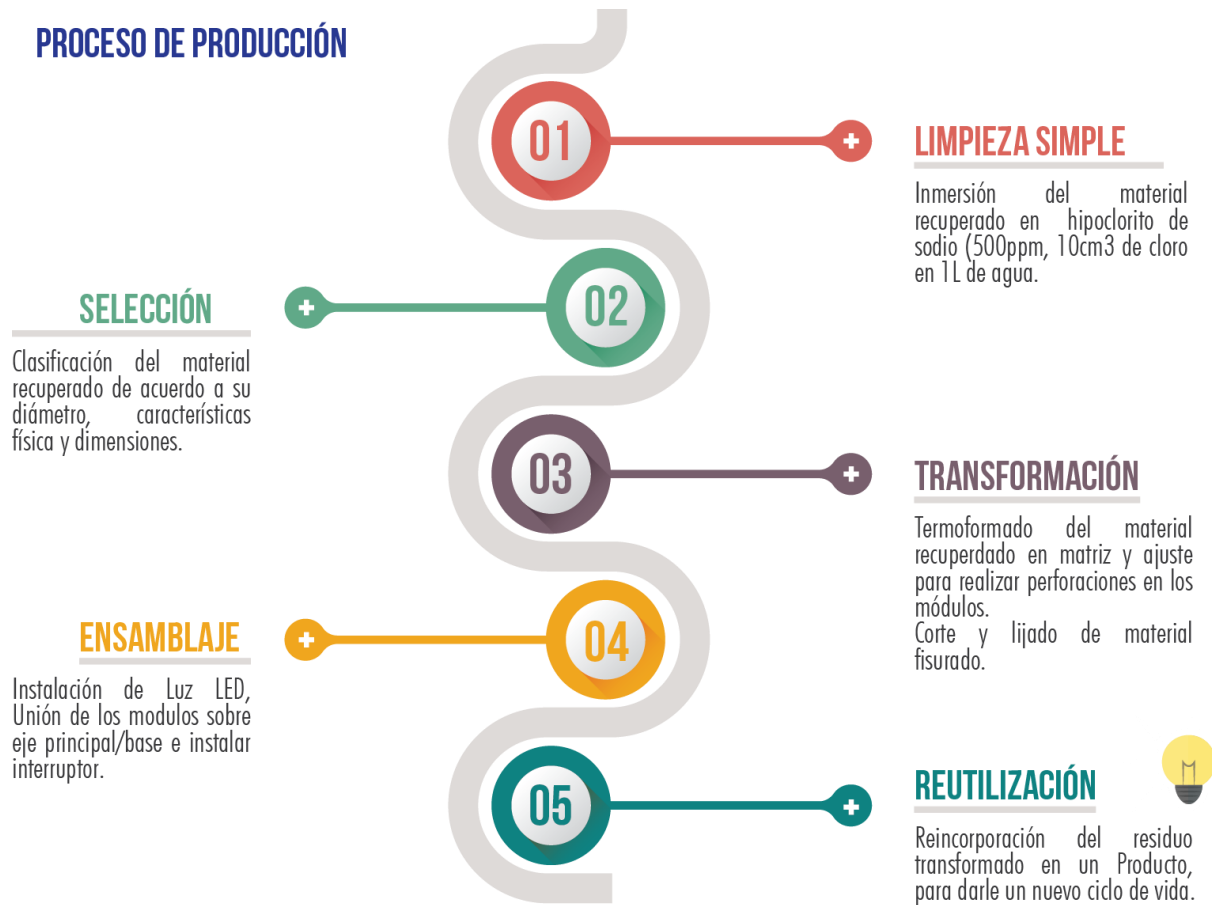


Figura 13, Proceso de producción simple para la reutilización del PVC

Fuente: Elaboración Propia

13.1 Componentes de la Propuesta de Diseño

A continuación, se presentan elementos principales del sistema de producción, con los que se desarrolla el proceso de transformación de tubos de PVC por medio del termoformado y otros acabados (corte, perforaciones y lijado, entre otros), con estos, se realiza la propuesta de diseño que se presenta en este proyecto denominada: *Metamorphosis*. Se parte de éste término como concepto de diseño que tiene de referente compositivo la mariposa monarca (nombre científico

Danaus significa “dormilón” y *Plexippus* “transformación”) (Galindo-Leal & Rendón-Salinas, 2005), con el propósito de evidenciar una transformación del residuo/desecho que requiere intervenir, ya que se extiende mientras dormimos.

Los siguientes puntos abordan los componentes del sistema de producción propuesto y los elementos que hacen parte de él.

12.2 Matriz Metamorphosis

La Matriz propuesta es realizada en un bloque cilíndrico de aluminio inyectado, por medio de un proceso de torneado. Se elabora en este material por características de ligereza y su alta resistencia a la corrosión que tiene, también, porque facilita el proceso de producción para crear esta pieza mediante un mecanizado industrial de manera exacta, a la vez, este material facilita el proceso de termoformado del PVC de manera reiterativa sin que la matriz sufra deterioro o cambios significativos por la temperatura a la que será sometido, ya que, este material es resistente a temperaturas menores de 60° C y en el proceso de producción de *Metamorphosis* se expone la matriz para desarrollar los módulos de la propuesta de reutilización en temperaturas mayores de 60° C a 110°C máximo. Además, es pertinente tener presente que el uso del aluminio facilita el proceso ya que hace parte de la familia de los “metales ligeros” según Delgado, García, & Flórez, en el 2015 citando a Polmear, 1996 y es también el segundo metal más encontrado en el mundo según el informe de la Fundación Ascamm, Observatorio Tecnológico del Metal (OTEA), & Instituto Tecnológico Metalmecánico, 2007. Sin embargo, la mayor ventaja al usar este material

para la matriz no es solo la abundancia que tiene como recurso, sino que posibilita reducir costos en su producción y en el impacto ambiental, ya que se puede obtener aluminio secundario a partir de residuos metálicos (Delgado, García, & Flórez, 2015) posibilitando el reciclaje de este material luego de que termine ciclo de vida y, al realizarse la matriz en aluminio posibilita como consecuencia, menos uso de materia prima virgen, en este caso aluminio primario.

Características

La matriz *Metamorphosis* es realizada en aluminio inyectado, por lo que es ligera en peso, con alta resistencia a la corrosión y resistente a variaciones térmicas, las cuales son requeridas para el desarrollo del módulo Luminight. A ésta matriz se le realizan perforaciones pasantes equidistantes, su composición tiene gradación de tamaño en relación a la altura (ver figura 14) facilitando de esta forma el crear diferentes tamaños de módulos. Es así como la matriz se utiliza para generar la réplica de módulos (tubería de PVC recuperada y reutilizada), ya que, el aluminio facilita el proceso de producción del módulo, puesto que este material permite transferir el calor que absorbe la matriz y facilita el proceso de curvar los tubos de PVC.



Figura 14, Matriz Metamorphosis

Fuente: Elaboración Propia

12.3 Horno Cúpula

El horno Cúpula es un sistema que permite conservar el calor dentro de su cavidad interior, debido a que es cerrada facilita la recirculación de aire caliente, en este caso el cual que es suministrado por la pistola de calor a través de una perforación que se encuentra en la parte superior y, por su forma, se distribuye desde esta zona permitiendo que se pueda rotar en ángulos diagonales la pistola de calor para realizar con esta herramienta el proceso de transformación y curvado de la tubería de PVC que se coloca en su interior.

Con el horno Cúpula se efectúa el termoformado de los tubos de PVC de la siguiente manera: se coloca la matriz *Metamorphosis* en su interior e inserta la pistola de calor en la perforación superior que tiene este elemento; se utilizan las aperturas laterales que están cubiertas con carnaza para retener el calor (ver figura 15) y la ranura superior, con el propósito de que el operario pueda supervisar el comportamiento de la tubería de PVC con la temperatura y efectúe la presión a ésta misma de manera adecuada. Es así como el horno se emplea para precalentar éste material durante un lapso de 2'30" a una temperatura por encima de los 60° C, después, se continua el proceso de curveado de manera manual por lo que se retira la matriz con el material precalentado del horno, luego, dos operarios realizan el proceso final de transformación del termoformado de manera manual con el fin de controlar las deformaciones defectuosas e irregulares que no son acordes a la matriz (por ejemplo: elongación propensa a la rotura por exceso de calor).



Figura 15, Horno Cúpula con vista explosionado/partes

Fuente: Elaboración Propia

Características

El horno cúpula es fabricado en arcilla, teniendo en cuenta que este material de origen natural se compacta y se vuelve altamente resistente al secarse en temperaturas por encima de 800° C (Segura & Useche, 2009). Luego, al adquirir gran dureza y resistencia, posee propiedades físicas que le permite actuar como aislante térmico por lo que permite mantener encerrado el calor dentro del horno. Este elemento al ser desarrollado en este material facilita el proceso de termoformado debido a que permite la conservación de la temperatura y reduce la pérdida de calor (ver figura 16). Dentro del horno se coloca la matriz para termoformar con el propósito de realizar un precalentamiento de tuberías de PVC con diferentes longitudes preestablecidas a las que se genera una transformación, sin que se transfiera gran cantidad de la temperatura al exterior del horno y esta se focalice en los módulos de PVC a desarrollar.

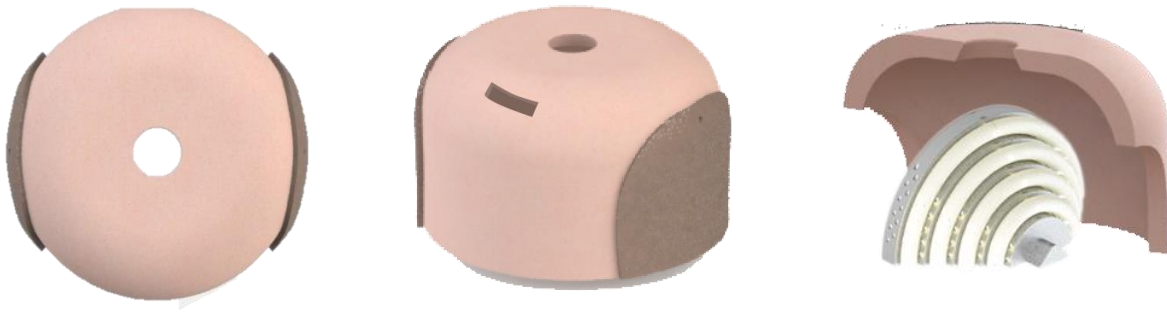


Figura 16, Horno Cúpula/Vista de sección del horno con la Matriz

Fuente: Elaboración Propia

12.4 Módulo Luminight

El módulo de Luminight se realiza a partir de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción. A esta tubería se le realiza un proceso de transformación térmica con una temperatura superior a 60 ° C, la cual se toma como referencia basándose en el artículo Viability of use of PVC tubes in solar collectors: an analysis of materials (Souza & Gomes, 2003) en el que se plantea que temperaturas mayores a 60° C el material es susceptible a modificaciones en su estructura. Debido a esto, se plantea el proceso de transformación por medio de termoformado que permita observar una transformación formalmente física por medio de un proceso simple. Para efectuarlo, se procede a: 1) tapar un extremo de la tubería de PVC después de llenarlo de arena hasta que se compacte en el interior del tubo y después tapar el otro extremo; 2) colocar la tubería de PVC sobre la matriz del molde y asegurarla a esta misma; 3) posicionar la matriz con la tubería de PVC sujeta dentro del horno Cúpula; 4) ubicar la pistola de calor en la perforación de la zona superior que tiene el horno cúpula y encenderla para iniciar el proceso de termoformado; 5) aplicar presión manual por el operario en la tubería de PVC desde aberturas laterales del horno para

curvar el material; 6) apagar la pistola de calor para retirar la matriz del horno dejando enfriar a temperatura ambiente; 7) retirar el PVC curvado para sacar la arena del interior y 8) sujetar nuevamente los tubos curvados a la matriz para realizar perforaciones pasantes con taladro. Por medio de este proceso de producción simple se efectúa la réplica de la forma, ya que tiene dimensiones preestablecidas, después de este proceso se hace uso de la tubería curvada como módulo seriado, ver figura 17.

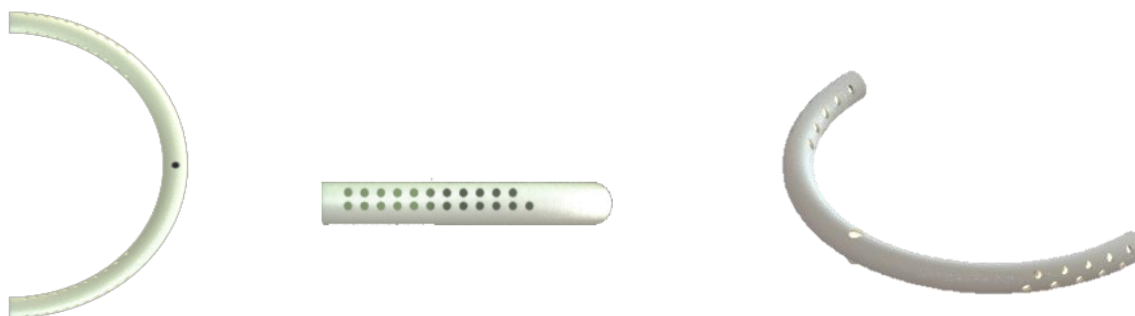


Figura 17, Módulo Luminight

Fuente: Elaboración Propia

Características

Tubería de PVC de 1/2”, que ha sido residuo de un proceso de construcción que posee como material una alta resistencia mecánica, tiene rigidez y dureza. A esta tubería se le realiza un proceso de curvado con una temperatura superior a 60°C (entre los 70° C - 110° C), ya que en esta temperatura el comportamiento del material cambia a un estado blandecido (ver Tabla 19). Teniendo en cuenta que a partir de estas temperaturas se reduce la rigidez del material y tiene alta sensibilidad a adaptarse a otra forma, se realiza la transformación preestablecida en la matriz de

Metamorphosis para que sea reaprovechado y se le dé un nuevo ciclo de vida a la tubería de PVC recuperada para desarrollar los módulos de Luminight. Este módulo que se obtiene es utilizado como elemento compositivo y aprovechado para la realización de la propuesta de diseño que reutiliza la tubería de PVC. De esta manera, se minimizan los residuos de tubería de PVC con una disposición final en vertederos, aumentando así, la vida útil de la tubería de PVC y, por lo tanto, se contribuye al desarrollo sostenible.

Tabla 20, Tabla de polímeros adecuados y más comunes para el termoformado

POLÍMEROS	TEMPERATURA DE DEFLECCIÓN AL CALOR			TEMPERATURA DE TERMOFORMADO		
	A 264 PSI (°C)	A 66 PSI (°C)	SIN CARGA (°C)	TEMP. DE LA HOJA (°C)	TEMP DEL MOLDE (°C)	TEMP DE AYUDA (°C)
Acrílico extruido	94	98		135-175	65-75	
Acrílico cell-cast	96	110		160-180	65-75	
Acetobutirato de celulosa	65-75	75-80	120-150	140-160		
Poliétileno de alta densidad		60-80	100	145-190	95	170
Polipropileno	55-65	110-115	140	145-200		
Poliestireno	70-95	70-100	100	140-170	45-65	90
Poliestireno alto impacto	85-95	90-95	120	170-180	45-65	90
SAN	100	105		220-230		
ABS	75-115	80-120	95	120-180	70-85	90
Polivinilo de cloruro (RV.C.)	70	75	110	135-175	45	80
Policarbonato	130	140	160	180-230	95- 120	140

(Fuente: A., 2015)

12.5 Base de Luminight

La base de Luminight es desarrollada en barras (varillas) de acero 1020; en el centro de su estructura se encuentra una arandela de espesor de 1cm, que, a través de ella, se une la base y su estructura central. Esta base genera la unión del eje con los módulos y brinda estabilidad a la luminaria (ver figura, 18). Debido a que la propuesta incluye una familia de objetos (luminarias

que se realizan del PVC recuperado y empleado como módulos), se presentan dos tipos de base que posibilitan alternativas de reutilización y propuestas de diseño Ecoamigables.



Figura 18, Base Tipo1/Luminight

Fuente: Elaboración Propia

Características

La base es una estructura resistente e inoxidable, con gran tenacidad y práctica en producción al ser fácilmente soldable. Para esta base se proponen dos tipos de configuración con función estructural, las cuales son realizadas en barras de acero 1020 con la misma composición formal en el soporte interior, pero, que varían en altura y número de piezas para la conformación de las luminarias. La base tipo1, es una estructura de dos barras paralelas en orientación vertical por las que se estabiliza el módulo Luminight y se conectan con el eje principal que conecta los módulos, mientras que la base tipo2, se divide en tres partes que se ensamblan entre sí para conformar la estructura con la que se desarrolla la luminaria Lumichange (ver figura 19). En general, la base al ser en acero tiene cualidades Ecoamigables, debido a que este material posee alta reciclabilidad y

resistencia, pues no se consume como material, sino que se puede reutilizar indefinidamente sin que pierda calidad o resistencia (Solsona & Montilla, 2014).

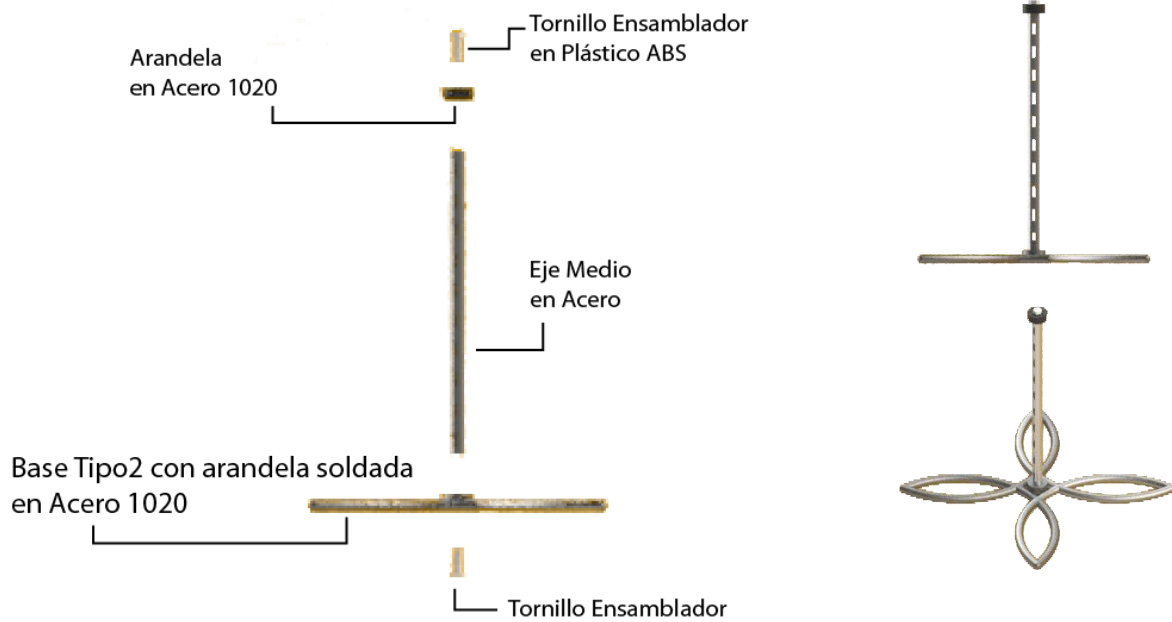


Figura 19, Base Tipo2/Lumichange

Fuente: Elaboración Propia

12.6 Módulo Lumify

Este módulo es desarrollado con tubería de PVC de 1", que se encuentra en estado de imperfecciones y con fisuras, estos tubos son recuperados del sector de la construcción y se prolonga el ciclo de vida de este material al darle una alternativa de reuso por medio del Diseño Industrial. Este módulo se desarrolla inicialmente con el mismo proceso de termoformado del

Módulo Luminight (ver figura 20, módulo Lumifly), pero se ubica la tubería en la última altura de la matriz Metamorphosis y se le efectúa el termoformado dentro del horno Cúpula inicialmente y luego se termina la transformación térmica con el doblado manual que realizan los operarios, luego a la tubería termoformada se le realizan cortes y se divide en las fisuras, luego se le realiza un proceso de lijado y se estandariza el módulo al colocarse las dimensiones preestablecidas dentro del plano (ver en Anexos, Planos de Metamorphosis-Lumifly).

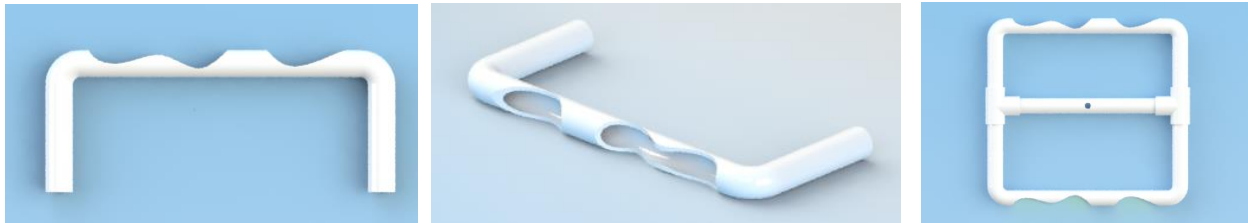


Figura 20, Módulo Lumifly/Módulo Lumifly ensamblado

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de este módulo termina en la unión de dos módulos por medio de un acople T de PVC con un tubo intermedio (ver figura 21, vista en detalle), dentro del mismo se coloca el cableado eléctrico de la luminaria.

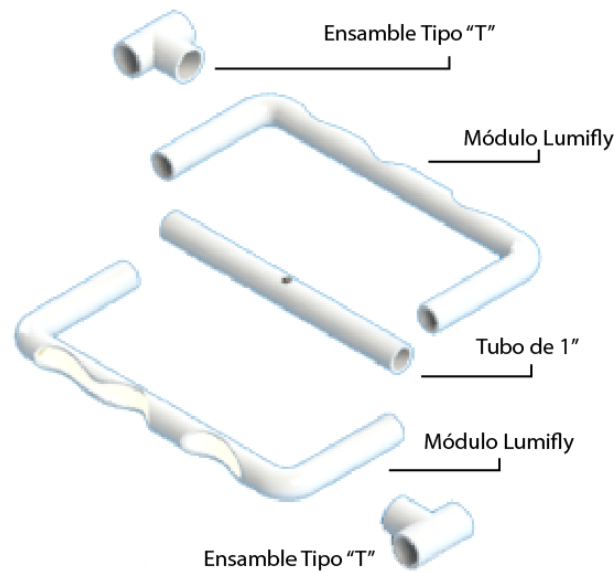


Figura 21, Módulo Lumifly, vista en detalle

Fuente: Elaboración Propia

Características

Tubería de PVC de 1", que posee resistencia mecánica media, ya que, es susceptible a fracturarse porque tiene fisuras e imperfecciones. Al tubo, se le proporciona un proceso de transformación con temperaturas mayores de 60° C, se realiza el termoformado haciendo uso de la matriz de *Metamorphosis* con el propósito de que sea reaprovechado y se le dé un nuevo ciclo, de esta manera se evita que un residuo con imperfecciones y con las características que tiene el PVC como material en cuanto al proceso de degradación ambiental tenga una disposición final en vertederos dentro de la ciudad de Cali y, se genera una propuesta creativa que hace frente a esta problemática desde el Diseño Industrial al reutilizar ésta tubería de PVC.

12.7 Metamorphosis

Es una propuesta que utiliza estrategias de Ecodiseño con el propósito de disminuir la contaminación ambiental que genera desechos/residuos de la tubería de PVC a través de la reutilización. Para efectuarlo, se desarrolló un sistema de producción simple que valora el residuo de PVC y permite que se transforme en una familia de luminarias, ofreciendo de esta manera una alternativa que evita la contaminación ambiental con la tubería de PVC en vertederos de la ciudad de Cali. Es así como *Metamorphosis* proporciona un nuevo ciclo de vida a este material, transformando su forma.



Metamorphosis, permite que la tubería de PVC que ha sido desechada al ser un residuo de construcción, sea apreciada nuevamente y la reintegra con una forma visual diferente, posibilita que sea parte de un ambiente doméstico al convertirla en luminaria en la que se interactúa diariamente y se deja de ver como residuo. Es así, como por medio del Diseño Industrial se actúa en pro del ambiente y con esta propuesta se incorpora un valor que integra el objeto como reductor de contaminación ambiental que produce un nuevo ciclo de vida a la tubería de PVC recuperada. De esta manera, con las luminarias de *Metamorphosis* se crea un símbolo de resignificación al residuo/desecho de tubería de PVC, esta familia de luminarias acompañan un espacio y

transforman un lugar oscuro con el brillo de su luz, generan luz y cambio, al ser parte del diario vivir con una luminaria para espacio doméstico que aporta al cuidado del medio ambiente.

12.7.1 Luminight

Luminight es una lámpara de mesa de noche, está inspirada en la mariposa para la realización de su composición formal. De esta manera, se procura exaltar el cambio y la transformación de la tubería de PVC a Módulo de composición de la luminaria, así como lo hace este ser vivo en su proceso de vida. La estructura de esta luminaria en la vista superior permite observar una similitud con este insecto que es el referente formal de Luminight (ver figura 22).



Figura 22, Vista superior de Luminight

Fuente: Elaboración Propia

Para desarrollar Luminight se utilizan 10 módulos (tubería de PVC 1/2” curvada), los cuales se organizan con una gradación de tamaño que se evidencia en todas las vistas de la luminaria (ver figura 23).



Figura 23, Luminaria Luminight

Fuente: Elaboración Propia

12.7.2 Lumichange

Lumichange es una luminaria de mesa o de mesa de noche de acuerdo a la preferencia del usuario. Lumichange está constituida con el mismo módulo de Luminight, de los cuales, se colocan varios de ellos, del mismo tamaño, a lo largo de la altura del eje medio. Esta lámpara se organiza en su composición a través de ángulos, con el propósito de generar una sensación de dinamismo desde la composición de la luminaria. Luminight parte del concepto de cambio, el cual se aprecia en las diferentes vistas, sobre todo, en la vista superior con la unión de todos los módulos, en la que se tiene similitud a una mándala floral (ver figura 24), procurando generar la sensación de relajación

que genera la luz en la noche, el valor que nos proporciona visibilidad y aprecio de reconocer lo importante de la luz.



Figura 24, Luminaria Lumichange

Fuente: Elaboración Propia

12.7.3 Lumifly

Lumifly es la propuesta de una luminaria colgante que se organizan los módulos en una composición de planos seriados, cambiando la posición de los módulos de manera intercalada con el fin de proporcionar esa sensación de dinamismo del molinete (ver figura 25). Esta luminaria está constituida con el módulo de Lumifly el cual se ensambla y luego, se unen de 5 módulos en adelante (máximo 12) por medio de un eje principal realizado en un tubo de aluminio en el que se ubica el cableado eléctrico, este actúa como eje de conexión de los módulos de la luminaria y a la vez determina la altura en la que se sitúa Lumifly.



Figura 25, Luminaria Lumichange

Fuente: Elaboración Propia

12.8 Proceso de Producción de Metamorphosis

A continuación, se presenta el proceso de producción de *Metamorphosis*, este se encuentra esquematizado con el diagrama - “Supplier, Input, Process, Output, Customer”-SIPOC, el cual constituye una herramienta valiosa para caracterizar un proceso (ver diagrama en figura 26), en este se encuentran 2 suministradores: la constructora (que genera la materia prima) y *Metamorphosis* (propuesta de diseño que se presenta en este trabajo). También, se presenta en el diagrama a dos clientes: el primero es *Metamorphosis* que hace uso del residuo de la tubería de PVC suministrada de un proceso del sector de la construcción y, requiere esta para la realización de la propuesta de diseño que reutiliza este residuo y lo recupera para prolongar su ciclo de vida; el segundo cliente, es el usuario/cliente de las luminarias que se desarrollan con la tubería de PVC reutilizada en *Metamorphosis*.

DIAGRAMA SIPOC METAMORPHOSIS

Eirene Racines Correa | November 21, 2018

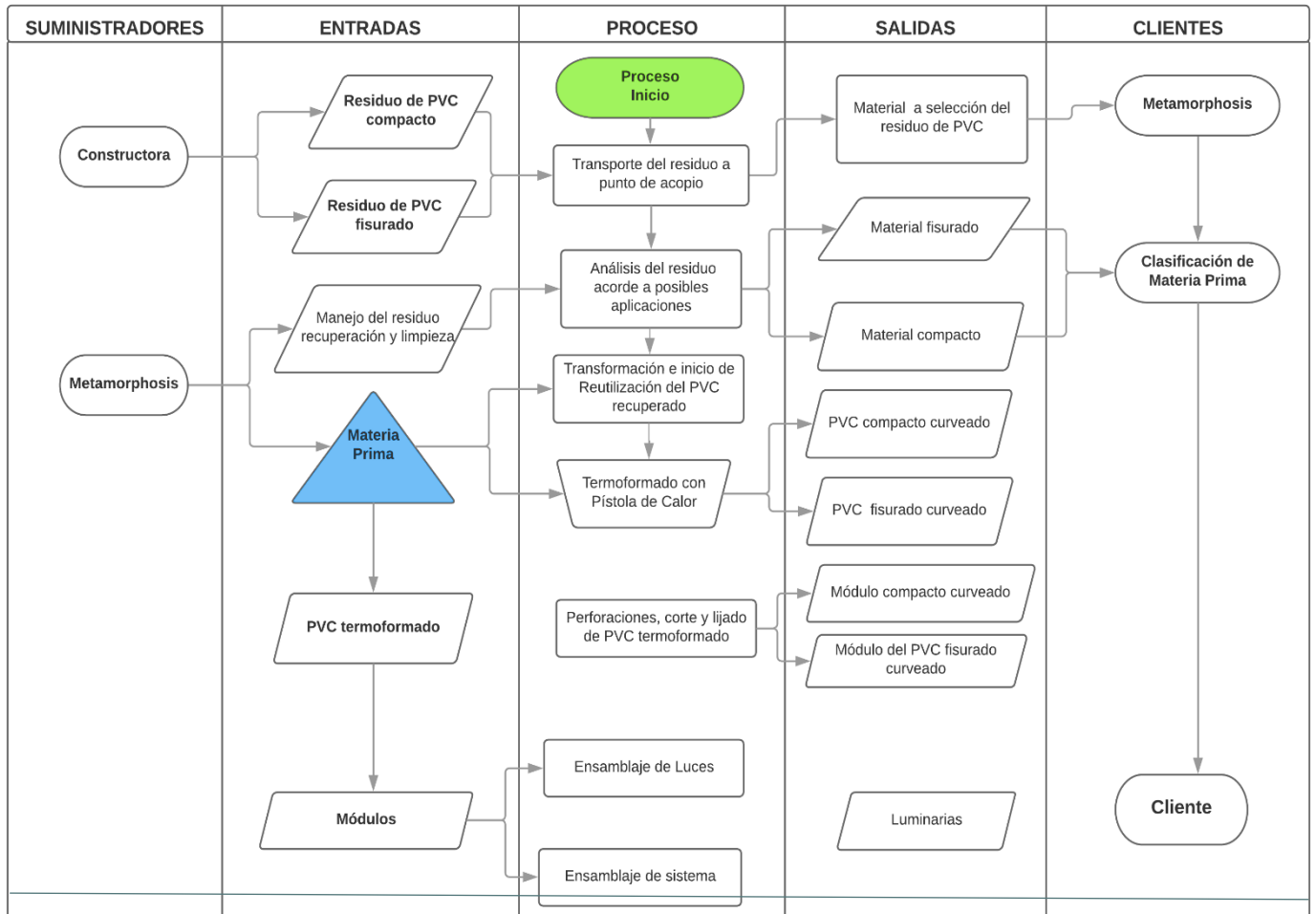


Figura 26, SIPOC de Metamorphosis

Fuente: Elaboración Propia

12.8.1 Mapa de Producción de Metamorphosis

El siguiente mapa muestra el proceso de producción de *Metamorphosis* para la realización de la familia de luminarias de la propuesta de diseño, este esquema tiene el propósito de mostrar el proceso y toma de decisiones para efectuarlas (ver diagrama en figura 27).

MAPA DE FLUJO DE METAMORPHOSIS

Eirene Racines Correa | November 25, 2018

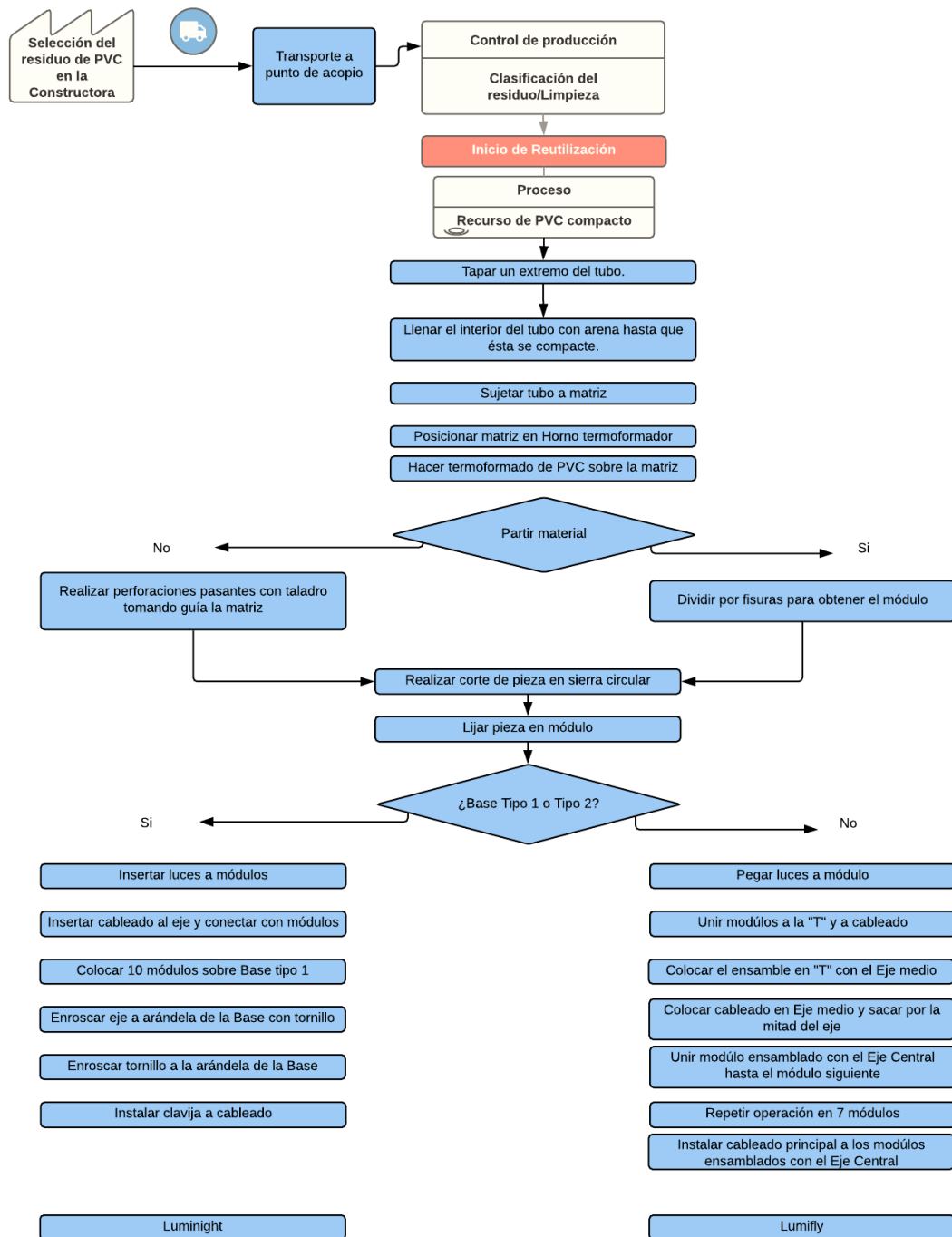


Figura 27, Mapa de Producción de Luminarias Metamorphosis

Fuente: Elaboración Propia

12.8.2 Línea de Producción de Metamorphosis

El presente esquema muestra la línea de producción de *Metamorphosis*, en esta se muestra gráficamente la estructura del proceso y las etapas a desarrollar para la realización de las luminarias (ver figura 28).

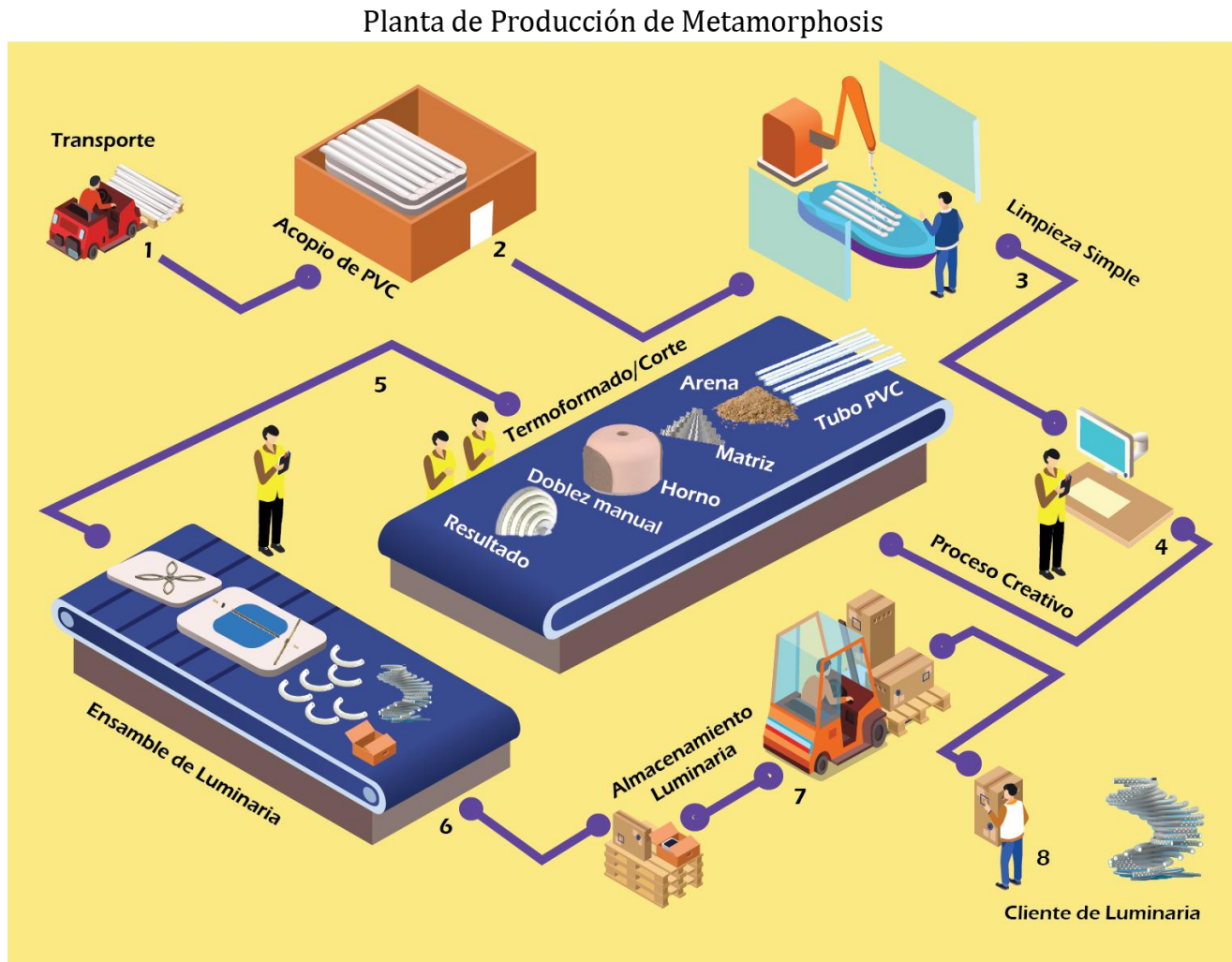


Figura 28, Línea de producción de Metamorphosis

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al esquema, se plantean 8 estaciones que conforman la línea del proceso de producción, en la tabla 20 se puede observar actividades principales que se realizan en cada una de ellas (ver tabla 20).

Tabla 21, Función de estaciones de Metamorphosis

Estación		Función
1	Transporte	Desplazar el residuo desechado de la tubería de PVC del sector de la construcción al sitio de producción de Metamorphosis.
2	Acopio de PVC	Reunir en un punto de la zona de producción la tubería de PVC de manera organizada, separando el compacto y el fisurado.
3	Limpieza Simple	Eliminar la suciedad de la tubería de PVC haciendo inmersión del material en agua con hipoclorito de sodio (500ppm, 10cm ³ en 1L de agua) y luego secar con trapo para retirar humedad.
4	Proceso Creativo	Seleccionar cual alternativa de luminaria se desarrollará de acuerdo a las características físicas del material (compacto o fisurado).
5	Termoformado/Corte	Realizar transformación de la tubería de PVC con la matriz, por medio de temperatura con pistola de calor y doblez manual, ejerciendo presión sobre el material obteniendo el módulo Luminight al realizar el corte de la pieza y perforaciones del mismo.
6	Ensamblaje de Luminaria	Unir los elementos que conforman la luminaria, estos son: módulos Luminight, base, tira de luz LED e interruptor.
7	Almacenamiento de Luminaria	Guardar la luminaria en empaque de manera organizada, para tenerla en depósito sin que se deteriore.
8	Cliente de Luminaria	Entregar luminaria a cliente/persona en empaque (mostrándole su contribución al ambiente con la tabla de PVC recuperado).

Fuente: Elaboración Propia

12.8.3 Secuencia del proceso de Producción de Metamorphosis

La siguiente imagen presenta un esquema del proceso de producción de *Metamorphosis*, en esta se muestra la serie de actividades que se efectúan para la realización de familia de luminarias de *Metamorphosis*.

Secuencia de Producción



Figura 29, Secuencia del proceso de Producción de Metamorphosis

Fuente: Elaboración Propia

13 Benchmarking

El siguiente desarrollo presenta el benchmarking de la propuesta de diseño y dos propuestas encontradas en el mercado que realizan productos a partir de tubería de PVC. Para esto, se construye una tabla de análisis que muestra ventajas y desventajas de las mismas, con el fin de comparar lo que se encuentra en el mercado con las propuestas desarrolladas en este proyecto: Metamorphosis, la familia de luminarias que reutiliza el residuo de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción.

Tabla 22; Bechmarking PVC Decogar

	
Empresa Luminarias de PVC Decogar (Nicaragua)	
Ventajas	Desventajas
Cada lámpara es única	Proceso de elaboracion muy manual
Proceso de produccion economico	Poca tecnificacion en su elaboración
	Dificultad para producir en masa
Producto final de bajo costo en mercado	Proceso depende de la habilidad de una sola persona
	Dificultad para reproducibilidad (estandarización)
Luminarias simples (no contiene muchos elementos	se recupera poca cantidad de PVC
Producto final de bajo peso	No se precisa si es elaborada con material nuevo
Bombilla facilmente reemplazable	No se cuenta con información tecnica del producto
	Proceso demasiado largo
	Proceso artesanal que dificulta competir con los industrializados

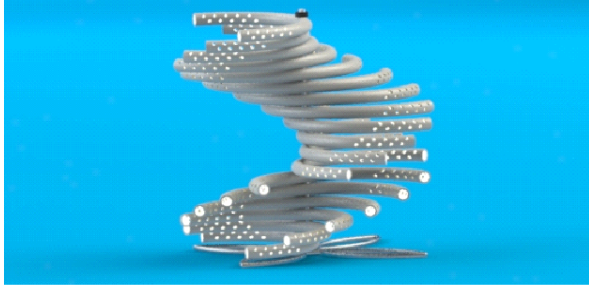
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23, Bechmarking Luminarte

	
Empresa luminarte (México)	
Ventajas	Desventajas
Cada lámpara es única	Proceso de elaboracion muy manual
Proceso de produccion economico	Poca tecnificacion en su elaboración
Producto final de bajo costo en mercado	Dificultad para producir en masa
Luminarias simples (no contiene muchos elementos)	Proceso depende de la habilidad de una sola persona
Producto final de bajo peso	Dificultad para reproducibilidad (estandarización)
Bombilla facilmente reemplazable	se recupera poca cantidad de PVC
Versatilidad (Lámparas de Techo y mesa)	No se precisa si es elaborada con material nuevo
	No se cuenta con información tecnica del producto
	Proceso de masiado largo
	Proceso artesanal que dificulta competir con los industrializados

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24, Metamorphosis

	
Empresa Luminarias Metamorphosis (Colombia)	
Ventajas	Desventajas
Proceso de elaboracion técnicado	Puede generar rechazo del cliente por elaborarse con PVC recuperado
Posibilidad de producir varias unidades en poco tiempo	No es producto de primera necesidad
Proceso de produccion estandarizado	Alto costo
Facilmente reproducible por diferentes operarios	
Se elabora a partir de PVC descartado	
Contribuye con la sostenibilidad ambiental	
Proceso industrializado que permite competir en mercado	
Usa bombillas LED de bajo consumo y alta eficiencia energetica	
Diversos diseños contemporaneos	
Productos finales de bajo peso	
El producto cuenta con ficha técnica e instructivo de producción	
Propuestas de diseño propias	

Fuente: Elaboración Propia

14 Fichas Técnicas de las Luminarias

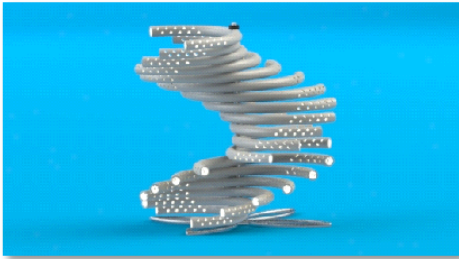
A continuación, se encuentran las fichas técnicas de la familia de objetos desarrollas en *Metamorphosis*, luminarias para uso doméstico. Esta ficha contiene una breve descripción de cada propuesta, materiales usados, nombre con que se le identifica y medidas, entre otros detalles presentados de manera concreta acerca de cada propuesta.

Tabla 25, Ficha Técnica de Luminight

Ficha Técnica			
<i>Luminaria Luminight</i>			
Nombre del Producto	Luminight		
Breve Descripción	Luminaria Ecoamigable para mesa de noche, toma de referente formal la mariposa. Realizada a partir de la reutilización del residuo de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción.		
Marca	Metamorphosis		
Imagen			
Denominación	Luminaria para uso doméstico		
Composición/Origen	Módulos curvados de tubería de PVC recuperada del sector de la construcción, con una base estructural de acero 1020 y tiras de luz LED.		
Medidas	Ancho: 295,4 mm	Largo: 269mm	Alto: 283mm
Construcción	Termofado en matriz de Aluminio inyectado, corte y ensamblado de cada componente de manera manual.		
País de Origen	Colombia		
Logotipo			

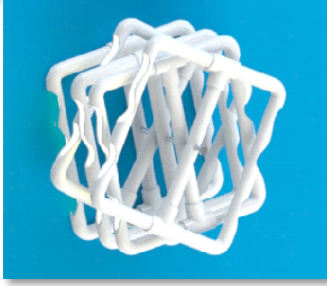
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26, Ficha Técnica Lumichange

Ficha Técnica			
<i>Luminaria Lumichange</i>			
Nombre del Producto	Lumichange		
Breve Descripción	Luminaria Ecoamigable para mesa, toma de referente formal la doble hélice del ADN. Realizada a partir de la reutilización del residuo de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción.		
Marca	Metamorphosis		
Imagen			
Denominación	Luminaria para uso doméstico		
Composición/Origen	Uso de módulos curvados de tubería de PVC recuperada del sector de la construcción, con una base estructural de acero 1020 ensamblable y tiras de luz LED.		
Medidas	Ancho: 483,73 mm	Largo: 480,48 mm	Alto: 486,2mm
Construcción	Termofado en matriz de Aluminio inyectado, corte y ensamblado de cada componente de manera manual.		
País de Origen	Colombia		
Logotipo			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27, Ficha Técnica de Lumifly

Ficha Técnica			
<i>Luminaria Lumifly</i>			
Nombre del Producto	Luminight		
Breve Descripción	Luminaria Ecoamigable colgante, toma de referente formal el molinete con movimiento aerodinámico. Realizada a partir de la reutilización del residuo de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción.		
Marca	Metamorphosis		
Imagen			
Denominación	Luminaria colgante para uso doméstico		
Composición/Origen	Módulos curvados de tubería de PVC fisurada que ha sido recuperada del sector de la construcción, con un eje estructural de un tubo de acero 1020 y tiras de luz LED.		
Medidas	Ancho: 274,5 mm	Largo: 300mm	Alto: 391,95mm
Construcción	Termofado en matriz de Aluminio inyectado, corte y ensamblado de cada componente de manera manual.		
País de Origen	Colombia		
Logotipo			

Fuente: Elaboración Propia

15 Comprobación de Requerimientos

Metamorfosis es una propuesta de diseño que, mediante un proceso de producción simple, haciendo uso de estrategias de Ecodiseño permite comprobar el objetivo general propuesto de implementar la reutilización por medio del Diseño Industrial con en el propósito de disminuir la contaminación ambiental generada por los residuos de PVC desechados por el sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali. Se puede evaluar que por medio de este proceso creativo desde el Diseño Industrial, se da respuesta a la pregunta problema del presente proyecto: ¿Cómo disminuir la contaminación ambiental en vertederos de basura desde el Ecodiseño mediante la reutilización de los desperdicios/residuos de PVC generados por el sector de la construcción dentro la ciudad de Cali?, ya que con el desarrollo de la familia de luminarias, la tubería de PVC recuperada se convierte en materia prima que aporta a la sostenibilidad, generando el beneficio de disminuir la contaminación ambiental por este material, como se puede observar en la tabla del cálculo de PVC recuperado (ver Tabla 27), en esta se muestra una aproximación de la cantidad de residuo reutilizado que se evita terminé en vertederos de basura y se recupera para ser utilizado en este caso en Luminight, una de las luminarias generadas en Metamorphosis. Con estas propuestas, se prolonga la vida útil de la tubería de PVC y se genera una solución creativa a favor del medio ambiente.

Tabla 28, Tabla del cálculo de cantidad PVC recuperado y reutilizado en Luminight.

# Módulos (unidades)	Radio Módulo (cm)	Ángulo Módulo (Grados)	*Longitud del Módulo (cm)	Cantidad PVC Recuperado (cm)
4	19,3	180	60,5	242,2
4	16,3	180	51,1	204,5
4	13,3	180	41,7	166,8
4	10,3	180	32,3	129,1
2	7,3	180	22,8	45,7
Cantidad Total PVC Recuperado * cada Luminaria (cm)				788,1

* Calculado a partir de la ecuación reportada por Acosta,2018 para hallar la Longitud de arco cuando el ángulo esta en Grados $l(AB) = \pi \cdot r \cdot \theta / 180^\circ$; donde r es el radio de la circunferencia y θ es el ángulo del arco.

Fuente: Elaboración Propia

Se procede con la valoración de los requerimientos en los que se puede comprobar si la propuesta de diseño cumple o no cumple con los requerimientos establecidos dentro del proyecto.

Tabla 29, Evaluación de Requerimientos

Requerimiento Físico		
Requerimiento	Cumple	No cumple
El residuo de tubería a reutilizar debe ser de un tamaño máximo a 1.5m de longitud.	√	
Reutilizar desperdicio de tubería de PVC de 1" y 1 ^{1/2} " de tubería de PVC 2".	√	
Realizar el procedimiento de reutilización teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas de la tubería de PVC.	√	

Requerimiento de Espacio		
Requerimiento	Cumple	No cumple
Establecer consideraciones de exposición a las inclemencias del clima y rozamiento con suelos al residuo recuperado.	√	
Generar condiciones de uso del objeto producido de la reutilización dentro de en un espacio interior.	√	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30, Evaluación de requerimientos de proceso

Requerimiento de Proceso		
Requerimiento	Cumple	No cumple
Aprovechar las características mecánicas y físicas del residuo de tubería de PVC recuperada del sector de la construcción	√	
Limpiar y clasificar el residuo de acuerdo a los diámetros y calibres	√	
Elaborar uniones por medio de adhesivos especiales de plásticos para tuberías de PVC.	√	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31, Evaluación de requerimientos de funcionalidad

Requerimiento de Funcionalidad		
Requerimiento	Cumple	No cumple
Plantear un objeto desarrollado con la tubería de PVC recuperada, que le dé un uso diferente al inicial que ésta tenía.	√	
Desarrollar una alternativa que tenga uso en un espacio doméstico.	√	
Aplicar la estrategia de Ecodiseño por medio de la reutilización del residuo de tubería de PVC.	√	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32, Evaluación de requerimientos de Uso

Requerimiento de Uso		
Requerimiento	Cumple	No cumple
Generar un sistema que permita reutilizar el PVC con estrategias de Ecodiseño.	√	
Integrar el residuo de PVC por medio de un diseño industrial de luminarias de uso doméstico	√	
Proponer una alternativa de diseño industrial que disminuya la contaminación ambiental con el residuo de tubería de PVC generada desde el sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali.	√	
Plantear una alternativa de diseño que reutilice residuos en buen estado y fisurados.	√	

Fuente: Elaboración Propia

16 Conclusiones

Como resultado del proceso de investigación presentado en este documento, se puede concluir que para disminuir la contaminación ambiental generada por los desechos/residuos de tubería de PVC por el sector de la construcción dentro de la ciudad de Cali, enfocar esta problemática desde la sostenibilidad empleando estrategias de Ecodiseño por medio de la reutilización prolonga la vida de este residuo desechado, al proporcionársele una alternativa de nuevo uso.

Proceder a caracterizar el tipo de producción de desechos de PVC fue pertinente para conocer las presentaciones de mayor uso que pueden ser las de mayor impacto y desecho (en este caso son las de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ "), también, esto facilitó reconocer lo que se denomina residuos, al dejar de tener utilidad y quedar como desperdicios de un proceso industrial del sector de la construcción. El hecho de analizar las características de estos desechos de PVC para plantear desarrollos en que se pudieran intervenir por medio de procesos de reutilización, permitió plantear el aporte de un nuevo ciclo de vida a los residuos en condiciones compactas y fisurados. El desarrollar una alternativa que ponga en práctica estrategias de Ecodiseño por medio de la reutilización y así evitar que desperdicios de este material afecten la sostenibilidad, permitió actuar de manera acorde a la jerarquía de residuos desde el diseño industrial realizando de forma sensible una alternativa a esta situación que genere cercanía a la cotidianidad de los individuos por medio de luminarias y se relacione con su diario vivir. Sin embargo, un proceso de producción simple que reutilice los residuos de la tubería de PVC recuperada del sector de la construcción puede obtenerse de otras maneras, como: usando los tubos de pequeñas longitudes sin generar transformaciones térmicas en el material partiendo de la estructura cilíndrica que tiene la tubería y desarrollar una *Metamorphosis* del residuo que posibilita

obtener otras alternativas de reutilización desde el Diseño Industrial que a su vez prolongan la vida de éste material recuperado. No obstante, la propuesta de *Metamorphosis* no solo logro la transformación de un residuo de PVC a un producto, sino que para obtenerlo aplico estrategias de Ecodiseño como son: Reducción de uso de materiales vírgenes; Técnicas para optimizar la Producción, mediante menos cantidad de pasos de producción; Optimización de vida útil del material, por medio de un diseño clásico, de más durabilidad en su uso, fácil mantenimiento y reparación; Optimización del sistema de Fin de Vida, aplicando la estrategia principal que se propuso desde el inicio del proyecto en el proceso de investigación y conceptualización, el Reuso del desecho, la Refabricación, Reciclado de materiales y proporcionando una recuperabilidad del material residuo/desecho de la tubería de PVC. Es así como el proyecto, permitió el desarrollo de un nuevo concepto además de generar la posibilidad de agregar un valor económico y simbólico al residuo al convertirse en un producto, en este caso aplicado en luminarias y dando la posibilidad de otras alternativas de diseño.

17 Discusiones

Teniendo en cuenta las características del material en cuanto a resistencia y degradación, puede ser oportuno implementarse en futuros procesos de investigación y diseño el realizar cortes teniendo en cuenta dentro del proceso de reutilización involucrar las virutas de PVC que se generen de la tubería.

Es necesario evaluar que el Diseño Industrial permite el desarrollo de productos que sean replicables y otras alternativas se pueden analizar partiendo del establecer dimensiones en longitudes. De esta manera se posibilita generar propuestas de producción más simple y que permitan la reutilización de la tubería de PVC recuperada.

18 Bibliografía

- BBC Mundo. (2017). Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina: la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha al nuestro planeta. Recuperado 13 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725>
- Camacho Sandoval, A. C. (2013). PVC, un plástico incómodo de reciclar. Recuperado 3 de marzo de 2018, a partir de <https://www.elfinancierocr.com/negocios/pvc-un-plastico-incomodo-de-reciclar/EYFG46ASWFDQ3KPHCYHECEYBZU/story/>
- Crul, M. R. M., Diehl, J. C., & Delft University of Technology, P. B. (2007). *Diseño para la sostenibilidad: Un enfoque práctico para economías en vías de desarrollo*. (U. D. F. Sra. Garrete Clark, Ed.). Lisboa, Portugal. Recuperado a partir de <http://www.d4s-de.org/d4sspanishlow.pdf>
- Cruz, A., Moreno, G., & Lara, M. (2010). Toxicología de las dioxinas y su impacto en la salud humana. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19, 73-84. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a07.pdf>
- Delgado, F. M., Pilar, D., García, S., Jairo, J., & Flórez, O. (2015, diciembre). Aluminum recycling: development opportunities in Bogota (Colombia). *Gestión y Ambiente*, 1-19. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169443282008.pdf>
- Domingo, R. (2011). Compras públicas sustentables Estudio del mercado de productos plásticos

reciclad. Recuperado a partir de

<http://www.unep.fr/scp/procurement/pilotcountries/files/uruguaymrplastic.pdf>

Ecocosas. (2011). PVC el tóxico que nos rodea. Recuperado 4 de octubre de 2017, a partir de

<https://ecocosas.com/arq/pvc-el-toxico-que-nos-rodea/>

El Nuevo Siglo. (2017). Reglamentan manejo de residuos de construcción y escombros | El Nuevo

Siglo Bogotá. Recuperado 21 de mayo de 2018, a partir de

<http://elnuevosiglo.com.co/articulos/03-2017-reglamentan-manejo-de-residuos-de-construccion-y-escombros>

Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014, diciembre). Evaluación de los impactos

medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29, 234-254. Recuperado a partir de www.ricuc.cl

FISO. (2009). Oficina Verde: reducir, reutilizar y reciclar. *Fundación Iberoamericana de*

Seguridad y Salud Ocupacional, 1-4. Recuperado a partir de [http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/18092015_123022_Notifiso - Oficina verde reducir reutilizar y reciclar.pdf](http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/18092015_123022_Notifiso_-_Oficina_verde_reducir_reutilizar_y_reciclar.pdf)

Fundación Ascamm, Observatorio Tecnológico del Metal (OTEA), & Instituto Tecnológico

Metalmecánico. (2007). *Fundición a presión de Aluminio. Nuevos procesos y aleaciones especiales*. Valencia. Recuperado a partir de

<http://observatorio.aimme.esemail:observatorio@aimme.es>

Galindo-Leal, C., & Rendón-Salinas, E. (2005). *Danaidas: Las Maravillosas Mariposas*. (WWF México-Telcel. Publicación, Ed.) (Especial N). México: WWF México-Telcel. Recuperado a partir de www.wwf.org.mx

Gallo Riaño, J. D., & Mora Arias, C. A. Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos, Alcaldía de Envigado § (2011). Recuperado a partir de http://www.ambientalex.info/guias/Guia_manejo_residuos_sp.pdf

Galvis, M. L. (2016). *DIFICULTADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MUNICIPAL DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN SANTIAGO DE CALI*. Universidad de Manizales. Recuperado a partir de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2602/Martha_L_Hernandez_G_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GLINKA, M. E., VEDOYA, D. E., & PILAR, C. A. (2006). ESTRATEGIAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. *Secretaría de Investigación y Posgrado, 04*, 1-5. Recuperado a partir de <http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/comunicaciones06/ponencias/glinka-pilar-vedoya.pdf>

Hess, A. A. (2004). El PVC en la construccion. *Instituto de Estabilidad, Facultad de Ingeniería, UNNE* . Recuperado a partir de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/7-Tecnologia/T-017.pdf>

Inca, F. D. (2015). *DISEÑO DEL PROCESO DE RECICLAJE DE TARJETAS PLÁSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y SIMILARES PARA LA RECUPERACIÓN DE POLICLORURO DE*

VINILO (PVC). Escuela Politécnica Nacional.

- Jiménez, J. S. (2012). DISEÑO DE PRODUCTOS CON TELAS VINÍLICAS MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE MATERIAL DE DESECHO DE TROQUELADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ AUTOR (ES). Recuperado a partir de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16306/JimenezRojasJuanSebastian2012.pdf?sequence=1>
- Lara, J. (2008). Reducir, Reutilizar, Reciclar, 45-48. Recuperado a partir de <http://www.elementos.buap.mx/num69/pdf/45.pdf>
- Lobos, A. (2015). Diseño Sostenible en Teoría y Práctica. *Revista Signa*, 5(5), 1-5.
- López Ricalde, C. D., López-Hernández, E. S., & Ancona Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Educación Ambiental Mayo-Agosto*, 4(2), 1-7. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/4578/457845044002.pdf>
- Maldonado, A. T. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos : una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. 2012, 1-120.
- Maldonado, L. (2015). La contaminación. Recuperado 8 de octubre de 2017, a partir de <http://sustetabilidad.blogspot.com.co/2015/04/la-contaminacion-ambiental-constituye.html>
- Maris, E., Froelich, D., Aoussat, A., & Naffrechoux, E. (2014). From Recycling to Eco-design. En Ernst Worrell & Markus Reuter (Eds.), *Handbook of Recycling* (ELSEVIER, pp. 421-427). Paris: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00027-1>

Martínez Real, M. I. (2014). *Sistema de Gestión integral de residuos en una empresa automotriz*.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. Recuperado a partir de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14905/Tesis.418006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Melorose, J., Perroy, R., & Careas, S. (2000). Libro verde: Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. *Comisión De Las Comunidades Europeas*, 1, 43. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mera Cobo, A. (2018). Los botaderos de escombros, otro problema que desborda a Cali. Recuperado 9 de enero de 2019, a partir de <https://www.elpais.com.co/california/los-botaderos-de-escombros-otro-problema-que-desborda-a.html>

Noticiero 90 Minutos. (2018). *Pese a que hay condiciones técnicas en relleno sanitario, Cali le hace el quite al reciclaje*. 10 de Septiembre. Cali. Recuperado a partir de <https://90minutos.co/condiciones-tecnicas-relleno-sanitario-cali-hace-quite-reciclaje-10-09-2018/>

Opportimes. (2016). DEMANDA DE PVC CRECE 4% ANUAL EN CINCO AÑOS: MEXICHEM | Opportimes. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <https://www.opportimes.com/proveedores/demanda-de-pvc-crece-4-anual-en-cinco-anos-mexichem/>

Orrego, A. (2012). EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA

SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS, 106.

RAMIREZ JUIDÍAS, E., & GALÁN ORTIZ, L. (2006). EL ECODISEÑO COMO HERRAMIENTA BÁSICA DE GESTIÓN INDUSTRIAL. *XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, 1-6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1870.0885>

Redacción de El País. (2018). Cali genera casi un millón de toneladas de escombros al año, advierte Sociedad de Ingenieros. Recuperado 5 de junio de 2018, a partir de <http://www.elpais.com.co/cali/genera-casi-un-millon-de-toneladas-de-escombros-al-ano-advierte-sociedad-de-ingenieros.html>

Revista, E. (2010, octubre). Reciclaje : Reciclaje : dando vida a la basura. *EsPosible*, 1-30.

Revista EcoHabitar. (2011). El PVC en la construcción – EcoHabitar. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://www.ecohabitar.org/el-pvc-en-la-construccion/>

Riosvelasco, P. O., Torres-argüelles, V., & Morales, S. N. (2015). Conceptos de una industria verde : revisión de literatura. *Culcyt*, 55(55), 40-51.

Romano, D. (2015). Medio Ambiente, construcción y PVC. *Greenpeace España*, 5, 1-6. Recuperado a partir de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PVC/medioamb.html>

Sadat-Shojai, M., & Bakhshandeh, G. R. (2011). Recycling of PVC wastes. *Polymer Degradation and Stability*. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2010.12.001>

Sáenz, N. V., & Alpízar, C. V. (2005). Ensayo El Reciclaje como Alternativa para el manejo de

- los Desechos Sólidos Tabla de Contenido. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado a partir de [http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El Reciclaje como alternativa para el manejo de los Desechos Solidos.pdf](http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El%20Reciclaje%20como%20alternativa%20para%20el%20manejo%20de%20los%20Desechos%20Solidos.pdf)
- Segura, E., & Useche, V. (2009). Efecto de la concentración de sulfato de sodio en la viscosidad y difusividad térmica de barbotinas de arcillas rojas. *GITEC Grupo de Investigación en Tecnología Cerámica, 1 Año 14*(1), 50-57.
- Sierra-Pérez, J., & Domínguez, M. (2014). El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño. *El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño, 3*(1), 1-8.
- Solsona, H. A., & Montilla, P. J. (2014). Ensayo: La sostenibilidad del acero y las estructuras derivadas en la industria de la construcción. *Ecodiseño & Sostenibilidad, 0*(6), 302-331. Recuperado a partir de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/ecodiseno/article/view/7912/7854>
- Souza, L. G. M. de, & Gomes, U. U. (2003). Viability of use of PVC tubes in solar collectors: an analysis of materials. *Materials Research, Referencia*(2), 233-238. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392003000200019>
- Tabárez, E., & Yacobucci, M. (2009). «Construir sin destruir» *Reutilización de materiales de descarte de la publicidad en la vía pública*. Centro de Diseño Industrial.
- Villamil Muñoz, J. (2018). ¿Qué está pasando en el relleno sanitario de Yotoco? Recuperado 18

de marzo de 2019, a partir de <https://www.elpais.com.co/valle/que-esta-pasando-en-el-relleno-sanitario-de-yotoco.html>

18.1 Referencias

Alemán, I. (2013). *El horno es una tradición en nuestra comunidad*. (V. Solano, M. del M. Zeledón, & S. Campos, Eds.). San José. Recuperado a partir de [http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/9239/El horno es una tradición en nuestra comunidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/9239/El_horno_es_una_tradici3n_en_nuestra_comunidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Bravo Soto, L., & Silva Lobo, C. (2005). GUÍA EDUCATIVA PARA EL RECICLAJE DEL ACERO. Siderúrgica Gerdau AZA S.A. Recuperado a partir de http://www.gerdau.cl/files/catalogos_y_manuales/A_Reciclar_Chatarra_2a_Edicion.pdf

BBC Mundo. (2017). Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina: la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha al nuestro planeta. Recuperado 13 de noviembre de 2017, a partir de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725>

Camacho Sandoval, A. C. (2013). PVC, un plástico incómodo de reciclar. Recuperado 3 de marzo de 2018, a partir de <https://www.elfinancierocr.com/negocios/pvc-un-plastico-incomodo-de-reciclar/EYFG46ASWFDQ3KPHCYHECEYBZU/story/>

Crul, M. R. M., Diehl, J. C., & Delft University of Technology, P. B. (2007). *Diseño para la*

- sostenibilidad: Un enfoque práctico para economías en vías de desarrollo. (U. D. F. Sra. Garrete Clark, Ed.). Lisboa, Portugal. Recuperado a partir de <http://www.d4s-de.org/d4sspanishlow.pdf>
- Cruz, A., Moreno, G., & Lara, M. (2010). Toxicología de las dioxinas y su impacto en la salud humana. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19, 73-84. Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a07.pdf>
- Delgado, F. M., Pilar, D., García, S., Jairo, J., & Flórez, O. (2015, diciembre). Aluminum recycling: development opportunities in Bogota (Colombia). *Gestión y Ambiente*, 1-19. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169443282008.pdf>
- Domingo, R. (2011). Compras públicas sustentables Estudio del mercado de productos plásticos reciclados. Recuperado a partir de <http://www.unep.fr/scp/procurement/pilotcountries/files/uruguaymrplastic.pdf>
- Ecocosas. (2011). PVC el tóxico que nos rodea. Recuperado 4 de octubre de 2017, a partir de <https://ecocosas.com/arq/pvc-el-toxico-que-nos-rodea/>
- El Nuevo Siglo. (2017). Reglamentan manejo de residuos de construcción y escombros | El Nuevo Siglo Bogotá. Recuperado 21 de mayo de 2018, a partir de <http://elnuevosiglo.com.co/articulos/03-2017-reglamentan-manejo-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014, diciembre). Evaluación de los impactos

medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 29, 234-254. Recuperado a partir de www.ricuc.cl

FISO. (2009). Oficina Verde: reducir, reutilizar y reciclar. *Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional*, 1-4. Recuperado a partir de http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/18092015_123022_Notifiso - Oficina verde reducir reutilizar y reciclar.pdf

Fundación Ascamm, Observatorio Tecnológico del Metal (OTEA), & Instituto Tecnológico Metalmecánico. (2007). *Fundición a presión de Aluminio. Nuevos procesos y aleaciones especiales*. Valencia. Recuperado a partir de <http://observatorio.aimme.esemail:observatorio@aimme.es>

Galindo-Leal, C., & Rendón-Salinas, E. (2005). *Danaidas: Las Maravillosas Mariposas*. (WWF México-Telcel. Publicación, Ed.) (Especial N). México: WWF México-Telcel. Recuperado a partir de www.wwf.org.mx

Gallo Riaño, J. D., & Mora Arias, C. A. Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos, Alcaldía de Envigado § (2011). Recuperado a partir de http://www.ambientalex.info/guias/Guia_manejo_residuos_sp.pdf

Galvis, M. L. (2016). *DIFICULTADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MUNICIPAL DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN SANTIAGO DE CALI*. Universidad de Manizales. Recuperado a partir de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2602/Martha_L_Hernan

dez_G_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GLINKA, M. E., VEDOYA, D. E., & PILAR, C. A. (2006). ESTRATEGIAS DE RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. *Secretaría de Investigación y Posgrado, 04*, 1-5. Recuperado a partir de <http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/comunicaciones06/ponencias/glinka-pilar-vedoya.pdf>

Hess, A. A. (2004). El PVC en la construccion. *Instituto de Estabilidad, Facultad de Ingeniería, UNNE* . Recuperado a partir de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/7-Tecnologia/T-017.pdf>

Inca, F. D. (2015). *DISEÑO DEL PROCESO DE RECICLAJE DE TARJETAS PLÁSTICAS DE IDENTIFICACIÓN Y SIMILARES PARA LA RECUPERACIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)*. Escuela Politécnica Nacional.

Jiménez, J. S. (2012). DISEÑO DE PRODUCTOS CON TELAS VINÍLICAS MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE MATERIAL DE DESECHO DE TROQUELADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ AUTOR (ES). Recuperado a partir de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16306/JimenezRojasJuanSebastian2012.pdf?sequence=1>

Lara, J. (2008). Reducir, Reutilizar, Reciclar, 45-48. Recuperado a partir de <http://www.elementos.buap.mx/num69/pdf/45.pdf>

Lobos, A. (2015). Diseño Sostenible en Teoría y Práctica. *Revista Signa*, 5(5), 1-5.

- López Ricalde, C. D., López-Hernández, E. S., & Ancona Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Educación Ambiental Mayo-Agosto*, 4(2), 1-7. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/4578/457845044002.pdf>
- Maldonado, A. T. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos : una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. 2012, 1-120.
- Maldonado, L. (2015). La contaminación. Recuperado 8 de octubre de 2017, a partir de <http://sustetabilidad.blogspot.com.co/2015/04/la-contaminacion-ambiental-constituye.html>
- Maris, E., Froelich, D., Aoussat, A., & Naffrechoux, E. (2014). From Recycling to Eco-design. En Ernst Worrell & Markus Reuter (Eds.), *Handbook of Recycling* (ELSEVIER, pp. 421-427). Paris: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00027-1>
- Martínez Real, M. I. (2014). *Sistema de Gestión integral de residuos en una empresa automotriz*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. Recuperado a partir de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/14905/Tesis.418006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Melorose, J., Perroy, R., & Careas, S. (2000). Libro verde: Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. *Comisión De Las Comunidades Europeas*, 1, 43. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mera Cobo, A. (2018). Los botaderos de escombros, otro problema que desborda a Cali. Recuperado 9 de enero de 2019, a partir de <https://www.elpais.com.co/calil/los-botaderos-de->

escombros-otro-problema-que-desborda-a.html

Noticiero 90 Minutos. (2018). *Pese a que hay condiciones técnicas en relleno sanitario, Cali le hace el quite al reciclaje. 10 de Septiembre*. Cali. Recuperado a partir de <https://90minutos.co/condiciones-tecnicas-relleno-sanitario-cali-hace-quite-reciclaje-10-09-2018/>

Opportimes. (2016). DEMANDA DE PVC CRECE 4% ANUAL EN CINCO AÑOS: MEXICHEM | Opportimes. Recuperado 1 de marzo de 2018, a partir de <https://www.opportimes.com/proveedores/demanda-de-pvc-crece-4-anual-en-cinco-anos-mexichem/>

Orrego, A. (2012). EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS, 106.

RAMIREZ JUIDÍAS, E., & GALÁN ORTIZ, L. (2006). EL ECODISEÑO COMO HERRAMIENTA BÁSICA DE GESTIÓN INDUSTRIAL. *XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, 1-6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1870.0885>

Redacción de El País. (2018). Cali genera casi un millón de toneladas de escombros al año, advierte Sociedad de Ingenieros. Recuperado 5 de junio de 2018, a partir de <http://www.elpais.com.co/cali/genera-casi-un-millon-de-toneladas-de-escombros-al-ano-advierte-sociedad-de-ingenieros.html>

- Revista, E. (2010, octubre). Reciclaje : Reciclaje : dando vida a la basura. *EsPosible*, 1-30.
- Revista EcoHabitar. (2011). El PVC en la construcción – EcoHabitar. Recuperado 18 de febrero de 2018, a partir de <http://www.ecohabitar.org/el-pvc-en-la-construccion/>
- Riosvelasco, P. O., Torres-argüelles, V., & Morales, S. N. (2015). Conceptos de una industria verde : revisión de literatura. *Culcyt*, 55(55), 40-51.
- Romano, D. (2015). Medio Ambiente, construcción y PVC. *Greenpeace España*, 5, 1-6. Recuperado a partir de <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PVC/medioamb.html>
- Sadat-Shojai, M., & Bakhshandeh, G. R. (2011). Recycling of PVC wastes. *Polymer Degradation and Stability*. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2010.12.001>
- Sáenz, N. V., & Alpízar, C. V. (2005). Ensayo El Reciclaje como Alternativa para el manejo de los Desechos Sólidos Tabla de Contenido. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado a partir de [http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El Reciclaje como alternativa para el manejo de los Desechos Solidos.pdf](http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El%20Reciclaje%20como%20alternativa%20para%20el%20manejo%20de%20los%20Desechos%20Solidos.pdf)
- Segura, E., & Useche, V. (2009). Efecto de la concentración de sulfato de sodio en la viscosidad y difusividad térmica de barbotinas de arcillas rojas. *GITEC Grupo de Investigación en Tecnología Cerámica*, 1 Año 14(1), 50-57.
- Sierra-Pérez, J., & Domínguez, M. (2014). El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño. *El ecodiseño en el ámbito de la ingeniería del diseño*, 3(1), 1-8.

- Solsona, H. A., & Montilla, P. J. (2014). Ensayo: La sostenibilidad del acero y las estructuras derivadas en la industria de la construcción. *Ecodiseño & Sostenibilidad*, 0(6), 302-331. Recuperado a partir de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/ecodiseno/article/view/7912/7854>
- Souza, L. G. M. de, & Gomes, U. U. (2003). Viability of use of PVC tubes in solar collectors: an analysis of materials. *Materials Research, Referencia*(2), 233-238. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392003000200019>
- Tabárez, E., & Yacobucci, M. (2009). «*Construir sin destruir*» *Reutilización de materiales de descarte de la publicidad en la vía pública*. Centro de Diseño Industrial.
- Villamil Muñoz, J. (2018). ¿Qué está pasando en el relleno sanitario de Yotoco? Recuperado 18 de marzo de 2019, a partir de <https://www.elpais.com.co/valle/que-esta-pasando-en-el-relleno-sanitario-de-yotoco.html>

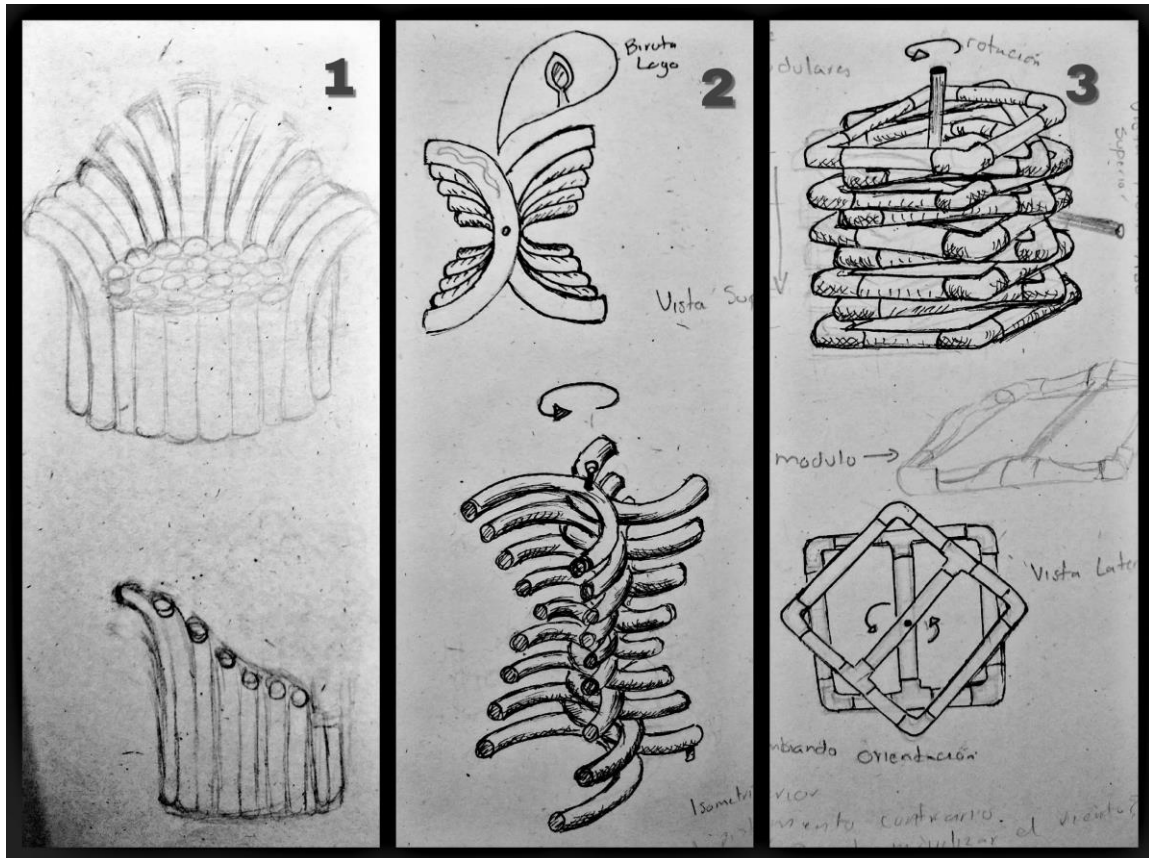
19 Anexos

En el proceso del desarrollo de trabajo se llevaron a cabo diferentes etapas: investigación, entrevistas de trabajo de campo y procesos creativos desde la metodología hasta llegar a la bocetación que facilitaron la selección de la propuesta, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos.

que me facilitaron la selección de la propuesta, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos.

A continuación, se presentan algunas imágenes de este proceso.

Ilustración 2 - Propuestas en bocetos

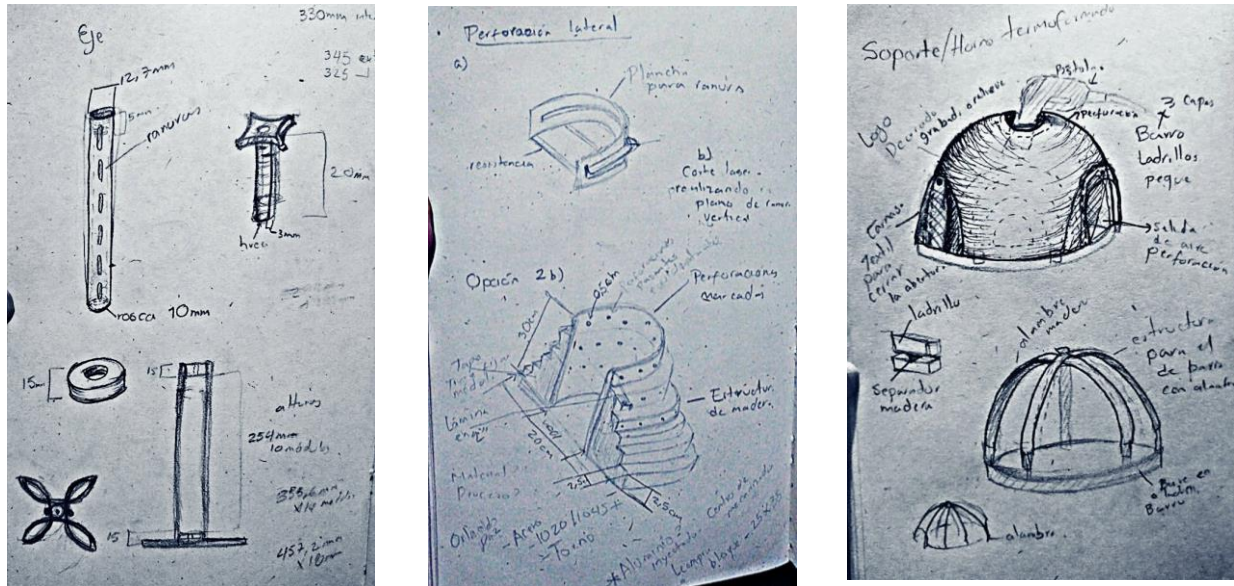


Fuente: Elaboración Propia

Dentro del proceso de bocetación, al seleccionar las luminarias se continuó con el desarrollo del proceso de producción que cumplía con los requerimientos de diseño y los elementos necesarios

para realizar la propuesta de manera industrial, las imágenes permiten ver los procesos de elementos de producción dibujados (ver figura 18).

Ilustración 3- Propuestas en bocetos de elementos de procesos de producción



Fuente: Elaboración Propia

20.3 Elementos de seguridad

A continuación, se presentan por medio de imágenes las herramientas de seguridad y elementos que son requeridas en el proceso de producción de *Metamorphosis* para que se puedan realizar las familias de luminarias propuestas.

Ilustración 4-Ilustración de elementos seguridad para el proceso de producción



Fuente: Elaboración Propia

20.4 Planos

Al terminar el proceso de bocetación y selección de alternativas, se procede al desarrollo del molde lado de las mismas. A continuación, se presentan los planos de las propuestas de diseño que componen este sistema de producción denominado *Metamorphosis* y las luminarias que son las alternativas de Diseño Industrial en las que se muestra la reutilización de la tubería de PVC recuperada del residuo del sector de la construcción.

Fuente: Elaboración Propia

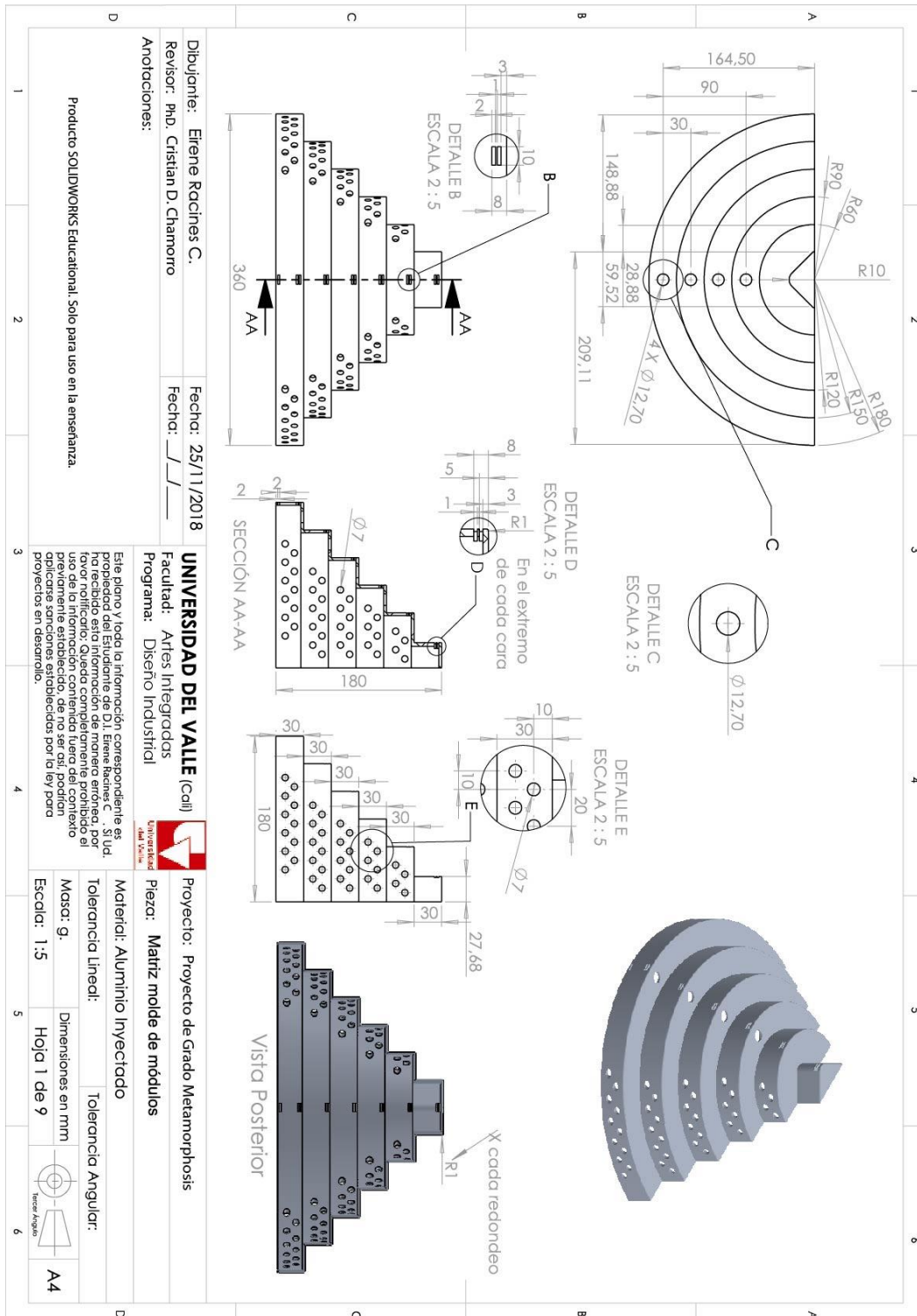
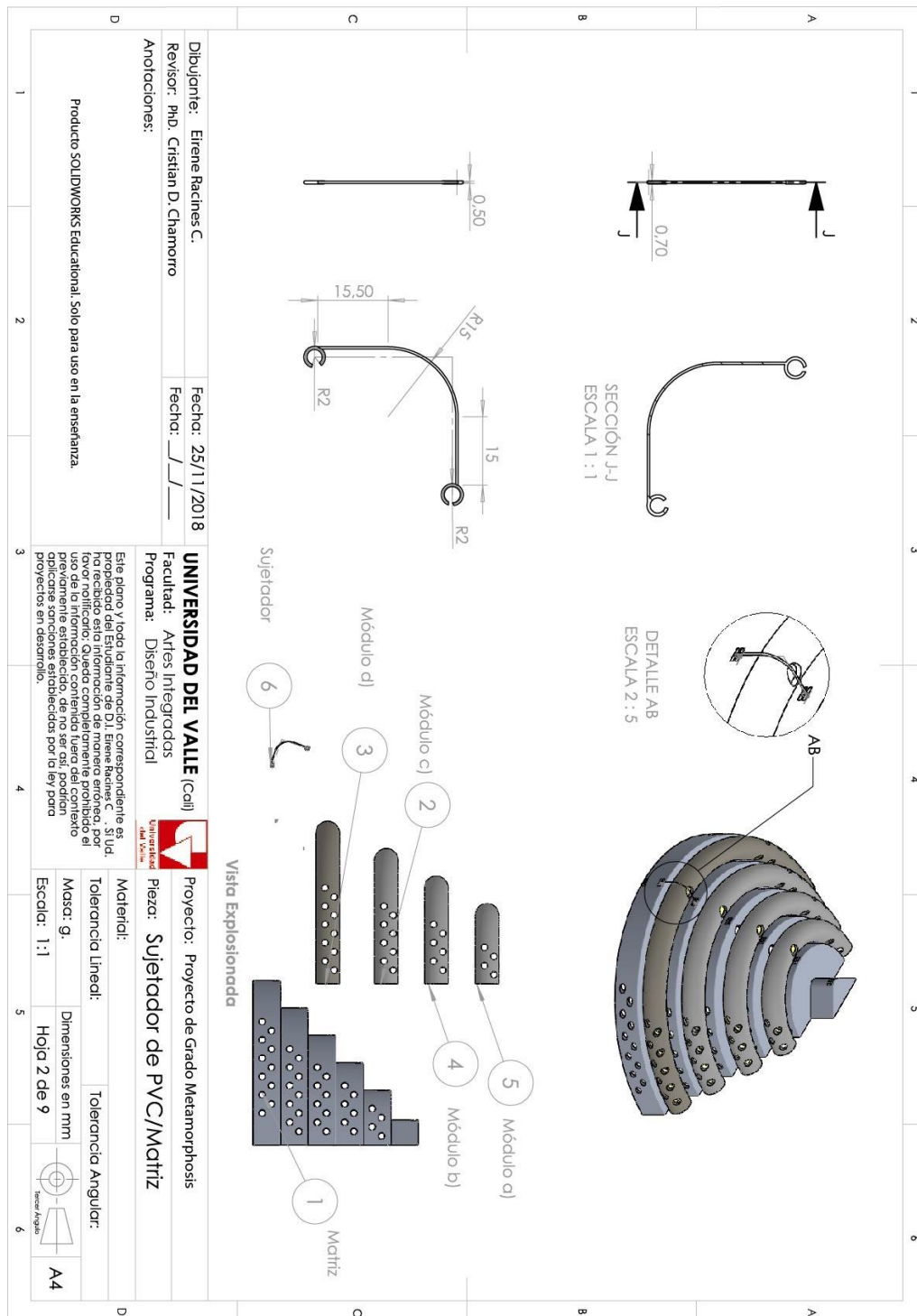
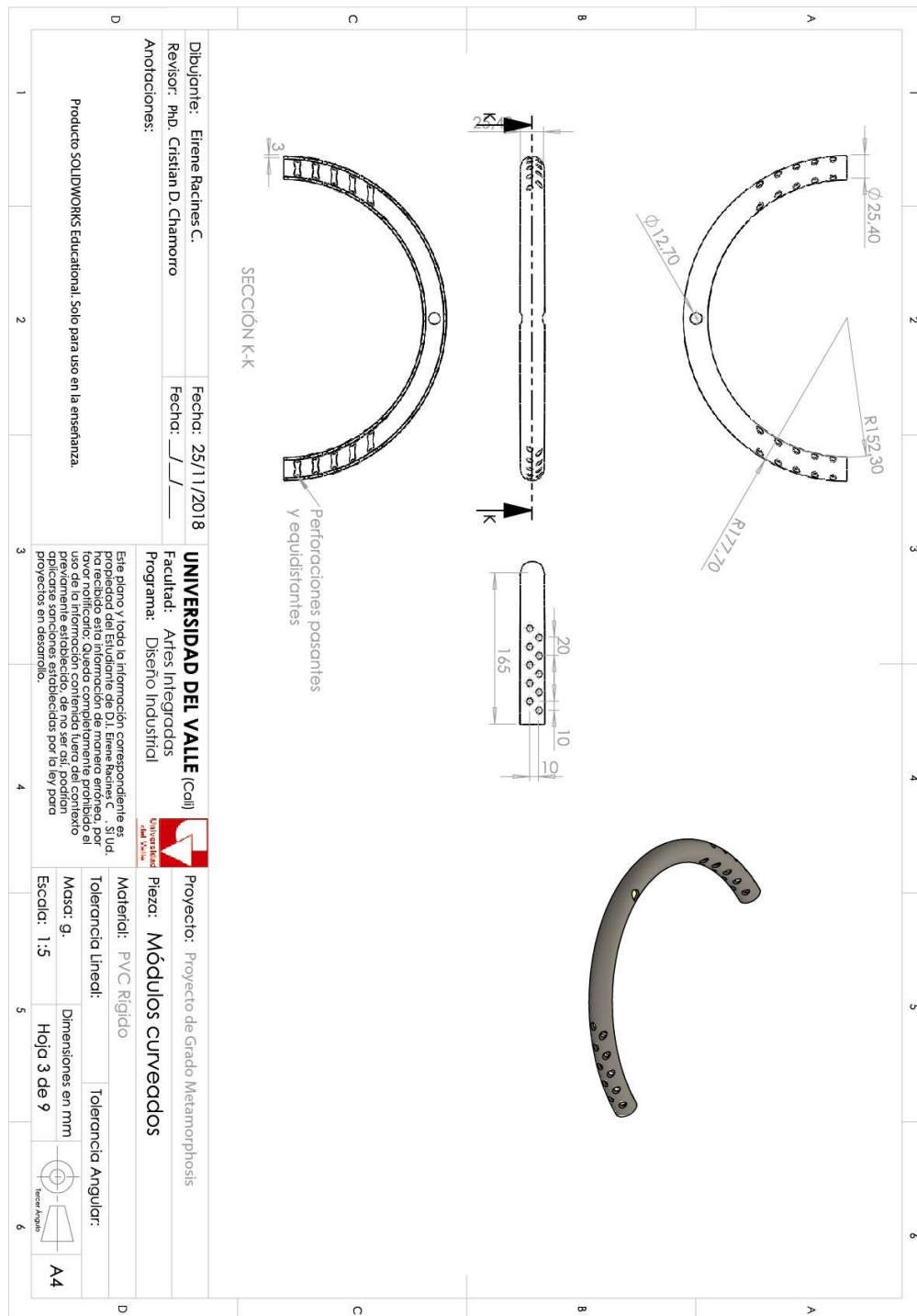


Ilustración 6 - Sujetador de PVC/Matriz



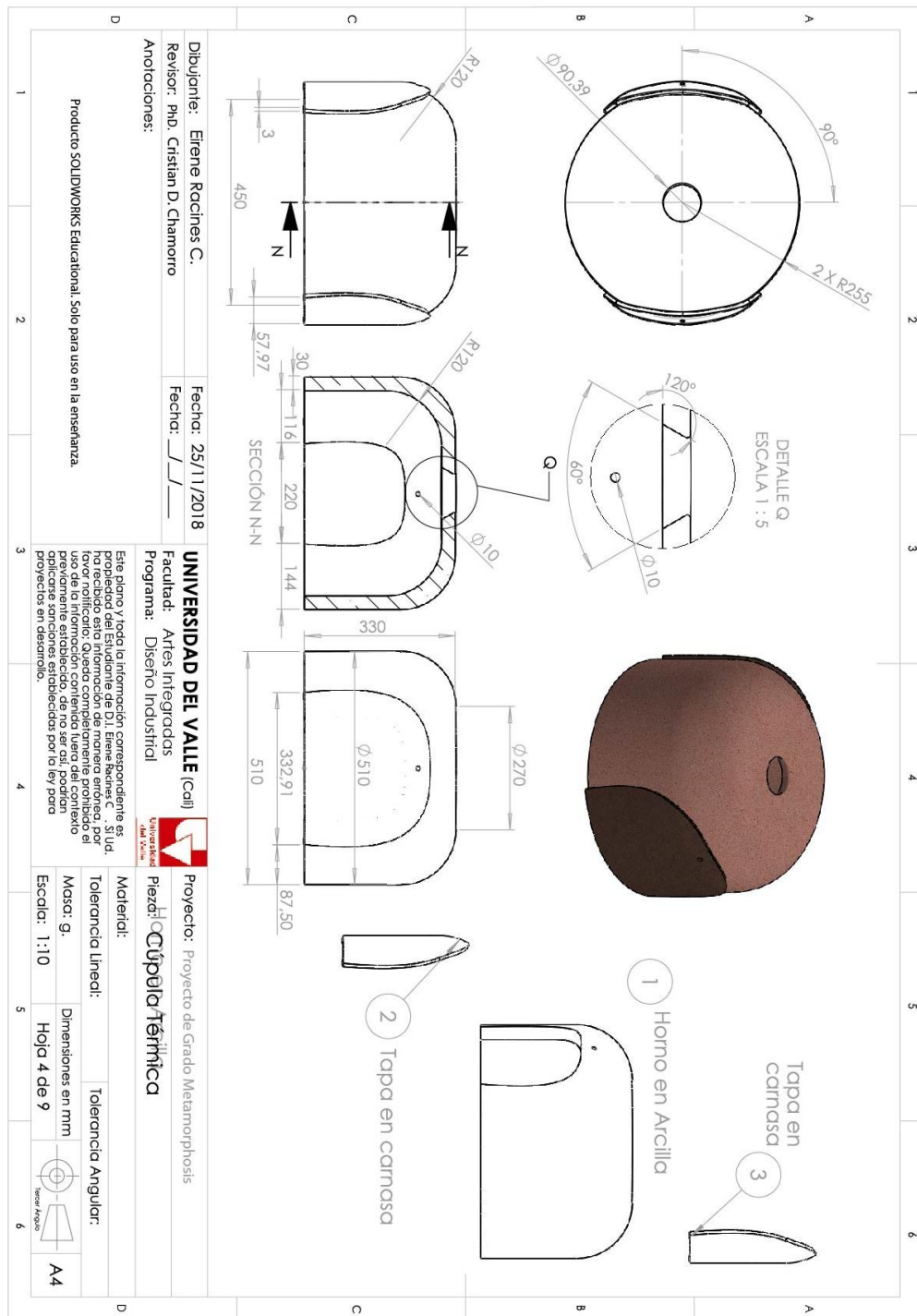
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 7- Módulos curvados



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 8-Cúpula Térmica



Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

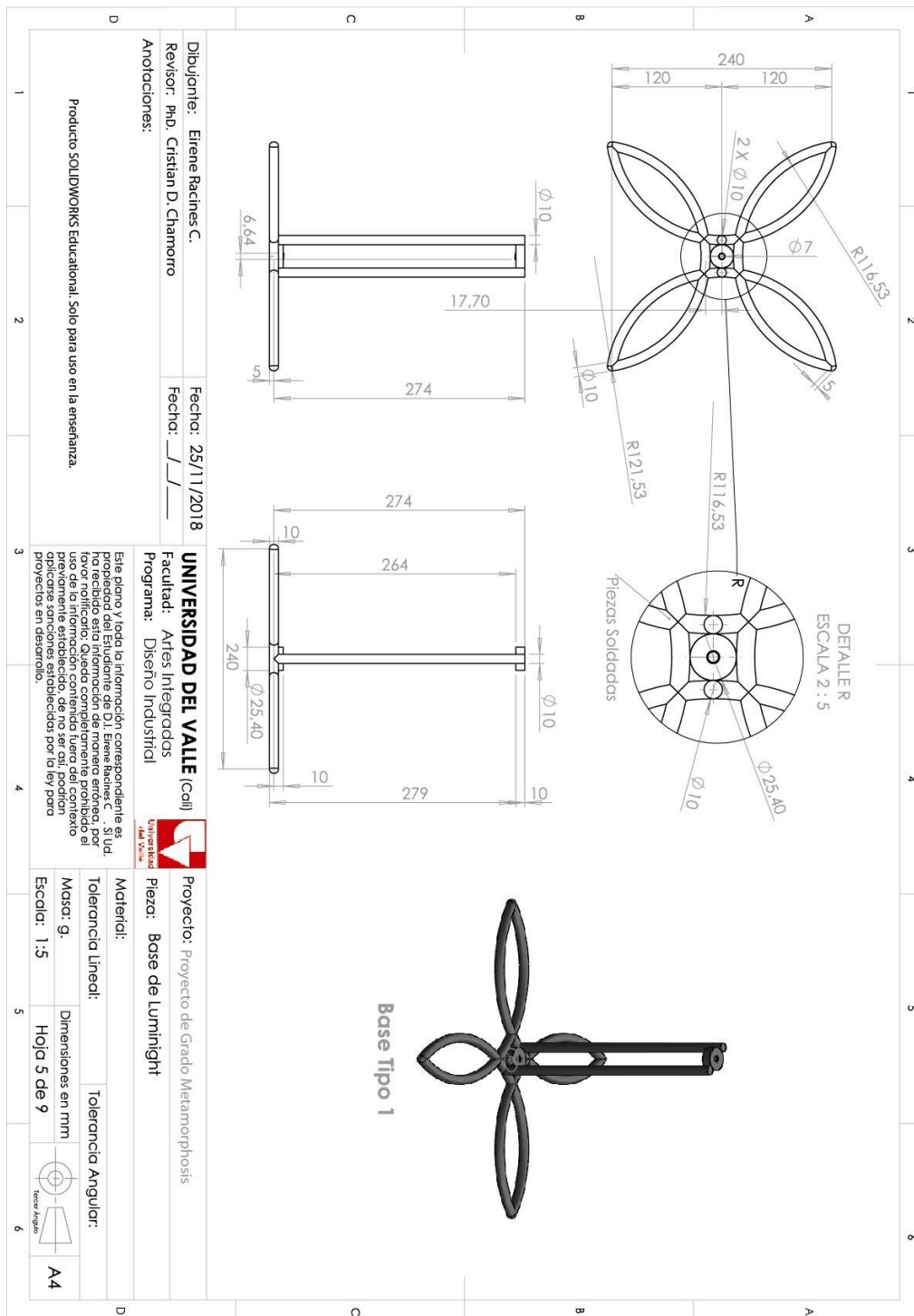
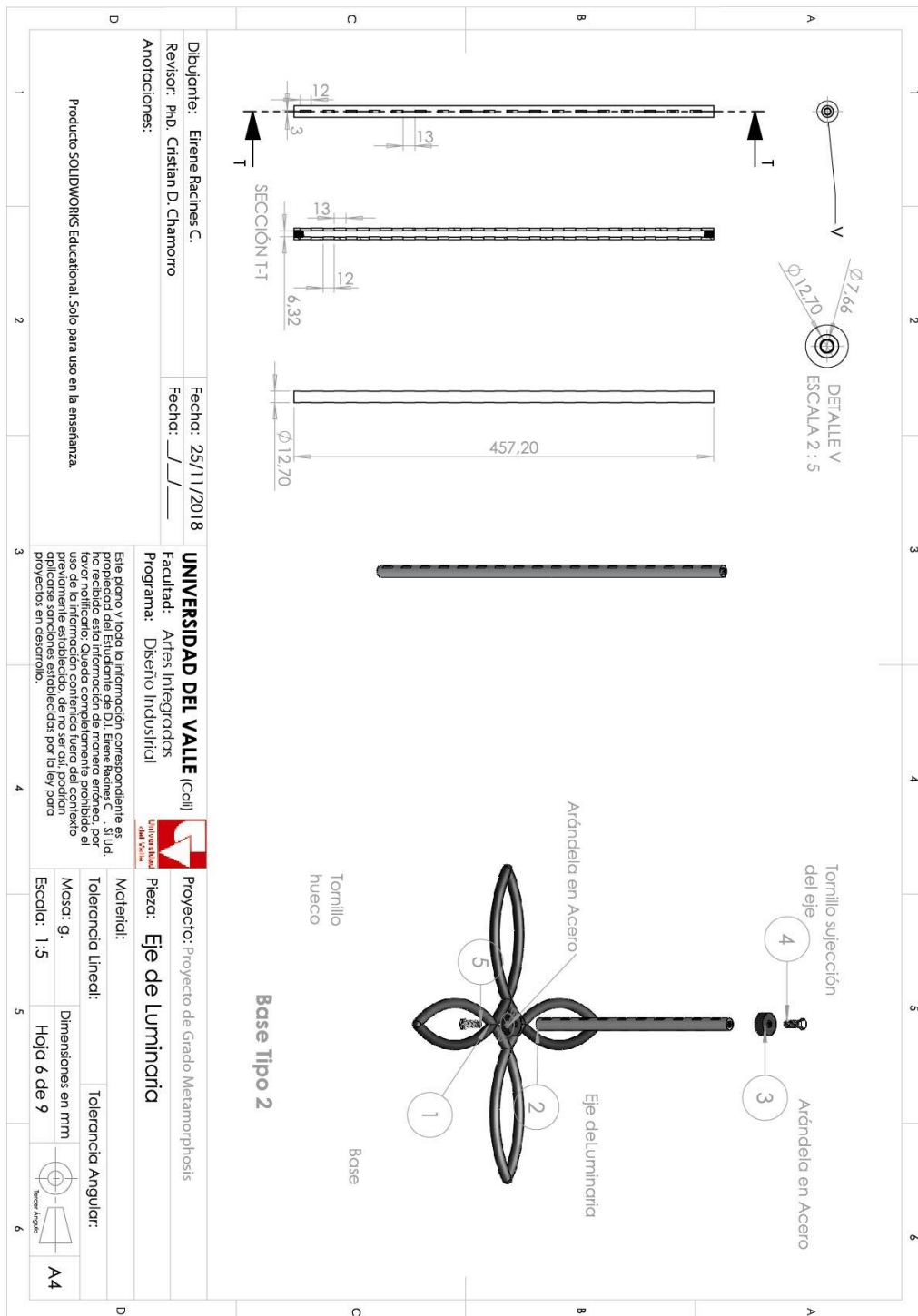
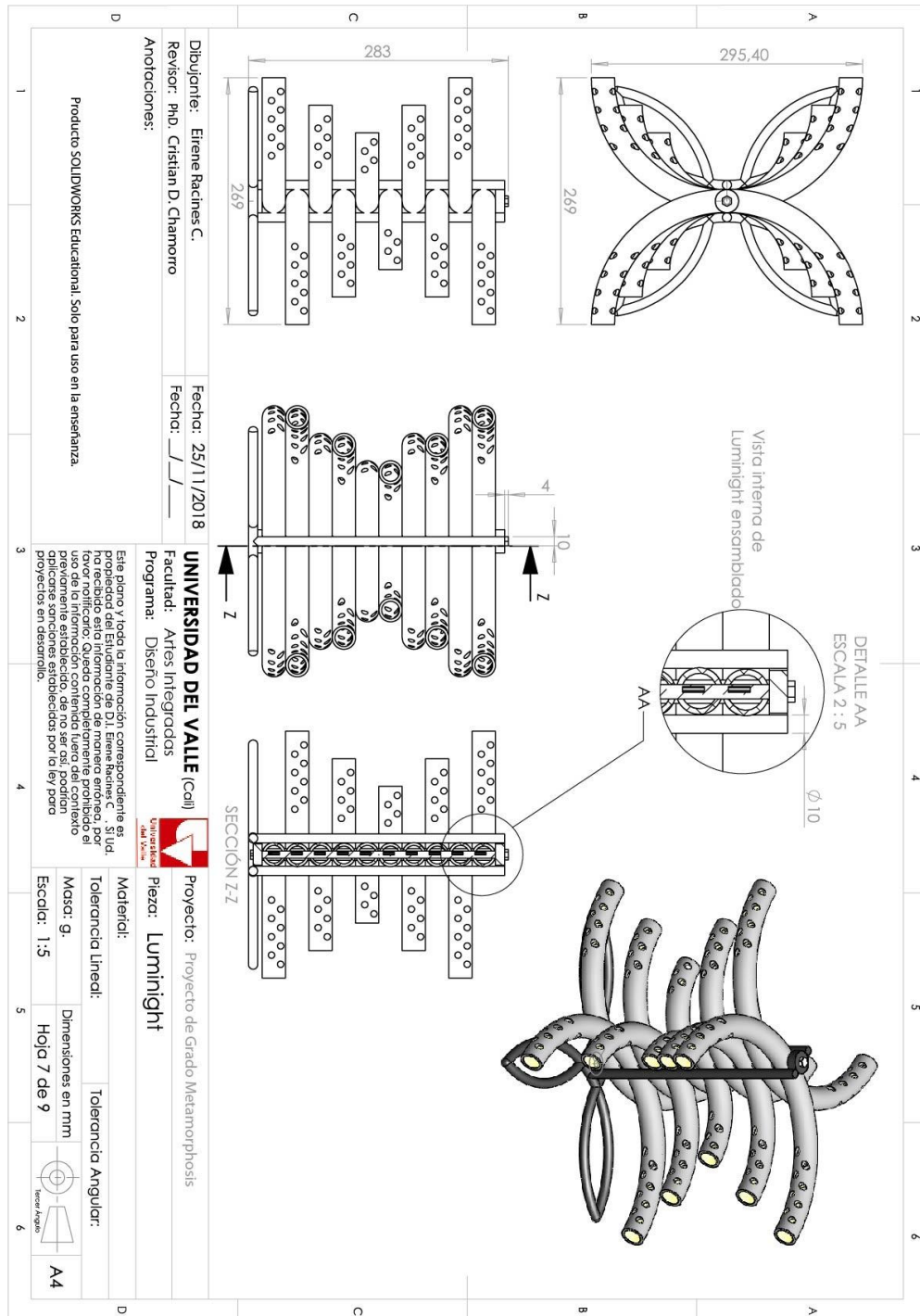


Ilustración 10- Eje de Luminaria



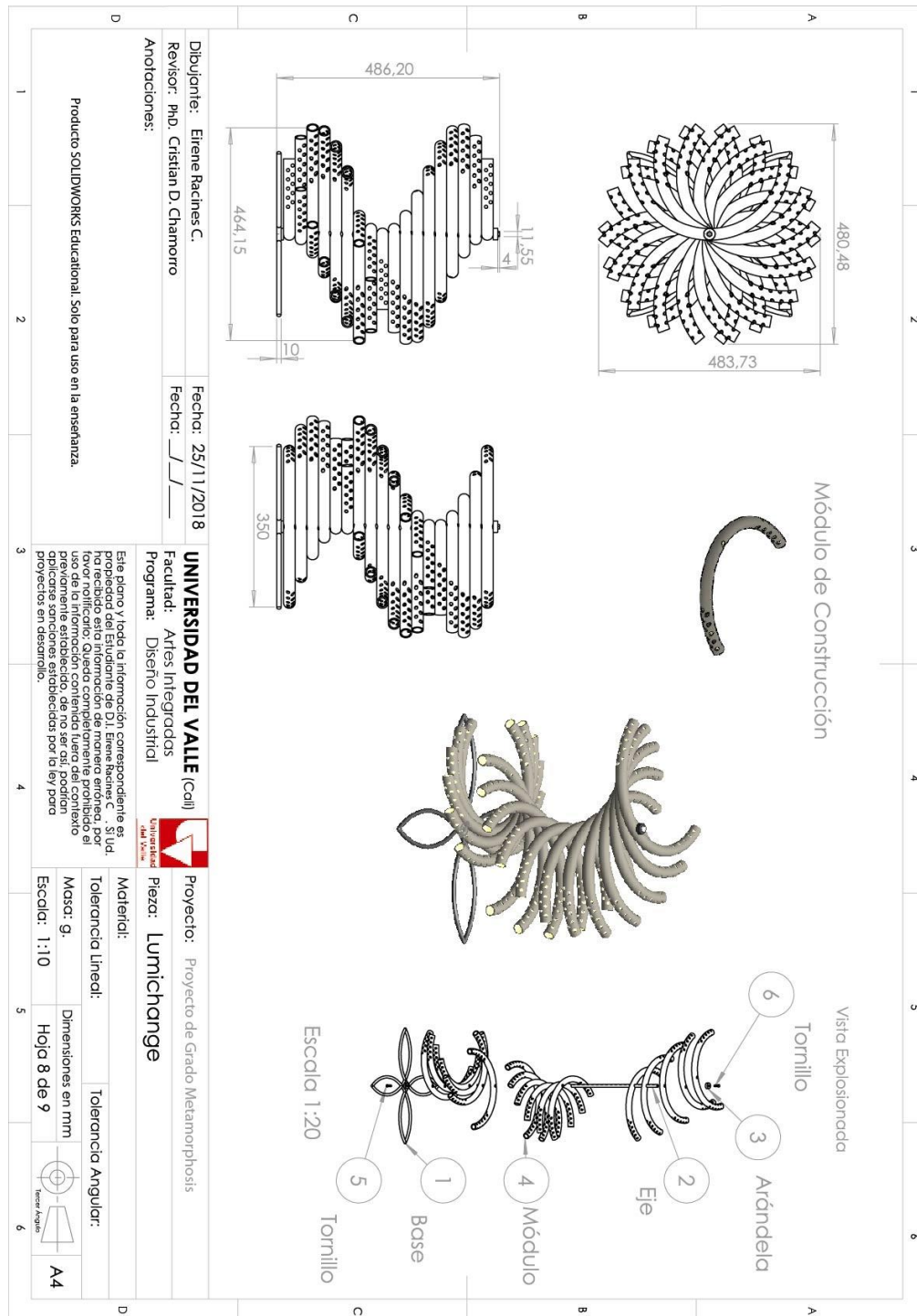
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 11- Luminaria Luminight



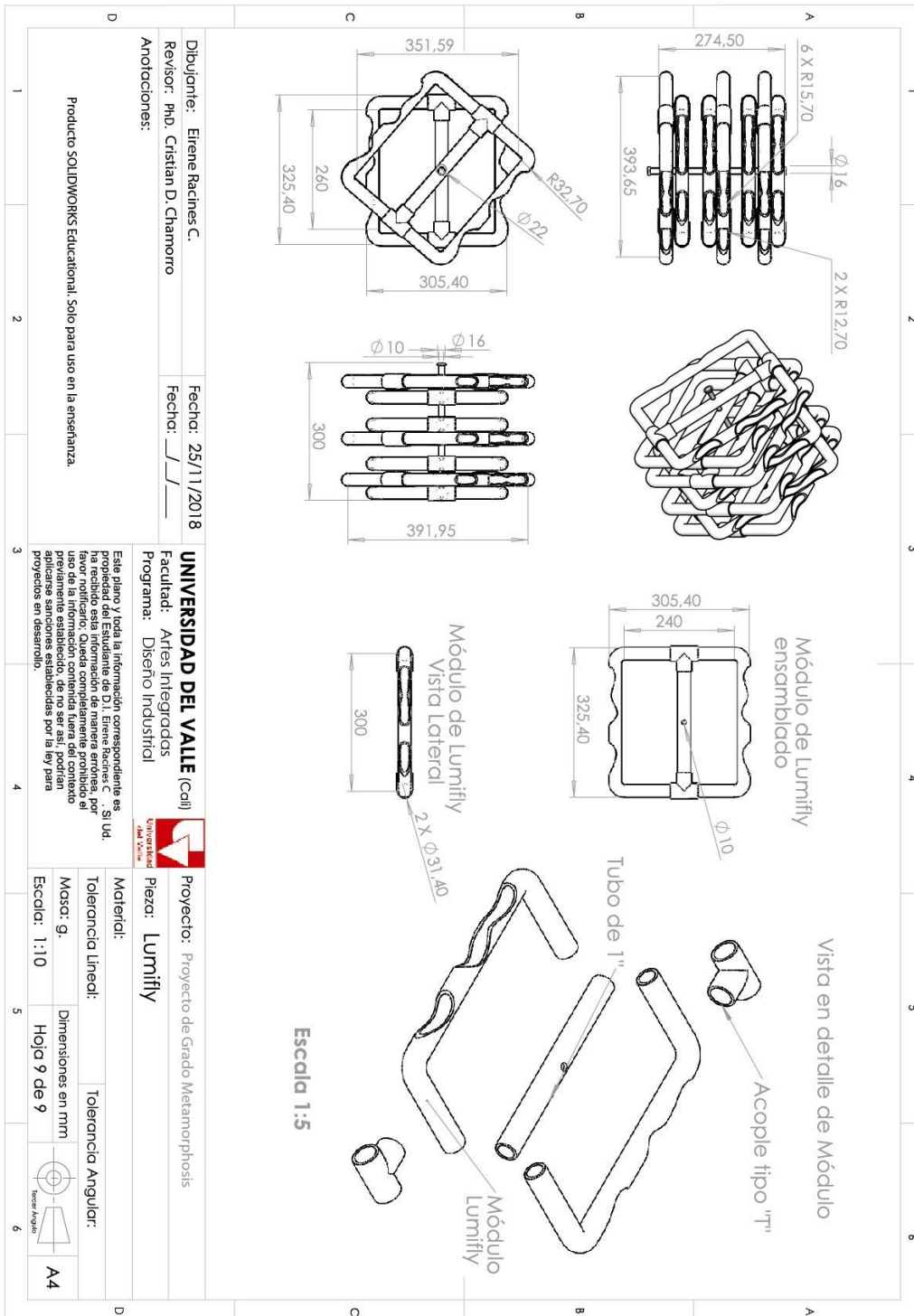
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 12 - Luminaria Lumichange



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 13 - Luminaria Lumify



Fuente: Elaboración Propia