

**ÁRBOL TRADICIONAL DE NAVIDAD. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
SISTEMA MODULAR CON BASE EN EL ANÁLISIS FORMAL Y
ESTRUCTURAL DE UN ÁRBOL DE LA REGIÓN.**

**YURY LORENA ACEVEDO ACOSTA
LEIDY SUSANA HERRERA MARIN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FISICO MECANICA
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2010**

**ÁRBOL TRADICIONAL DE NAVIDAD. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
SISTEMA MODULAR CON BASE EN EL ANÁLISIS FORMAL Y
ESTRUCTURAL DE UN ÁRBOL DE LA REGIÓN.**

**YURY LORENA ACEVEDO ACOSTA
LEIDY SUSANA HERRERA MARIN**

**Plan de proyecto presentado como requisito parcial para optar al título de
Diseñadora Industrial.**

**Director: Eduardo Serafín Guevara Melo
Diseñador Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FISICO MECANICA
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2010**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	26
1.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO	26
1.2 ALCANCES DEL PROYECTO	26
2. OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GENERAL	27
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	27
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. MARCO TEÓRICO	29
4.1 NAVIDAD	29
4.2 SÍMBOLOS Y TRADICIONES DE NAVIDAD	30
4.2.1 Árbol de navidad.	30
4.2.2 Santa Claus	32
4.2.3 Pesebre.	33
4.3 CELEBRACIÓN DE LA NAVIDAD EN COLOMBIA	34
4.4 ANÁLISIS DE SOLUCIONES EN EL MERCADO	36
4.4.1 Árboles naturales	36
4.4.2 Árboles artificiales.	38
4.4.3 Árboles originales.	41

4.5 MORFOLOGÍA DE LOS ÁRBOLES	44
4.5.1 Los árboles y su impacto visual.	44
4.5.1.1 El árbol y su silueta.	44
4.5.2 Clasificación de los árboles.	46
4.5.2.1 Según las ramas.	46
4.5.3 Tipos de hojas según su forma.	47
4.5.4 Disposición de las hojas en la rama.	47
4.5.5 Especies nativas que forman parte de la arborización de Bucaramanga.	49
4.5.6 Biónica.	54
4.5.6.1 Imitando los árboles.	55
4.5.7 Proporciones en la naturaleza.	59
4.5.8 Calidad ambiental	63
4.5.9 Impacto ambiental.	64
4.5.10 Sostenibilidad y el desarrollo sostenible.	66
4.5.10.1 Indicadores de sostenibilidad ambiental.	66
4.5.11 Ciclo de vida del producto.	71
4.5.12 Eco diseño, diseño para el medio ambiente.	72
4.5.13 Normas y legislación.	75
4.5.13.1 Normas internacionales para el ecodiseño	75
5. SELECCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	78

5.1 ANÁLISIS DE LOS ÁRBOLES PRE-SELECCIONADOS	78
5.1.1 Guayacán rosado (<i>tabebuia chrysantha</i>).	78
5.1.2 Búcaro (<i>erythrina fusca</i>).	84
5.1.3 Bala de cañón (<i>couroupita guianensis</i>).	87
5.1.4 Guayabo (<i>psidium guajava</i>).	92
5.1.5 Orejero (<i>enterolobium cyclocarpum</i>).	98
5.1.6 Aguacate (<i>persea americana</i>).	103
5.2 CUADRO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES PRE-SELECCIONADAS	107
6. PERFIL DEL PRODUCTO	110
6.1 REQUERIMIENTOS DE USO	110
6.2 REQUERIMIENTOS FORMAL ESTÉTICOS	110
6.3 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN	110
6.4 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES	111
6.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICO PRODUCTIVOS	111
6.6 REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS O DE MERCADO	112
7. ANÁLISIS VISUAL Y TÁCTIL DE LA ESPECIE ESCOGIDA	113
7.1 SIMETRÍA	114
7.1.1 Simetría Bilateral.	114
7.1.2 Simetría Radial.	114
7.2 MÓDULOS	115
7.2.1 Repetición de módulos.	115

7.3 RADIACIÓN	116
7.4 TEXTURA	117
7.5 CONCENTRACIÓN	121
7.6 GRADACIÓN	121
7.6.1 Gradación de módulos.	121
7.6.2 Progresión espacial.	122
7.7 GEOMETRIZACIÓN Y ABSTRACCIÓN DE LAS FORMAS	124
7.7.1 Geometrización y abstracción de los módulos del botón de la flor	124
7.7.2 Geometrización y abstracción de los módulos de la flor.	128
7.7.3 Geometrización y abstracción del módulo del conjunto androceo.	131
7.7.4 Geometrización y abstracción del módulo del fruto.	133
7.7.5 Geometrización y abstracción módulos de la hoja.	140
7.8 UNIÓN	143
7.9 DISTRIBUCIÓN DE LA ESTRUCTURA	144
8. FASE CREATIVA	146
8.1 CONFIGURACIÓN DE ESTRUCTURAS BIDIMENSIONALES	146
8.2 MODELOS DE LAS ESTRUCTURAS	157
9. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	164
10. ALTERNATIVAS DE UNIÓN	166
10.1 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE UNIÓN	177
10.2 EVOLUCIÓN DE LA UNIÓN SELECCIONADA.	179
11. ALTERNATIVAS DE EJE CENTRAL DE LA ESTRUCTURA	183

11.1 EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL EJE CENTRAL DE LA ESTRUCTURA.	185
12. DISEÑO DEL SOPORTE DE LA ESTRUCTURA	187
13. PROPUESTA FINAL	188
13.1 DISEÑO DE LA PIEZA INTERNA DEL MÓDULO	188
13.2 PIEZAS DE UNIÓN	189
13.3 DIMENSIONES DE LOS MÓDULOS	190
13.4 FUNCIÓN DEL ENSAMBLE	191
13.5 EMPAQUE Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PIEZAS.	192
14. CONFIGURACIÓN FINAL	198
15. DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	200
15.1 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PIEZAS MODULARES	200
15.2 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BASE DEL ÁRBOL	201
15.3 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA PIEZA DEL CENTRO DE LOS MÓDULOS	202
16. MODELADO PROPUESTA FINAL	203
17. OTRAS APLICACIONES VIRTUALES DEL MÓDULO FINAL	207
18. PRUEBA DE USABILIDAD	211
19. CONCLUSIONES	213
BIBLIOGRAFIA	215
ANEXOS	217

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Árboles Originales	42
Tabla 2. Árboles Originales.	43
Tabla 3. Siluetas prototipo de los árboles	45
Tabla 4. Selección de alternativa estructural	164
Tabla 5. Análisis de las alternativas para la unión de los módulos	177
Tabla 6. Análisis de las alternativas para la unión de los módulos	178
Tabla 7. Análisis para la selección del eje	185

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árboles de navidad	30
Figura 2. Árbol Yggdrasil.	31
Figura 3. Imagen representativa de Santa Claus.	33
Figura 4. Representación del Pesebre.	33
Figura 5. Día de las velitas.	34
Figura 6. Cultivo de árboles naturales para navidad	37
Figura 7. El abeto	39
Figura 8. La Picea	39
Figura 9. El Pino	40
Figura 10. Árbol Monopódico	46
Figura 11. Árbol Simpódico	46
Figura 12. Formas de las hojas	47
Figura 13. Disposición de las hojas en la rama	48
Figura 14. Aguacate	49
Figura 15. Algarrobo	49
Figura 16. Bala de Cañón	49
Figura 17. Búcaro	50
Figura 18. Cambulo	50
Figura 19. Caracolí	50
Figura 20. Ceiba	50

Figura 21. Gallinero	51
Figura 22. Guásimo	51
Figura 23. Guamo	51
Figura 24. Guayabo	51
Figura 25. Guayacán Amarillo	52
Figura 26. Guayacán Rosado	52
Figura 27. Mamóncillo	52
Figura 28. Mata ratón	52
Figura 29. Orejero	53
Figura 30. Samán	53
Figura 31. Sapotolongo	53
Figura 32. Totumo	53
Figura 33. Yarumo	54
Figura 34. Solar Tree (Árbol Solar)	55
Figura 35. The Ancient Tree (El Árbol antiguo)	56
Figura 36. Arbre de Flonville (Árbol de Flonville)	56
Figura 37. Solar Shade (Sombra Solar)	57
Figura 38. Parque del Pinar de Perruquet	58
Figura 39. Air- Tree (Árbol purificador de aire)	58
Figura 40. Creación del rectángulo áureo a partir de un cuadrado	60
Figura 41. Espiral de Fibonacci	61
Figura 42. Flores que presentan la serie de Fibonacci	62
Figura 43. La espiral de Fibonacci en la naturaleza	62

Figura 44. Aplicación de la Sección Áurea	63
Figura 45. Impacto Ambiental	65
Figura 46. Proceso productivo	67
Figura 47. Indicadores de sostenibilidad	69
Figura 48. Sistema productivo sostenible	70
Figura 49. Diseño del ciclo de vida del producto	71
Figura 50. Aplicación del ecodiseño en los negocios	73
Figura 51. Análisis Guayacán	78
Figura 52. Análisis estructura Guayacán	79
Figura 53. Silueta del Guayacán	80
Figura 54. Textura tronco Guayacán	80
Figura 55. Análisis hojas de Guayacán	81
Figura 56. Textura hoja de Guayacán	81
Figura 57. Análisis flor de Guayacán	82
Figura 58. Color Flor de Guayacán	83
Figura 59. Análisis fruto de Guayacán	83
Figura 60. Análisis estructura Búcaro.	84
Figura 61. Análisis hoja Búcaro.	85
Figura 62. Análisis flor Búcaro.	86
Figura 63. Análisis fruto Búcaro.	86
Figura 64. Análisis Bala de Cañón	87
Figura 65. Análisis estructura Bala de Cañón	88

Figura 66. Análisis tronco Bala de Cañón	89
Figura 67. Análisis Botón Bala de Cañón	89
Figura 68. Análisis flor Bala de Cañón.	90
Figura 69. Análisis hoja Bala de Cañón.	91
Figura 70. Análisis fruto Bala de Cañón.	91
Figura 71. Análisis Guayabo	92
Figura 72. Análisis estructura Guayabo.	93
Figura 73. Silueta del Guayabo.	94
Figura 74. Textura tronco de Guayabo.	94
Figura 75. Hojas de Guayabo	95
Figura 76. Flor de Guayabo	96
Figura 77. Colores flor de Guayabo	97
Figura 78. Fruto de Guayabo	97
Figura 79. Estructura Orejero	98
Figura 80. Silueta Orejero	99
Figura 81. Textura tronco del Orejero	99
Figura 82. Hojas de Orejero	100
Figura 83. Hoja Orejero	100
Figura 84. Flor del Orejero.	101
Figura 85. Color Flor del Orejero.	102
Figura 86. Fruto Orejero	102
Figura 87. Análisis estructura Aguacate.	103
Figura 88. Silueta Aguacate	104

Figura 89. Corteza Aguacate	104
Figura 90. Hojas de Aguacate	105
Figura 91. Análisis hoja aguacate	105
Figura 92. Flor de Aguacate	106
Figura 93. Color Flor Aguacate	106
Figura 94. Fruto Aguacate	107
Figura 95. Cuadro comparativo de especies pre-seleccionadas	108
Figura 96. Etapas del crecimiento de la flor y el fruto	113
Figura 97. Simetría bilateral en las partes del árbol	114
Figura 98. Simetría radial en las partes del árbol	115
Figura 99. Partes del árbol con repetición de módulos	116
Figura 100. Radiación de forma en la flor y el fruto	117
Figura 101. Textura presente en las partes del árbol	118
Figura 102. Textura de la hoja	118
Figura 103. Textura del botón de la flor	119
Figura 104. Textura de la flor	120
Figura 105. Textura tronco del árbol	120
Figura 106. Concentración presente en el árbol	121
Figura 107. Gradación de tamaño presente en el árbol	122
Figura 108. Gradación de color presente en el árbol	123
Figura 109. Colores presentes en las hojas del árbol	123
Figura 110. Geometrización y abstracción del módulo de la flor en su primera etapa	124

Figura 111. Módulo obtenido del cáliz de la flor y su configuración	125
Figura 112. Módulo obtenido del sépalo de la flor	126
Figura 113. Módulo obtenido del cáliz de la flor	126
Figura 114. Módulo obtenido del cáliz de la flor y su configuración	127
Figura 115. Geometrización y abstracción de los módulos de la flor	128
Figura 116. Módulo de la flor y su configuración	129
Figura 117. Módulo de la flor y su configuración	130
Figura 118. Geometrización y abstracción del módulo del conjunto androceo	131
Figura 119. Módulo obtenido del conjunto androceo y su configuración	132
Figura 120. Geometrización y abstracción del módulo del fruto	133
Figura 121. Módulo vista lateral del fruto	134
Figura 122. Módulo del fruto y su configuración	135
Figura 123. Módulo del fruto y su configuración	136
Figura 124. Geometrización y abstracción del módulo parte interna del fruto	137
Figura 125. Módulo parte interna del fruto	137
Figura 126. Geometrización y abstracción módulo vista superior del fruto	138
Figura 127. Módulo vista superior del fruto y su configuración	139
Figura 128. Geometrización de la hoja	140
Figura 129. Abstracción de módulos de la hoja	140
Figura 130. Módulo de la hoja y su configuración	141
Figura 131. Módulo de la hoja y su configuración	142
Figura 132. Unión de las hojas	143
Figura 133. Distribución de las hojas en el tallo	144

Figura 134. Aproximación a la estructura fractal del árbol	144
Figura 135. Estructura bidimensional 1	146
Figura 136. Variaciones estructura bidimensional 1	147
Figura 137. Estructura bidimensional 2	148
Figura 138. Variaciones de la estructura bidimensional 2	149
Figura 139. Estructura bidimensional 3	150
Figura 140. Variación de la estructura bidimensional 3	151
Figura 141. Otras configuraciones, estructura bidimensional 3	152
Figura 142. Estructura bidimensional 4	153
Figura 143. Propuestas bidimensionales estructura 4	154
Figura 144. Estructura 5	155
Figura 145. Propuestas bidimensionales estructura 5	156
Figura 146. Estructura 3	157
Figura 147. Modelado estructura 3	158
Figura 148. Estructura 4	159
Figura 149. Modelado estructura 4	160
Figura 150. Estructura 5	161
Figura 151. Modelo estructura 5	162
Figura 152. Modelado estructura 5	163
Figura 153. Unión de los módulos.	166
Figura 154. Ensamble por orificios	167
Figura 155. Modelo del ensamble por orificios	168

Figura 156. Ensamble por ranuras	169
Figura 157. Ensamble por ranuras	170
Figura 158. Ensamble mdf	171
Figura 159. Modelo mdf	172
Figura 160. Modelo elaborado en MDF	174
Figura 161. Ensamble por grupos de cinco módulos por medio de un eje y bisagra	175
Figura 162. Ensamble de tres grupos de módulos en una sola pieza	176
Figura 163. Ensamble con eje	179
Figura 164. Evolución de la unión en base al análisis de las alternativas de ensamble	180
Figura 165. Explicación del ensamble final	181
Figura 166. Ensamble final	181
Figura 167. Ensamble final	182
Figura 168. Eje de la estructura	183
Figura 169. Eje de la estructura	184
Figura 170. Diseño de la base para la estructura final	187
Figura 171. Pieza interna de los módulos	188
Figura 172. Piezas de unión para el modelo final	189
Figura 173. Tamaño de los módulos	190
Figura 174. Módulos ensamblados con las fichas de unión	191
Figura 175. Opciones de almacenaje de las piezas	192
Figura 176. Opciones de almacenaje de las piezas	193
Figura 177. Distribución de las piezas para su almacenamiento	194

Figura 178. Propuesta de empaque para las piezas	195
Figura 179. Propuesta de imagen visual	196
Figura 180. Propuesta de empaque e imagen visual	197
Figura 181. Configuración de la rama base creada con las piezas	198
Figura 182. Diferentes configuraciones variando el número de piezas ensambladas	199
Figura 183. Diagrama módulo	200
Figura 184. Diagrama base	201
Figura 185. Diagrama flor interna	202
Figura 186. Modelos virtuales de la propuesta final 1	203
Figura 187. Modelos virtuales de la propuesta final 2	204
Figura 188. Modelos virtuales de la propuesta final 3	205
Figura 189. Modelos virtuales de la propuesta final 4	206
Figura 190. Estructura semiesférica generada a partir del módulo final obtenido	207
Figura 191. Estructura para la creación de elementos de iluminación	208
Figura 192. Familia de objetos decorativos	209
Figura 193. Base para mesa auxiliar	210
Figura 194. Prueba de usabilidad	211

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Encuesta virtual realizada para el planteamiento del perfil del producto	217
Anexo 2. Planos técnicos de las piezas que componen el modelo funcional	219
Anexo 3. Procesos productivos propuestos para el desarrollo del proyecto a nivel industrial	224

RESUMEN

TÍTULO: ÁRBOL TRADICIONAL DE NAVIDAD. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MODULAR CON BASE EN EL ANÁLISIS FORMAL Y ESTRUCTURAL DE UN ÁRBOL DE LA REGIÓN*

AUTORES: ACEVEDO ACOSTA YURY LORENA; HERRERA MARÍN LEIDY SUSANA**

PALABRAS CLAVES: Árbol, Biónica, Modular, Navidad, Tridimensional.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto desarrolla un árbol de navidad partiendo del análisis biónico de un árbol regional se realiza con el fin de permitir la incursión de un producto innovador en el mercado.

La primera parte recopila información enfocada a las tradiciones navideñas, biónica y conceptos de diseño; la segunda, presenta las diferentes especies de árboles encontrados en Santander y el proceso de selección que se llevo a cabo para obtener finalmente como objeto de estudio al árbol Couroupita Guianensis más conocido como Bala de cañón, nombre que se le asigna por su fruto, que se asemeja a las balas que utilizaban en la artillería española

La tercera parte hace referencia al planteamiento y evaluación de soluciones bidimensionales y tridimensionales partiendo del análisis formal y estructural del objeto de estudio seleccionado, del cual se obtienen módulos que posibilitan una variedad de configuraciones generando nuevas formas para la creación de diferentes alternativas del árbol de navidad.

Finalmente este proyecto se sintetiza en la obtención de un modelo funcional que cumple con los parámetros formales y de diseño preestablecidos, se desarrolla por medio de la aplicación de procesos productivos en los cuales intervienen tecnología regional apropiada para su correcta elaboración, se proponen diferentes materiales que permitieran su adecuado funcionamiento y adicional a esto, se presenta una propuesta de imagen visual y empaque del producto final.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías físico-mecánicas, Escuela de Diseño Industrial. GUEVARA MELO, Eduardo Serafín.

ABSTRACT

TITLE: TRADITIONAL CHRISTMAS TREE. DESIGN AND BUILDING OF A MODULAR SYSTEM BASED IN THE FORMAL AND STRUCTURAL ANALYSIS OF A TREE FROM THE REGION.*

AUTHORS: ACEVEDO ACOSTA YURY LORENA; HERRERA MARÍN LEIDY SUSANA**

KEY-WORDS: Tree, Bionic, Modular, Christmas, three-dimensional.

DESCRIPTION:

This Project develops a Christmas tree, starting with the bionic analysis of a regional tree. That will allow the incursion of a original product to the market.

The first part summarize the information focused on the Christmas traditions, bionic and concepts if design. The second, shows the different species of trees found in Santander. and the selection process to obtain as a studies tree, the Couroupita Guianensis, better know as Bala de Cañon, name that was given due to its fruit, similar to the cannon balls used by the Spanish artillery.

The third part refers to the setting and evaluation of two-dimensional and three-dimensional solutions, from the formal and structural analysis of the item selected to study, from which its obtain modules that posibilitate us several configurations generating new ways to create different alternatives of a christmas tree.

Finally, this project get synthesized in the obtention of a functional model that fulfills the formal and design parameters preestablished, it gets developed through the application of productive processes on which take part suitable technology from the region to its correct making, we propose different material to the proper working. In addition we presents a proposal of the visual image and the wrapping of the final product.

* Degree project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Industrial Design. GUEVARA MELO, Eduardo Serafin.

INTRODUCCIÓN

La navidad es una de las fiestas más importantes del Cristianismo, que celebra el nacimiento de Jesucristo, y forma parte de las tradiciones latinoamericanas, reúne a las familias en torno al pesebre y el árbol de navidad, dos elementos representativos de estas fiestas.

El árbol de navidad se encuentra en un mercado donde están ausentes las propuestas innovadoras que permitan implementar un proceso de diseño donde se analice su fase de producción, aplicación de materiales y manufactura, al mismo tiempo que sea generador de identidad mediante el análisis formal y estructural de un árbol colombiano.

Este proyecto busca crear una propuesta formal de un árbol de navidad, basado en las tradiciones colombianas obteniendo una alternativa con la cual el usuario se identifique y lo represente dentro de su entorno social.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en realizar un árbol de navidad mediante la elaboración de un sistema modular estructural tridimensional, con base en el estudio de soluciones biológicas de un árbol de la región.

Colombia posee una gran diversidad de vegetación lo cual permite seleccionar una especie que aporte su riqueza formal y estructural para el desarrollo del proyecto.

1.2 ALCANCES DEL PROYECTO

Este proyecto se enfoca en el estudio de soluciones biológicas aplicado al desarrollo de productos, este análisis será la base para la creación de un modelo funcional modular de un árbol navideño. Se planteará una propuesta para el sistema de packaging del producto.

El estudio de las propiedades formales y estructurales de las diferentes especies de vegetación en la región se realizará con el fin de seleccionar una en particular que aporte mayores ventajas al desarrollo del diseño del árbol.

La propuesta final de diseño que se obtenga se realizará por medio del manejo de tecnología y maquinaria disponible en la región, así como el empleo de materiales asequibles que permitan el adecuado desarrollo del proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema modular de un árbol tradicional de navidad que permita una configuración tridimensional resultante del análisis formal y estructural de un árbol de la región.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Plantear un sistema de piezas modulares que permitan ser ensambladas entre sí con base en el análisis formal y estructural de un árbol de la región.

Generar un producto que permita mantener y transmitir las tradiciones navideñas manteniendo el concepto con innovación formal

Participar en el semillero del grupo de Investigación Biónica de la Escuela de Diseño Industrial.

3. JUSTIFICACIÓN

El árbol de navidad que se decora cada año se ha convertido desde su origen en la Alemania del siglo XVII, en uno de los símbolos más representativos de esta época del año en gran parte del mundo, y ha perdurado en el tiempo y las generaciones convirtiéndose en un motivo de encuentro familiar. Dicho árbol en los últimos decenios se ha laicizado, ligándose al consumismo e imitando el estilo de vida americano que se ve presente en el sector comercial, invadido de productos importados que se adoptan como propios sin que posean características que los identifique con la idiosincrasia colombiana.

El árbol de navidad, es una conífera de hoja perenne originaria de los países nórdicos, por ser un árbol de climas fríos no se da en Colombia y no representa ninguna especie nativa, por este motivo el proyecto busca explorar la flora colombiana mediante un proceso de investigación formal y estructural de las especies arbóreas para definir una en particular que permita combinar sus características y crear una versión autóctona del árbol de navidad.

Esto se realiza con el fin de permitir la incursión de un producto innovador en el mercado.

Este estudio dará un enfoque nacional a esta tradición por medio de la combinación de materiales, el aprovechamiento de los recursos naturales y la intervención de un proceso de diseño logrando una nueva opción para las familias Colombianas.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 NAVIDAD

Al hablar de la navidad no solamente hablamos de la celebración anual del nacimiento de Jesucristo, sino que también hablamos de las tradiciones que se han implementado al festejar esta fecha tan importante para los cristianos. La Navidad es un día que la Iglesia Católica reviste con triple significado: es el símbolo del nacimiento eterno del Verbo divino; es el aniversario del nacimiento del Dios- hombre, y es la imagen del nacimiento espiritual de la comunidad cristiana. El origen de la fiesta de la Navidad no es conocido con exactitud, sin embargo existen escritos redactados hacia el año 380 en los cuales se menciona esta fiesta como una costumbre antigua. En la actualidad esta festividad se celebra el 25 de diciembre, esta fecha fue impuesta por el obispo romano Liberio en el año 354 y coincide con el solsticio de invierno, ocasión en que los romanos celebraban la victoria de la luz sobre las tinieblas, pero según los investigadores no puede coincidir con la del verdadero nacimiento de Jesús por razones climáticas.

Múltiples tradiciones y costumbres han surgido alrededor de la Navidad. El clima influye sobre la forma de la celebración: en los países situados al norte del Ecuador la fiesta se celebra en pleno invierno, tomando un aspecto hogareño e íntimo; en los situados en el hemisferio sur, por el contrario, los calores del verano favorecen las grandes manifestaciones populares.

4.2 SÍMBOLOS Y TRADICIONES DE NAVIDAD

Entre los múltiples símbolos y tradiciones de Navidad se hallan el árbol, el pesebre, Santa Claus, los platos y comidas especiales, los villancicos, las hojas de muérdago y la piñata.

4.2.1 Árbol de navidad. El árbol de navidad es un elemento decorativo tradicional de estas fiestas, suele ser empleado una conífera de hoja perenne como los pinos y los abetos, se pueden utilizar árboles naturales con raíz, árboles naturales sin raíz o árboles artificiales de plástico u otros materiales sintéticos, que se decoran con luces llamativas, cintas, estrellas, bolas y todos los adornos que se deseen.

Figura 1. Árboles de navidad



Fuente:<http://aracnida.spaces.live.com/>; http://1.bp.blogspot.com/_i6_Q29KJg/ST68ZmJWf8I/AAAAAAAABDw/x0mR5UqEFGQ/s400/arbol_03.jpg

Existen muchas teorías con respecto al origen del árbol de navidad, y a la vinculación de éste en la celebración de la Natividad de Jesús, como muchas otras tradiciones católicas se cree que descende del proceso de evangelización realizado y de su fusión con las fiestas paganas.

Figura 2. Árbol Yggdrasil.



Fuente: <http://bodhati.files.wordpress.com/2008/11/yggdrasil.jpg>

Dentro de estas teorías se encuentra que los pueblos paganos del Norte europeo rendían culto a los árboles, celebrando el nacimiento de Frey, dios del Sol y la fertilidad, adornando un pino o cualquier otro árbol de hojas perennes con objetos brillantes y velas que simbolizaban el sol, la luna y las estrellas, en la fecha próxima a la Navidad cristiana. Este árbol simbolizaba al árbol del Universo, llamado Yggdrasil, en cuya copa se hallaba Asgard (la morada de los dioses) y el Valhalla (el palacio de Odín); y en las raíces más profundas estaba Helheim (el reino de los muertos); al convertirse al cristianismo, conservaron en el árbol de Navidad un resabio de su antigua superstición pero con diferente significado. Muchos pueblos han adoptado el árbol sin conocer su origen precristiano. Existe una leyenda sobre el origen del árbol navideño, que trata de darle un contenido cristiano; según la misma Winifredo (San Bonifacio), misionero inglés que viajaba por el norte de Alemania difundiendo las enseñanzas de Jesús, llegó a donde se estaba realizando un rito en el cual el príncipe Asulfo, sujeto al tronco de un árbol, iba a ser sacrificado para saciar las iras del dios Thor; Winifredo interrumpió en medio de la ceremonia y con su hacha derribó el roble que habría de servir como altar del sacrificio expiatorio, pero de inmediato brotó en el mismo sitio un lozano pino. El misionero explicó que el nuevo árbol era el símbolo de la nueva vida traída por Jesús, y el pino comenzó a ser adorado. Otra teoría habla que Martín Lutero, el reformador protestante, iba camino a su casa en una noche de invierno cuando observó el brillo de las estrellas destellando sobre los árboles, la escena lo impresionó tanto, por su brillo y belleza que para representar a su familia lo visto, colocó velas encendidas en un árbol como símbolo del hermoso cielo navideño.

Pese a que existen muchas teorías con respecto a su origen, se puede concluir que el árbol de Navidad deriva de la zona norte de Europa, y que posiblemente su significado no tenía ninguna relación con el cristianismo, sin embargo luego del proceso de evangelización se adoptó y dio una interpretación religiosa al igual que cada uno de los componentes que lo adornan, como la estrella que se coloca en la copa del árbol, que representa el astro que siguieron los tres Reyes Magos y que les guió hasta Belén, o los ángeles que representan el milagro de la concepción de Jesús, las luces que anteriormente eran velas simbolizan la purificación y la idea de que Cristo es la luz que guía al mundo.

4.2.2 Santa Claus. Es un personaje de barbas blancas, cara bonachona y generosidad proverbial, a quien los niños de diversos países conocen con el nombre de Santa Claus, Papá Noel, San Nicolás, Christkindl o Shan Köll. Es el encargado de repartir regalos que cumplen con los deseos de los niños, visita las casas de pueblos y ciudades, donde es esperado con alegría. El nombre Santa Claus es una deformación de San Nicolás, originada entre los niños ingleses al pronunciar en forma incorrecta el nombre de este mártir del siglo II, cuya fiesta se celebra el 6 de diciembre. Dentro de las historias relativas a este personaje se dice que San Nicolás, viajero infatigable, llegó a la casa de tres mujeres que deseaban casarse, pero no tenían dinero; compadecido, el santo arrojó tres bolsas de oro por la ventana de la humilde vivienda. Se supone que éste es el origen de la costumbre de repartir regalos de Navidad.

Figura 3. Imagen representativa de Santa Claus.



Fuente: <http://www.turnbacktogod.com/wp-content/uploads/2008/12/santa-claus-pics-0112.jpg>;

4.2.3 Pesebre. El pesebre es la representación de las condiciones en que nació Jesús, esta es una costumbre de contenido cristiano auténtico, y es recomendada por la Iglesia Católica por su bello simbolismo. Los nacimientos están compuestos generalmente por estatuillas representativas de la Sagrada Familia, de los pastores, los Reyes Magos y de los animales, también se reconstruye a el pueblo de Belén.

Figura 4. Representación del Pesebre.



Fuente: <http://www.ceuticomercial.com/noticias/diciembre%202007/nacimiento.jpg>; <http://prensacorazon.com/wp-content/uploads/2008/12/nacimiento.jpg>; <http://www.artesanum.com/upload/postal/1/6/3/nacimiento-1-2850.jpg>

4.3 CELEBRACIÓN DE LA NAVIDAD EN COLOMBIA

En Colombia, por ser un país principalmente católico, la celebración de la navidad es motivo de unión familiar y de recogimiento espiritual durante la preparación para el nacimiento del niño Jesús, está llena de alegría y colorido. Los colombianos tienen cuatro días que son especiales dentro de la tradición navideña, estos son el 7 de Diciembre, el 24, el 28 y finalmente el 31 de diciembre que se celebra el fin de año.

El 8 de diciembre es el día que se celebra la anunciación del Arcángel Gabriel a María, en Colombia el 7 de diciembre se considera como un día especial para adorar a la Virgen y se celebra el llamado “día de las velitas”, se colocan velas en los andenes y faroles de diferentes colores para alumbrar las calles, esta celebración remite desde el 8 de diciembre de 1854, cuando el Papa Pío IX publicó la bula *Ineffabilis Deus*, en la cual se establece el dogma de la Inmaculada Concepción. En anticipación a esta decisión, fieles creyentes iluminaron sus calles como muestra de su apoyo a la bula con velas y faroles

Figura 5. Día de las velitas.



Fuente: <http://img89.imageshack.us/i/pereira0000sv3.jpg/>; http://farm3.static.flickr.com/2420/2095680125_fe910e9956.jpg;
<http://40limones.com/wp-content/uploads/2009/05/2-velitas.jpg>

El 24 de Diciembre es la celebración del nacimiento del niño Jesús, todas las casas se encuentran adornas con guirnaldas, luces, cintas, el árbol de Navidad y el pesebre, junto al cual se reza la novena de aguinaldos. La novena fue creada por Fray Fernando de Jesús Larrea nacido en Quito en 1700 y quien después de su ordenación en 1725 fue predicador en Ecuador y Colombia. Fray Fernando la escribió por petición de la fundadora del Colegio de La Enseñanza en Bogotá doña Clemencia de Jesús Caycedo Vélez. Muchos años después, la religiosa de La Enseñanza la madre María Ignacia cuyo nombre era realmente Bertilda Samper Acosta, la modificó y agregó los gozos.

La novena de aguinaldos ha pasado de generación en generación sin grandes cambios, sin embargo en los últimos tiempos se ha tratado de adaptar la terminología a una más moderna que permita entender más fácilmente su mensaje. Es común que se reúnan varias familias a rezarla, compartir pasabocas y cantar villancicos.

También es común que las familias colombianas participen de la Misa de Gallo, que se celebra a la media noche, y tiene como objetivo conmemorar el nacimiento del niño Jesús en el evangelio se relata el alumbramiento en Belén, sus orígenes se remontan a los inicios de la iglesia Católica.

La Iglesia tomó la costumbre ya que en Jerusalén se celebraban tres misas el día del nacimiento de Jesús: en la primera de las ceremonias se santificaba el día y la hora en que Jesucristo nació, la segunda ceremonia, la del alba, se celebraba en el instante del amanecer, de esta forma se recordaba el misterio de la resurrección, y la tercera, la del día, y última ceremonia, se hacía en el templo y era el oficio solemne del día que conmemoraba el nacimiento.

Después de esto las familias entregan los aguinaldos que se juegan del 16 al 24 de Diciembre durante la novena, son diferentes juegos como tres pies, pajita en boca, a dar y no recibir, al sí y al no, luego de la repartición de los aguinaldos, se cena con diferentes platos típicos, como el tamal y la lechona acompañado de

postres, la fiesta continua hasta el amanecer. La mañana del 25 es la fecha señalada para que los niños encuentren y reciban los regalos que les envía "el niño Dios".

EL 28 de diciembre se conmemora el día de los Santos inocentes; este día sucedió un episodio histórico del cristianismo, la matanza de todos los niños menores de dos años nacidos en Belén, ordenada por el rey Herodes con el fin de deshacerse del recién nacido Jesús de Nazaret; este día se suelen hacer bromas y trampas a familiares y conocidos quienes luego son llamados "inocentes" por haber caído en el engaño.

Finalmente el 31 de Diciembre se celebra el fin de año, se hacen diferentes agüeros para atraer la buena suerte en el año que comienza.

4.4 ANÁLISIS DE SOLUCIONES EN EL MERCADO

4.4.1 Árboles naturales. La historia cuenta que desde años atrás, las personas talaban árboles de los bosques para ser adornados y colocados en sus casas cada navidad, esto se convirtió en una costumbre que trajo consigo un problema ambiental, por esta razón era ilegal la tala de estas especies en zonas no permitidas. De allí nacen los cultivos de árboles navideños. La primera granja aparece en 1901 y desde entonces han surgido nuevos campos de cultivo en diferentes países como Estados Unidos, México, España entre otros, en donde se siembran especies como los pinos, los abetos y las piceas. La plantación tienen un proceso de crecimiento de ocho a diez años, esta etapa termina con la elección personal del árbol, al comprador se le permite un recorrido por la granja para escoger el árbol y ser cortado por ellos mismos.

Esta actividad ha sido criticada por los ecologistas los cuales ven esta opción poco favorable para el medio ambiente debido al uso de pesticidas para el control de

plagas en el crecimiento de estas especies, y a los posibles efectos negativos que traen estos cultivos a la biodiversidad de los bosques.

Figura 6. Cultivo de árboles naturales para navidad



Fuente: CONAFOR, http://www.mexicoforestal.gob.mx/UserFiles/Image/numero72/nota1_1.jpg

Esta alternativa posee variables positivas y negativas dentro de las cuales tenemos:

VENTAJAS

- El árbol natural es menos agresivo con el medio ambiente debido a que es biodegradable.
- Se pueden conseguir en diferentes tamaños.
- Aromatiza la casa con su olor a pino natural y fresco.
- Pasada la navidad, este puede ser replantado.
- Ayuda a eliminar el dióxido de carbono y otros gases nocivos para el medio ambiente.

DESVENTAJAS

- El transporte de estos árboles es complicado y demanda mas tiempo.

- Debe regarse con agua permanentemente cuando este se mantiene en tierra.
- Pueden provocar alergias.
- Al pasar los días las ramas se caen y ensucian el piso.
- Se está contribuyendo a la tala de árboles.
- Se debe comprar uno nuevo cada año, lo cual puede ser una alternativa más costosa.
- No hay variedad de color solo puede ser verde.

4.4.2 Árboles artificiales. Otra de las opciones que tenemos en la actualidad es el uso de replicas artificiales de las diferentes especies de árboles de hoja perenne como los pinos y los abetos que se utilizan como ornamento en época navideña. Esta idea de realizar árboles artificiales para navidad nace desde el siglo XIX en Alemania, en donde se utilizaban plumas de ganso teñidas de verde adheridas a palos de madera para imitar el follaje de los árboles, también se utilizaban pelos de animales o cerdas plásticas unidas a alambres torcidos que formaban las ramas. En los años 50 y 60 fueron apareciendo los árboles metálicos, en los cuales se utilizaba papel aluminio lo que ocasiono varios incendios en esa época y los descontinuaron del mercado.

Estos árboles sintéticos en la actualidad los podemos encontrar de diversos tamaños, colores, materiales y de diferentes calidades. Cada año se crean nuevas tendencias para la navidad y surgen diferentes diseños de árboles dando opciones variables a los compradores.

Dentro de las especies de árboles más comunes se encuentran:

Figura 7. El abeto



Fuente: <http://www.disenhoartefloral.com/navidad/navidad151.jpg>; http://www.las7enpunto.com/wpcontent/uploads/2009/04/abies_alba.jpg; http://www.oasisdecor.com/oscommerce/catalog/product_thumb.php?img=images/5041.jpg&w=150&h=200

Figura 8. La Picea



Fuente: <http://simplementeverde.es/images/1greenplain.jpg>

Figura 9. El Pino



Fuente:http://navilandia.net/components/com_virtuemart/shop_image/product/5925e8efa388f759ed21d59614c91c70.png

Los árboles artificiales poseen ventajas y desventajas:

VENTAJAS

- Actualmente se están creando árboles sintéticos con materiales menos agresivos para el medio ambiente.
- Se fabrican cada vez, más parecidos a los reales.
- Se encuentran de diferentes tamaños desde 1.50 metros hasta 10 metros de altura y de mesa de 0.60 metros hasta 120 cms, diferentes colores, materiales y acabados.
- No requieren de un mantenimiento constante, solo de una leve limpieza anual.
- Muchos modelos son anti-inflamables.
- Se pueden desmontar y guardar cada año.
- Estos árboles no necesitan el agua y tampoco se les caen las hojas.
- Puede ser una opción económica, ya que se realiza el gasto una vez, y se puede utilizar por varios años.
- Pueden ser decorados con variedad de adornos y ornamentos como esferas, cintas, luces, ángeles, velas etc.
- Tienen mayor durabilidad.
- Algunos de estos árboles poseen base plástica poco resistente.

DESVENTAJAS

- Es la opción menos natural, y menos amiga del medio ambiente, pues no es biodegradable
- No puede reciclarse.
- Algunos modelos están hechos de un material plástico, demasiado artificial.
- Cualquiera sea el modelo, necesita tiempo para el armado, pero en algunos casos montarlo puede no ser muy sencillo.
- No posee el agradable aroma que tiene el pino.

4.4.3 Árboles originales. Las nuevas ideas y la creatividad de la gente han dado origen a nuevas opciones en cuanto a árboles de navidad, esto ha permitido ampliar y mostrar el ingenio de las personas en relación a esta tradición navideña. Cada año se desarrollan muestras navideñas en las cuales participan familias y enseñan árboles novedosos.

Las personas crean sus árboles con identidad propia, aprovechando materiales poco convencionales con los cuales realizar sus árboles de navidad originales. Se utilizan desde botellas, CDS, latas, hasta materiales exuberantes como el oro y los diamantes, o cualquier otro tipo de material que sea útil como materia prima para desarrollar árboles fuera de lo tradicional.

Tabla 1. Árboles Originales

 Árbol elaborado con latas de gaseosa. Fuente: www.zonaj.net/noticia	 Árbol fabricado con cds. Fuente: www.abadiadigital.com/articulo/arboles-de-navidad-greeks	 Árbol en fibra óptica. Fuente: www.seleavisa.com/Seleavisa/components/com_marketplace/images/entries/11a.jpg
 Árbol elaborado con paneles de luz de la empresa GE. Fuente: www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=179	 Árbol de catón diseñado por Cloud Gate. Fuente: www.casaoriginal.com/accesorios-objetos/arbol-navidad-carton/	 Árbol minimalista de Oliver Fabel. Fuente: www.decoesfera.com/tag/arbol-de-navidad/record/10
 Árbol de oro y diamantes. Fuente: www.embelezia.com/tag/diamantes/record/130	 Árbol construido con botellas de vidrio. Fuente: www.decoras.net/arbol-de-navidad-hecho-con-botellas/	 Árbol decorado con abalorios. Fuente: www.decoesfera.com/hazlo-tu-mismo/una-buena-idea-decorar-el-arbol-de-navidad-con-abalorios

Tabla 2. Árboles Originales.

		
Árbol minimalista diseñado por Six Pointed Star. Fuente: www.decoesfera.com/minimalismo/six-pointed-star-arbol-de-navidad-minimalista	Árbol de navidad de Azca-España. Fuente: www.flickr.com/photos/hcalvarro/2081568449/	Árbol de la Puerta del Sol España. Fuente: www.madridesmadridd.com/index.php/category/navidad/page/2/
		
Árbol elaborado con Chamizo de Charlie Brown. Fuente: steynian.wordpress.com/2009/12/17/steynite-402rd/	Árbol de fibra natural Fuente: www.manualidades.tv/arbol-de-navidad10.jpg	Árbol hecho en fibra óptica. Fuente: www.clinf.net/archives/tag/navidad/page/2

La creación de estos nuevos proyectos trae consigo el experimentar con diferentes materiales y se pueden originar diversas ventajas y desventajas dentro de su proceso creativo.

VENTAJAS

- Dentro de las ventajas que analizamos de los árboles creados con originalidad es el uso y aprovechamiento de materiales no biodegradables a los cuales se les da otro uso y de esta forma estos desechos se reciclan contribuyendo con el medio ambiente.

- Son originales y dan otra cara a la tradición navideña permitiendo que las personas aporten de su ingenio para salir de modelos y costumbres obtenidas por otros países.
- Se pueden variar los tamaños, colores y se crean formas diferentes a los convencionales.
- Pueden resultar más económicos si se elaboran con materiales reciclables.

DESVENTAJAS

- Estas ideas pueden resultar poco favorables al momento de la experimentación, ya que se improvisa y se pueden ocasionar accidentes perjudicando la salud personal.
- Pueden ser poco resistentes y durables.
- Su valor puede ser mayor si se experimenta con materiales
- Su armado puede resultar tedioso y al momento de guardarlos pueden ocupar mucho espacio.
- Pueden resultar costosos debido a que se realizan a prueba y error, y no se cuenta con un proceso de producción para su desarrollo.

4.5 MORFOLOGÍA DE LOS ÁRBOLES

4.5.1 Los árboles y su impacto visual.

4.5.1.1 El árbol y su silueta. Los árboles impresionan por su porte y majestuosidad, al observarlos se detalla a primera vista el color llamativo de sus flores, sus diversos tamaños, el impacto de su forma o silueta, algunos con forma de hongo, sombrilla, globo o de follaje denso etc.

El colorido de sus flores y su follaje son el atractivo de estos ejemplares, característica de muchas especies pero que perdura temporalmente, dejándolos irreconocibles para aquellos que se guían por medio del color de sus flores,

aunque existen otras especies, las cuales son llamativas por aspectos diferentes al floral, como ejemplo esta el Samán, la Ceiba, el Caracolí, especies que resaltan por su gran tamaño, durabilidad y frondosidad.

Los árboles presentan diferentes siluetas de acuerdo a la forma general de cada especie. Hay una serie de cualidades que individualizan cada clase, asignándoles una silueta característica.

Especies presentadas y las figuras de siluetas que las identifican visualmente:

Tabla 3. Siluetas prototipo de los árboles

SILUETAS PROTOTIPO DE ÁRBOLES	
COPA HONGO	COPA SOMBRILLA
	
COPA GLOBOSA	COPA OVAL
	
ESTRUCTURA PIRAMIDAL	ACENTO VERTICAL
	
COPA ABSOLUTAMENTE GLOBOSA	ESTRUCTURA LIGERAMENTE ASIMÉTRICA
	
ESTRUCTURA ASCENDENTE	ESTRUCTURA SIMÉTRICA
	

Fuente: basado en La flora ornamental tropical y el espacio urbano pág. 36

4.5.2 Clasificación de los árboles.

4.5.2.1 Según las ramas. Se pueden clasificar en árboles monopódicos y árboles simpódicos.

Figura 10. Árbol Monopódico



Fuente: www.plantasespecies.com/wp-content/uploads/2009/03/abeto-familia-de-las-coniferas.jpg

Árboles monopódicos: Este tipo de árboles se caracteriza por el crecimiento de su tallo principal, a partir de ese nacen sus ramas laterales más cortas y de menor grosor formando prácticamente ángulos rectos. Debido a este crecimiento estos árboles presentan formas triangulares. Este tipo de estructura es propia de las especies coníferas y esto se debe a la adaptación al clima en donde crecen.

Figura 11. Árbol Simpódico



Fuente: Autor

Árboles Simpódicos: Se caracterizan por no poseer un tallo principal que llegue hasta el final del árbol, dos o más ramas principales surgen del final del tronco a partir de las cuales nacen ramas laterales, de esta manera este tipo de árboles adquiere su forma globosa, semejante a un paraguas, este tipo de árbol permite que un mayor número de hojas puedan captar mejor la luz.

4.5.3 Tipos de hojas según su forma. Las hojas se pueden clasificar según la forma que estas poseen en lineales, elípticas, circulares, acorazonadas, compuestas, seccionadas, lanceoladas, palmeadas.

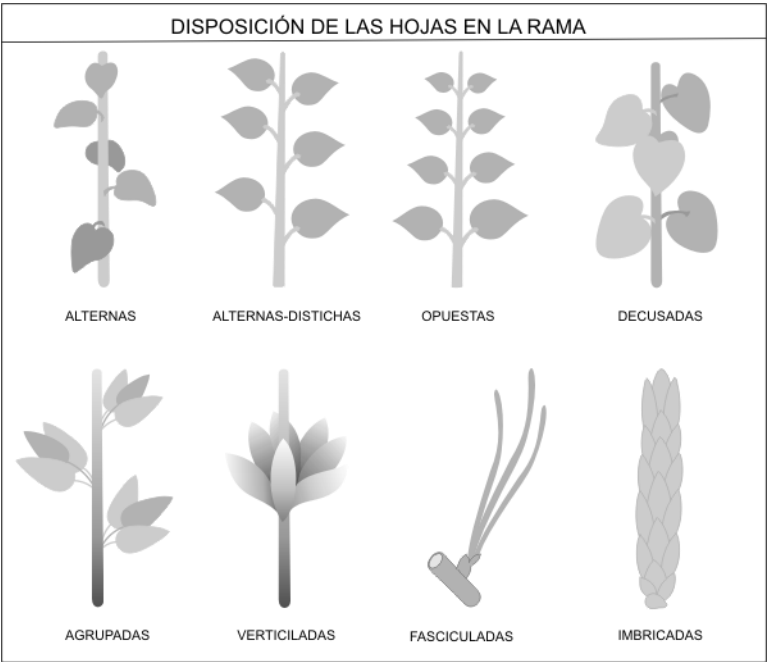
Figura 12. Formas de las hojas

CLASES DE HOJAS	
LINEALES	ELÍPTICAS
	
CIRCULARES	ACORAZONADAS
	
PALMEADAS	COMPUESTAS
	
SECCIONADAS	LANCEOLADAS
	

Fuente: Autor basado en Varios árboles y arbustos que se encuentran en Colombia. pág 42.

4.5.4 Disposición de las hojas en la rama. Los árboles presentan diferentes tipos de ubicación de sus hojas a lo largo de sus tallos. En la mayoría de los casos es tal que permite a las hojas una captación uniforme de la luz y aire, siguiendo, normalmente, una trayectoria ascendente y en forma de hélice.

Figura 13. Disposición de las hojas en la rama



Fuente: Autor basado Varios árboles y arbustos que se encuentran en Colombia. pág 46.

4.5.5 Especies nativas que forman parte de la arborización de Bucaramanga.

Figura 13. Acacia Forrajera



Fuente: www.herbaria.plants.ox.ac.uk

Leucaena leucocephala
Familia: Mimosaceae
Especie: *L. leucocephala*
Género: *Leucaena*
Orden: Fabales
Clase: Magnoliopsida

Figura 14. Aguacate



Fuente: http://www.ebpbotanics.com/files/planta/1157777314_ft_aguacate-01.jpg

Persea americana
Familia: Lauraceae
Especie: *P. americana*
Genero: *Persea*
Orden: Laurales
Clase: Magnoliopsida

Figura 15. Algarrobo



Fuente: <http://www.stjohnbeachguide.com/information%20photos/stinking-toe.jpg>

Hymenaea courbaril
Familia: Caesalpinaceae
Especie: *H. courbaril*
Género: *Hymenaea*
Orden: Fabales
Clase: Magnoliopsida

Figura 16. Bala de Cañón



Fuente: http://farm1.static.flickr.com/43/82850585_74af850261_o.jpg

Couroupita guianensis
Familia: Lecythidaceae
Especie: *C. guianensis*
Genero: *Couroupita*
Orden: Ericales
Clase: Magnoliopsida

Figura 17. Bucaro



Fuente: http://toptropicals.com/pics/garden/m1/Podarki3/Erythrina_fusca7MKh.jpg

Erythrina fusca
 Familia: Fabaceae
 Especie: *E. fusca*
 Género: *Erythrina*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 18. Cambulo



Fuente: http://ursispaltenstein.ch/blog/images/uploads_img/meet_the_plants.jpg

Erythrina poeppigiana
 Familia: Faboideae
 Especie: *E. poeppigiana*
 Género: *Erythrina*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 19. Caracoli



Fuente: <http://www.chacao.gov.ve/fotos/guiachacao/mijaomunicipio02.jpg>

Anacardium excelsum
 Familia: Anacardiaceae
 Especie: *A. excelsum*
 Género: *Anacardium*
 Orden: Sapindales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 20. Ceiba



Fuente: <http://www.chacao.gov.ve/fotos/guiachacao/mijaomunicipio02.jpg>

Ceiba pentandra
 Familia: Bombacoideae
 Especie: *C. pentandra*
 Género: *Ceiba*
 Orden: Malvales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 21. Gallinero



Fuente: Autor

Pithecellobium dulce
 Familia: Mimosaceae
 Especie: *P. dulce*
 Género: *Pithecellobium*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 22. Guasimo



Fuente: <http://striweb.si.edu/ctfs/webatlas/plant.photos/guazul.hofl.jpg>

Guazuma ulmifolia
 Familia: Byttnerioideae
 Especie: *G. ulmifolia*
 Género: *Guazuma*
 Orden: Malvales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 23. Guamo



Fuente: http://www.montosogardens.com/inga_spectabilis.htm

Inga spectabilis
 Familia: Fabaceae
 Especie: *I. spectabilis*
 Género: *Inga*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 24. Guayabo



Fuente: Autor

Psidium guajava
 Familia: Myrtaceae
 Especie: *P. guajava*
 Género: *Psidium*
 Orden: Myrtales
 Clase: Magnoliopsida

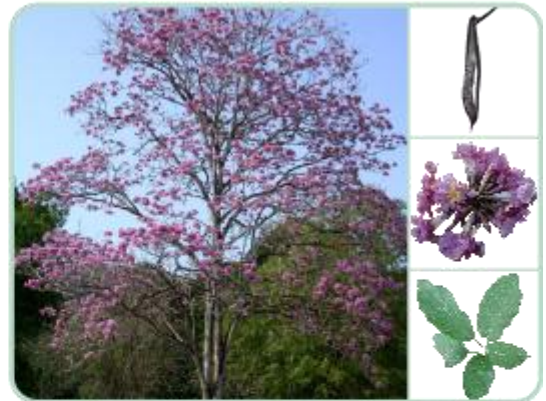
Figura 25. Guayacán Amarillo



Fuente: <http://www.darwinnet.org/images/Tabebuia-chrysantha.jpg>

Tabebuia chrysantha
 Familia: Bignonaceae
 Especie: *T. chrysantha*
 Género: *Tabebuia*
 Orden: Lamiales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 26. Guayacán Rosado



Fuente: <http://striweb.si.edu/ctfs/webatlas/plant.photos/tab1ro.todo1.jpg>

Tabebuia rosea
 Familia: Bignoniaceae
 Especie: *T. rosea*
 Género: *Tabebuia*
 Orden: Lamiales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 27. Mamóncillo



Fuente: <http://www.hear.org/pier/images/mebijp10.jpg>

Melicoccus bijugatus
 Familia: Sapindaceae
 Especie: *M. bijugatus*
 Género: *Melicoccus*
 Orden: Sapindales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 28..Mata Ratón



Fuente: <http://www.stuartxchange.org/Kakawati.jpg>

Gliricidia sepium
 Familia: Faboideae
 Especie: *G. sepium*
 Género: *Gliricidia*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 29. Orejero



Fuente: <http://imagenes.infojardin.com/subo/images/bwy1200612848u.jpg>

Enterolobium cyclocarpum
 Familia: Fabaceae
 Especie: *E. cyclocarpum*
 Género: *Enterolobium*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 30. Samán



Fuente: http://pics.futuresystems.com/samanea_saman.jpg

Samanea saman
 Familia: Mimosoideae
 Especie: *S. saman*
 Género: *Samanea*
 Orden: Fabales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 31. Sapotolongo



Fuente: <http://www.arbolesornamentales.com/Pachiraaquatica.jpg>

Pachira aquatica
 Familia: Bombacoideae
 Especie: *P. aquatica*
 Género: *Pachira*
 Orden: Malvales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 32. Totumo



Fuente: <http://www.arbolesornamentales.com/Crescentiacruje.jpg>

Crescentia crujete
 Familia: Bignoniaceae
 Especie: *C. crujete*
 Género: *Crescentia*
 Orden: Lamiales
 Clase: Magnoliopsida

Figura 33. Yarumo



Fuente: <http://www.rain-tree.com/Plant-Images/embauba-pic.htm>

Cecropia sp
Familia: Urticaceae
Especie: C. sp
Género: Cecropia
Orden: Rosales
Clase: Magnoliopsida

4.5.6 Biónica. “Se entiende por biónica el método para resolver por analogía problemas de diseño, mediante el análisis de los entes naturales considerando cuatro aspectos: contexto, forma, estructura y función”.¹

De la biónica se obtienen soluciones idóneas que parten del análisis detallado de los seres vivos, adquiriendo de ellos formas, tamaños, colores, estructuras y funciones. Estas características se evolucionan para ser aplicadas de forma adecuada en el desarrollo de nuevas ideas tangibles.

Emular las propiedades de la naturaleza es algo que los diseñadores y científicos vienen tratando de hacer desde hace muchos años, el poder imitar las habilidades de ciertos seres vivos ha permitido encontrar cualidades valiosas que aplicadas a

¹ CASTELLANOS, Vilma; MORALES, Leonardo y RUIZ, Alejandra. Biónica: guía de observación analítica. Bogotá: Uniandes, 2008. 107 p.

objetos de diseño facilitan en gran parte la vida de las personas. Por ejemplo, hoy se desea imitar las cualidades de las plantas y árboles, su capacidad de absorber el dióxido de carbono de la atmosfera purificando el aire, ha sido una de las características que se estudian para el desarrollo de nuevas alternativas inertes que beneficien y contribuyan al mejoramiento del medio ambiente.

4.5.6.1 Imitando los árboles.

Figura 34. *Solar Tree* (Árbol Solar)



Fuente:http://lh5.ggpht.com/_EcAk5BcxElw/SMK8-SbpDsl/AAAAAAAAA0Y/5W_nLA2ZnbA/solar-tree-close-up_179.jpg

El “*Solar Tree*” Diseñado por Ross Lovegrove, es una pieza de arte que combina el desarrollo de la naturaleza artificial con el aprovechamiento del uso de la energía solar dando para optimizar el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público de las calles de Viena. Básicamente consta de tubería de acero compuesto de 38 paneles solares que se encargan de recolectar la energía solar aprovechada para dar luz artificial por medio de leds conectados a un sistema formado por una batería y un dispositivo electrónico oculto en la base.

Figura 35. *The Ancient Tree* (El Árbol antiguo)



Fuente: <http://coolboom.net/architecture/the-ancient-tree-by-christ-gantenbein/>; <http://coolboom.net/en/wp-content/uploads/2008/01/the-ancient-tree2.jpg>

“*The Ancient tree*” de Christ and Gantenbein es una estructura elaborada en hormigón que se ubica en medio de un parque. Este árbol está compuesto por módulos que al ubicarse de forma radial crean un volumen que proporciona sombra y protección a las personas.

Figura 36. *Arbre de Flonville* (Árbol de Flonville)



Fuente: http://thumb1.visualizeus.com/thumbs/09/02/03/acero,%C3%A1rbol,artificial,madera,steel,tree,wood-068e9e528d5c032be1b35b3ab2afc726_m.jpg

Este árbol fue diseñado por Samuel Wilkinson, quien desarrolló su proyecto junto con Oloom, una firma que se dedica principalmente al diseño de productos.

Este diseño ha sido llamado por su creador como *Arbre de Flonville* y forma parte de un proyecto de muebles de exterior para espacios públicos en Lausanne Suiza. La estructura del árbol está elaborada en acero, y sus raíces brotan del suelo formando asientos para el descanso de las personas que transitan por el lugar. Este árbol recrea un ambiente habitable bajo la sombra de una celosía de madera y cuenta con un sistema de iluminación a través de leds que se encienden y apagan por medio de sensores.

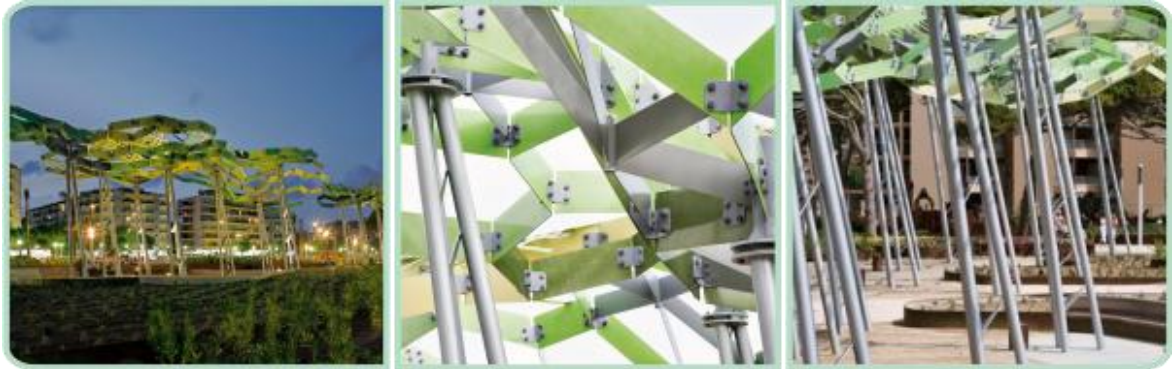
Figura 37. *Solar Shade* (Sombra Solar)



Fuente: http://static.dezeen.com/uploads/2008/05/07_veil-solarshade-08.jpg; <http://www.dezeen.com/2008/05/09/solar-shade-by-buro-north/>

Creado por el diseñador australiano Bruno North. El objetivo de este diseño es educar a niños de primaria en cuanto al uso de energías alternativas como el aprovechamiento de los rayos del sol por medio de celdas solares para generar luz artificial. Este diseño proporciona sombra en los patios de los colegios durante los días soleados y cuenta con una base giratoria que permite cambiar su posición dependiendo de la ubicación del sol.

Figura 38. Parque del Pinar de Perruquet



Fuente: <http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://thumb2.visualizeus.com/thumbs/09/02/03/%C3%A1rbol,artificial,construcci%C3%B3n,detail,detalle,tree>; http://www.archdaily.com/wp-content/uploads/2008/12/102080449_ppp-16.jpg

El parque se encuentra ubicado en La Pineda, Villa-Seca (Tarragona) España, diseñado por Arteks Arquitectura en el 2007-2008 y tuvo un costo de 107 euros/m². Este proyecto cuenta con estanque y superficies pavimentadas con hormigón de color y arena, posee sillas o bancos en torno a el parque, palmeras, arbustos y herbáceas que rodean el parque. Con este parque se dota a la población de una gran zona verde que permite el esparcimiento de las familias del Pinar.

Figura 39. Air- Tree (Árbol purificador de aire)



Fuente: http://farm3.static.flickr.com/2609/3852867507_475a349628_o.jpg

Este árbol es un concepto del diseñador Seung Jun Jeong, quien busca emular la capacidad de los árboles de absorber el CO₂ del medio ambiente convirtiéndolo en aire puro. Este diseño se encarga de limpiar el aire a su alrededor por medio de un ventilador que se encuentra en su base, este succiona el aire del ambiente y lo expulsa después de pasar por unos filtros que eliminan todo tipo de contaminantes. Puede ubicarse en espacios cerrados o al aire libre.

4.5.7 Proporciones en la naturaleza. “La división de un todo en distintas partes, el establecer relaciones matemáticas en un edificio, es intuitivo en la arquitectura vernácula. Desde los tiempos antiguos el perfeccionamiento de la arquitectura depende del establecimiento de interrelaciones armónicas dentro de un mismo edificio, las obras que consideramos maestras presentan una cadena de proporciones afines entre ellas.”²

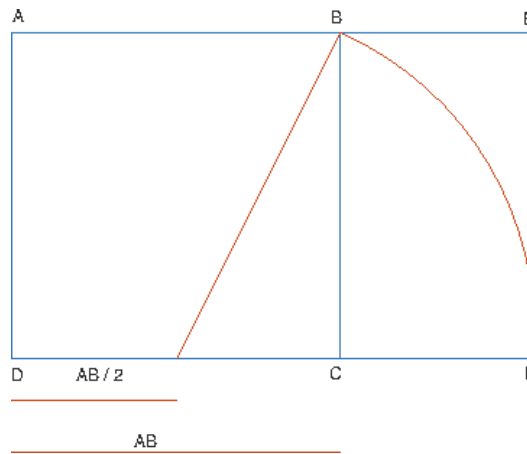
La proporción es parte primordial del desarrollo de cualquier diseño, permite lograr un equilibrio entre los elementos que componen un todo. La adecuada aplicación de las proporciones influirá en cómo se perciban las cosas y de esta depende que cada elemento cumpla una función específica dentro de un contexto, por tanto, la elección de tamaños, formas, o dimensiones que ocuparan dentro de un área, son conceptos importantes de definir al momento de desarrollar un trabajo para transmitir el mensaje esperado.

Entre los diferentes sistemas de proporcionalidad se encuentra el conocido como la “Sección Áurea”. Este sistema proporcional se basa en el uso del “número de oro” cuyo valor aproximado es 1.618...el cual ha sido utilizado desde siglos atrás en la construcción de templos y obras maestras de la edad antigua. Este número se representa con la división en tres partes iguales de un rectángulo tanto en largo como ancho. Una propiedad característica de este número es que, además de introducir la asimetría, introduce una continuidad al infinito o facultad de repetirse

² LA DIVINA PROPORCION, Carmen Bonell. Pág. 15.

indefinidamente, cada rectángulo que se origina a partir de un cuadrado, va a ser proporcional al rectángulo total que se crea al sumar el cuadrado original con el rectángulo áureo plasmado.

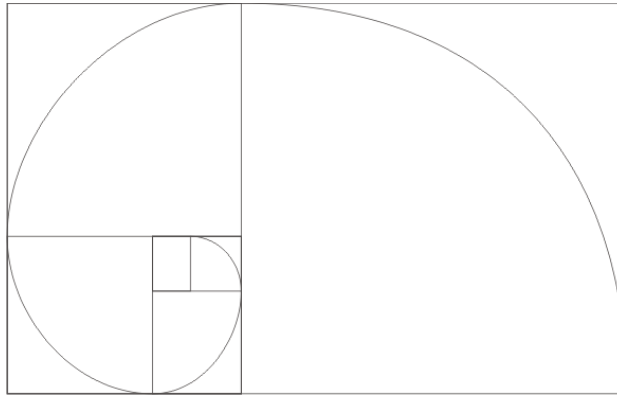
Figura 40. Creación del rectángulo áureo a partir de un cuadrado



Fuente: Autor, Basado en el libro La divina proporción

Al unir los vértices de cada cuadrado se crea la conocida espiral logarítmica o espiral de Fibonacci, llamada así por el apodo puesto a Leonardo de Pisa, quien se encargó de darla a conocer en Alemania años atrás. Esta espiral tiene como característica su crecimiento constante e indefinido, no tiene punto final, y su forma la mantiene invariable. Esta propiedad peculiar corresponde al principio biológico del crecimiento de la concha del molusco, esta crece a lo largo y ancho adecuándose al crecimiento del animal pero siempre manteniendo su proporcionalidad.

Figura 41.Espiral de Fibonacci



Fuente: Autor, Basado en el libro La Divina Proporción

Esta serie consiste en que cada número se obtiene de la suma de los dos anteriores, cualquier número de estos dividido por el siguiente se aproxima a 0.618... y cualquier número dividido por el anterior se aproxima a 1.618...siendo esta la proporcionalidad característica entre la parte principal y secundaria de la sección dorada.

Ejemplo: Tenemos una serie de números 1, 2, 3

$$2+3=5$$

1, 2, 3, 5

$$5+3=8$$

1, 2, 3, 5, 8

Y así sucesivamente obtenemos la serie de Fibonacci 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34...

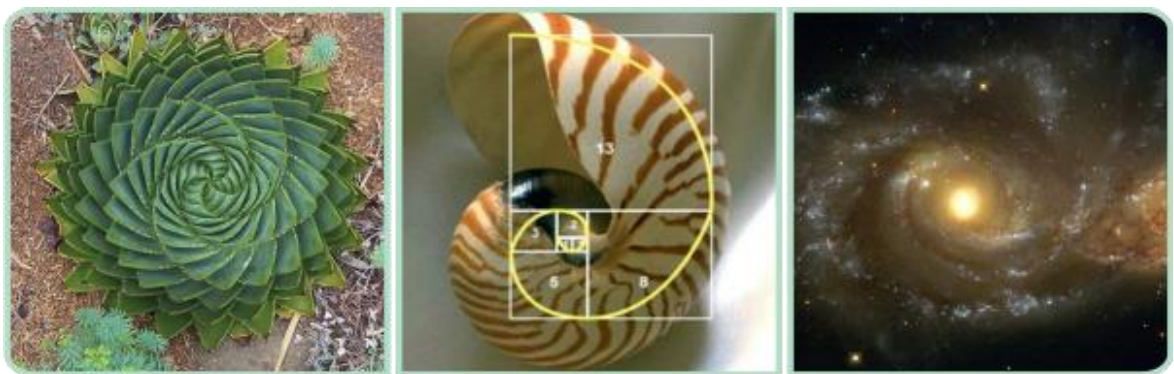
Figura 42. Flores que presentan la serie de Fibonacci



Fuente: http://trazoauero.com/imagenes/pic_flowers.png

Esta proporción no ha sido inventada por el hombre, ha existido en la naturaleza desde siempre, aparece con mucha frecuencia en el crecimiento de las plantas, en diferentes clases de mariposas, en la distribución de las hojas en un tallo, en las olas del mar, en las dimensiones de insectos, en las conchas de los caracoles, en la formación de galaxias, o incluso en el cuerpo humano.

Figura 43. La espiral de Fibonacci en la naturaleza



Fuente: http://www.nueva-acropolis.es/Fotos/Noticias_2004.jpg

El hombre ha aplicado estos cálculos desde años atrás para el desarrollo de proyectos arquitectónicos como en Las Pirámides de Keops, ritmos de música compuesta por Bach y Beethoven, ha obras de arte como el cuadro “Atomic Leda” de Salvador Dalí, en búsqueda de la belleza y la durabilidad propia de la naturaleza, por esta razón estas obras han perdurado durante años.

Figura 44. Aplicación de la Sección Áurea



Fuente:http://4.bp.blogspot.com/_nUB5sxbgShE/Sh5ScVeeRCI/AAAAAAAAADY/0JBEH8tGT8g/s320/Serie+de+fibonacci.jpg
<http://portalevlm.usal.es/blogs/calculo/wpcontent/uploads/2009/10/piramide2.jpg>

4.5.8 Calidad ambiental. La supervivencia del hombre en la tierra depende de mantener en condiciones favorables los recursos naturales que el ambiente le ofrece, los cuales le permiten prolongar su existencia. Al observar el medio ambiente como un sistema dinámico de relaciones que afectan a los seres vivos entre si y con las personas, indica que cada cosa que alteremos en él cambiara otras. La forma de analizar estos cambios del medio ambiente es por medio de los Factores Ambientales, ellos agrupan las características que se pueden encontrar, buscando indicadores medibles que proporcionen un valor a su calidad ambiental.

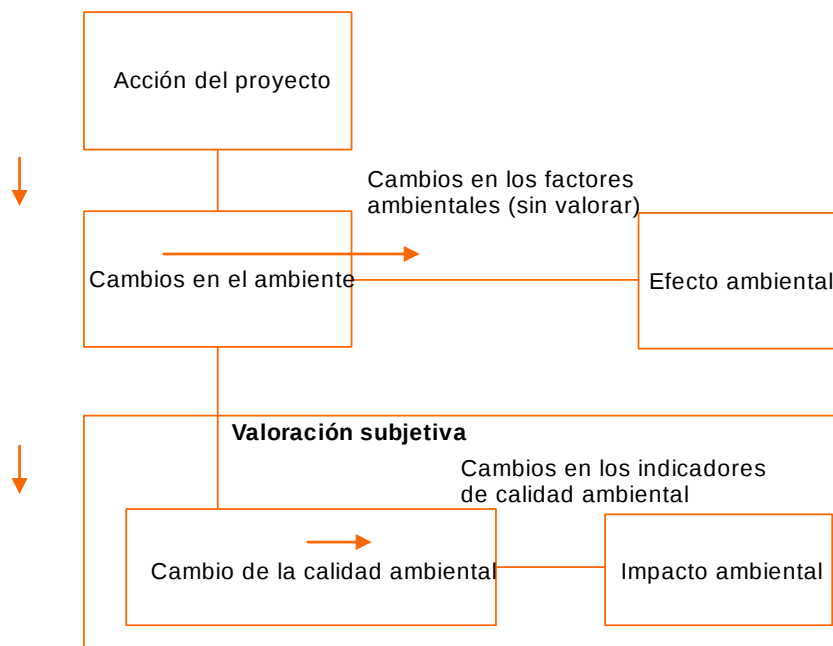
La calidad ambiental busca obtener una estructura equilibrada del medio ambiente por medio del mantenimiento de los diferentes elementos que lo componen, la

población humana, la flora, la fauna, el suelo, el agua, el aire, etc....se interesa en que la diversidad mantenga una igualdad constante.

4.5.9 Impacto ambiental. El impacto ambiental se puede entender como cualquier alteración o cambio que se le realice a la calidad del medio ambiente por la intervención del hombre, pero no todas las variaciones medibles de un factor ambiental son consideradas como impactos ambientales, ya que si esto fuese así, se deberían incluir los cambios propios de la naturaleza, como las estaciones del año, los incendios, terremotos, etc.

Para considerar una variación como un impacto o factor ambiental, primero se determina cual es la causa u origen de la alteración en el ambiente, y este debe ser causado directa o indirectamente por una actividad humana. Para el caso en el que se esté evaluando una actividad en especial se estudia si esta labor está generando dicho efecto, y se determina si existe una valoración positiva o negativa en la calidad del ambiente.

Figura 45. Impacto Ambiental



Fuente: CRESPO, Cristina; *et al.* Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A. 2005. Pág.18

Es importante tener en cuenta que estos cambios no solo tienen repercusiones en un único elemento ambiental o en una sola variable, este puede llegar a desencadenar cambios a varios factores e incluso tener diferente valoración para cada uno. Por ejemplo, el uso de pesticidas en los cultivos para la erradicación de plagas, puede tener un efecto positivo sobre las plantas, permitiendo que estas crezcan, pero al mismo tiempo puede ocasionar efectos negativos en la salud de las personas que lo aplican.

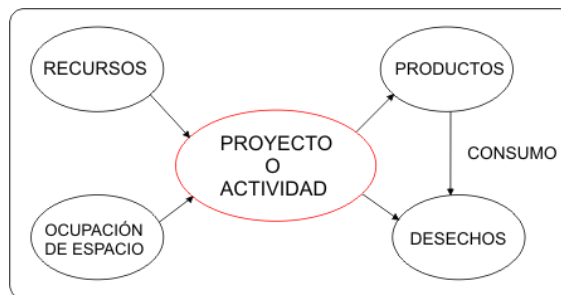
Los impactos ambientales se pueden clasificar como de corto (menos de un año), mediano (de uno a cinco años) o largo plazo (más de cinco años). Los daños que estos factores puedan ocasionar a mediano y largo plazo son difíciles de estimar, ya que en ocasiones es difícil definir qué los está ocasionando.

También se tiene en cuenta el tiempo o durabilidad de este impacto, lo cual los diferencian en temporales y permanentes, por ejemplo, el ruido que se genera por el desarrollo de una construcción, este es temporal, pero el cambio del paisaje es algo permanente. Estos efectos pueden resultar reversibles, la naturaleza busca volver siempre a su estado inicial en un tiempo determinado sin la intervención del hombre. En algunos casos, estos cambios no son reversibles, pero se pueden mejorar por medio de la restauración o sustitución del elemento alterado por otro que supla las funciones que este realizaba anteriormente.

4.5.10 Sostenibilidad y el desarrollo sostenible. La sostenibilidad busca promover la igualdad entre la generación actual y las futuras, pensando en que el desarrollo de hoy no perjudique el desarrollo y la calidad de vida de las generaciones posteriores. Existen tres tipos de sostenibilidad que permiten mantener equilibrada la capacidad de carga de los ecosistemas; la sostenibilidad social que se encarga de conservar la equidad entre las poblaciones, la sostenibilidad ambiental busca que los recursos ambientales permanezcan intactos y la sostenibilidad económica planifica los recursos para que las dos anteriores sean financieramente posibles y eficaces.

4.5.10.1 Indicadores de sostenibilidad ambiental. Es necesario realizar un análisis de los diferentes flujos de materias primas y de energías que intervienen en el desarrollo de cualquier proceso productivo, esto permite determinar si son generadas por recursos renovables o no renovables y poder establecer los índices de sostenibilidad de dichos recursos.

Figura 46. Proceso productivo



Fuente: CRESPO, Cristina; *et al.* Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A. 2005. pág. 36.

- Los recursos. Estos pueden ser renovables o no renovables. Los recursos renovables son aquellos que una vez utilizados se renuevan en un tiempo determinado manteniendo el equilibrio del medio ambiente, como por ejemplo el aire. Actualmente se generan nuevas alternativas para suplir la escasez de recursos, la reutilización de residuos generados en las diferentes etapas productivas es otra opción en el uso de materias primas para el desarrollo de diferentes productos o servicios.

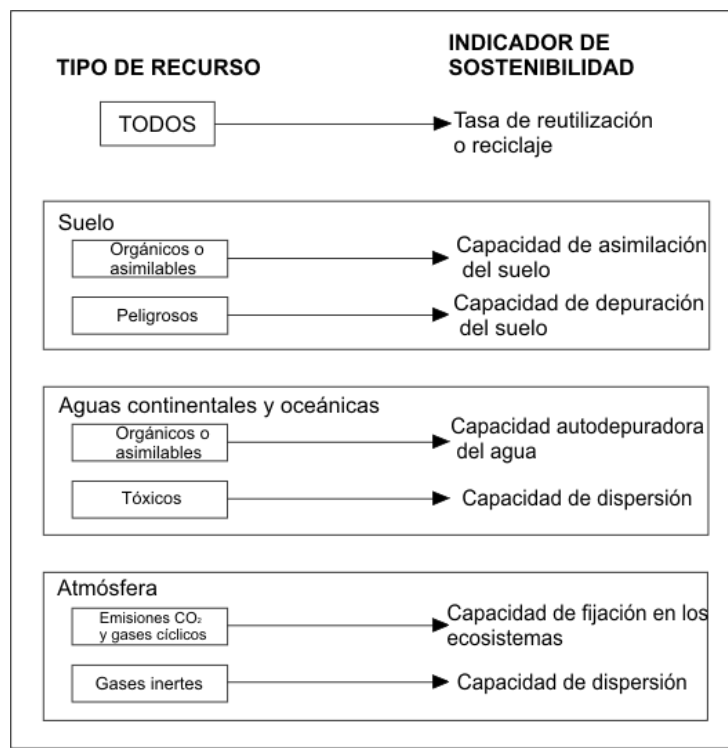
Los recursos no renovables son aquellos que se consumen más rápidamente de lo que se producen, como por ejemplo el vidrio y los metales. Existen los recursos no renovables que no se consumen con su uso, como es el caso de las estatuas o monumentos, y otros que si se consumen con su uso como el petróleo y el carbón. Este tipo de recursos se pueden utilizar en una medida que no comprometa su existencia y calidad, evitando que estos se acaben antes de ser sustituidos por otros. Estos recursos no se consideran sostenibles debido a la gran cantidad de contaminantes que se generan en sus procesos de transformación y uso final. El mantener estos desechos dentro de su ciclo productivo de manera que sean reciclados en el mismo proceso u otro proceso productivo, permite que no salgan del ciclo o al menos se aumenta su permanencia en

el mismo al máximo de tiempo posible, como ocurre en los ecosistemas naturales.

Es necesario conocer de donde se obtendrán las materias primas, cual es su proceso de extracción y los impactos ambientales que estos producen para evaluar y valorar el desarrollo de un proyecto, de esta manera se puede disminuir el impacto global que este generara.

- Los desechos. Estos se clasifican en desechos líquidos, sólidos o gaseosos, a partir de esto se determina la capacidad de ser absorbidos por el suelo. En una actividad sostenible no debe acumularse ningún desecho por tiempo indefinido, se debe procurar que estos desechos vuelvan a ser usados como materia prima dentro del ciclo productivo o en los ciclos de materia de los ecosistemas. Estos desechos se pueden separar en orgánicos y no inorgánicos dependiendo del grado de asimilación por parte de los seres vivos, en algunos casos que en cantidades adecuadas se pueden utilizar como abonos, pero en cantidades mayores pueden resultar perjudiciales debido a la liberación de gases como las dioxinas o metales pesados.

Figura 47. Indicadores de sostenibilidad



Fuente: CRESPO, Cristina; *et al.* Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A. 2005. pág. 38

- El producto. La calidad de los productos se analiza para determinar los impactos que este produce en una actividad determinada. Todos los productos cumplen un periodo de utilidad y necesitan de un mantenimiento, tanto su uso, como la reparación y sustitución se pueden generar impactos ambientales que deben ser de análisis.

Existen diferentes métodos de análisis para determinar los impactos ambientales de un proceso productivo a diferentes niveles:

Análisis ambiental estratégico: de políticas, planes y programas y la ordenación del territorio son necesarios para determinar qué proyectos son más adecuados en cada lugar.

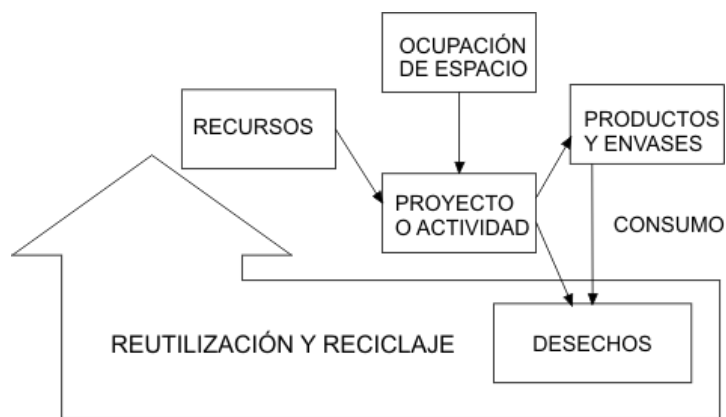
La evaluación del impacto ambiental: analiza cada proyecto por separado.

Análisis de calidad ambiental: de procesos industriales (las llamadas etiquetas ambientales) analizan en detalle cada proceso productivo.

Todo producto tiene una vida útil determinada, se debe analizar su comportamiento como desecho, cuando su periodo útil ha terminado. Los envases y otros accesorios que se utilizan para su transporte y venta, también han de ser analizados, tanto desde el punto de vista económico como ambiental, antes de llevarlo a cabo.

La sostenibilidad busca para cualquier proceso el reciclaje o la reutilización de de todos o gran parte de sus desechos, por el mismo o otros procesos productivos asociados.

Figura 48. Sistema productivo sostenible



Fuente: CRESPO, Cristina; *et al.* Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A. 2005. pág. 41

4.5.11 Ciclo de vida del producto. Cuando nos referimos al ciclo de vida del producto, nos enfocamos en todo aquello que interviene para el desarrollo y obtención de un producto, desde la manufactura de su materia prima; hasta ser desechado.

Este análisis se preocupa por determinar los aspectos ambientales que el producto ocasionara en el ambiente a lo largo de su vida útil. Dentro de este proceso intervienen materias primas necesarias para la fabricación, transporte de las materias primas, envase, la utilización del producto y los residuos generados por su uso. La vida útil de un producto depende primordialmente de los materiales con que este se elabore, en la actualidad la preocupación por la protección del medio ambiente ha originado que las empresas sean consientes en el manejo de nuevas alternativas en cuanto a materiales, procesos productivos y manejo de desechos.

Figura 49. Diseño del ciclo de vida del producto



Fuente: Richard y Frosch, 1994.

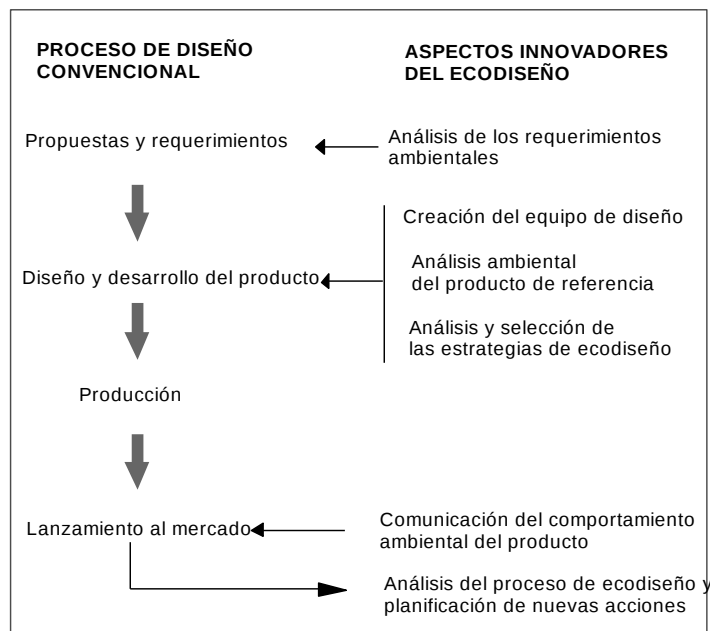
En otras palabras, el ciclo de vida se encarga no solo de evaluar el impacto ambiental que genera el desarrollo de un nuevo producto, también genera y evita cambios en cualquiera de sus fases de producción que crean mejoras aparentes y consiguen suplir un problema por otro.

4.5.12 Eco diseño, diseño para el medio ambiente. El ecodiseño es una forma de tomar conciencia en cuanto al desarrollo de nuevos productos en la actualidad. El ecodiseño busca considerar criterios ambientales durante la creación, el diseño y fabricación de productos y servicios, como el tener en cuenta los niveles de calidad, normas ambientales, costes, funcionalidad, durabilidad, ergonomía, estética, seguridad y legislación.

Por medio del ecodiseño se generan objetos con un alto nivel de innovación, mejor comportamiento con el medio ambiente y poseen mayor calidad en comparación a la competencia, por esto el ecodiseño es de gran importancia en los negocios y se ha convertido en una herramienta valiosa para las empresas que lo aplican.

La aplicación o integración de este sistema a las empresas se pueda realizar al considerar cambios en el proceso convencional en el desarrollo de productos. Los resultados que se esperen serán de acuerdo a los objetivos planteados por cada empresa.

Figura 50. Aplicación del ecodiseño en los negocios



Fuente: www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID16.pdf

Existen estrategias puntuales relacionadas con el ciclo de vida del producto que pueden ser puestas en práctica al momento de guiarnos en el desarrollo de objetos y servicios con un menor impacto ambiental. Dentro de estas estrategias está el desarrollo de nuevos conceptos, reducción del consumo y diversidad de materiales, selección de materiales de menor impacto ambiental, disminución del impacto ambiental en los procesos de producción, optimización de la distribución, reducción del impacto ambiental relacionado con su uso, incremento de la vida útil del producto, y la optimización en el manejo de los residuos.

El ecodiseño tiene cada vez mayor importancia en nuestra sociedad, debido a que este aporta beneficios, tanto a las empresas que lo implementan, como a los usuarios y a la humanidad en particular, este integra intereses comunes como obtener productos más eficientes, tanto económica como ambientalmente.

Otros factores internos o externos pueden motivar la aplicación del ecodiseño en las empresas, tales como:

- Necesidad de innovar en el producto
- Decisión de reforzar la imagen corporativa mediante un mayor respecto por el medio ambiente
- Necesidad de renovar los actuales sistemas o procesos de producción
- Necesidad de mejorar la eficiencia de la producción o del sistema logístico para reducir los costes
- Inversión en investigación y desarrollo
- Demanda del mercado de productos más ecológicos
- Presión legislativa
- Posición estratégica en relación con los competidores
- Aparición de nuevos desarrollos tecnológicos

Las empresas se encargan de fabricar productos con menos cantidad de recursos generando menos residuos y reduciendo los costes en los procesos de fabricación. De esta manera los usuarios obtienen productos de mayor calidad y las empresas mejoran su competitividad, necesitan de menor energía para su fabricación y funcionamiento actuando a favor del medio ambiente, incrementando su eco-eficiencia y resultan más fáciles de reparar si es necesario.

La sociedad se beneficia cuando los desechos generados por las fábricas son destinados para el desarrollo de nuevos productos y servicios, previniendo el impacto ambiental y ahorrando los costes en tratamiento y recuperación. Además, el ecodiseño permite que las empresas puntualicen su responsabilidad a la hora de minimizar los impactos ambientales de sus productos y servicios, se promueve la gestión de compromiso y ayuda al cumplimiento de la legislación ambiental relacionada con la vida útil del producto.

El diseño no solo se preocupa por “embellecer” la ingeniería del producto, este se encarga de la correcta selección de los materiales, del proceso adecuado para su desarrollo dentro de la empresa, como se empaca y transporta, donde se venderá, como se venderá y a quien se venderá, como se usa y su correcto mantenimiento, y el cómo se manejan los desechos generados en este proceso.

4.5.13 Normas y legislación. Legislación relacionada con el diseño de productos

4.5.13.1 Normas internacionales para el ecodiseño. ISO/TR 14062 sobre la Gestión Ambiental - Integración de Aspectos Ambientales en el Diseño y Desarrollo de Productos.

“Este informe técnico cubre las estrategias, organización, planificación, herramientas y el esquema de diseño y desarrollo para la integración de aspectos ambientales en el diseño de productos y el desarrollo de procesos. También incluye ejemplos sobre cómo hacerlo y describe los procesos, herramientas y revisiones para su integración en los sistemas de gestión de ISO 9001 y ISO 14001.”³

El enfoque de la Comunidad Europea sobre la gestión de residuos está basado en dos estrategias complementarias: evitar la generación de residuos mediante la mejora del diseño del producto e incrementar el reciclaje y la reutilización de los residuos.

Las siguientes Directivas hacen hincapié en la responsabilidad del fabricante sobre el comportamiento ambiental de sus productos:

³ Fuente: Quella, F. y Schmidt, W.F. 2003. The new ISO TR 14062. Life Cycle Management – Design for Environment. February 17 th (1st part) and March 17 th (2nd part). Ecomed publishers (Landsberg, Germany).

- “Directiva sobre envases y residuos de envase. La Directiva 94/62/EC se aplica sobre todo los envases y residuos de recipientes producidos en la Comunidad Europea, ya sean industriales, comerciales o domésticos. Su principal objetivo es la reducción del impacto ambiental de los envases y de la gestión de sus residuos mediante la prevención de la producción de aquellos envases que sean innecesarios y promoviendo la reutilización y/o valorización y reciclaje de sus residuos”.⁴

Los Estados Miembros deben alcanzar los siguientes objetivos: el aprovechamiento de un 50-60% y el reciclaje del 25-45% del peso de los materiales de envase. La Directiva se basa en requerimientos esenciales relacionados con la composición y la reutilización, aprovechamiento y reciclaje de los envases.

En el 2001, la Comisión presentó una propuesta de revisión de la Directiva 94/62 que se basa en objetivos más ambiciosos sobre el aprovechamiento y reciclaje para el año 2006 y también fija objetivos de reciclaje específicos para diferentes materiales.

- “La Directiva 2002/96/EC afecta a diferentes categorías de productos eléctricos y electrónicos (como electrodomésticos, equipos informáticos, herramientas, lámparas, etc.). Su principal objetivo es el de prevenir la generación de residuos de los EEE y promover su reutilización, reciclaje y otras formas de valorización”.⁵

Los productores deberían diseñar estos productos de manera que pudieran ser desmontados y valorizados. La Directiva fija diferentes objetivos de valorización

⁴ Quella, F. y Schmidt, W.F. 2003. The new ISO TR 14062. Life Cycle Management – Design for Environment. February 17 th (1st part) and March 17 th (2nd part). Ecomed publishers (Landsberg, Germany).

⁵ www.ecosmes.net/cm/navContents?l=ES&navID=LCAbasicIntroduction&subNavID=2&pagID=1

para cada tipo de producto, que deberán ser alcanzados para el 31 de diciembre de 2006. Los productores deben además financiar y dar información sobre la recogida, tratamiento, valorización y vertido de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos.

- “La Directiva 2002/95/EC sobre la restricción en el uso de ciertas sustancias peligrosas, prohíbe el uso de plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente, bifenilos polibrominados (PBB) y difeniléteres polibrominados (PBDE) en los aparatos eléctricos y electrónicos a partir del 1 de julio de 2006”.⁶

⁶ www.ecosmes.net/cm/navContents?l=ES&navID=LCAbasicIntroduction&subNavID=2&pagID=1

5. SELECCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

5.1 ANÁLISIS DE LOS ÁRBOLES PRE-SELECCIONADOS

5.1.1 Guayacán rosado (*tabebuia chrysantha*).

Figura 51. Análisis Guayacán

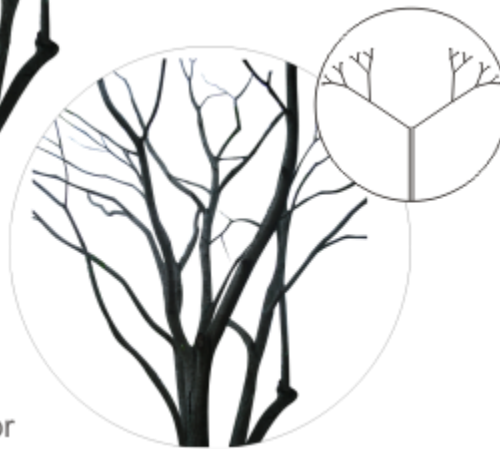


Fuente: Autor

Figura 52. Análisis estructura Guayacán



Forma Estructural: La estructura del Guayacán presenta ramificaciones que abren en V, las ramas siguen este comportamiento sucesivamente generando una serie de dos en dos. Presenta asimetría en toda su estructura por que sus ramas crecen de forma irregular generando una silueta orgánica



Fuente: Autor

ESTRUCTURA

Tamaño: Árbol de hasta 20 m de altura y diámetro normal de hasta 60 cm, con el tronco recto, ramas escasas, gruesas y ascendentes. Las ramificaciones presentan degradación de tamaño en su grosor, esto se persibe desde la base de su tronco hasta la punta de cada una de sus ramas. Estas además van disminuyendo de tamaño a medida que este va creciendo.



Fuente: Autor

Figura 53. Silueta del Guayacán



Fuente: Autor

Este árbol posee copa en forma ovalada, su forma se puede percibir cuando el árbol esta en tiempo de floración. Es un árbol de hoja caduca y pierde sus flores y hojas en tiempos desfavorables para él. Sus flores y hojas crecen por grupos generando concentraciones que crean impacto visual.

Contraste: El color de sus flores genera un alto contraste entre su follaje y la estructura del árbol, haciendolo un árbol

Figura 54. Textura tronco Guayacán

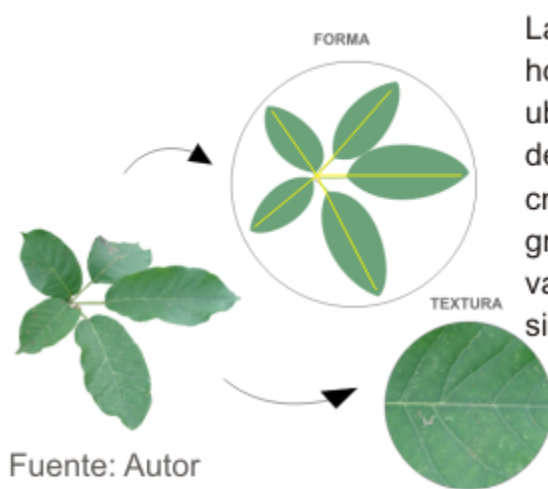


Fuente: Autor

Color: El color que presenta su tronco es un tono café claro irregular que se mantiene en toda su estructura.

Textura: Su tronco presenta grietas que generan una textura visual rugosa y de sensación áspera al tacto.

Figura 55. Análisis hojas de Guayacán



Fuente: Autor

Las hojas presentan forma elíptica, son hojas compuestas o de varias hojas y están ubicadas en la rama de forma opuesta y decusada. Su tamaño es irregular, de 5 a 25 cm de largo y de 8 a 20 cm de ancho, en cada grupo de hojas varían su tamaño. Las hojas varían de tamaño pero mantienen una similitud de forma.

Concentración: Hojas compuestas que se agrupan de 5 hojuelas y crecen en la rama alternadamente.

Radiación: Las hojas parten de un solo punto central en común hacia varias direcciones, generando visualmente una circunferencia.

Figura 56. Textura hoja de Guayacán



Fuente: Autor

Textura: textura táctil lisa sin vello, las nervaduras de la hoja dan una textura visual las cuales siguen un patrón de crecimiento que genera una retícula irregular.

Color: el color de sus hojas es un tono verde que se mantiene constante en toda su forma. Las nervaduras son de un tono verde mas claro que resaltan dibujando una textura visual.

Figura 57. Análisis flor de Guayacán

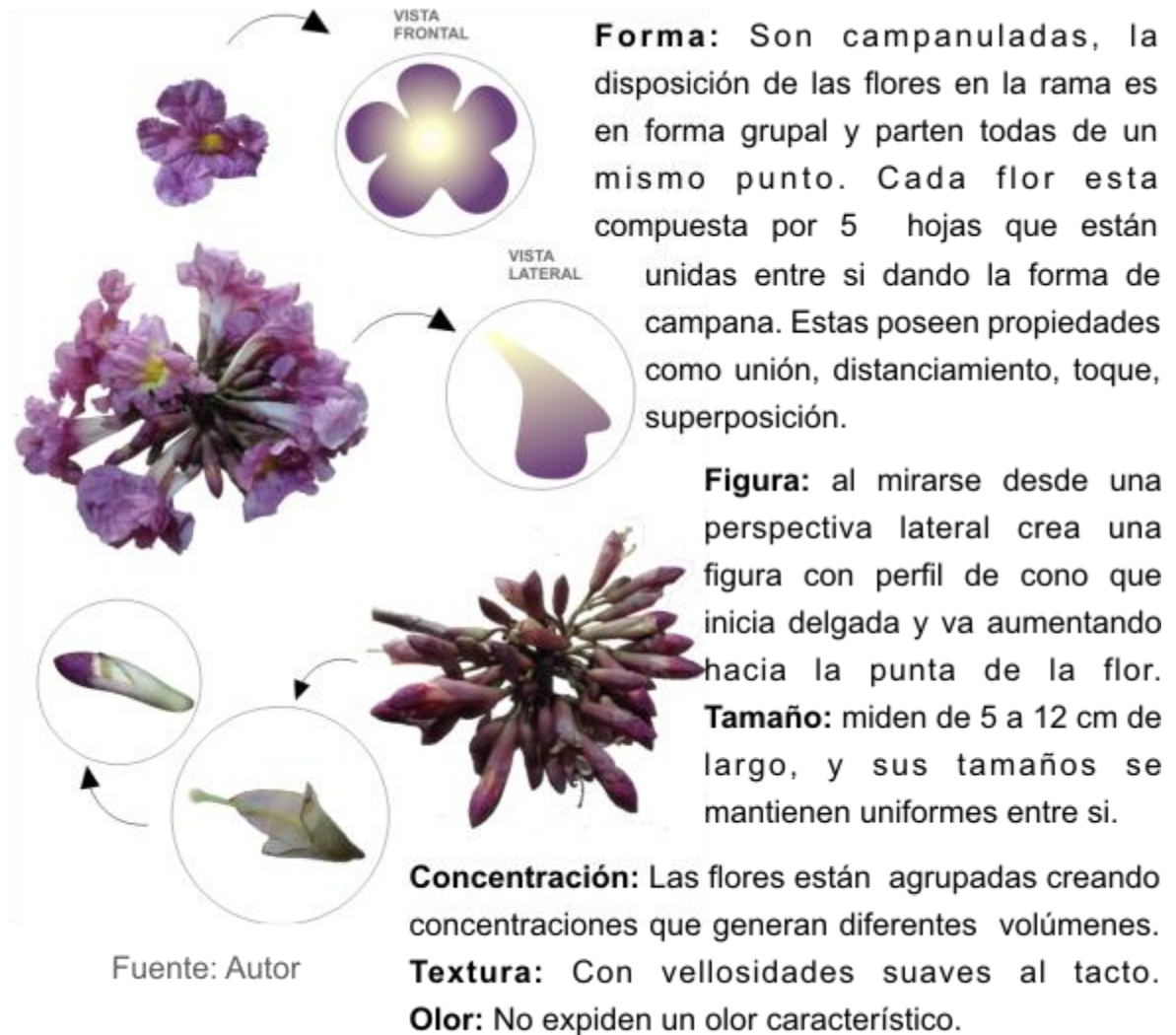


Figura 58. Color Flor de Guayacán



Color: Morado claro, con una degradación de color hacia los rosas llegando al color blanco, muy vistosas.

Fuente: Autor

Figura 59. Análisis fruto de Guayacán



Forma: Cápsulas cilíndricas, angostas y alargadas. Sus semillas presentan alas asimétricas e irregulares lo cual facilita su dispersión a cierta distancia del árbol original con el viento, son muy ligeras, aladas. La verdadera semilla está formada por dos pequeños discos lenticulares soldados entre sí, también asimétricos para favorecer la dispersión con el viento, en ocasiones favorables pueden desplazarse hasta casi 1 km

Tamaño: De 11 a 35 cm de largo y 0.6 a 2 cm de ancho, dehiscentes longitudinalmente (apertura espontánea del fruto longitudinalmente que deja salir las semillas).

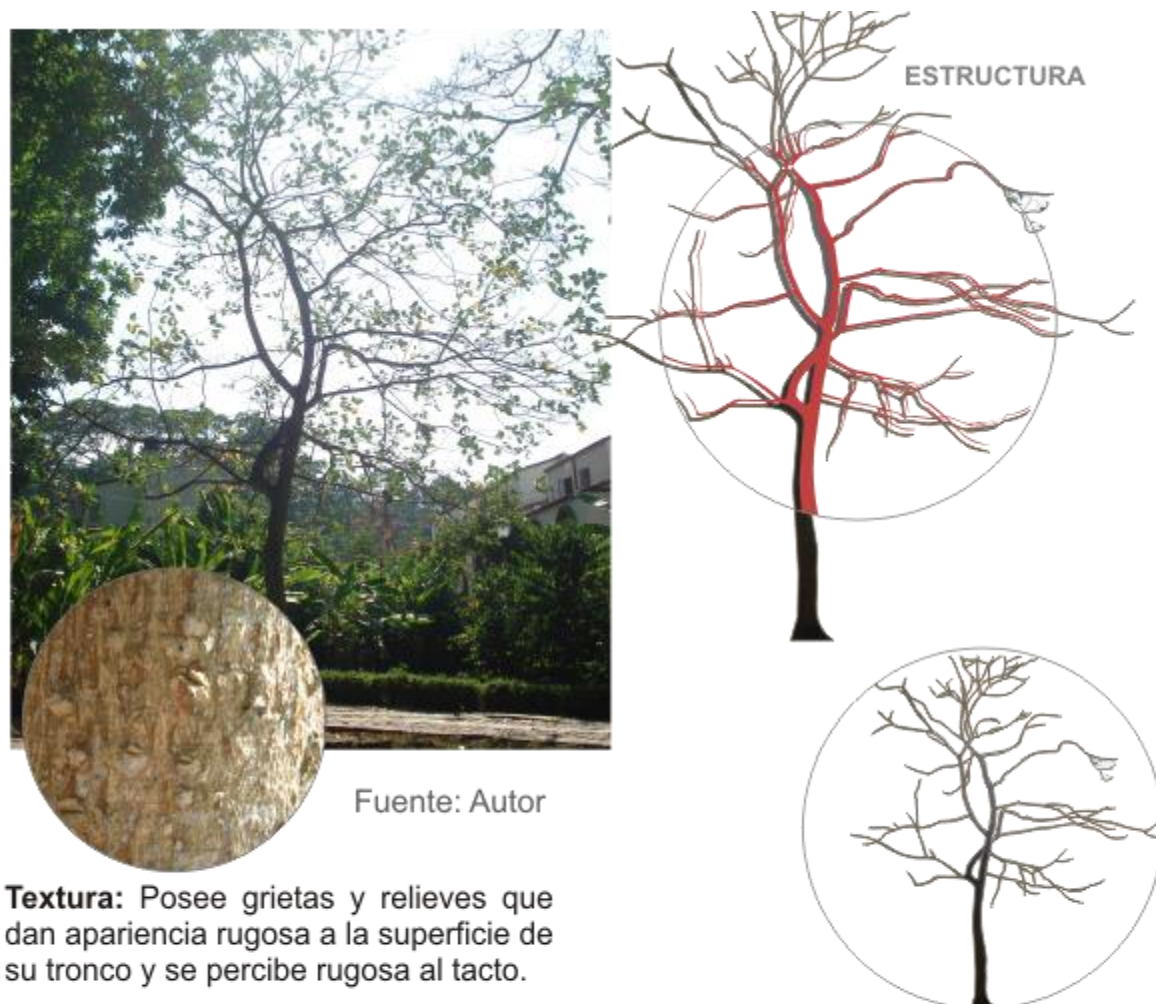
Fuente: Autor

Color: Presenta un color verdoso cuando se encuentra en la etapa de maduración, cuando este se seca cambia de color verde a café oscuro.

Textura: El fruto presenta una textura visual rugosa y áspera al tacto.

5.1.2 Búcaro (*erythrina fusca*).

Figura 60. Análisis estructura Búcaro.

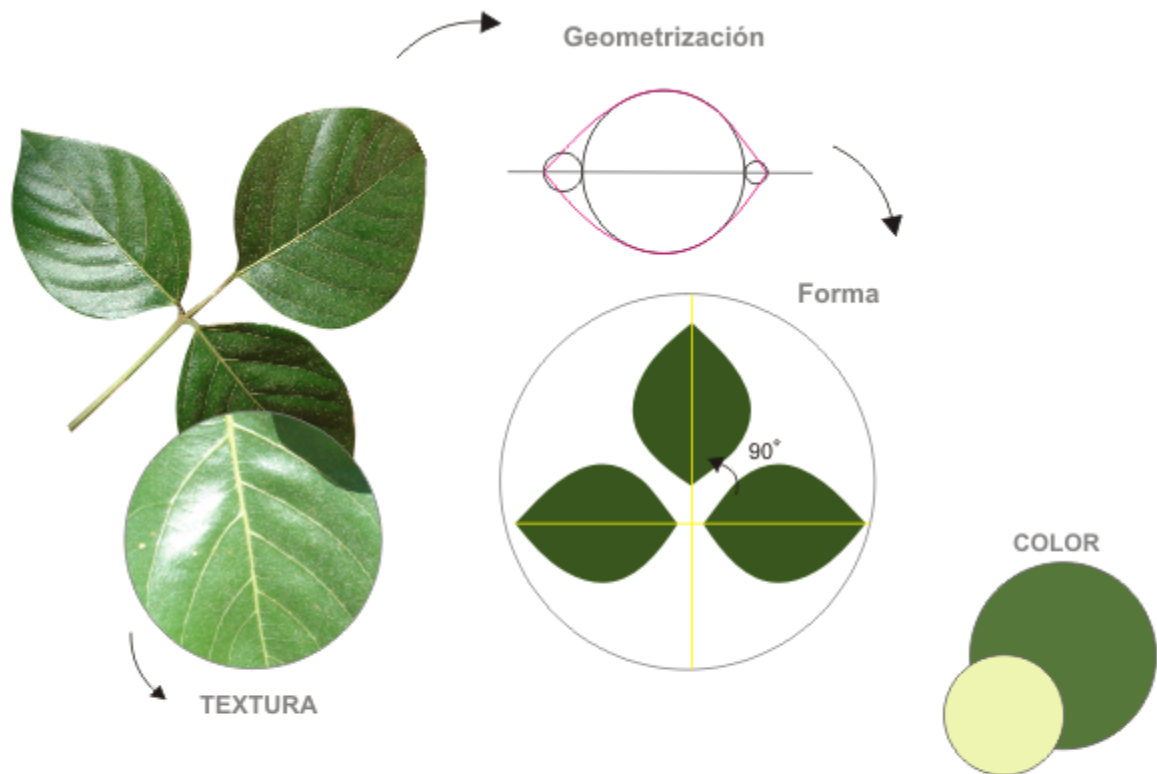


Textura: Posee grietas y relieves que dan apariencia rugosa a la superficie de su tronco y se percibe rugosa al tacto.

Estructura: Presenta una estructura ramificada que abre en forma de V consecutivamente rama tras rama. crece de forma asimétrica generando peso visual y desequilibrio en su estructura.

Tamaño: Este árbol presenta un tamaño mediano y normalmente ramifica cerca de la base, llega a medir cerca de 20 metros de altura y 1 metro de diámetro. Su follaje se mantiene tupido la mayor parte del año, salvo en etapa de floración.

Figura 61. Análisis hoja Búcaro.



Fuente: Autor

Las hojas son alternas, compuestas y agrupadas en tríos. Son de borde entero, ápice redondeado, de ovado a elíptico, y miden de 8 a 12 centímetros de largo y de 6 a 11 centímetros de ancho. Se trasladan a 90 grados una de la otra y parten todas de un mismo punto. Las hojas poseen similitud de forma entre ellas.

Color: El verde oscuro es el color predominante de sus hojas, pero sus nervaduras contrastan con un tono verdoso más claro.

Textura: Son Lisas al tacto y visualmente son brillantes. Sus nervaduras resaltan en un color verdoso más claro que el de la hoja creando una textura visual. Estas nervaduras se ubican de forma ordenada, mostrando degradación de tamaño.

Figura 62. Análisis flor Búcaro.



COLOR



Las flores son de tonos calidos, pasan por los rojos y los naranjas, su tamaño es de 8 centímetros de largo y 5 de ancho. Se presentan en racimos erectos, terminales y abundantes. La hoja de su flor es cóncava y con textura lisa al tacto. Estas crecen alternamente girando alrededor del tallo. Existe repetición de forma, el tamaño se mantiene entre ellas.

Fuente: biologia.eia.edu.co/paginaflora/Fabaceae/Bucaro/bucaro.htm

Figura 63. Análisis fruto Búcaro.



Los frutos son legumbres retorcidas, verdes amarillentas y de forma cilíndrica. Cuando están secos cambian a color café. Abren de forma longitudinal para expulsar las semillas. Crecen por racimos y son de forma irregular, existe similitud de forma, concentración ya que crecen por racimos, unión todas parten de un mismo punto.

Fuente: Autor

5.1.3 Bala de cañón (*couroupita guianensis*).

Figura 64. Análisis Bala de Cañón

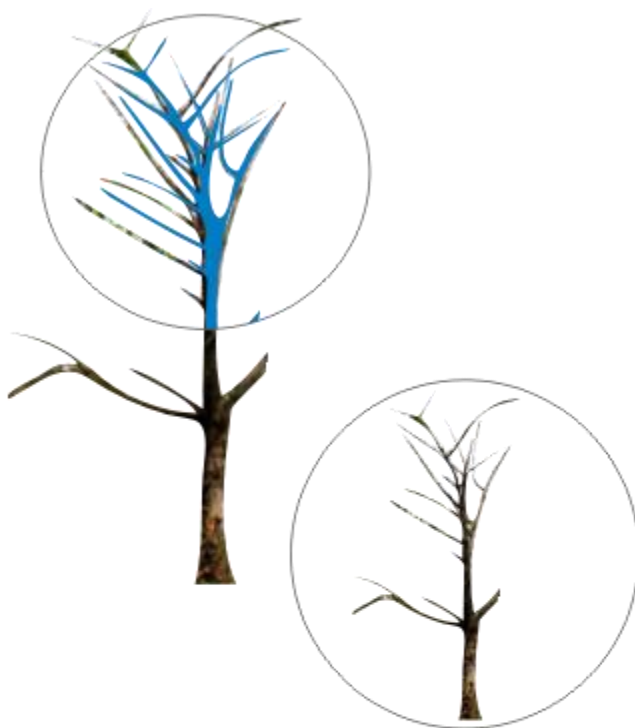


Fuente: Autor

Figura 65. Análisis estructura Bala de Cañón



Fuente: Autor



Árbol grande, de copa tipo elíptica, tronco de color marrón externamente. El fuste es recto y bien definido, con ramas horizontales.

Textura: Presenta una textura rugosa al tacto, con estrías y relieves. Visualmente se perciben estas protuberancias y su color es tonos cafés y verdes claros.

Figura 66. Análisis tronco Bala de Cañón



Sus Flores nacen directamente del tronco (caulifloría) en forma solitaria o agrupadas en racimos, son grandes, fragantes, llamativas, de hasta 7.5 cm de diámetro, cáliz con sépalos de color rojo en zonas amarillas por fuera. Su textura es lisa al tacto y visualmente.

Fuente: Autor

Las flores nacen por racimos y crecen de forma alternada en la rama. Se aprecia degradación de tamaño entre estas con respecto a su crecimiento, hay similitud de forma, distanciamiento, unión. Su color varía de acuerdo a su etapa de crecimiento, posee tonos cálidos, existe degradación de color, inicia en tonos verdosos pasando por los amarillos, llegando al rojo.



Figura 67. Análisis Botón Bala de Cañón



Fuente: Autor

Cada botón posee seis hojas que conforman la flor, posee una textura lisa al tacto y su superficie es brillante dándole una apariencia plástica. Existe superposición de forma, rotación, radiación en la ubicación de sus pétalos, sustracción. Degradación de tamaño, contraste de color, texturas.

Figura 68. Análisis flor Bala de Cañón.

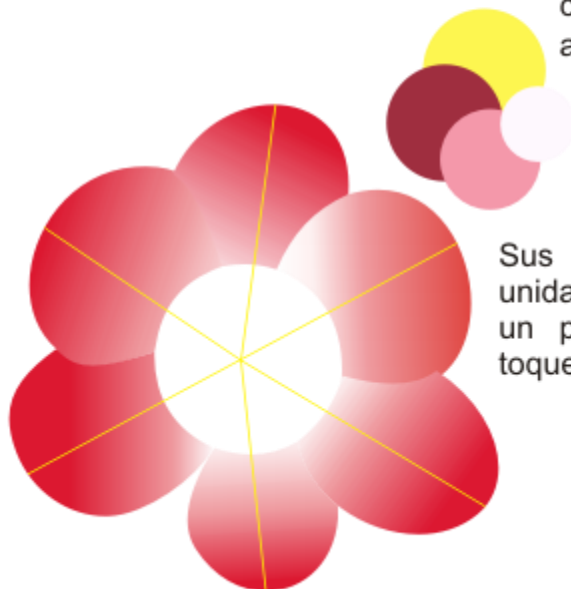


Fuente: Autor

El color que poseen sus flores se encuentra entre los tonos calidos, con una degradación de color que va del blanco hasta el rojo pasando por los rosas, amarillos y naranjas.

En la parte central de sus flores, cuenta con unas vellosidades que resaltan por su textura visual y táctil.

Estas vellosidades poseen colores que permiten resaltar, con una degradación de color que va desde el color crema hasta el amarillo pasando por los colores rosa.



Fuente: Autor

Sus petalos están ubicados de forma radial unidas de un mismo punto, giran al rededor de un punto de origen. Existe superposición, toque, similitud de forma.

Figura 69. Análisis hoja Bala de Cañón.



Fuente: Autor

Sus hojas son simples y alternas, agrupadas al final de las ramas, de 10 a 20 cm de largo y de 5 a 9 cm de ancho. Se ubican de forma radial al final de las ramas. Existe radiación, superposición, degradación de tamaño.

Figura 70. Análisis fruto Bala de Cañón.



Fuente: Autor

Produce frutos tipo baya, carnosos, esféricos y de aspecto como las antiguas balas de cañón; de olor fétido cuando de abre, de 25 cm de diámetro; suelen colgar de largos pedúnculos que salen del tronco principal. Las semillas son ovoides u ovovoides, semicomprimidas, de 1 a 1.5 cm de largo, de 1 cm de ancho y de aproximadamente 0.4 cm de grosor. Su testa es de color café claro, delgada, lisa y opaca. Además, se encuentran rodeadas por un arilo abundante, pegajoso, fétido, blanquecino, que se torna verde al contacto con el aire.

5.1.4 Guayabo (*psidium guajava*).

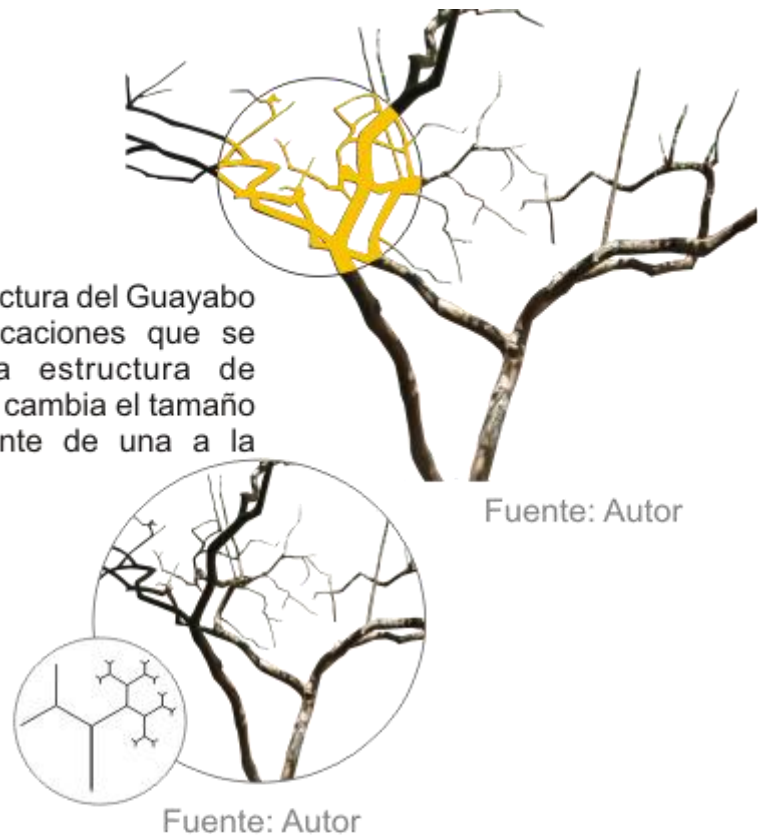
Figura 71. Análisis Guayabo



Fuente: Autor

Figura 72. Análisis estructura Guayabo.

Forma Estructural: La estructura del Guayabo esta compuesta por ramificaciones que se subdividen formando una estructura de gradación asimétrica, donde cambia el tamaño y la proporción gradualmente de una a la siguiente.



Fuente: Autor

Tamaño: El guayabo es un árbol pequeño de hoja perenne, de 8 a 10 mts de altura, y diametro de 25 cms o más, de tronco torcido y ramificado a poca altura, generalmente con brotes cerca de la base del tronco.

Pueden fructificar varias veces en el curso de su existencia, estableciendo a modo de unos ciclos vegetativos anuales

Figura 73. Silueta del Guayabo.



Posee una copa irregular, con ramas tortuosas, agrietadas. Ramitas de color verde a canela, con cuatro alas a lo largo en ramitas nuevas.

Tiene una estructura ligeramente asimétrica.



La madera es dura, fuerte y pesada, de buena elasticidad, grano fino y recto, durable. La albura es de color café claro y el duramen café rojizo. Proporciona excelente leña y carbón.

SILUETA

Fuente: Autor

Contraste: Las hojas del guayabo al ser perennes mantienen su color verde durante todo el año, el cual contrasta con la estructura de su tronco que posee un color café claro

Figura 74. Textura tronco de Guayabo.



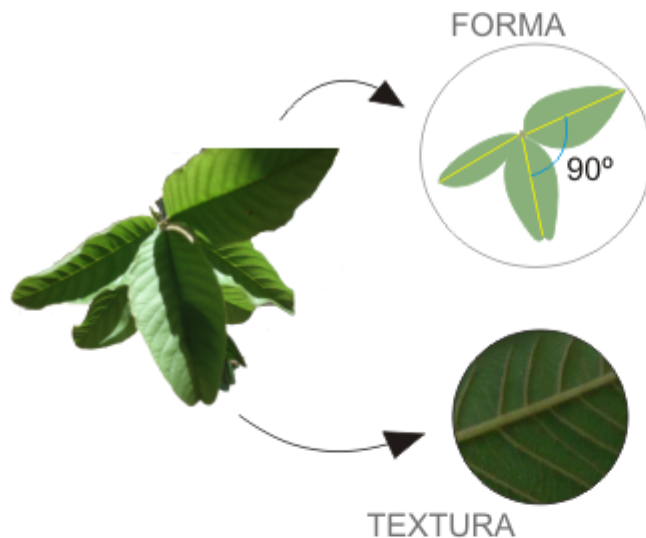
Su corteza es lisa, se desprende en escamas lisas irregulares dejando depresiones cóncavas. Corteza interna delgada, de color castaño rojizo y ligeramente dulce pero astringente.

Color: Matizada de colores gris, blancuzco y café.

Textura: Su textura es lisa, con escamas.

Fuente: Autor

Figura 75. Hojas de Guayabo



Hojas simples, opuestas, lisas, de forma ovalada a elíptica, su tamaño varía entre los 3-18 cms de largo, y 2-7.5 cms de ancho, su borde es liso.

Se distribuye de dos en dos de forma opuesta en la rama teniendo una rotación de 90° ; van graduando su tamaño a medida que se aproximan al extremo externo de la rama.

Fuente: Autor

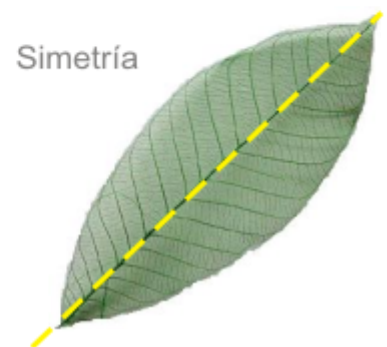
Radiación: Las hojas parten de un mismo punto, en pares que rotan 90° hasta su siguiente par.

Repetición: Las hojas son iguales a su opuesta, que se encuentra a 180° .

Simetría: Sus hojas son regulares y su mitad izquierda se puede obtener por reflexión de su mitad derecha.

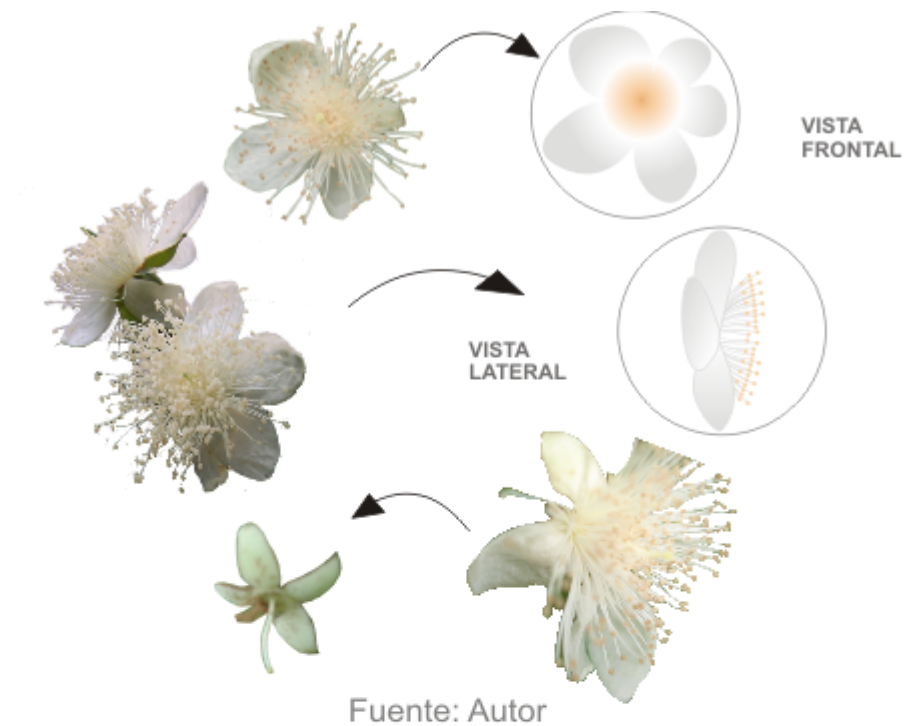
Textura: Las hojas del guayabo son glabras (sin vellosidades), posee una columna vertebral o figura columnar central con elementos que se ramifican bilateralmente.

Color: El color de sus hojas es un tono verde, que depende de los nutrientes del suelo, puede ser más amarillo o más oscuro. En la parte posterior de la hoja se aprecian las nervaduras en un color verde claro, que resalta su estructura.



Fuente: <http://papelcodice.redtienda.net>

Figura 76. Flor de Guayabo



Fuente: Autor

Forma: Las flores se encuentran solas o en pequeños grupos de ramificación simpodial donde las flores externas son más jóvenes que las internas, tienen 4 o 5 pétalos que las componen y varios estambres, forman parte de las plantas malíferas puesto que son ricas en néctar; esta flor es actinomorfa ya que presenta simetría radial, posee de 4 a 5 sépalos, verdes en el exterior y blancos en el interior.

Concentración: Dependiendo de su distribución, si se encuentran en grupo generan una concentración hacia un punto, que genera diferentes volúmenes.

Tamaño: De 2.5 cms de ancho por 4 cms de largo.

Textura: Con vellosidades suaves al tacto.

Olor: Dulcemente perfumadas.

Figura 77. Colores flor de Guayabo

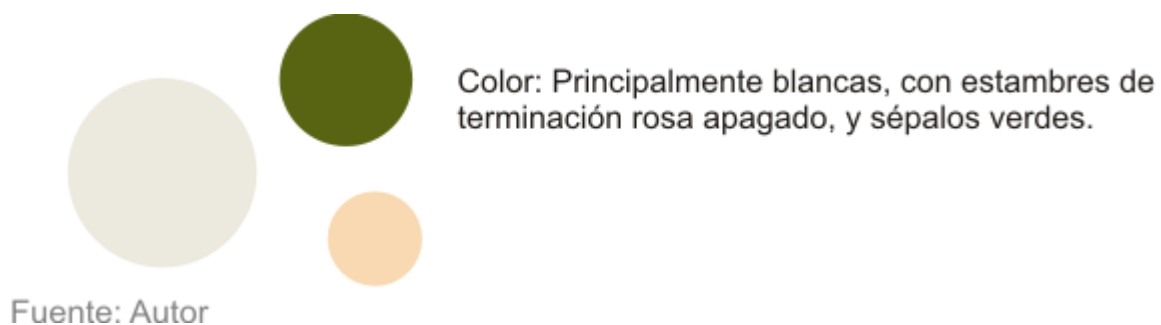
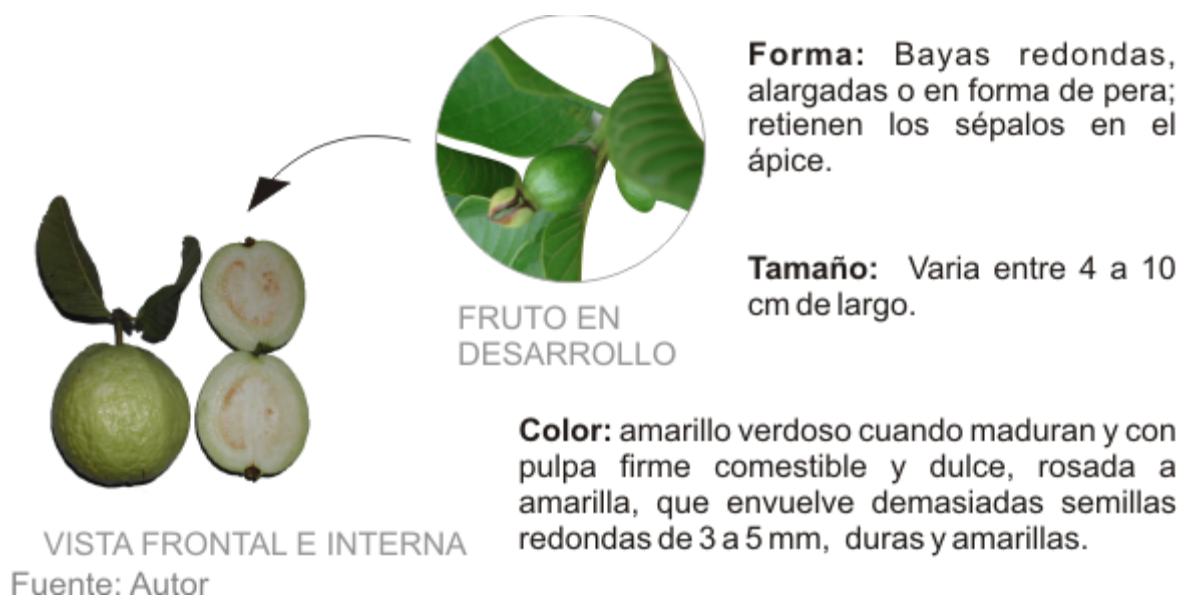


Figura 78. Fruto de Guayabo

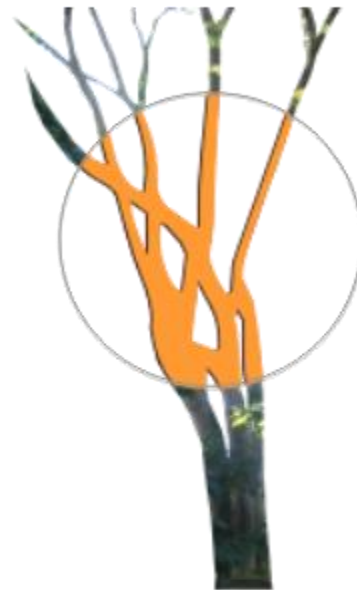


5.1.5 Orejero (*enterolobium cyclocarpum*).

Figura 79. Estructura Orejero

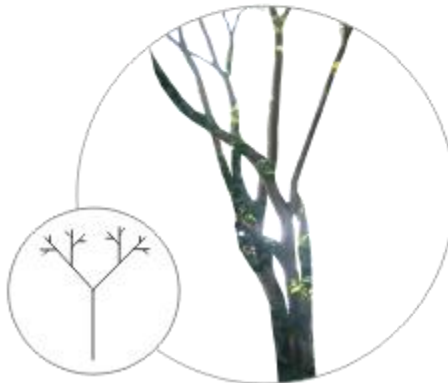


Fuente: Autor



Fuente: Autor

Forma Estructural: La estructura del Orejo esta compuesta por ramificaciones que se subdividen en dos, dos en cuatro y así sucesivamente, formando una estructura de gradación asimétrica, con transiciones que crean una suave continuidad.



Fuente: Autor

Tamaño: El orejero es un árbol de 30 m de alto, tronco recto, cilíndrico, de 2 m de diámetro.

Sistema radicular superficial, crecimiento rápido y propagación por semillas y rebrotes.

Figura 80. Silueta Orejero



Posee una copa tipo sombrilla, que se abre con mayor despliegue en zonas donde puede crecer libremente, para así maximizar la superficie fotosintética y capturar más luz.

Su tronco es corto y grueso, con pequeños aletones y gruesas ramas para soportar la ancha y extendida copa.



El duramen es marrón oscuro, a veces con tintes rojizos. Tiene lustre alto y se compara con la madera del nogal. La albura es de color blanco apagado y se funde con el duramen más oscuro. Es una madera de peso ligero o mediano de textura media a gruesa.

Fuente: www.flickr.com/photos/victorrocha

Figura 81. Textura tronco del Orejero

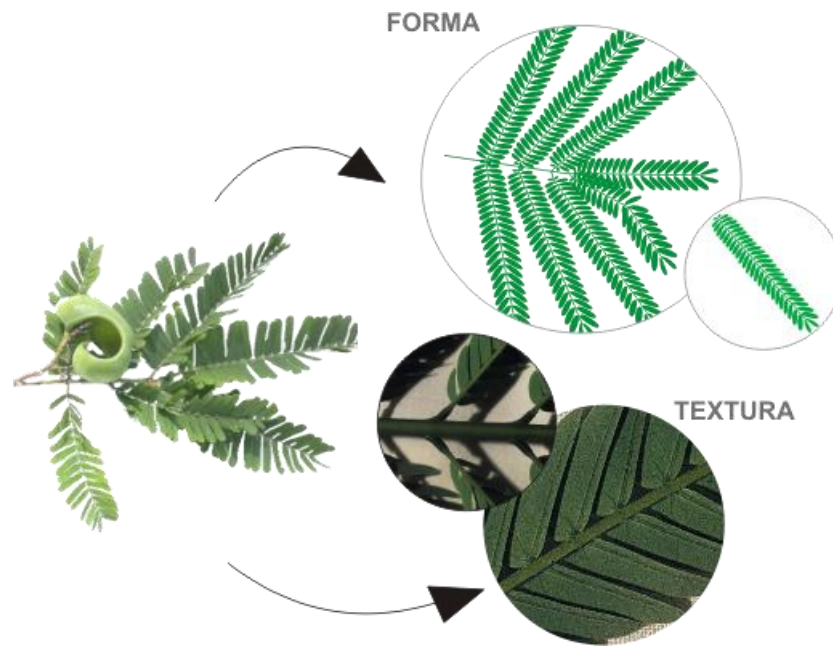


Fuente: Autor

Color: Corteza marrón grisáceo pálido, con un toque rojizo que es más obvio en los ejemplares jóvenes; con lenticelas alargadas en líneas longitudinales, la parte interna es de color blanco.

Textura: De apariencia lisa

Figura 82. Hojas de Orejero



Las hojas son bipinnadas y aproximadamente 28-47 cm de largo. Tienen entre 22-30 pinnas (hojuelas) y 76-85 pinnulas (hojuelitas) por pinna. Son de color verde oscuro por el haz y verde claro por el envés. Es una especie decidua ya que bota sus hojas entre diciembre y enero y pone nuevas entre marzo y abril, sin embargo, hay mucha variación entre individuos y localidades en esta fenología.

Figura 83. Hoja Orejero



Fuente: Autor

La estructura de la hoja muestra una ramificación bilateral
Las pinnas y las pinulas son opuestas

Repetición: Las pinulas se repiten por lo largo de la hojuela, y las hojuelas se repiten a través de la hoja, lo que representa una sensación de armonía.

Simetría: las pinulas son simétricas, al igual que las pinnas, la hoja al ser bilateral también es simétrica.

Anomalía: La hoja puede tener alguna ramificación alterna, que transforma la regularidad y atrae la atención.

Figura 84. Flor del Orejero.



Figura 85. Color Flor del Orejero.



Color: Principalmente blancas, con estambres de terminación que va del verde al amarillo, cáliz y corola verde claro.

Fuente: Autor

Figura 86. Fruto Orejero



Forma: Son curvos y forman una semicircunferencia, evoca la forma de las orejas de ahí su nombre común.

Radiación: La distribución de las semillas dentro de la vaina es de forma radial, formando un abanico en su estructura.

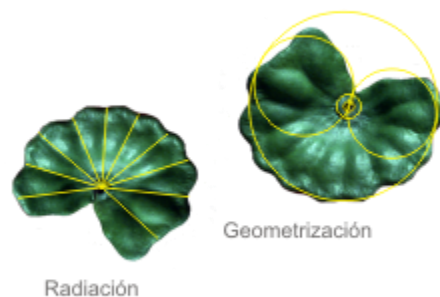
Tamaño: Miden 3 - 4 cm de ancho, formando una semicircunferencia de 8-14 cm de diámetro.

Textura: Los frutos lisos y suaves al tacto.

Color: Los frutos inmaduros son de color verde y duran 2-3 meses madurando. Cuando están maduros son de color café pardo.

Fuente: Autor

Las semillas son ovoides y aplastas y del tamaño de un uña. Es posible encontrar entre 9-20 semillas por fruto. Después de ser polinizada una de las flores de la inflorescencia el fruto no empieza a desarrollarse totalmente hasta su tamaño final sino hasta diciembre-enero. Es decir, que los frutos que se observan en un determinado año, son el producto de la fertilización del año anterior. Es común observar las copas de los árboles con frutos madurando y casi simultáneamente abriendo las flores nuevas.



Fuente: Autor

5.1.6 Aguacate (persea americana).

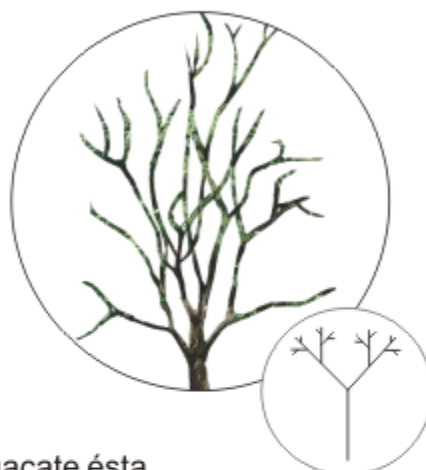
Figura 87. Análisis estructura Aguacate.



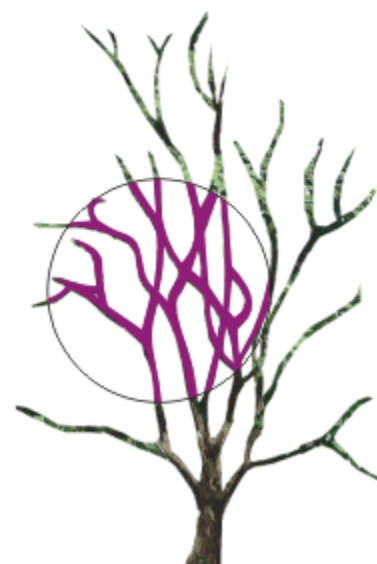
Fuente: D. I. Eduardo Guevara

Forma Estructural: La estructura del Aguacate ésta compuesta por ramificaciones que se subdividen, al igual que la mayoría de los árboles, su tamaño gradúa haciendo mas finas sus ramas. Sus ramas abren en dos, formando una v que se mantiene cerca al centro del árbol, puesto que busca ganar altura en ves de amplitud.

Tamaño: En estado silvestre, el árbol pueden alcanzar alturas de alrededor de 20 m, más comúnmente entre 10 y 12 m y diámetro de 30-60 cm, con tronco erecto o torcido. Los árboles en plantación generalmente derivados de injertos y sujetos a podas de formación, muestran una apariencia muy distinta.



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 88. Silueta Aguacate



Su copa en estado juvenil, tiene forma conica y al madurar se torna globosa a irregular, extendida, con ramas bajas, al principio verde amarillentas que se tornan opacas y con cicatrices prominentes dejadas por las hojas.



La madera es moderadamente suave, liviana y quebradiza, no durable, susceptible a termitas y hongos. La abura es crema o beige, y el duramen café rojiza pálida, moteada de grano fino.

SILUETA

Fuente: D.I. Eduardo Guevara

Figura 89. Corteza Aguacate

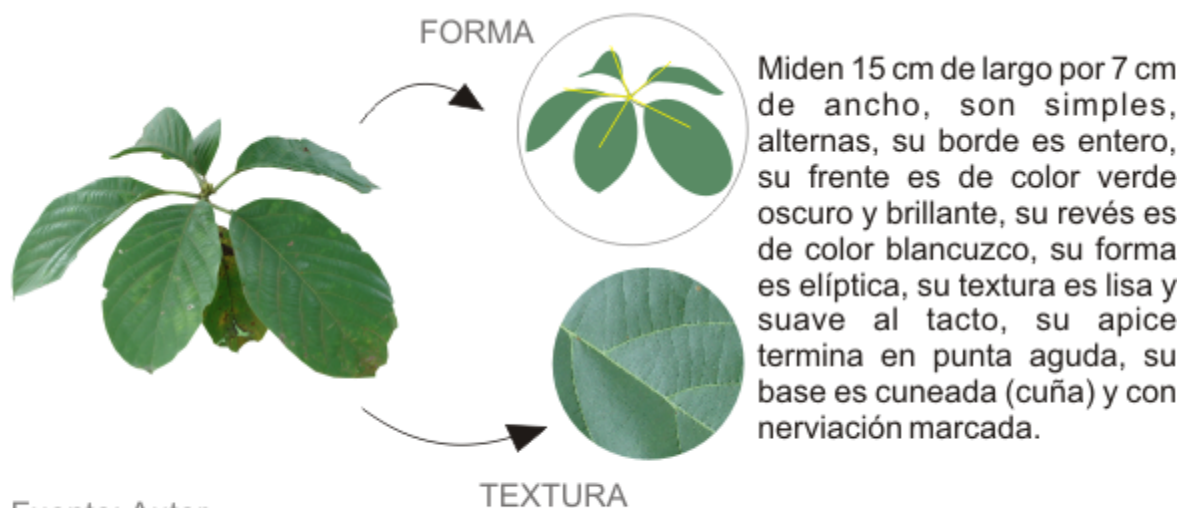


Textura: La corteza del Aguacate es áspera, aveces surcada longitudinalmente.

Color: El color varia entre diferentes tonos de café.

Fuente: Autor

Figura 90. Hojas de Aguacate



Radiación: Las hojas parten de un mismo punto, y se desplazan a través de la rama

Repetición: Las hojas son iguales y se repiten graduado de tamaño a través de la espiral que forman en la rama.

Simetría: Sus hojas son regulares simétrica, y su mitad izquierda se puede obtener por reflexión de su mitad derecha.

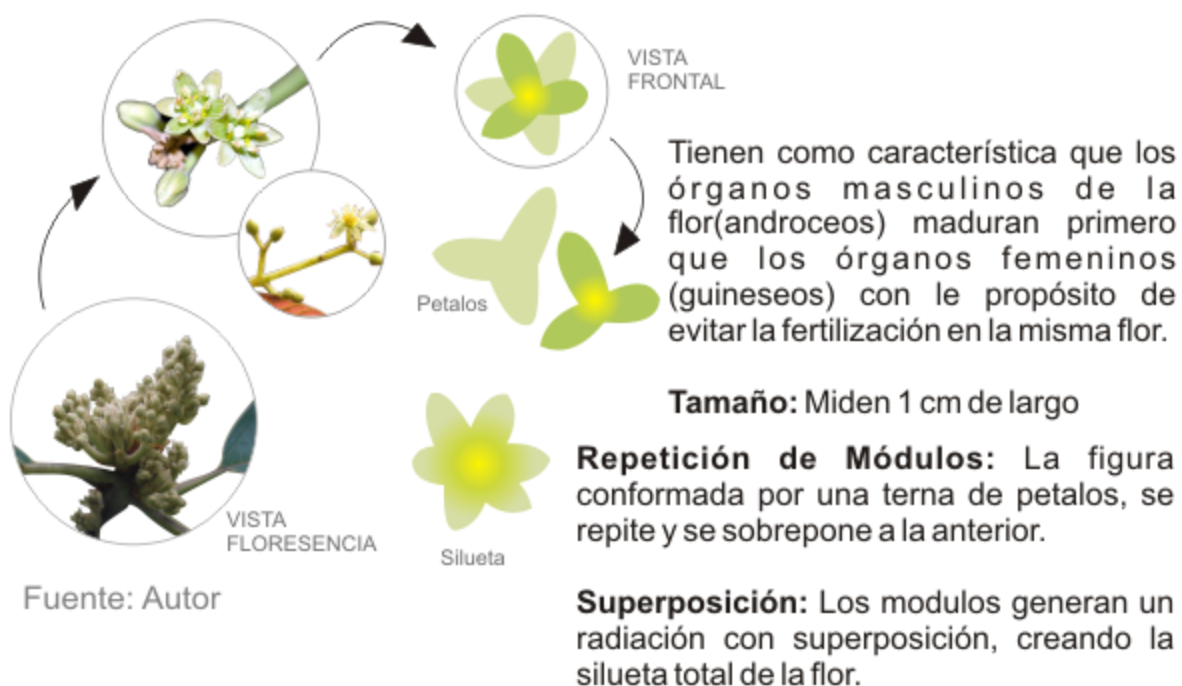
Estructura alterna: La estructura que muestra la nerviación de la hoja es alterna.

Figura 91. Análisis hoja aguacate



Fuente: Autor

Figura 92. Flor de Aguacate



Fuente: Autor

Textura: Contiene vellosidades suaves al tacto.

Consentración: Se encuentran en florescencias de hasta 200 flores.

Figura 93. Color Flor Aguacate

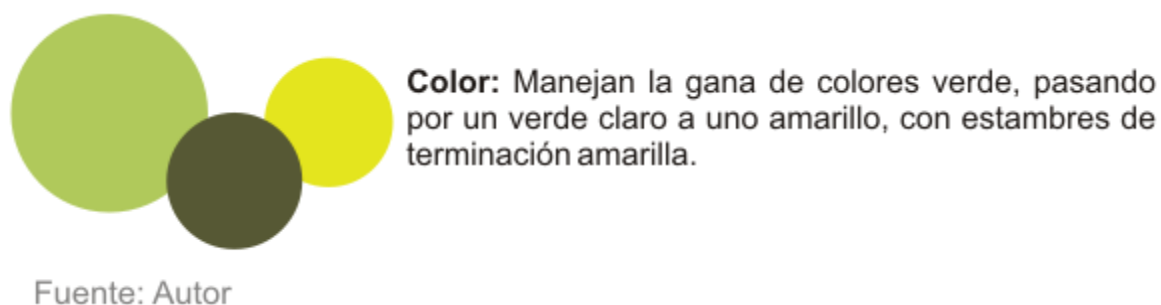


Figura 94. Fruto Aguacate



5.2 CUADRO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES PRE-SELECCIONADAS

Este cuadro comparativo se realiza con el fin de establecer las cualidades que poseen las especies de árboles preseleccionados. De este análisis se obtendrá el árbol definitivo para el desarrollo del producto, teniendo en cuenta el número de aspectos de diseño que aporte para el estudio.

Figura 95. Cuadro comparativo de especies pre-seleccionadas

Cuadro comparativo de las especies pre-seleccionadas

ÁRBOL	Aspectos positivos	Aspectos negativos
	-Presenta un color contrastante en sus flores y sus ramas, las flores se encuentran por grupos que se aprecian por concentraciones. -Posee conceptos de diseño como radiación, gradación de tamaño, unión.	-No existe diversidad de colores en su totalidad. -Su riqueza formal es poca en cuanto a diversidad de formas, conceptos de diseño y manejo de colores. -En tiempos de desfloración el árbol es poco atractivo ya que pierde todas sus flores y hojas.
	-Sus flores poseen un color calido que genera un alto contraste con su follaje. -Cuenta con conceptos de diseño como similitud de forma, unión, rotación.	-No presenta diversidad de colores. -Su apariencia visual es poco atractiva en tiempos de desfloración, y las formas que aporta son pocas para el estudio.
	-Sus flores presentan una combinación de colores calidos que van desde los amarillos, rosas, naranjas y rojos, que contrastan dentro del árbol. -Posee texturas visuales y táctiles que se aprecian en su fruto, hojas, tallo y fruto. -Durante el proceso de crecimiento de las flores se presentan variedad de formas y colores. -Presenta conceptos de diseño como, gradación de tamaños, texturas, radiación, aspectos de interrelación de forma, toque, superposición, unión, radiación, concentración, contraste.	-Es un árbol del trópico y se encuentra especies dentro de la región, sin embargo su porcentaje en comparación con otras especies en la ciudad es bajo.
	-Presenta una estructura atractiva debido a la asimetría y definición de su tronco. -El tronco posee una textura visual llamativa que mezcla colores y formas irregulares. -Posee conceptos de diseño como unión, rotación, similitud de forma,	-No posee variedad de colores. -Su etapa de floración es breve, lo cual no permite que se aprecien a simple vista.
	-Su fruto posee una textura rugosa muy interesante que presenta una apariencia a cuero. -Posee conceptos de diseño como repetición de módulos, concentración, superposición	-Es un árbol principalmente monocromático, puesto que el verde predomina en todos sus componentes.
	-Es un árbol morfológicamente interesante puesto que su fruto posee varios principios de diseño como radiación, textura, concentración, y sus hojas son módulos que se repiten.	-Es un árbol poco asequible y eso dificulta su análisis. -Su principal atractivo es el fruto, puesto que los otros componentes se encuentran en otras especies.

Fuente: Autor

De acuerdo al análisis realizado anteriormente podemos definir la especie de trabajo seleccionada para el desarrollo del producto, el árbol Bala de cañon presenta el mayor número de aspectos de diseño en comporacion con las demas especies estudiadas. Posteriormente se trabajara detalladadamente en las cualidades de este árbol...vease pag 90

6. PERFIL DEL PRODUCTO

A partir del análisis de los resultados obtenidos mediante un cuestionario (véase pág 194) de respuesta abierta realizado en internet a 51 personas se establecieron los siguientes requerimientos.

6.1 REQUERIMIENTOS DE USO

- Debe ser desarmable y contar con un mínimo de partes necesarias que permitan un armado tridimensional y ocupe poco espacio al momento de ser empacado.
- Los ensambles deben permitir que el usuario acople las piezas de forma sencilla facilitando su armado.
- Debe contar con un lenguaje de uso adecuado que indique al usuario como ubicar las piezas correctamente.
- Evitar las terminaciones en ángulos que puedan causar lesiones físicas al usuario.

6.2 REQUERIMIENTOS FORMAL ESTÉTICOS

- Debe ser modular y manifestar los aspectos formales obtenidos por el análisis del objeto de estudio bajo el cual fue creado, por medio de texturas, colores, materiales, etc.
- Las piezas modulares obtenidas conformaran un volumen.

6.3 REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN

- Los mecanismos planteados para su ensamblado deben cumplir adecuadamente su función.

- Su ensamble permitirá diferentes configuraciones para la representación de otras posibilidades formales en cuanto a su volumen.

6.4 REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

- Su estructura debe estar conformada por elementos de unión que aseguren su estabilidad para que no sufra desajustes.

6.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICO PRODUCTIVOS

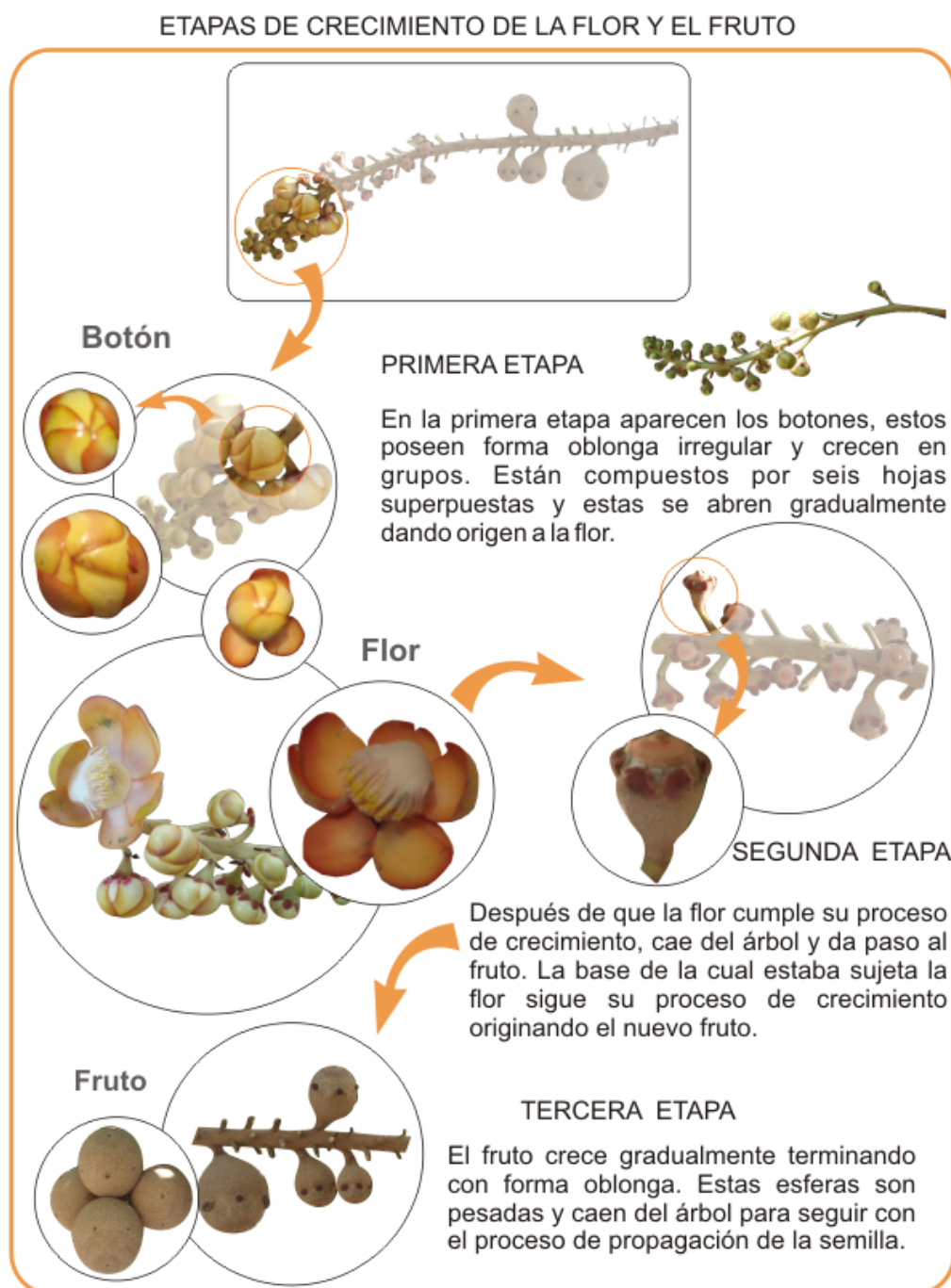
- Los materiales a utilizar deben cumplir con características como: resistencia y durabilidad a la manipulación, resistencia al impacto, soportar esfuerzos de flexión, no ser toxico y/o contaminante en porcentajes aceptables, livianos, entre otros.
- Se brindara la posibilidad de crear piezas de repuesto que permitan ser cambiadas en caso de pérdidas o daños.
- Las piezas estarán elaboradas en materiales que facilitaran su mantenimiento y limpieza.
- Los procesos de producción deben ser los óptimos para el máximo aprovechamiento del material utilizado y para el correcto tratamiento de los desechos.
- Las máquinas, herramientas y tecnologías empleadas para la fabricación de las piezas deben ser regionales y estar relacionadas con procesos de transformación de materiales que permitan producciones a gran escala.
- Para realizar la producción se debe contar con la mano de obra calificada para el desarrollo de procesos y técnicas de fabricación.
- Para determinar su correcto funcionamiento se realizaran comprobaciones para garantizar la calidad del producto.

6.6 REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS O DE MERCADO

- El producto contara con un empaque que cumplirá la función de proteger y contener las piezas que lo conformaran de forma organizada, para facilitar su transporte y almacenamiento.

7. ANÁLISIS VISUAL Y TÁCTIL DE LA ESPECIE ESCOGIDA

Figura 96. Etapas del crecimiento de la flor y el fruto



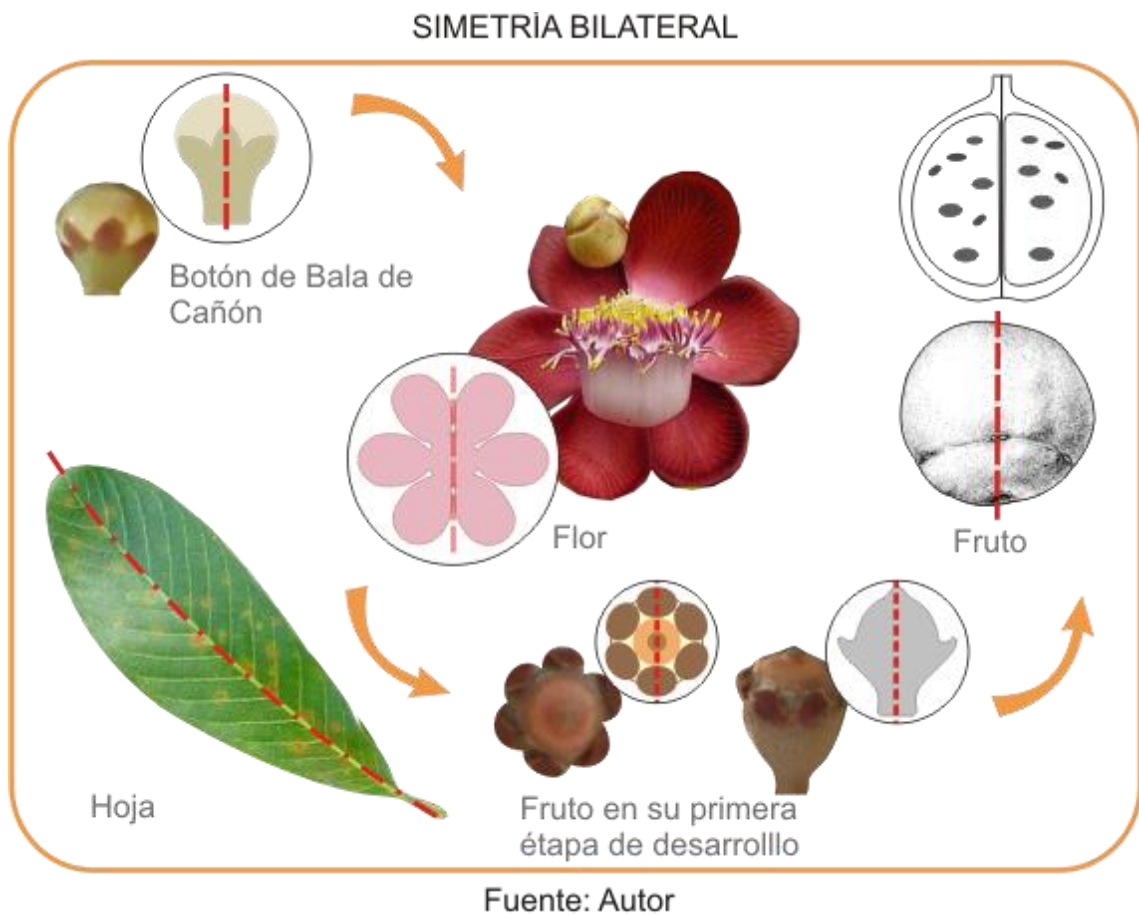
Fuente: Autor

7.1 SIMETRÍA

Las figuras simétricas son aquellas que se pueden obtener de la reflexión de sus mitades. Una recta invisible, un eje, divide la figura en dos partes o más dependiendo el tipo de simetría que posea.

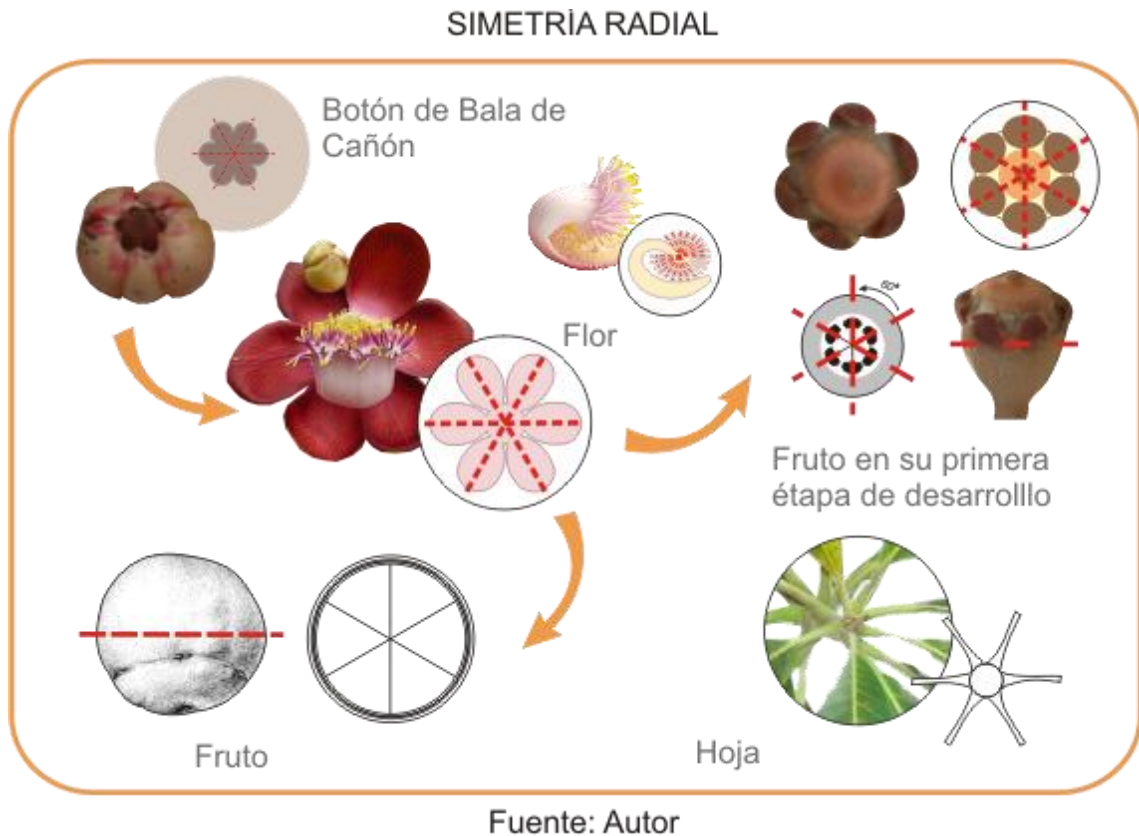
7.1.1 Simetría Bilateral. Son figuras regulares cuyas mitades izquierda y derecha se pueden obtener por reflexión en el espejo.

Figura 97. Simetría bilateral en las partes del árbol



7.1.2 Simetría Radial. Una forma geométrica tiene simetría rotacional alrededor de un punto O si se puede hacer que coincida exactamente sobre el original cuando se rota alrededor de O un cierto ángulo positivo menor a un ciclo completo.

Figura 98. Simetría radial en las partes del árbol



7.2 MÓDULOS

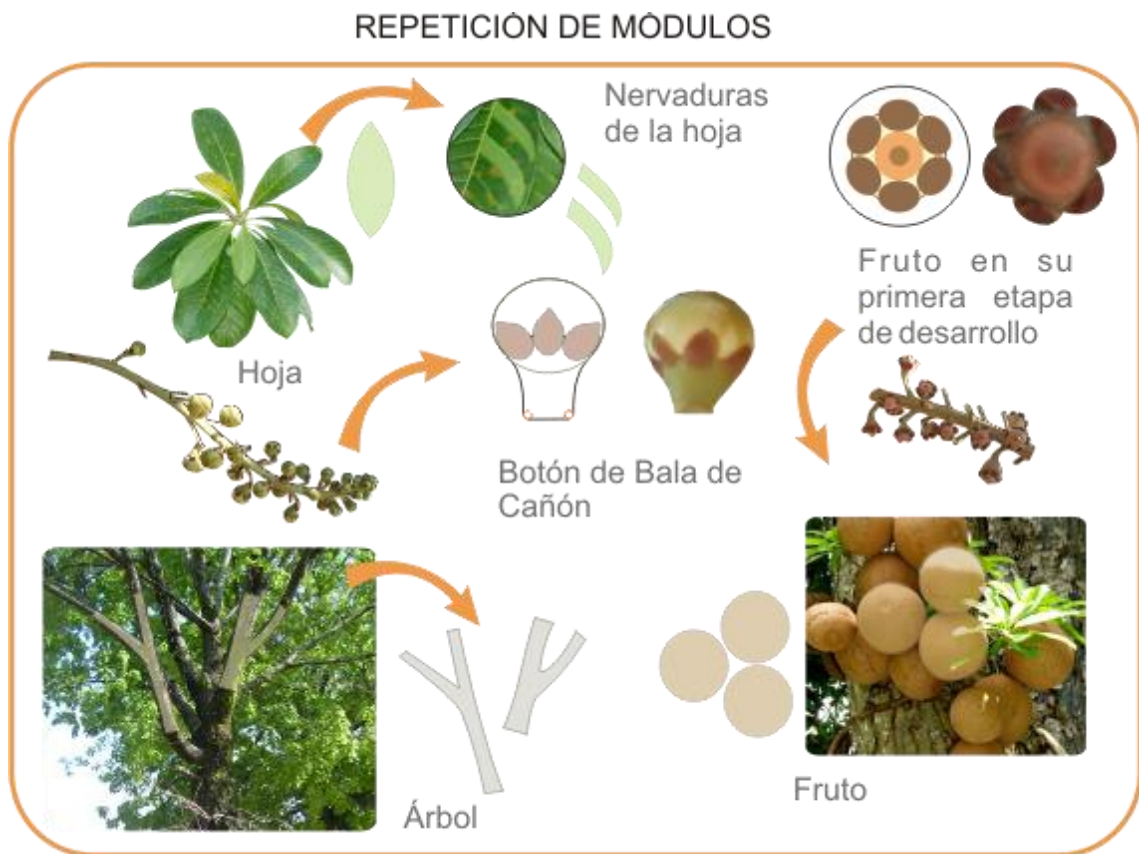
Un módulo es una forma simple que compone un diseño. Este se repite y puede tener variaciones pero que no afectan su representatividad en el diseño, los muy complicados tienden a destacarse como formas individuales por lo que el efecto de unidad puede ser anulado.

7.2.1 Repetición de módulos. Es la utilización de la misma forma más de una vez en un diseño.

La repetición es el método más simple para el diseño, aporta una sensación de armonía, puesto que cada módulo se repite al compás de un ritmo dado.

Existen varios tipos de repetición entre los que se encuentran: repetición de figura, repetición de tamaño, repetición de color, repetición de textura, repetición de dirección, repetición de posición, repetición de espacio y repetición de gravedad.

Figura 99. Partes del árbol con repetición de módulos



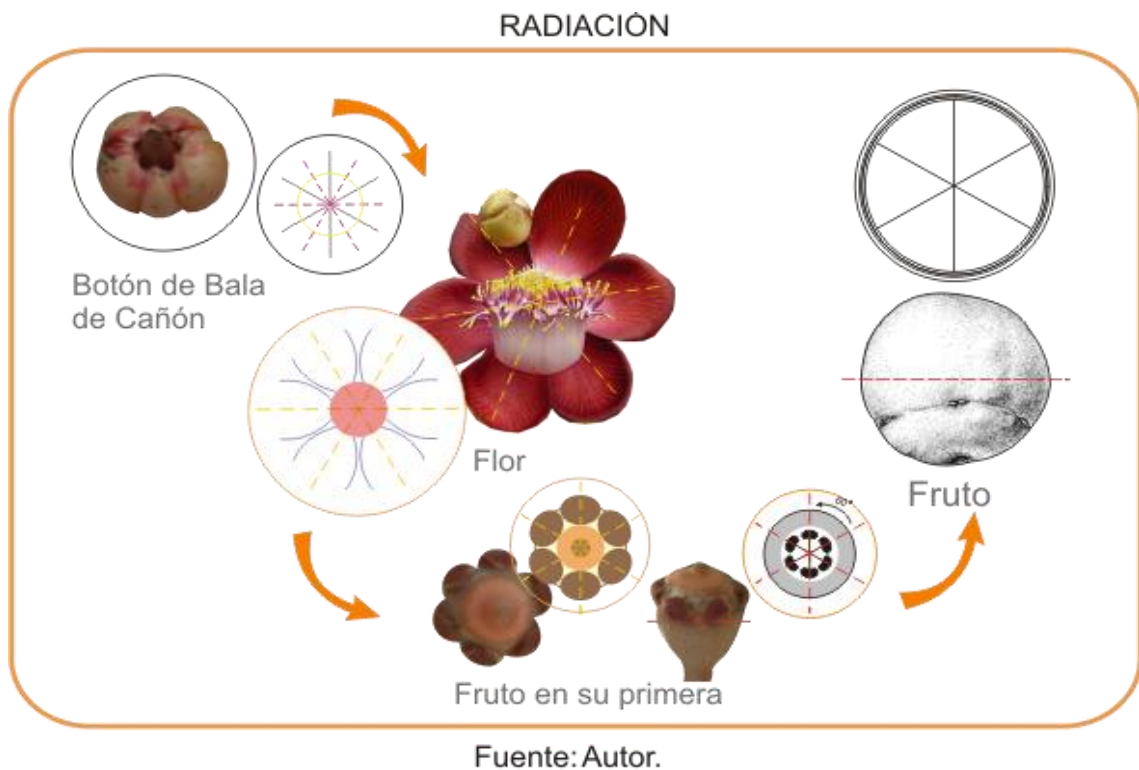
Fuente: Autor

7.3 RADIACIÓN

La radiación puede ser descrita como un caso especial de la repetición. Los módulos repetidos o las subdivisiones estructurales que giran regularmente alrededor de un centro común producen un efecto de radiación.

Un esquema de radiación tiene las siguientes características, que ayudan a diferenciarlo de otro de repetición o de gradación: a) Es generalmente multisimétrico; b) Posee un vigoroso punto focal, habitualmente situado en el centro del diseño; c) Puede generar energía óptica y movimiento, desde o hacia el centro.

Figura 100. Radiación de forma en la flor y el fruto



7.4 TEXTURA

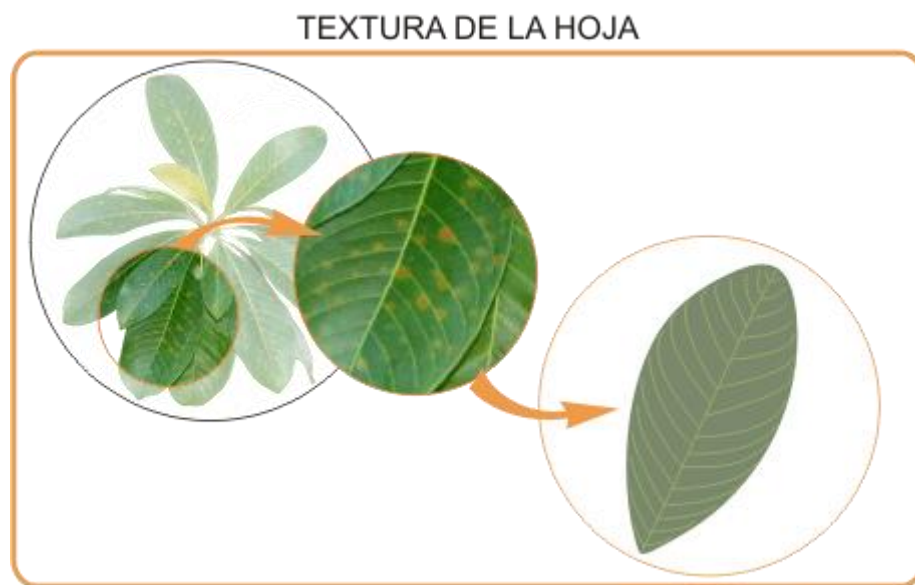
La textura es un elemento visual bi-dimensional que puede ser vista por el ojo y evocar sensaciones táctiles, existe textura decorativa, textura espontánea y textura mecánica.

Figura 101. Textura presente en las partes del árbol



Fuente: Autor

Figura 102. Textura de la hoja

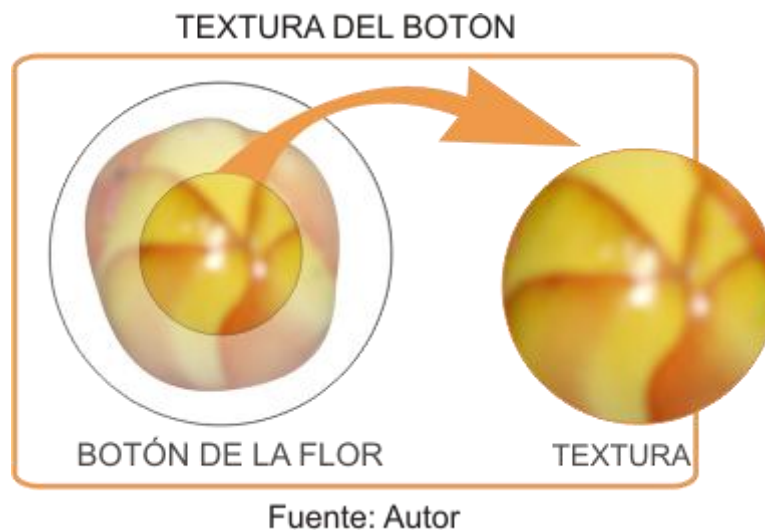


Fuente: Autor

Las hojas presentan textura visual, en donde se aprecian líneas de color más claro que generan una trama uniforme que contrasta con el color de la hoja.

Al revés de la hoja se aprecian estas mismas líneas creando una textura táctil por su relieve.

Figura 103. Textura del botón de la flor



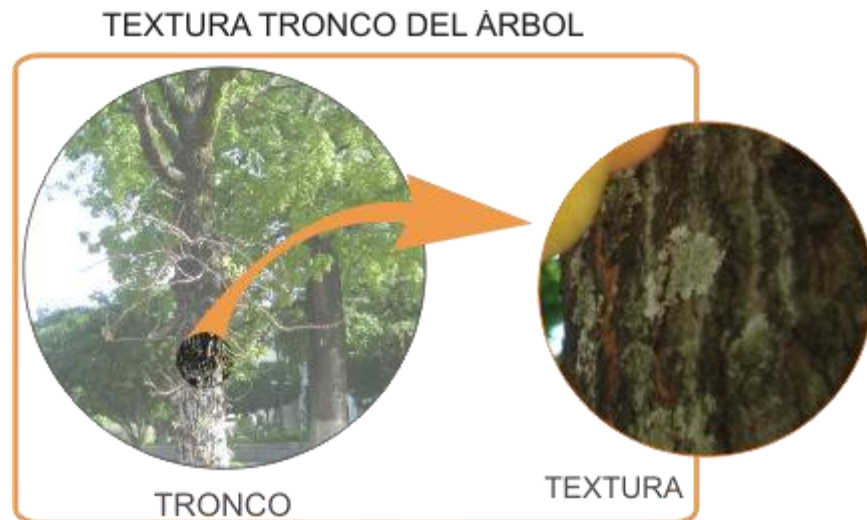
El botón posee una textura táctil lisa y es visualmente brillando dándole una apariencia plástica.

Figura 104. Textura de la flor



Fuente: Autor

Figura 105. Textura tronco del árbol



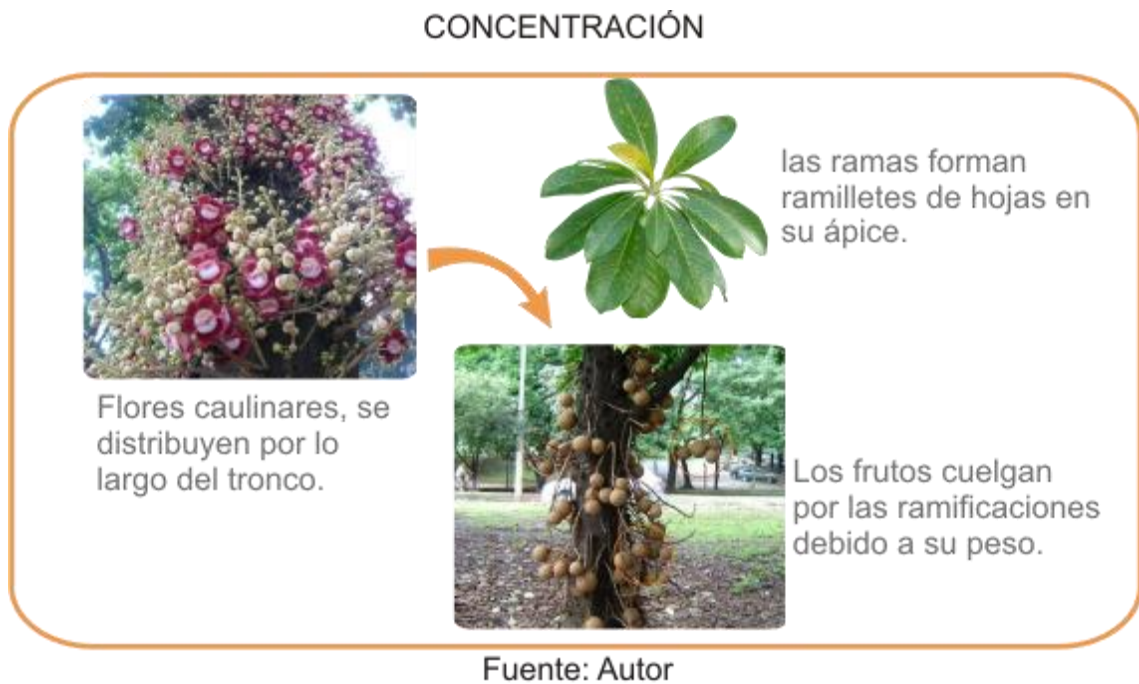
Fuente: Autor

El tronco presenta textura visual y táctil que se percibe por su rugosidad y relieve. Existe contraste de color lo cual genera la aparición de grietas.

7.5 CONCENTRACIÓN

Se refiere a la manera de distribución de los módulos, que pueden estar apretadamente reunidos en ciertas zonas del diseño o levemente repartidos en otras.

Figura 106. Concentración presente en el árbol



7.6 GRADACIÓN

Es un cambio gradual hecho de manera ordenada; genera ilusión óptica y crea una sensación de progresión, lo que normalmente conduce a una culminación o una serie de culminaciones.

7.6.1 Gradación de módulos. Dentro de una estructura de repetición, los módulos pueden ser utilizados en gradación. La mayor parte de los elementos visuales o de

relación pueden ser utilizados en gradación, solos o combinados, para obtener diversos efectos. Esto supone que los módulos pueden tener gradación de figura, de tamaño, de color, de textura, de dirección, de posición de espacio y de gravedad.

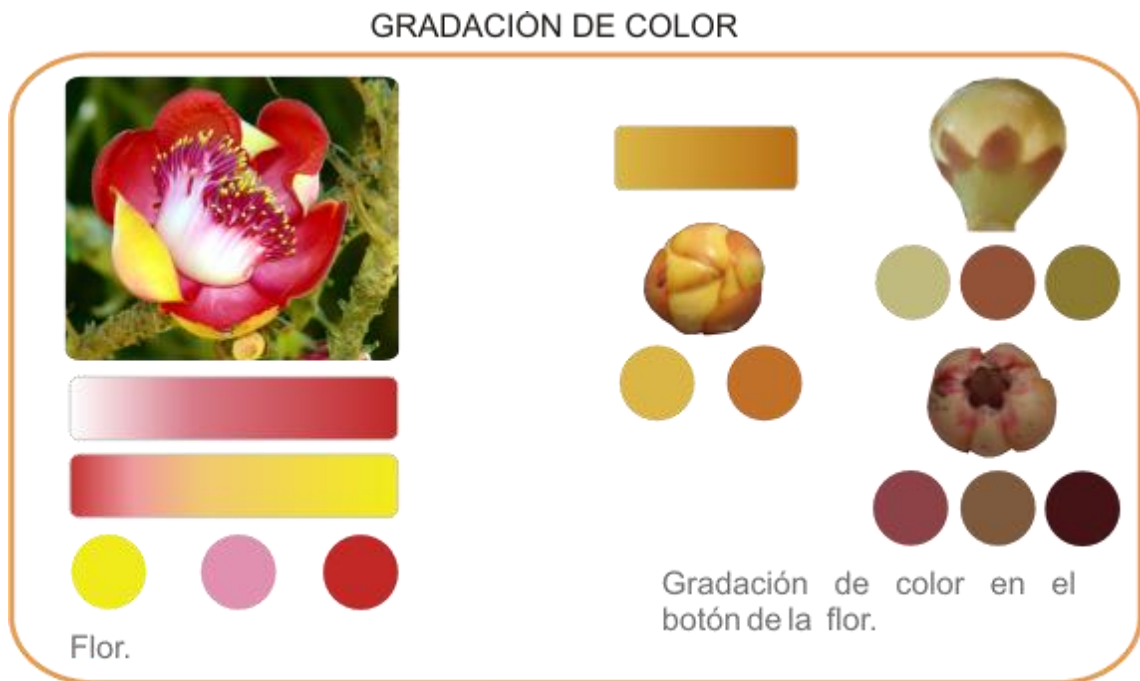
7.6.2 Progresión espacial. El aumento o la disminución en el tamaño de los módulos sugieren la progresión de los módulos en el espacio, hacia adelante o hacia atrás.

Figura 107. Gradación de tamaño presente en el árbol



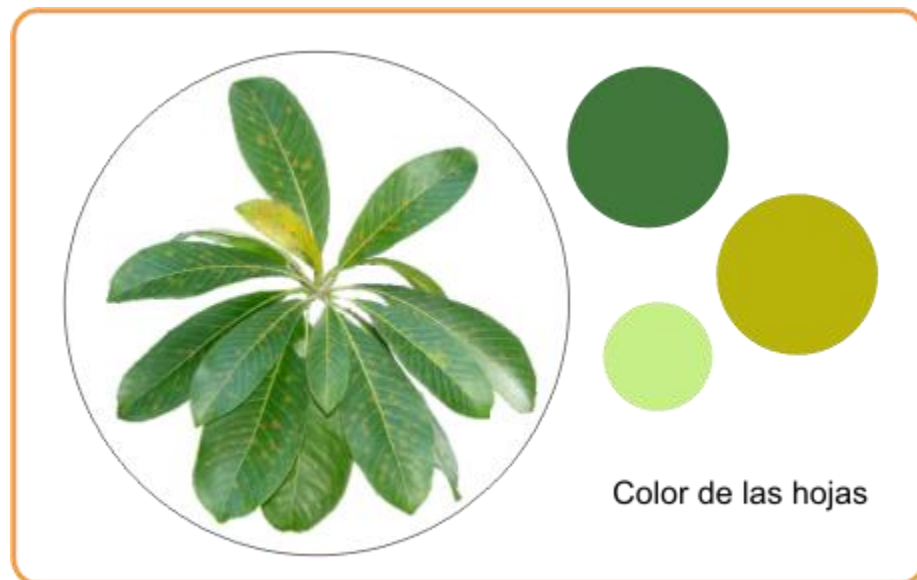
Fuente: Autor

Figura 108. Gradación de color presente en el árbol



Fuente: Autor

Figura 109. Colores presentes en las hojas del árbol



Fuente: Autor

7.7 GEOMETRIZACIÓN Y ABSTRACCIÓN DE LAS FORMAS

7.7.1 Geometrización y abstracción de los módulos del botón de la flor

Figura 110. Geometrización y abstracción del módulo de la flor en su primera etapa

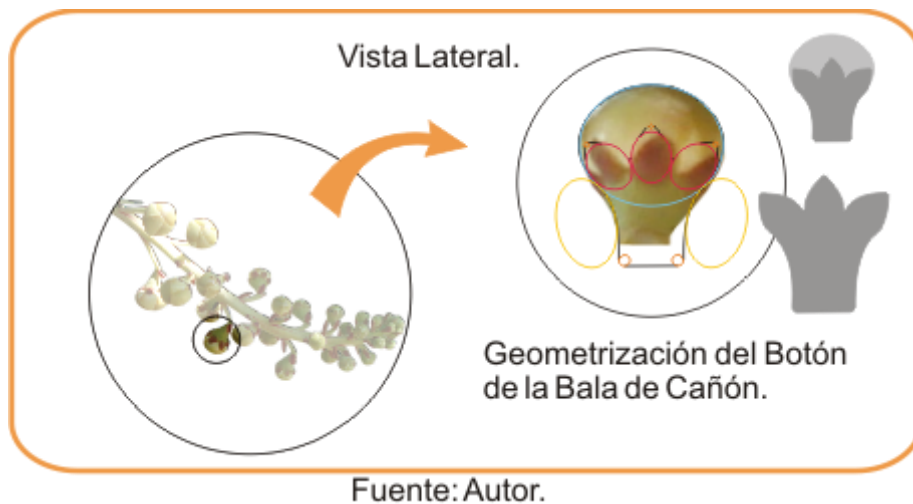
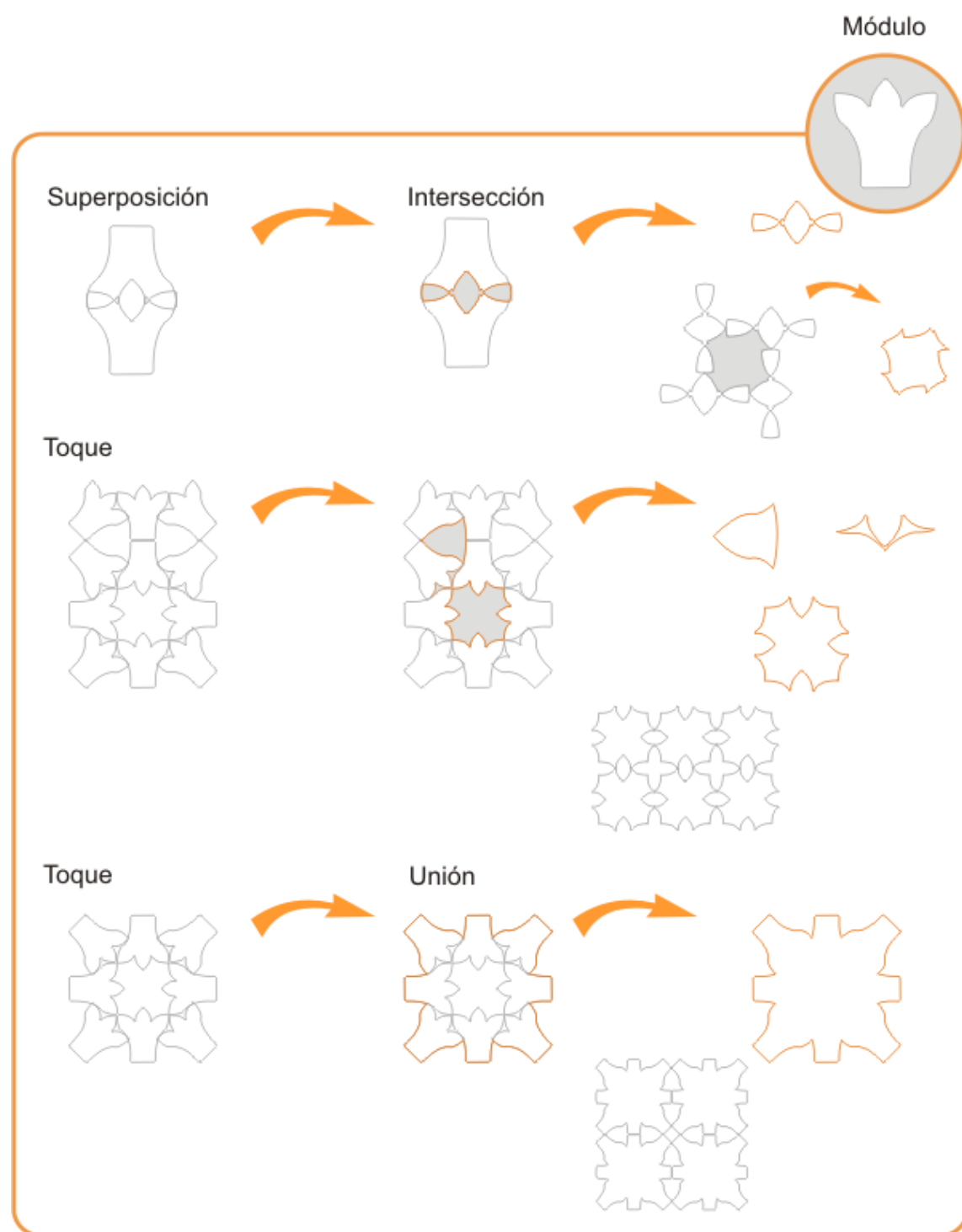
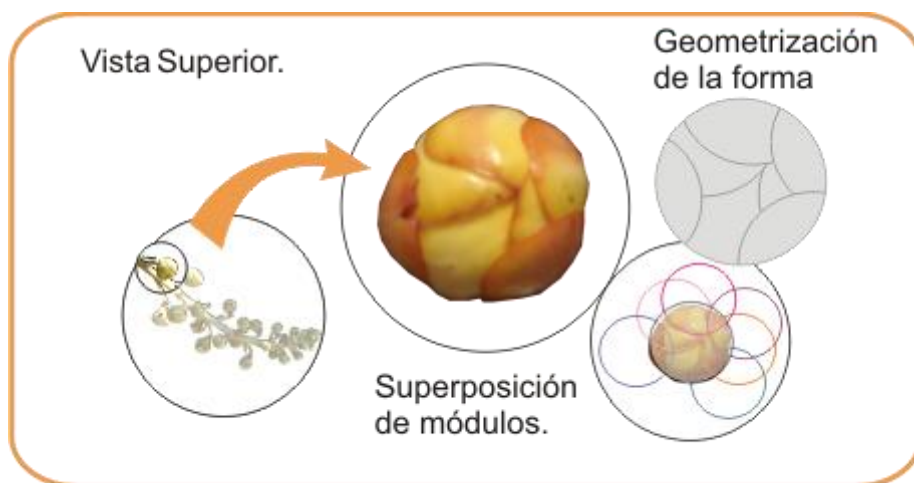


Figura 111. Módulo obtenido del cáliz de la flor y su configuración



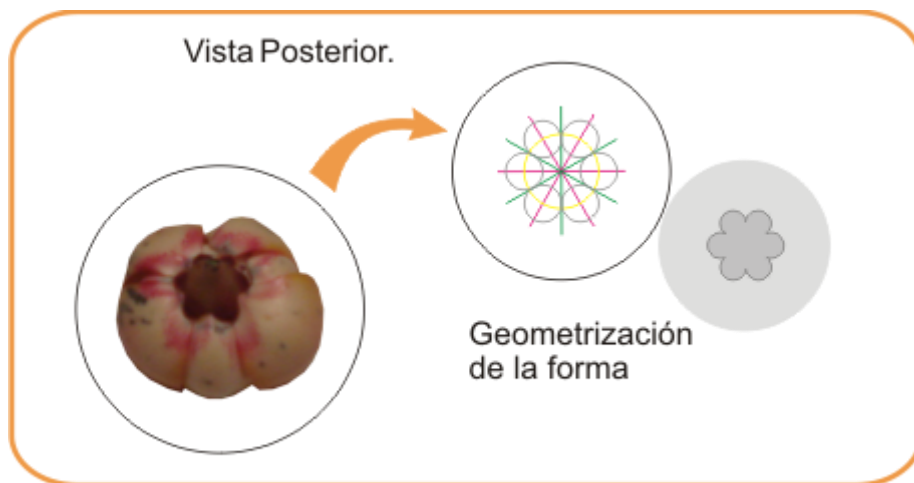
Fuente: Autor

Figura 112. Módulo obtenido del sépalo de la flor



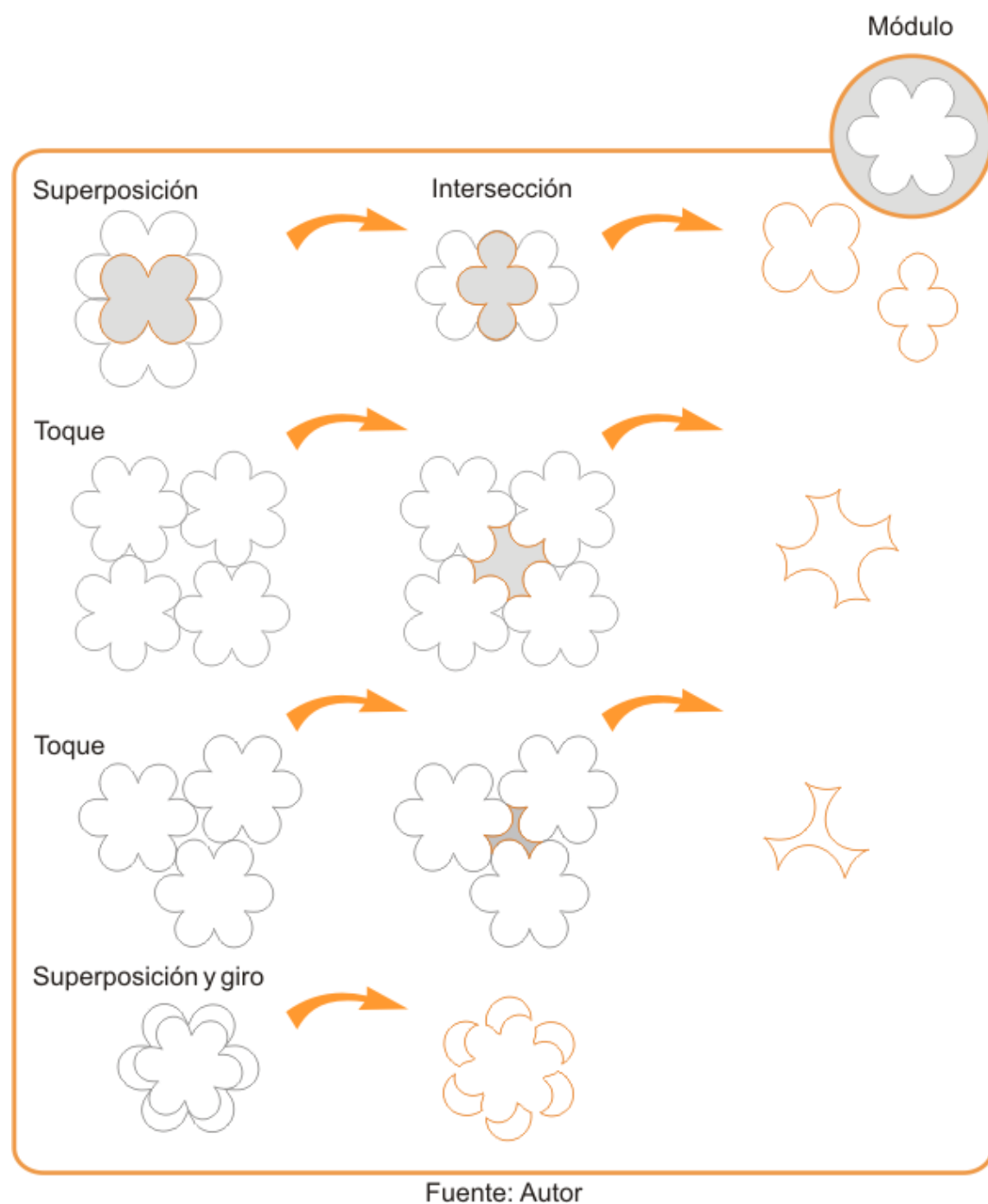
Fuente: Autor.

Figura 113. Módulo obtenido del cáliz de la flor



Fuente: Autor.

Figura 114. Módulo obtenido del cáliz de la flor y su configuración



7.7.2 Geometrización y abstracción de los módulos de la flor.

Figura 115. Geometrización y abstracción de los módulos de la flor

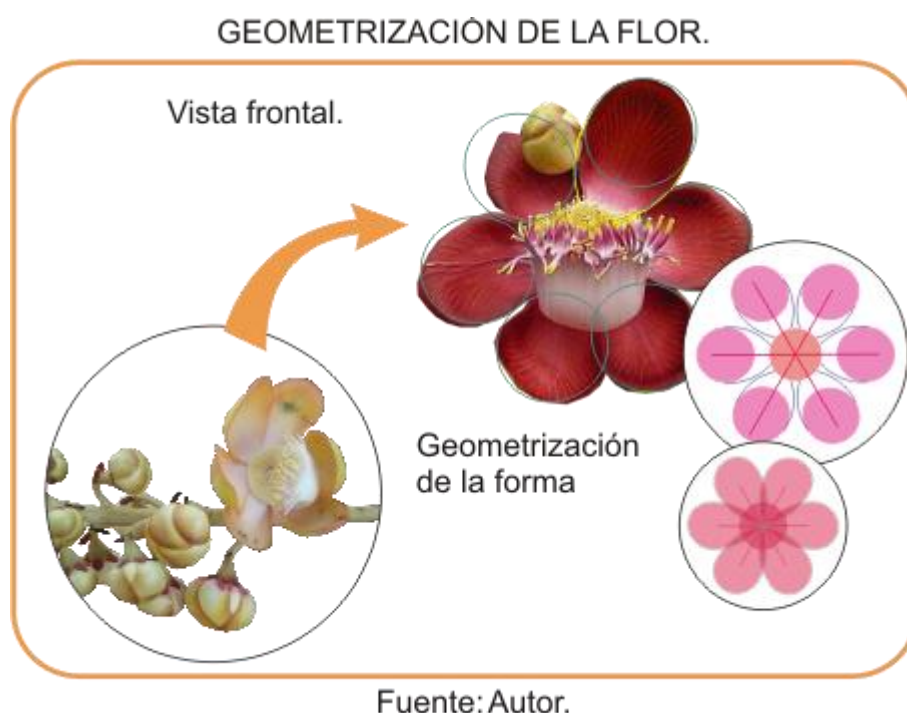


Figura 116. Módulo de la flor y su configuración

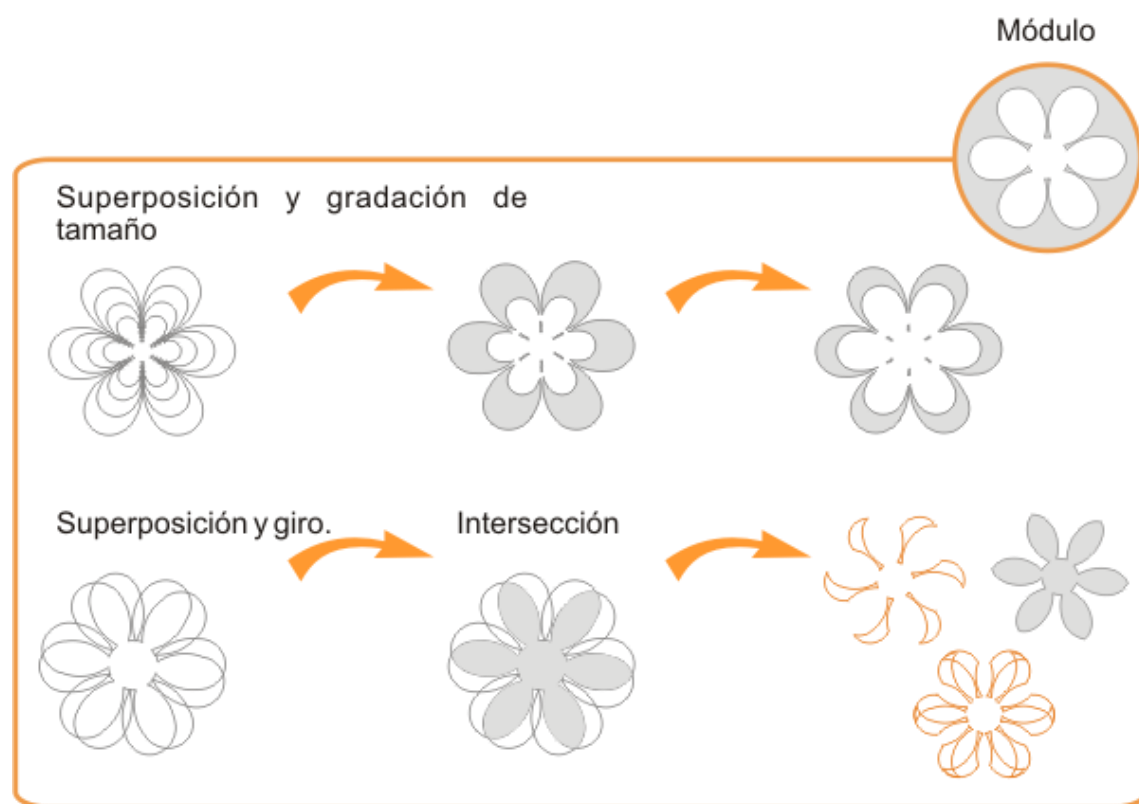
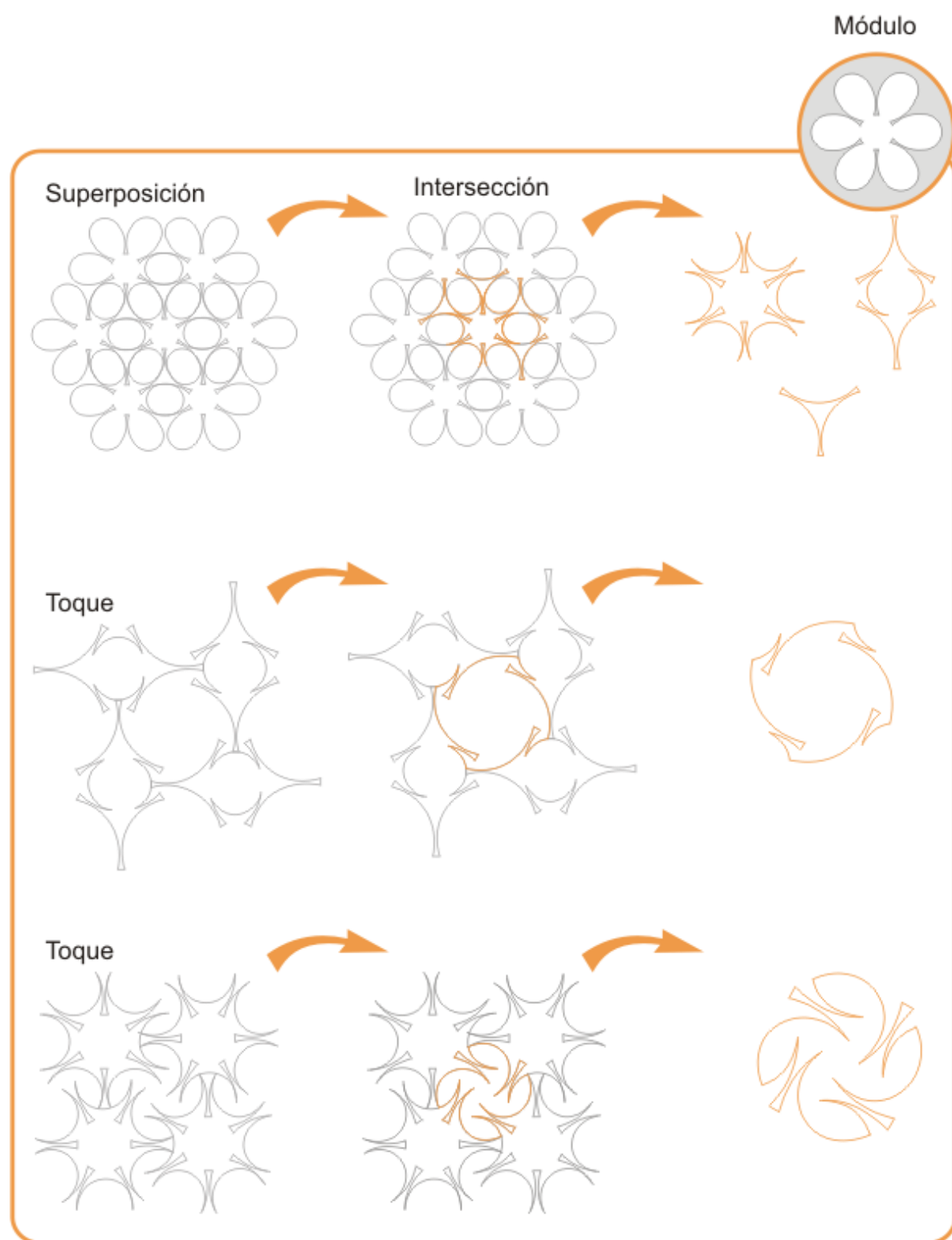


Figura 117. Módulo de la flor y su configuración



7.7.3 Geometrización y abstracción del módulo del conjunto androceo.

Figura 118. Geometrización y abstracción del módulo del conjunto androceo

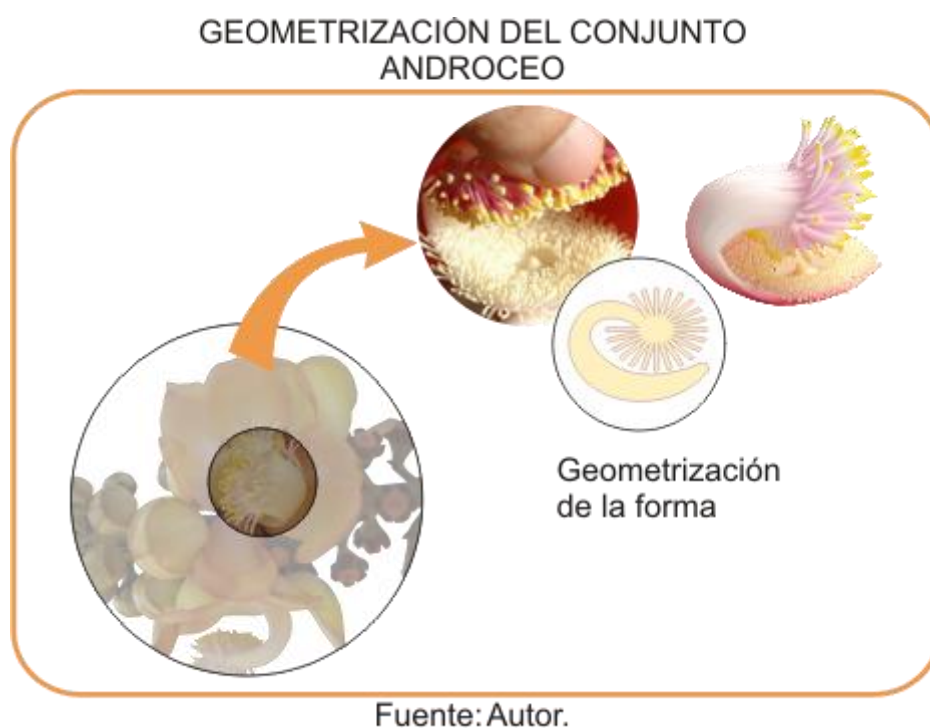
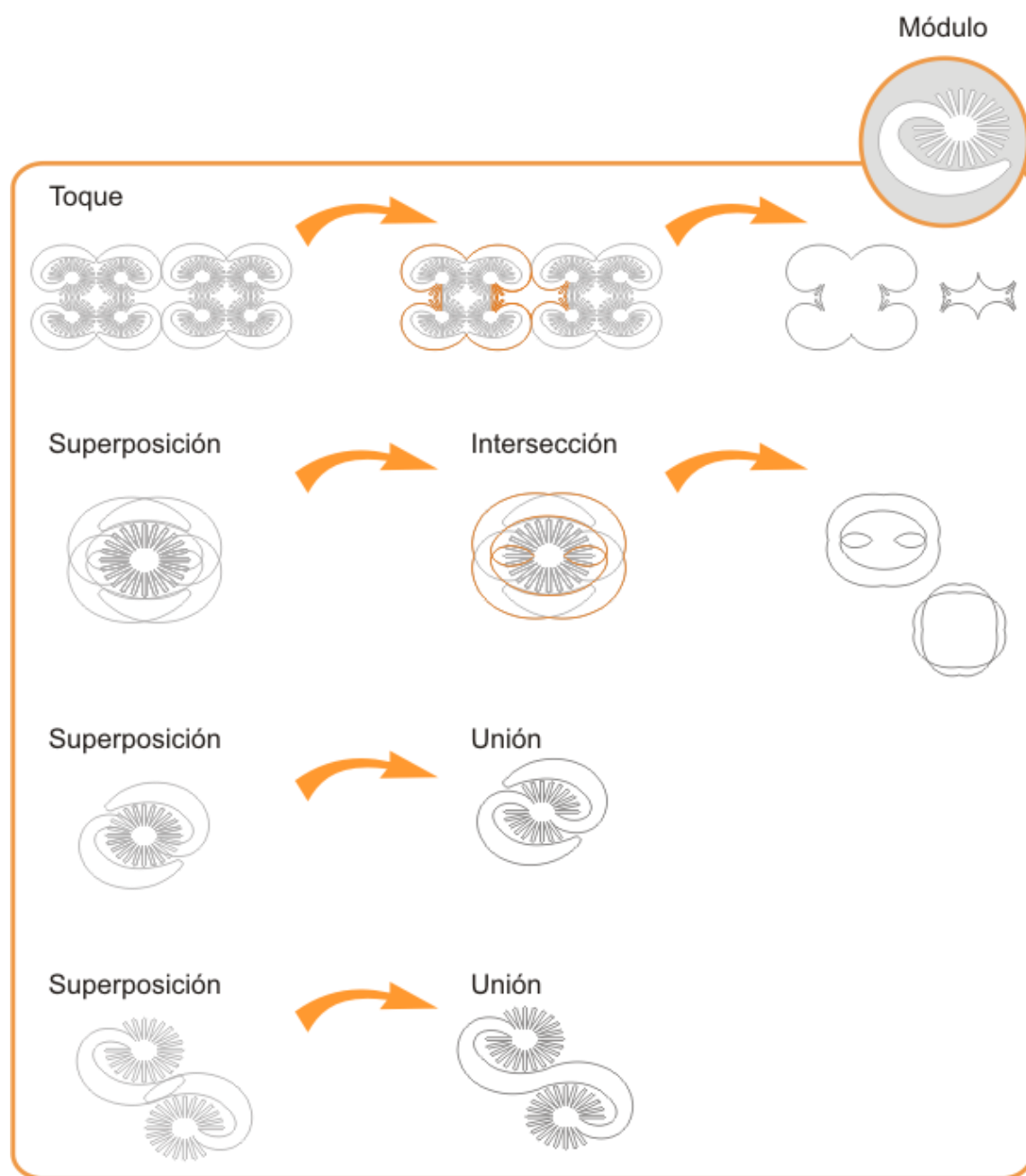


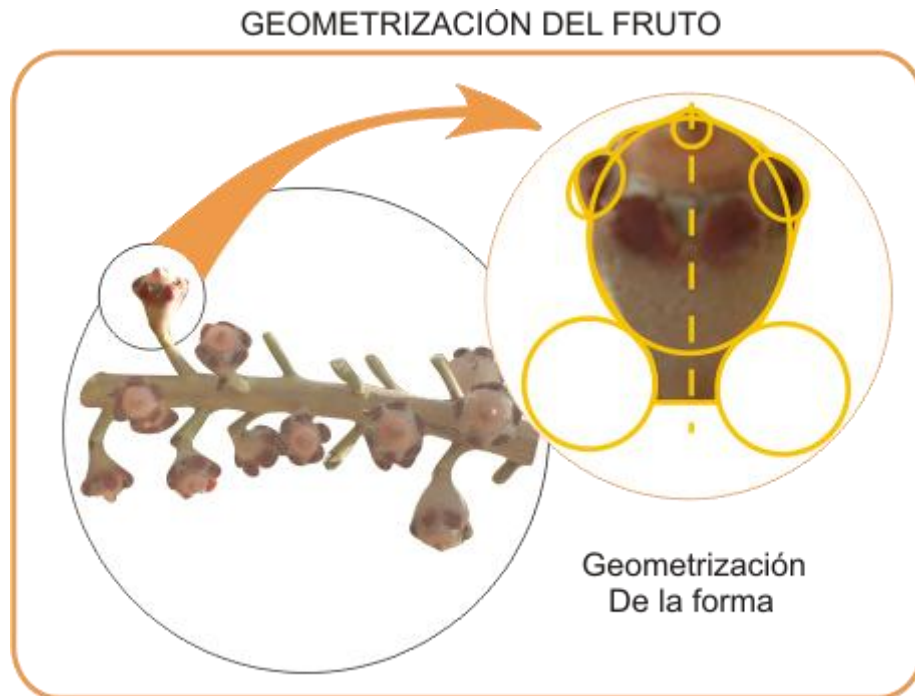
Figura 119. Módulo obtenido del conjunto androceo y su configuración



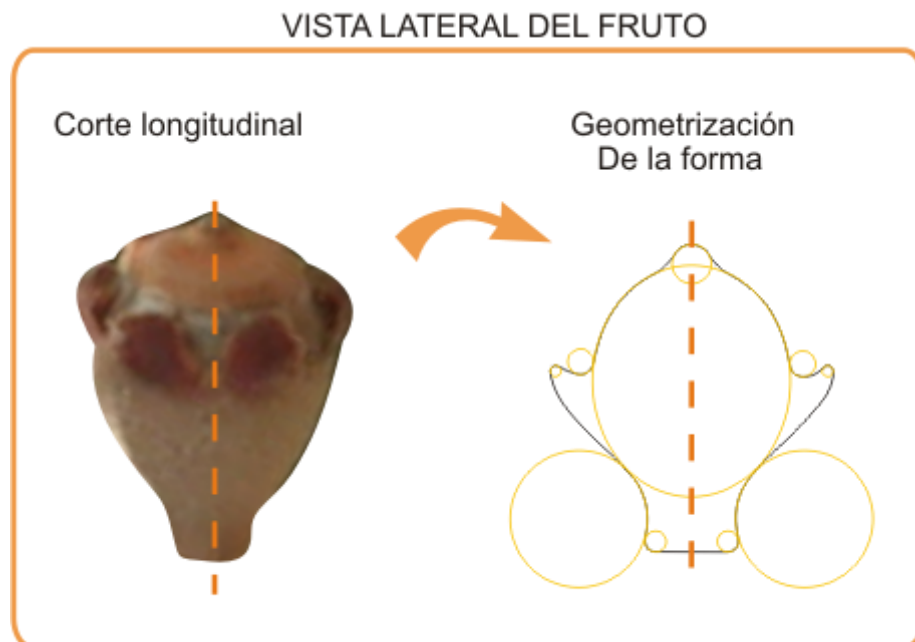
Fuente: Autor

7.7.4 Geometrización y abstracción del módulo del fruto.

Figura 120. Geometrización y abstracción del módulo del fruto

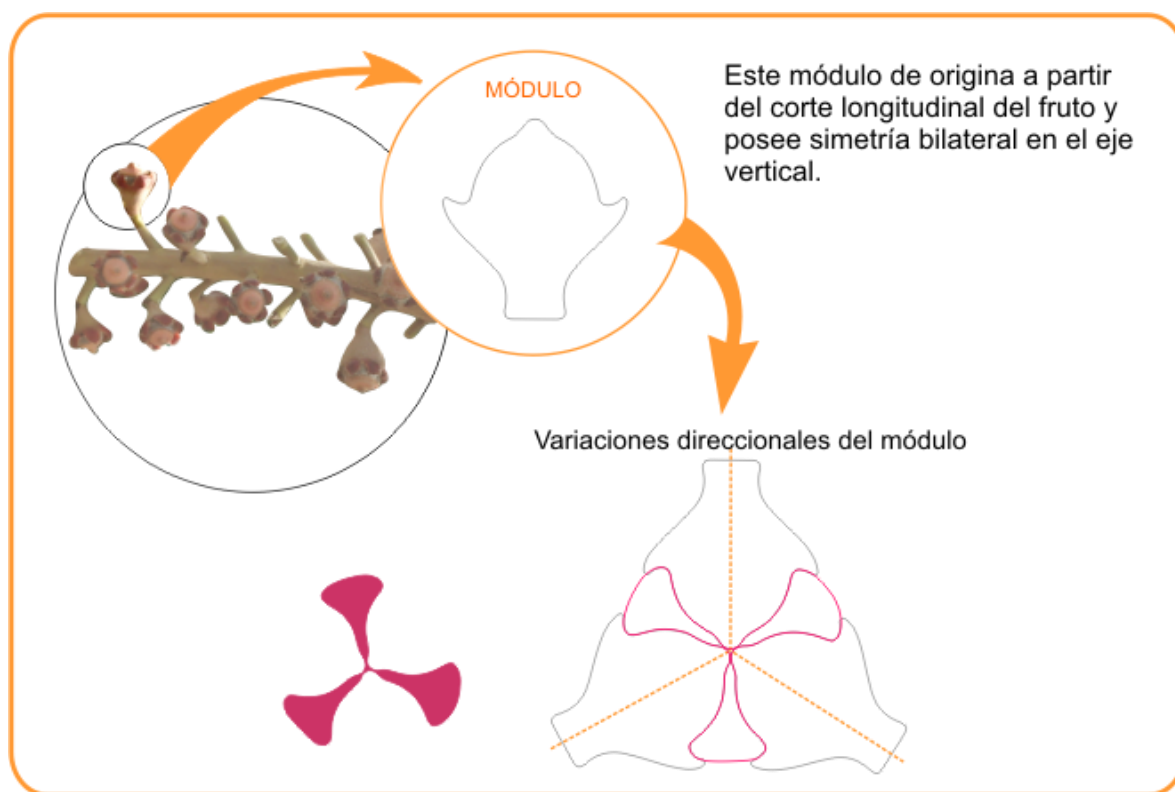


Fuente: Autor



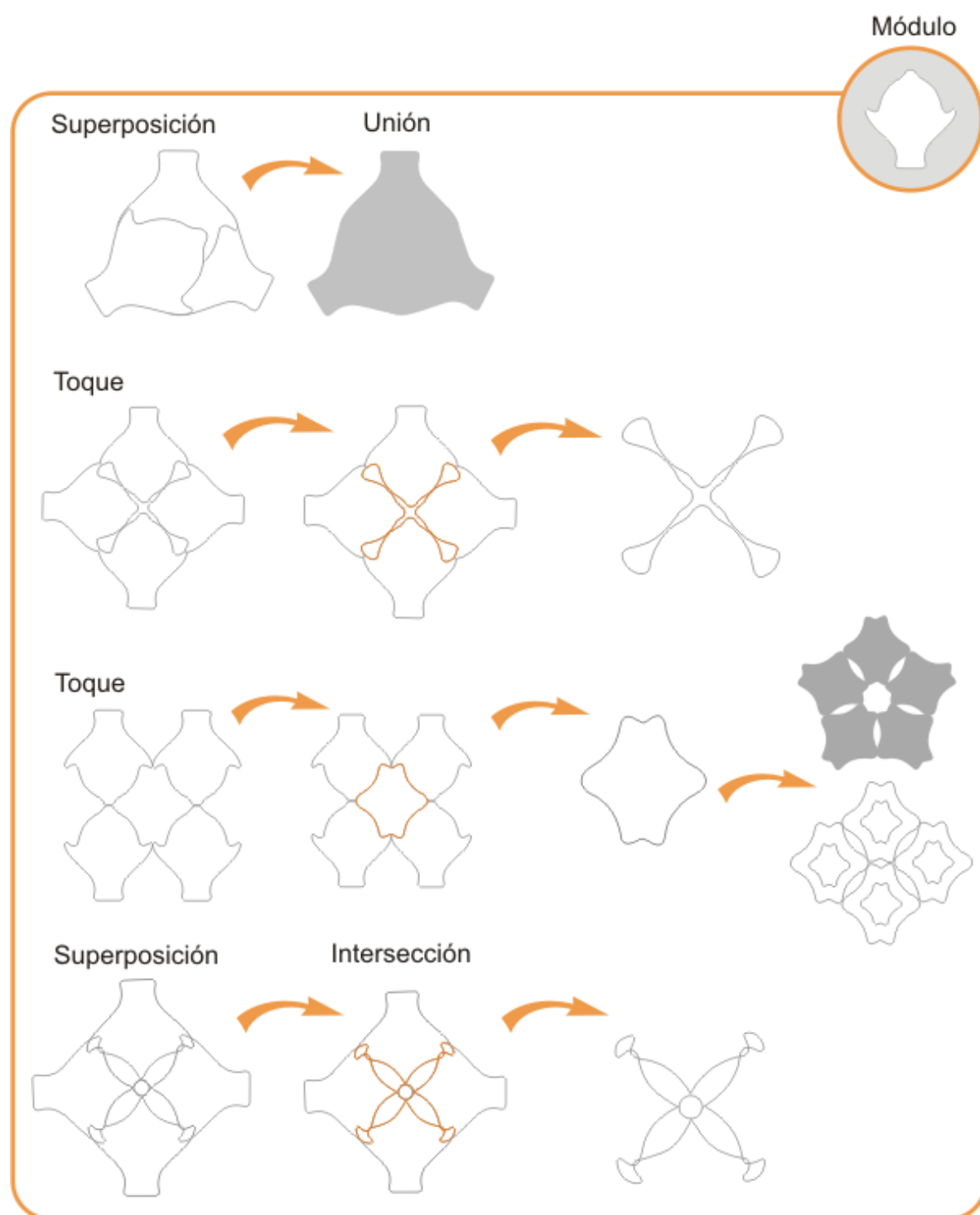
Fuente: Autor

Figura 121. Módulo vista lateral del fruto



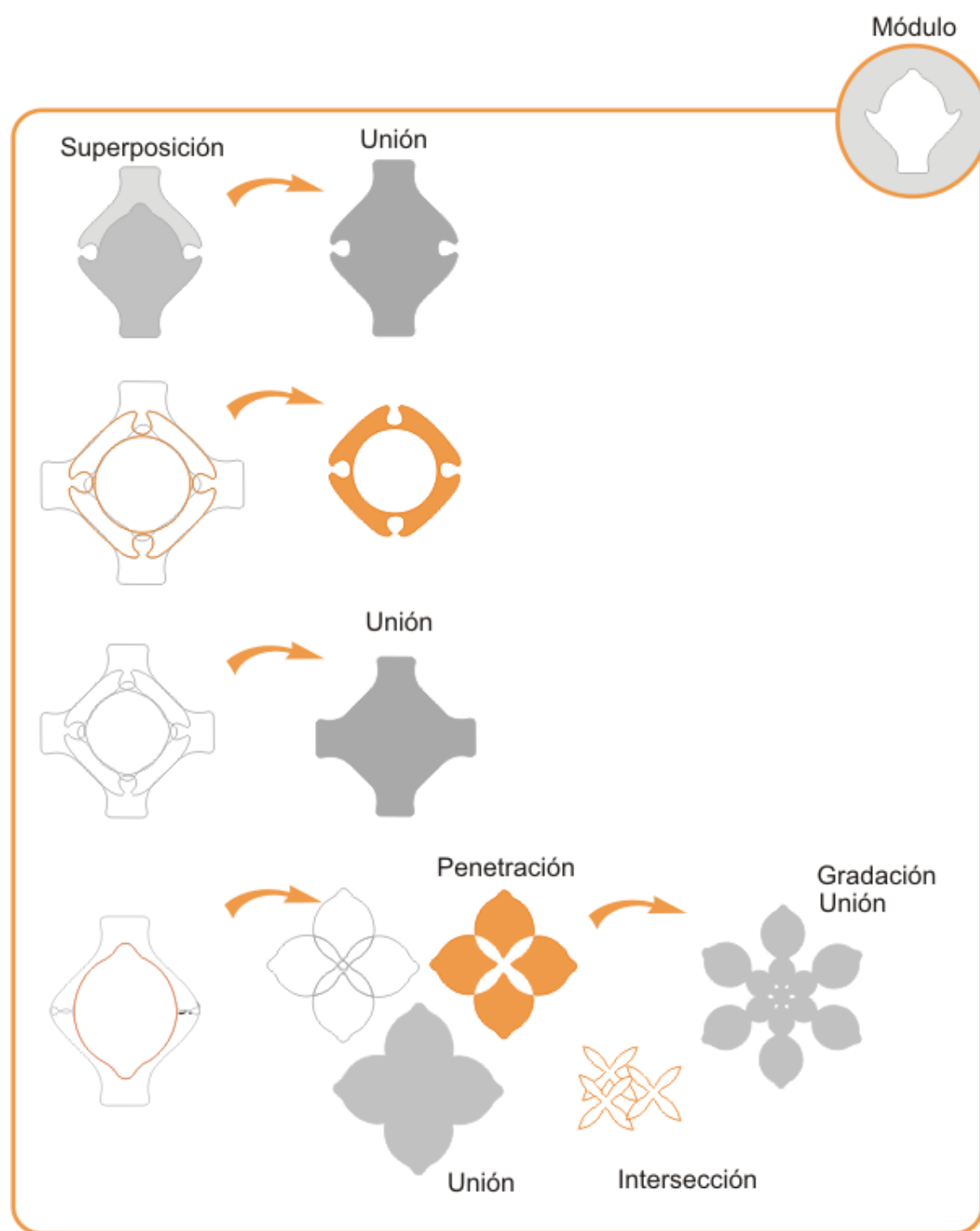
Fuente: Autor

Figura 122. Módulo del fruto y su configuración



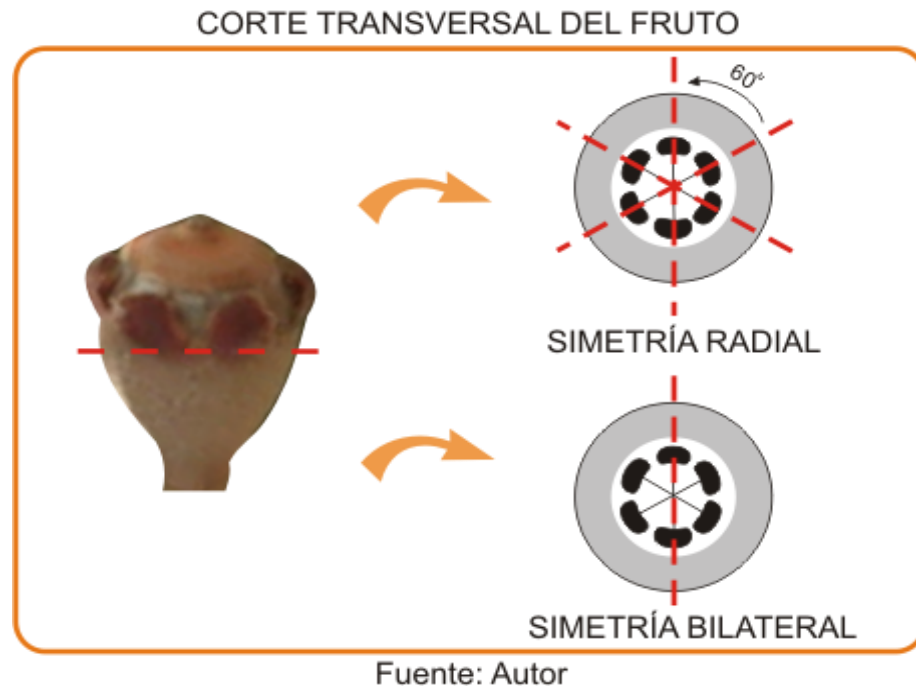
Fuente: Autor

Figura 123. Módulo del fruto y su configuración



Fuente: Autor

Figura 124. Geometrización y abstracción del módulo parte interna del fruto



Si realizamos un corte transversal, se observa una simetría radial y una simetría bilateral, cada 60 grados se visualiza la misma figura.

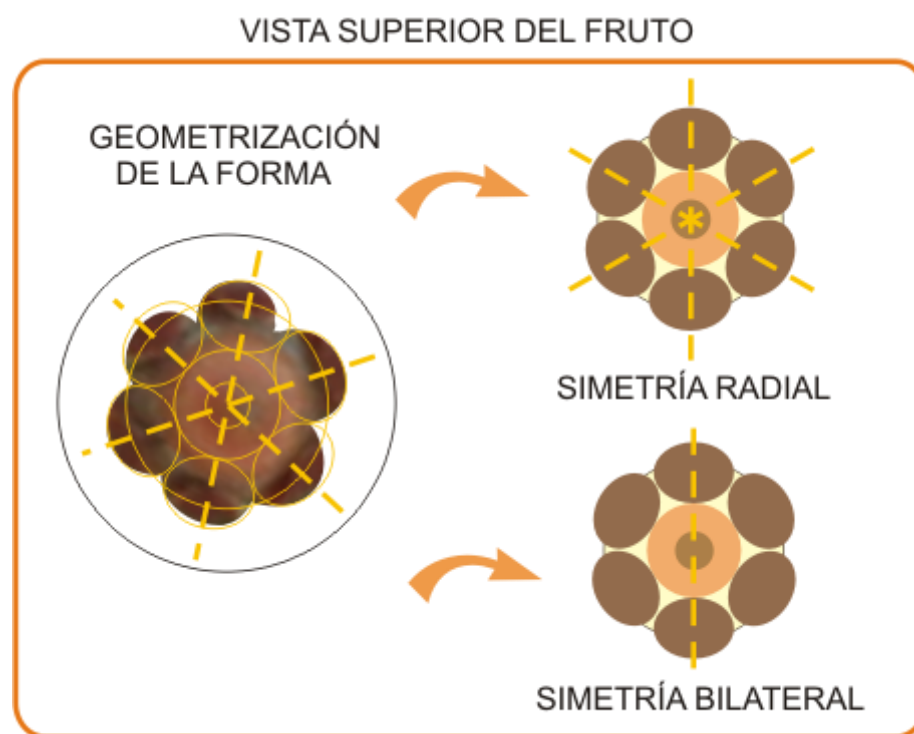
De este mismo corte transversal se puede observar que la forma cumple con una simetría bilateral, generando dos partes iguales.

Figura 125. Módulo parte interna del fruto



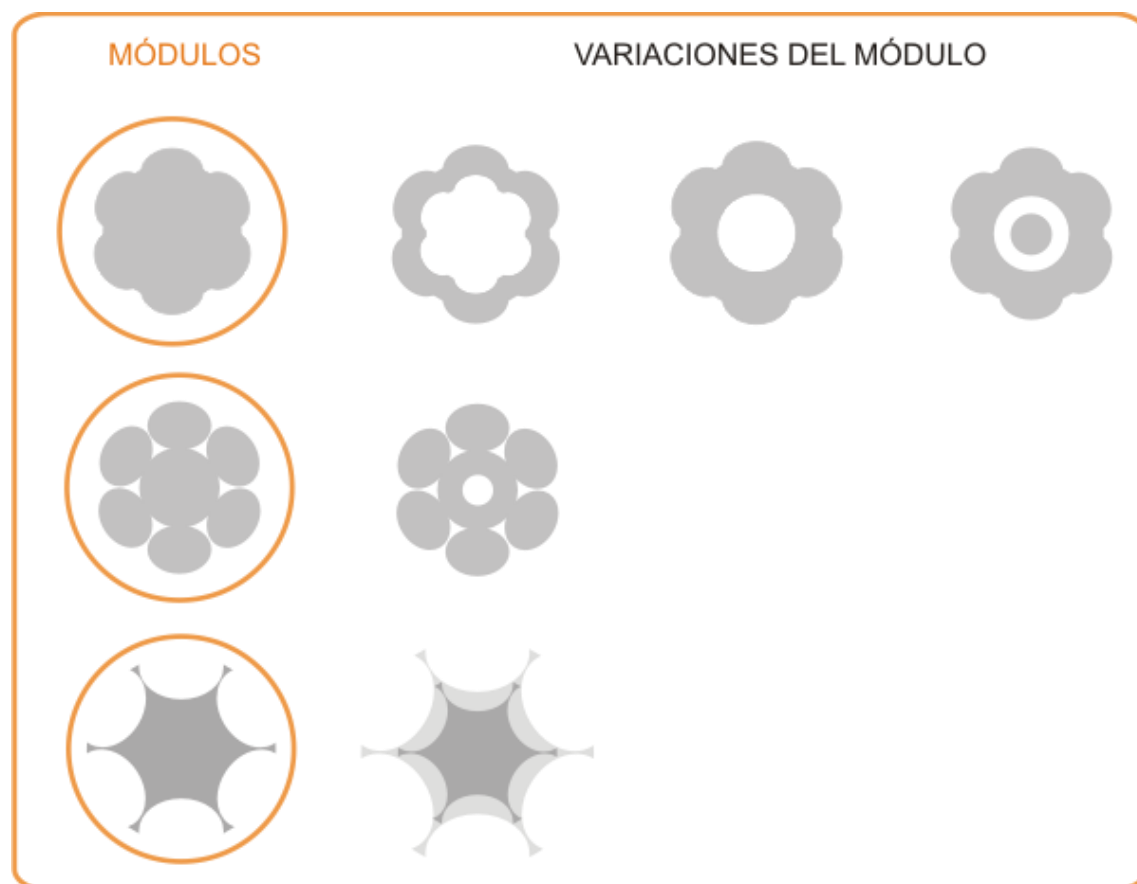
Fuente. Autor

Figura 126. Geometrización y abstracción módulo vista superior del fruto



Fuente: Autor

Figura 127. Módulo vista superior del fruto y su configuración



Fuente: Autor

7.7.5 Geometrización y abstracción módulos de la hoja.

Figura 128. Geometrización de la hoja

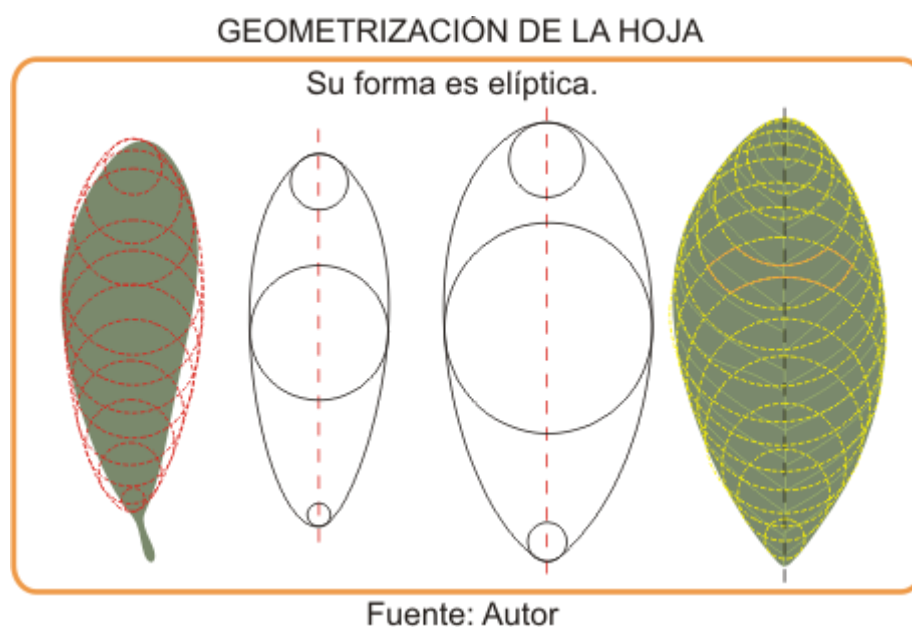


Figura 129. Abstracción de módulos de la hoja

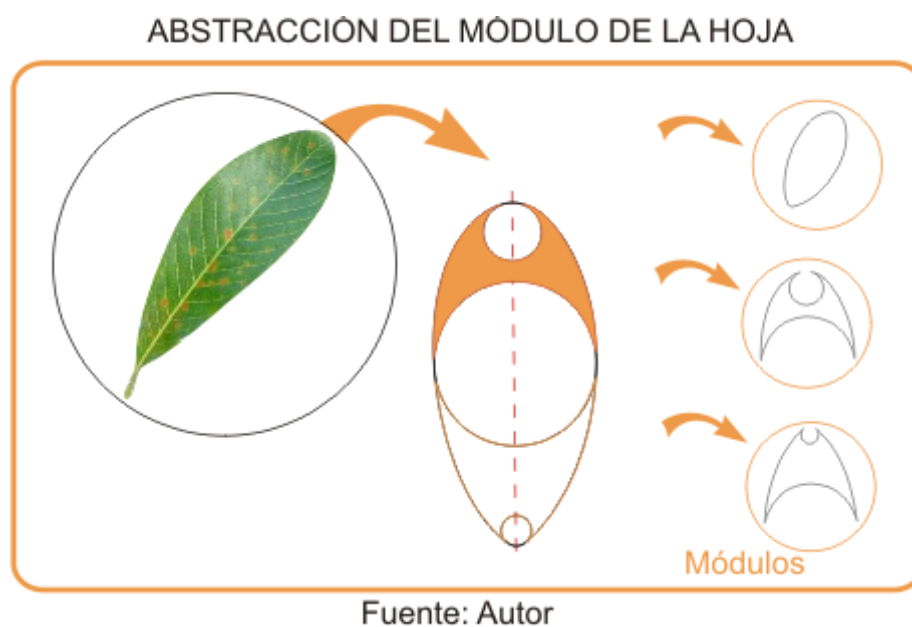
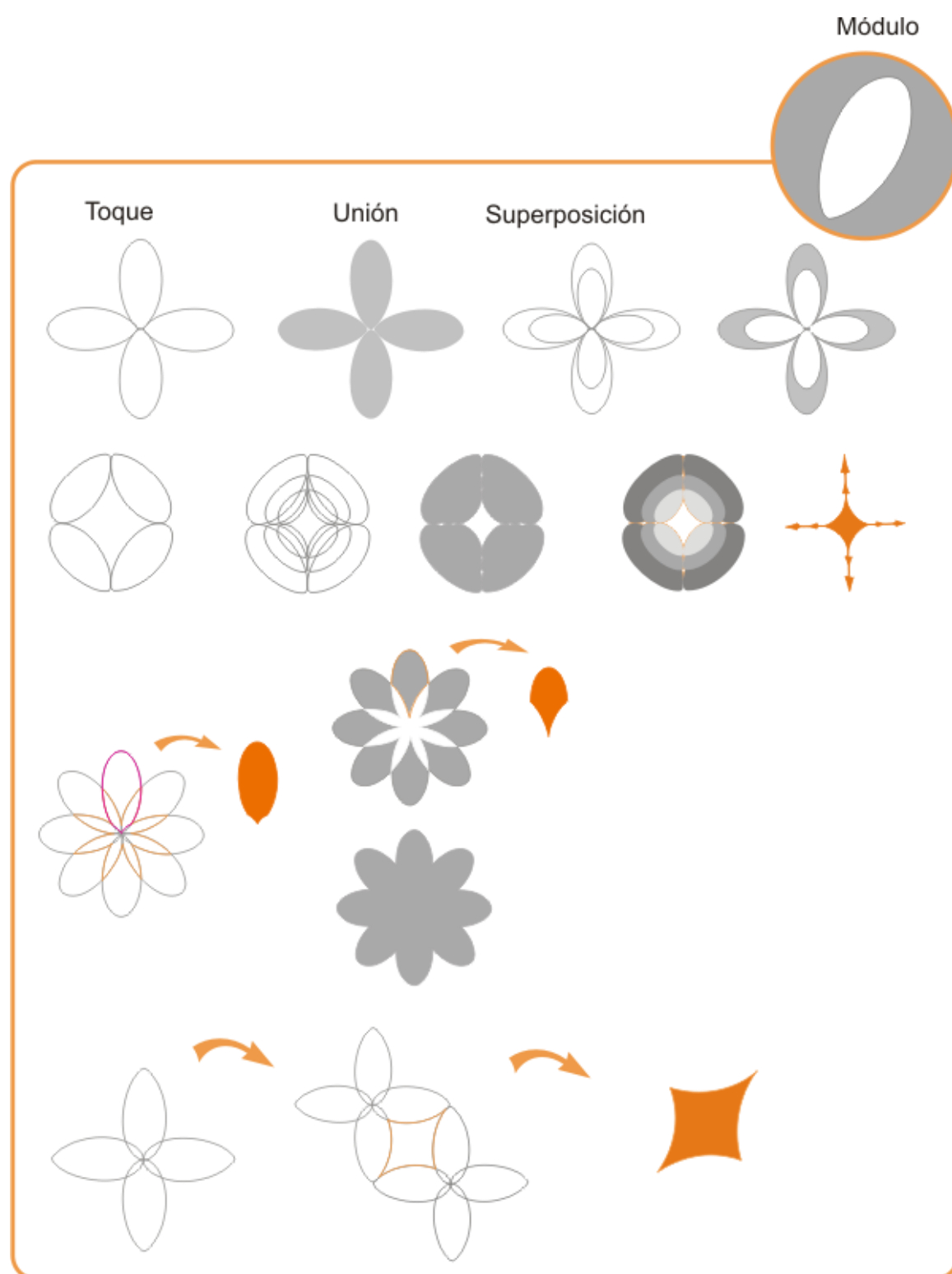
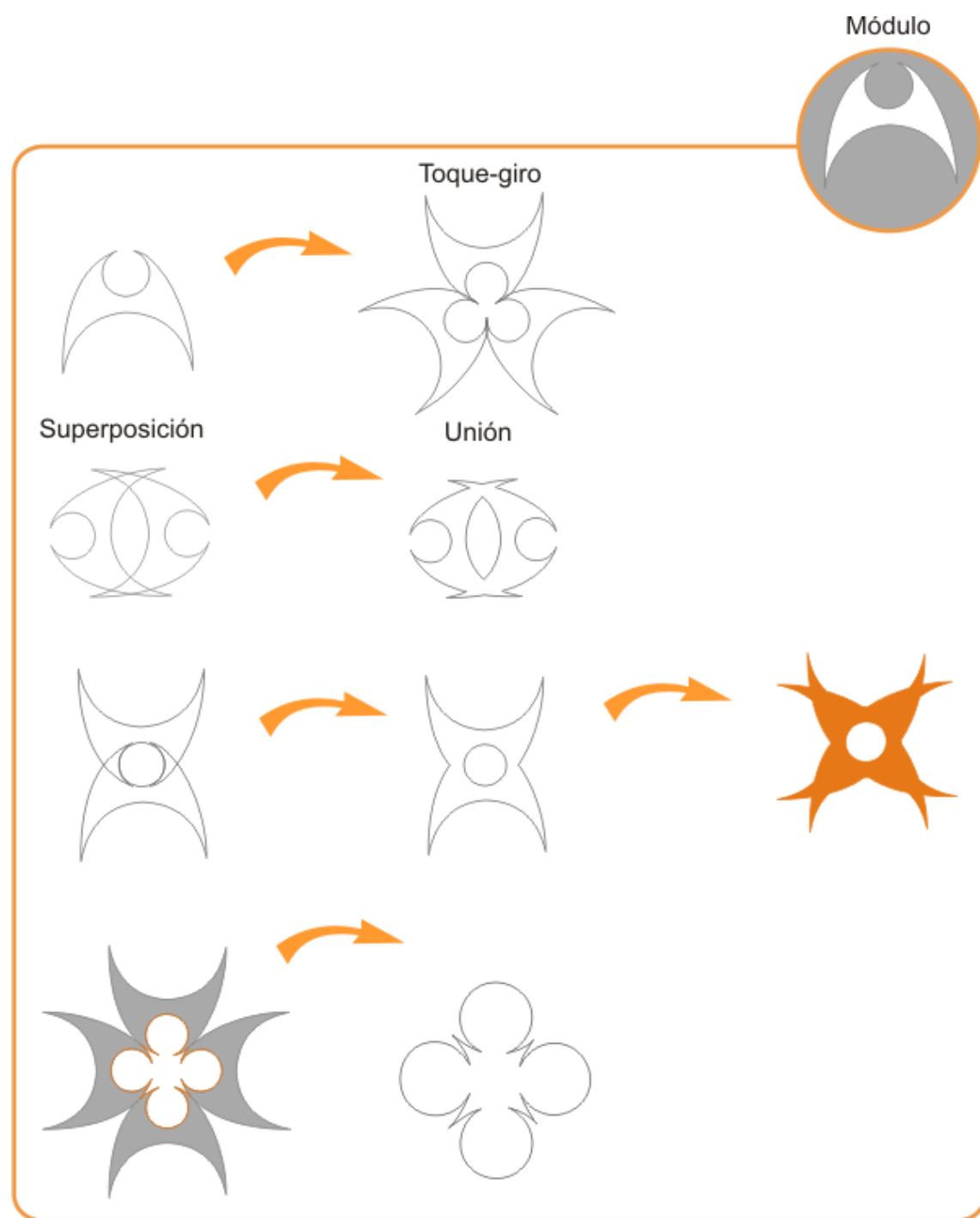


Figura 130. Módulo de la hoja y su configuración



Fuente: Autor

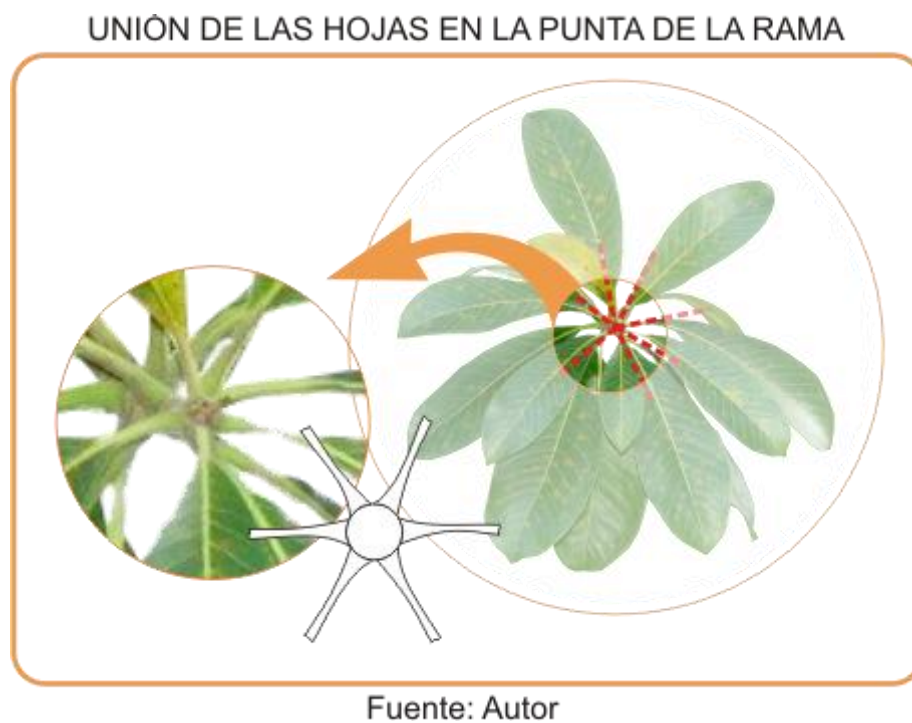
Figura 131. Módulo de la hoja y su configuración



Fuente: Autor

7.8 UNIÓN

Figura 132. Unión de las hojas



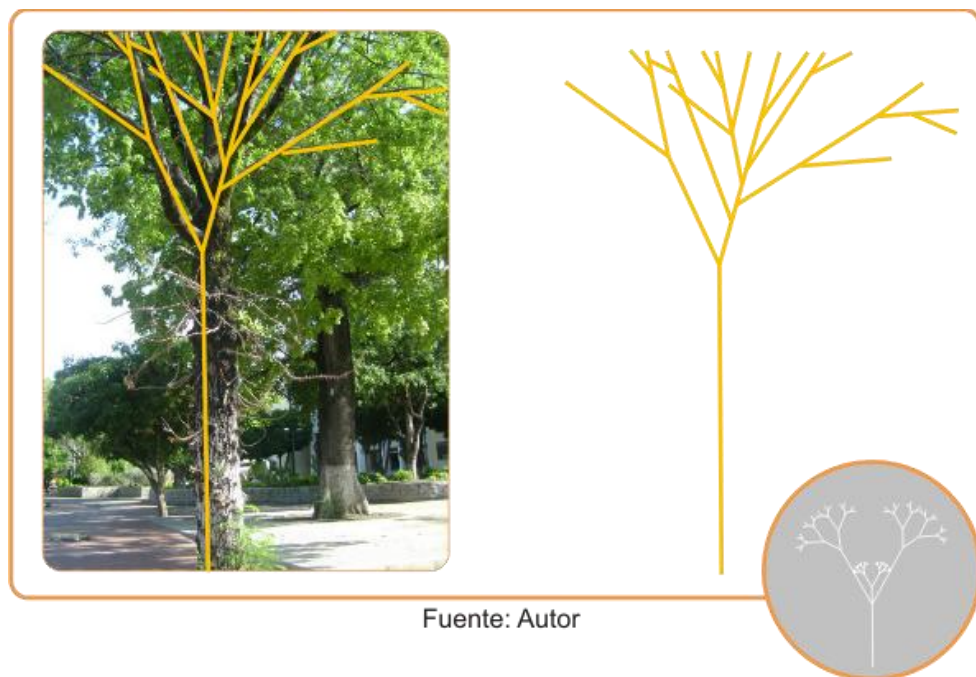
Las hojas presentan concentración en las puntas de las ramas, en donde se observa la unión de estas. Todas parten desde un mismo punto y se ubican de forma radial.

Figura 133. Distribución de las hojas en el tallo



7.9 DISTRIBUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Figura 134. Aproximación a la estructura fractal del árbol



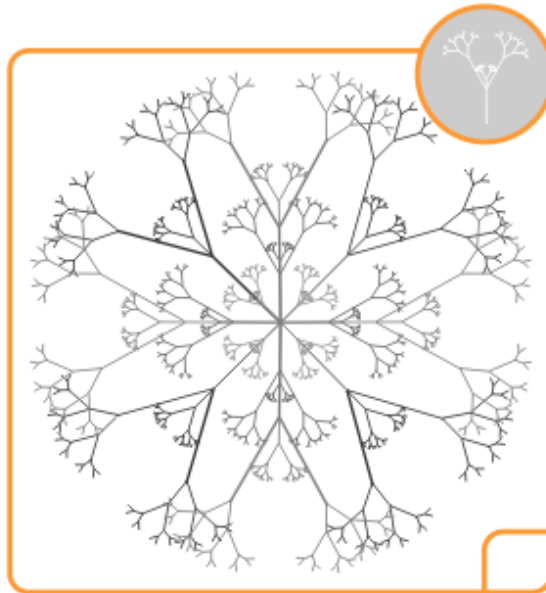
Las ramas de este árbol tienden a crecer de forma ascendente. El tronco principal se caracteriza por crecer hasta cierto punto, a partir de allí las ramas comienzan a abrir en Y.

Del tronco principal crecen también ciertas membranas más delgadas en donde nacen las flores y los frutos.

8. FASE CREATIVA

8.1 CONFIGURACIÓN DE ESTRUCTURAS BIDIMENSIONALES

Figura 135. Estructura bidimensional 1

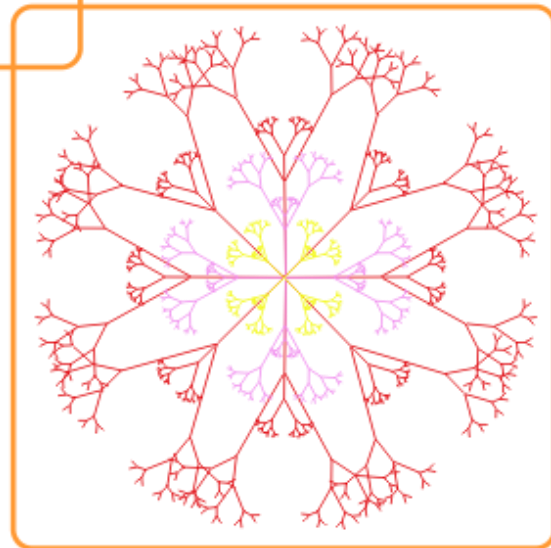


Fuente: Autor

Esta estructura se crea a partir de la radiación del módulo alrededor de un punto central, se aplica gradación de tamaño, simetría, superposición.

TRATAMIENTO DE COLOR

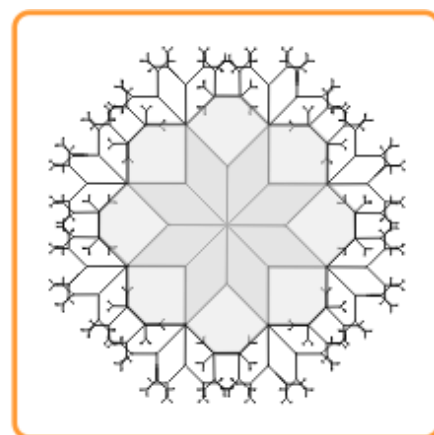
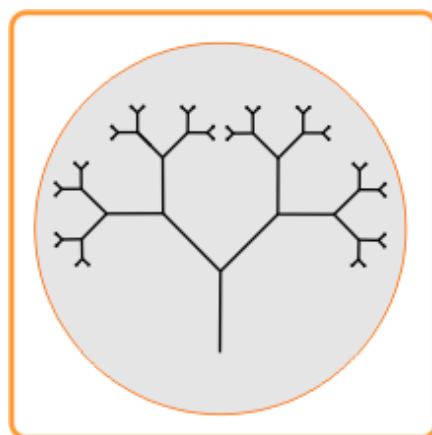
Los colores aplicados se obtienen de los presentes en la flor, la gama de colores cálidos, desde los rojos, pasando por los rosa, y llegando a los amarillos.



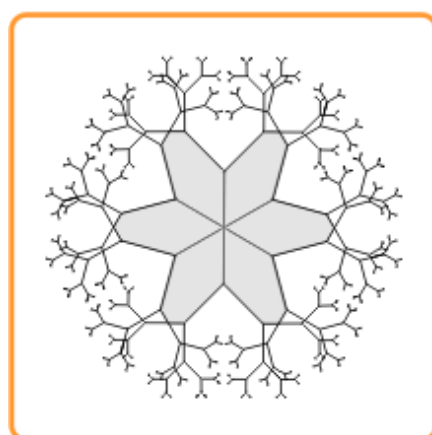
Fuente: Autor



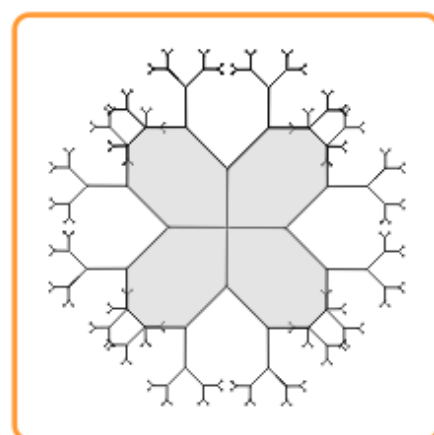
Figura 136. Variaciones estructura bidimensional 1



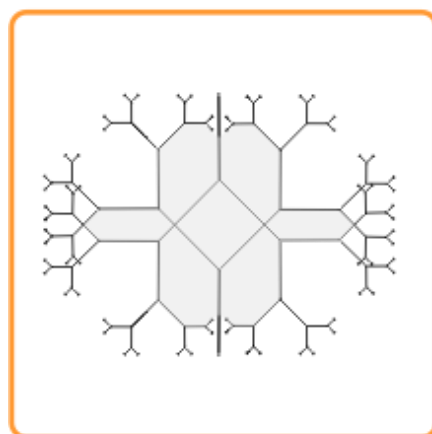
Radiación 45°



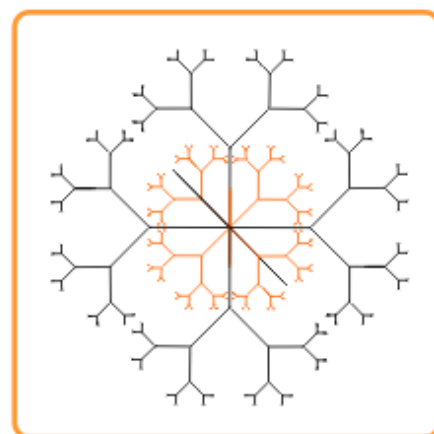
Radiación 60°



Radiación 90°



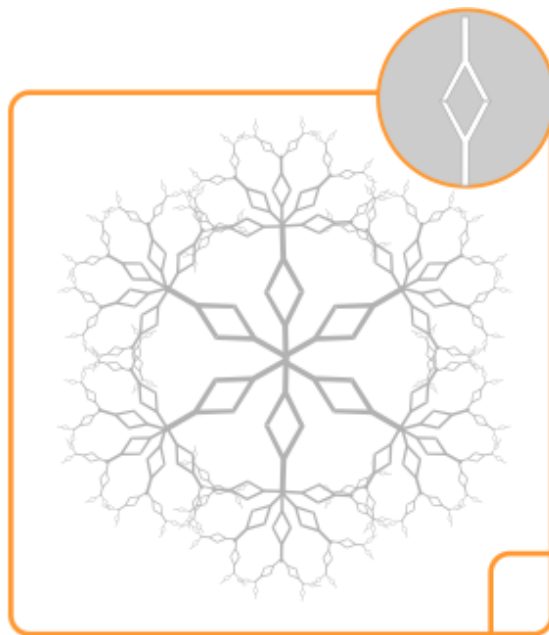
Reflexión y superposición



Gradación de tamaño

Fuente: Autor

Figura137. Estructura bidimensional 2

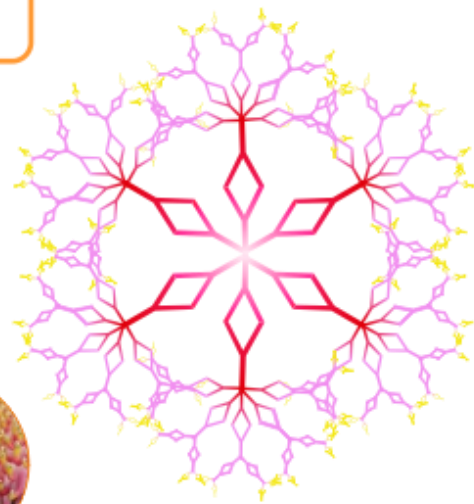


Fuente: Autor

El módulo sufre una reflexión, creando una nueva forma. Esta estructura se crea a partir de la radiación del módulo alrededor de un punto central, se aplica gradación de tamaño, simetría.

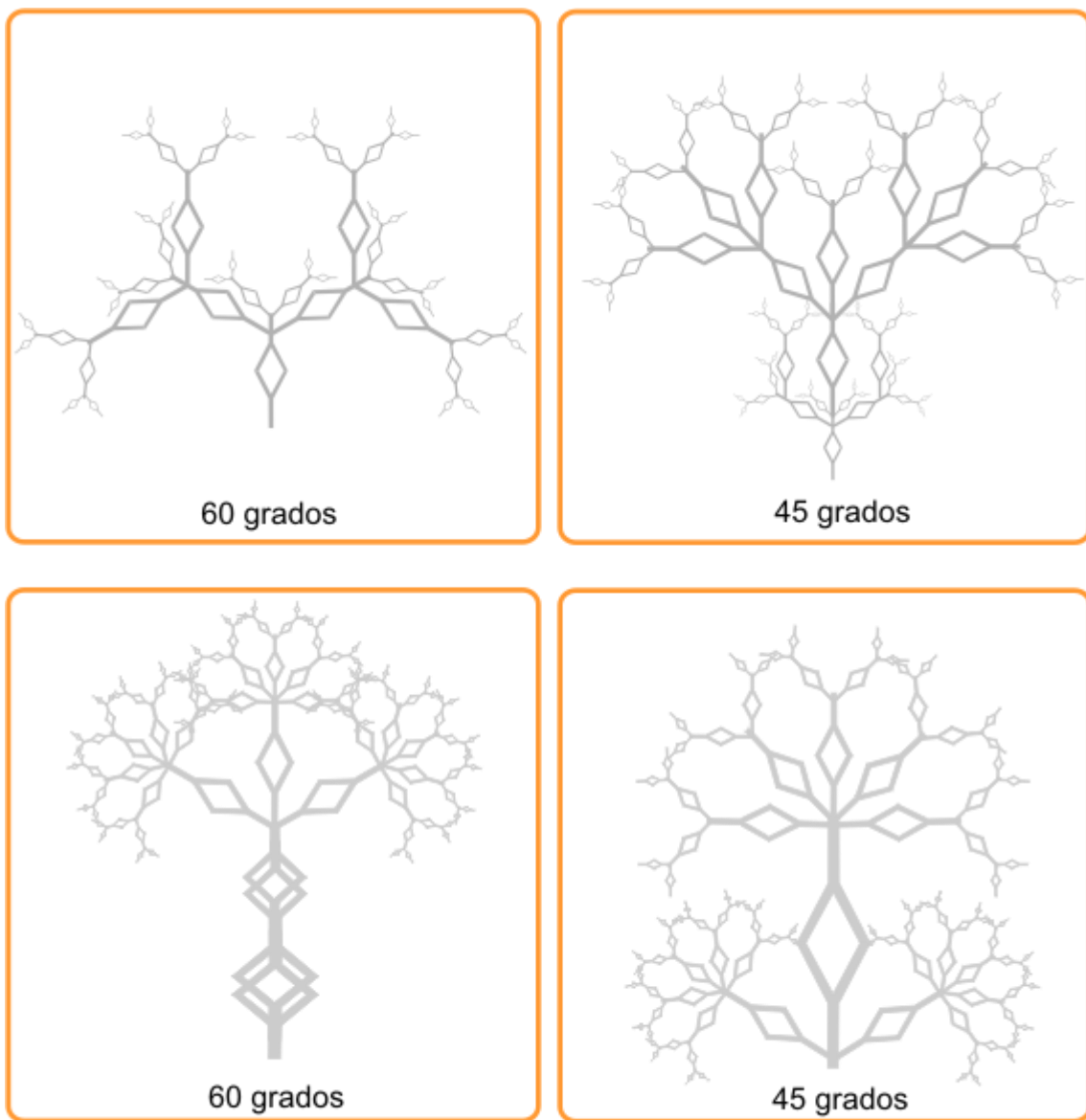
TRATAMIENTO DE COLOR

Los colores aplicados se obtienen de los presentes en la flor, se aplica gradación de color siguiendo el que se observa en las membranas del conjunto androceo de la flor.



Fuente: Autor

Figura 138. Variaciones de la estructura bidimensional 2



Fuente: Autor

Figura 139. Estructura bidimensional 3

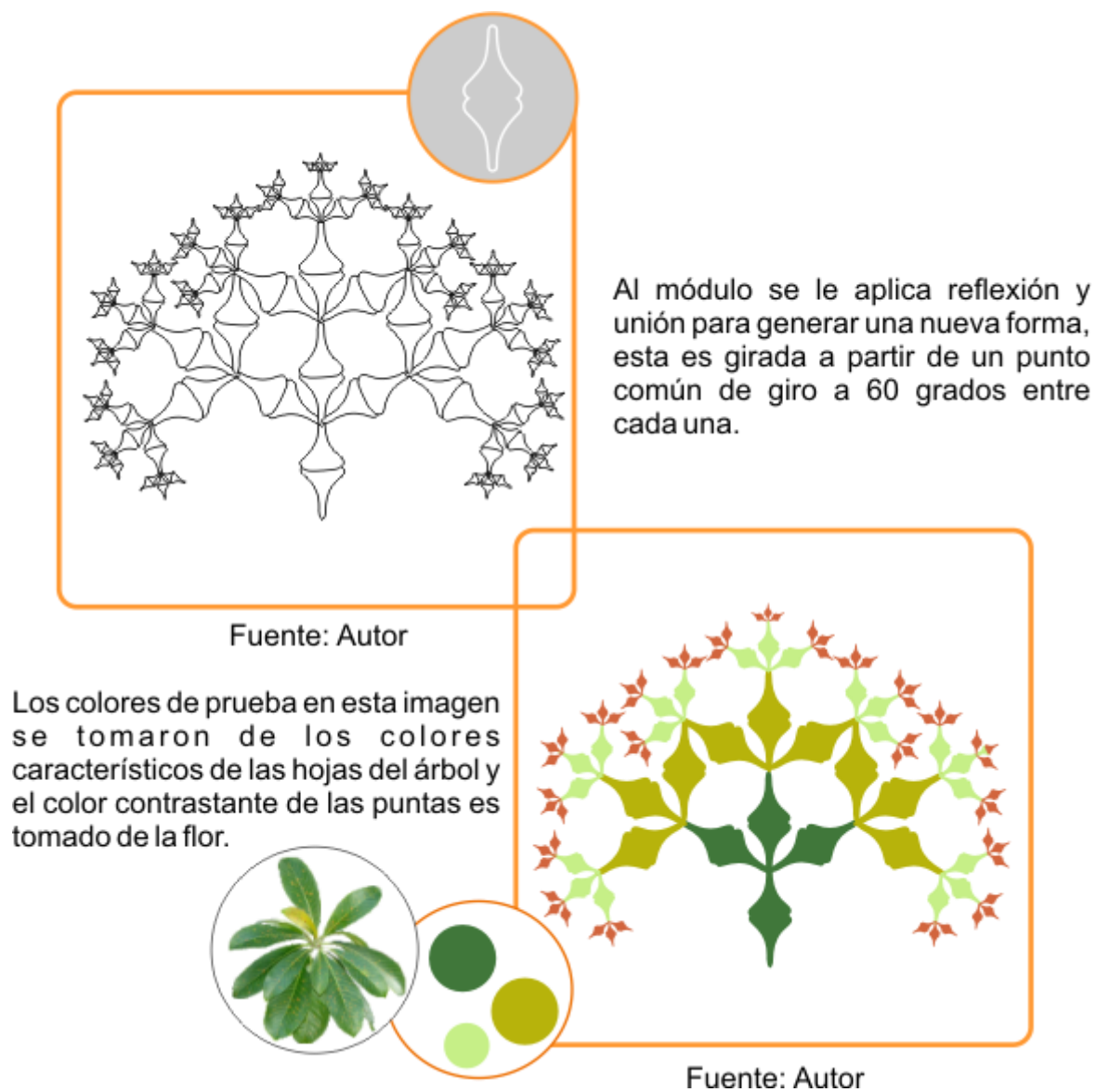
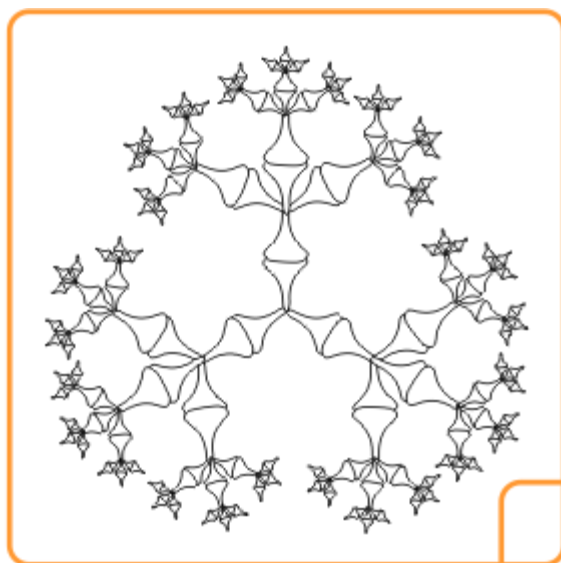


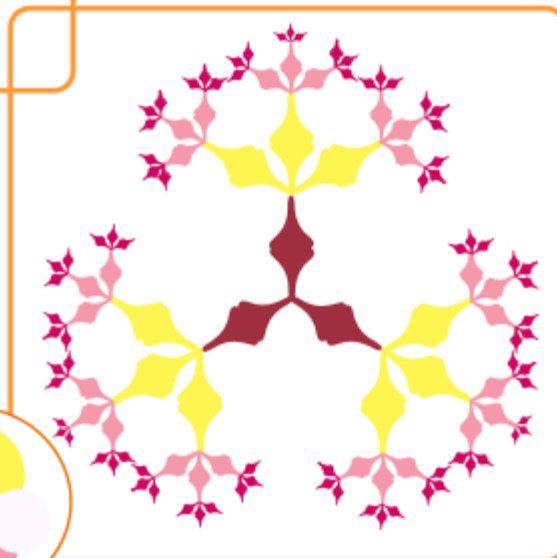
Figura 140. Variación de la estructura bidimensional 3



Fuente: Autor

Los colores de prueba en esta imagen se tomaron de los colores característicos de la flor.

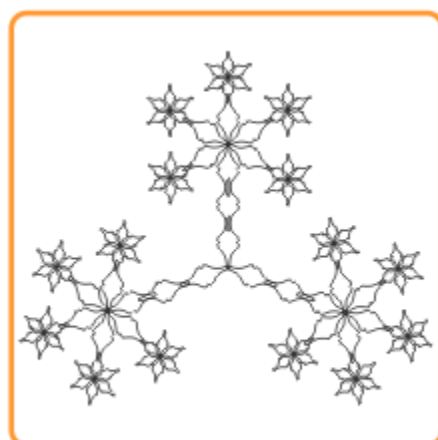
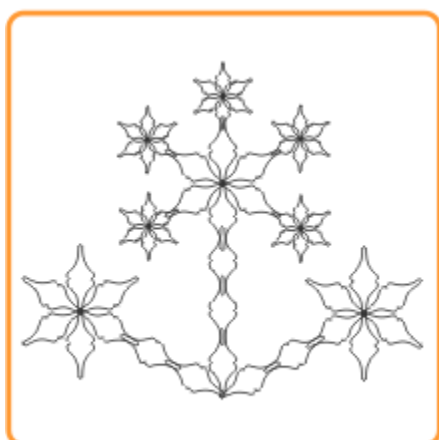
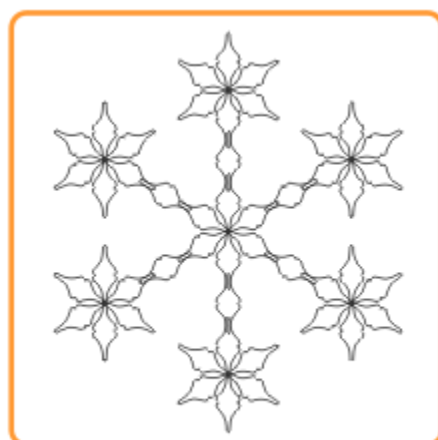
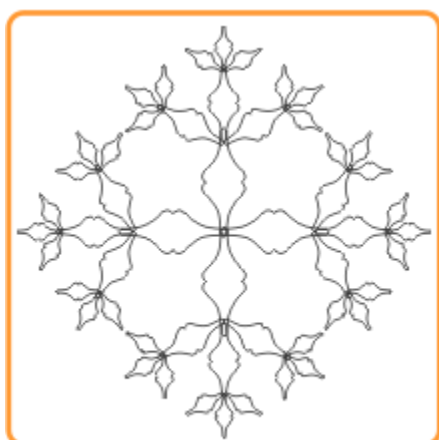
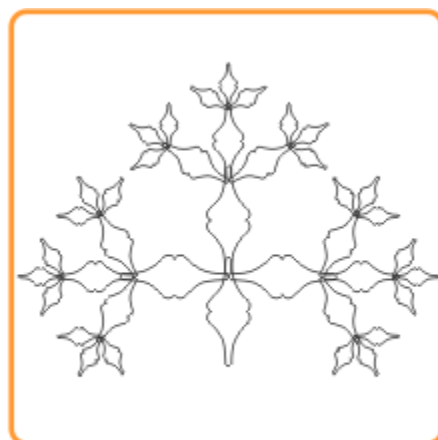
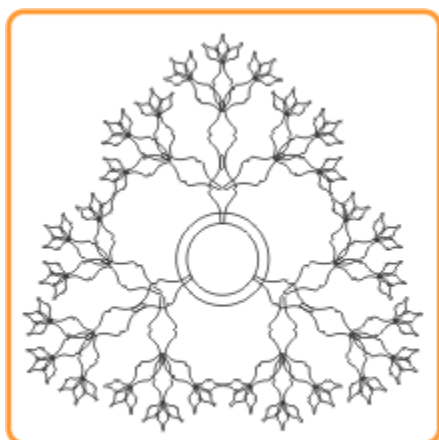
En esta estructura se maneja un giro de 120 grados entre cada uno de los grupos.



Fuente: Autor



Figura 141. Otras configuraciones, estructura bidimensional 3



Fuente: Autor

Figura 142. Estructura bidimensional 4

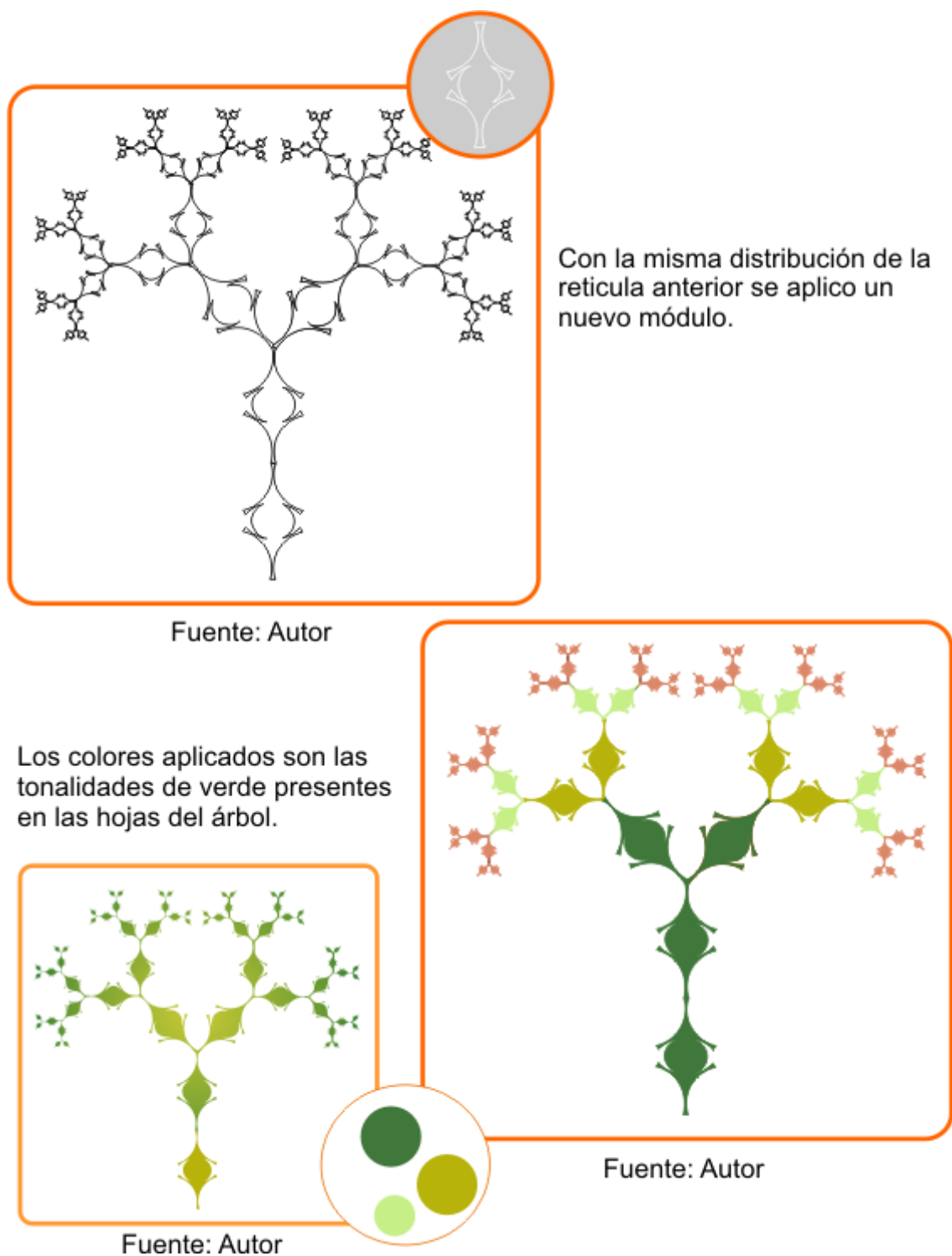
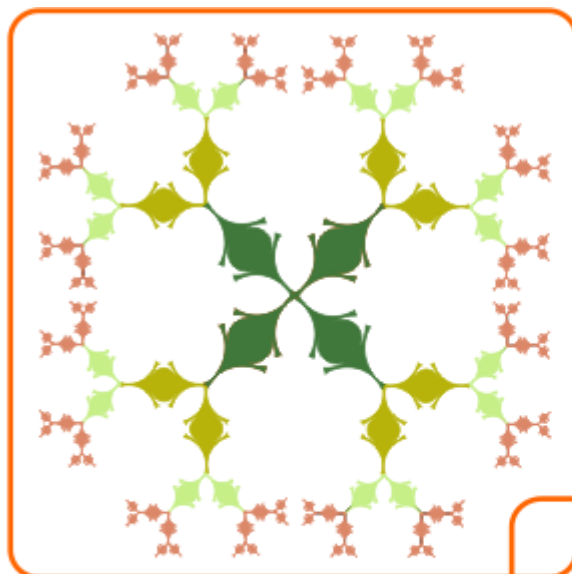


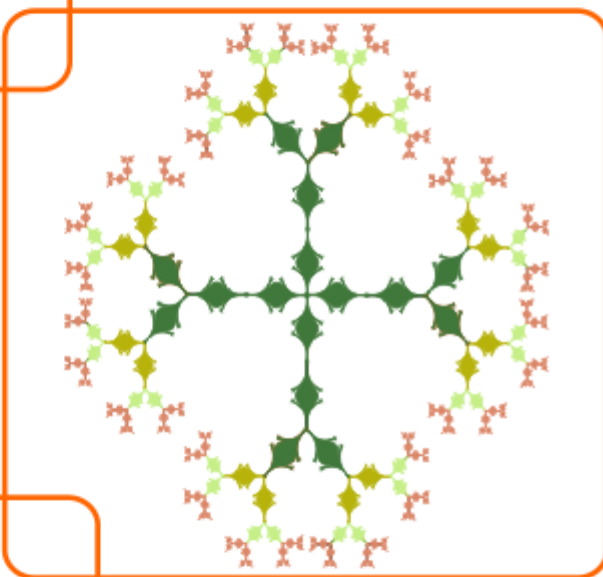
Figura 143. Propuestas bidimensionales estructura 4



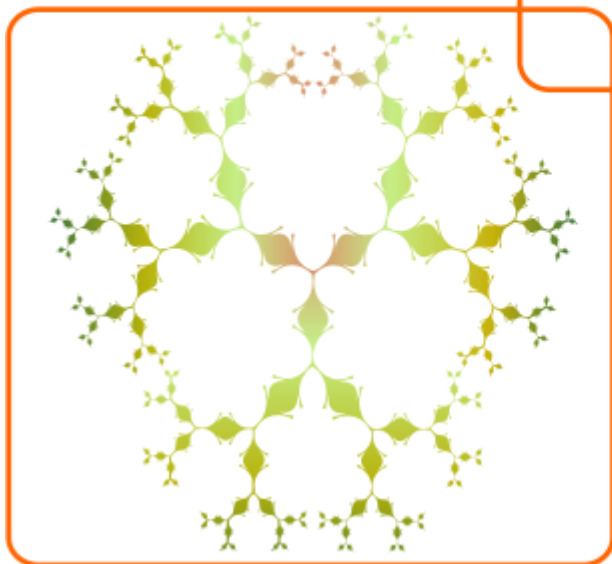
Fuente: Autor

La estructura se repite cada 90° y 120° .

Se hace una reflexión de la parte superior de la estructura, donde se puede apreciar la simetría de la misma.

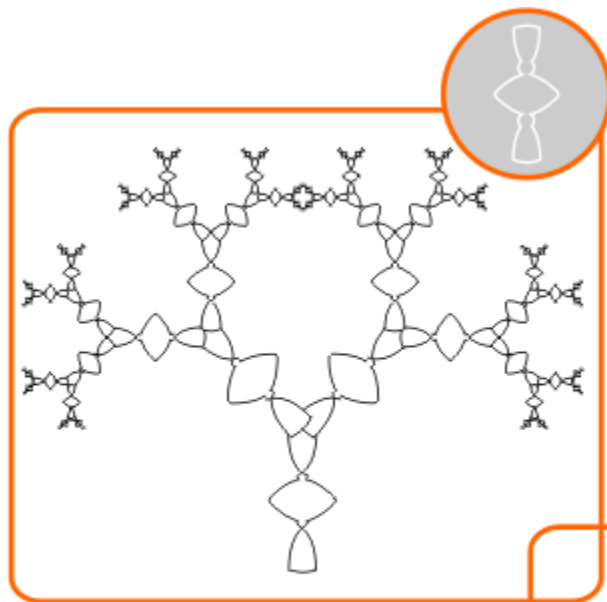


Fuente: Autor



Fuente: Autor

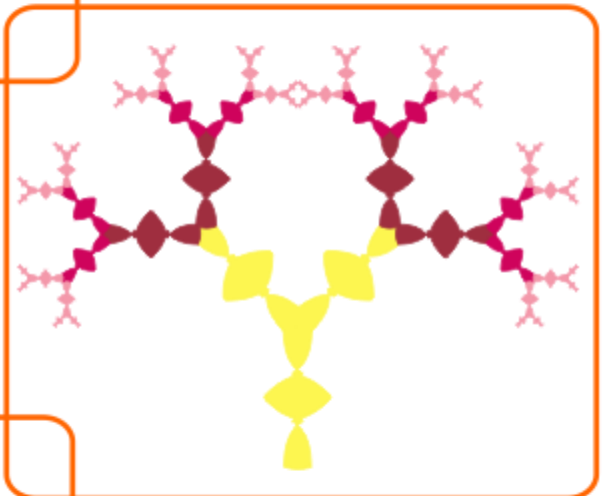
Figura 144. Estructura 5



El módulo es distribuido en una estructura de ramificaciones que graduan de tamaño.

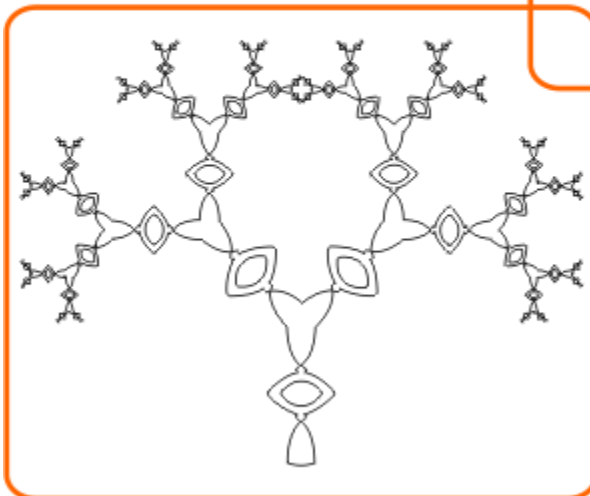
Fuente: Autor

Se aplicaron los colores que se encuentran presentes en la flor, para apreciar mejor el cambio gradual de tamaño.



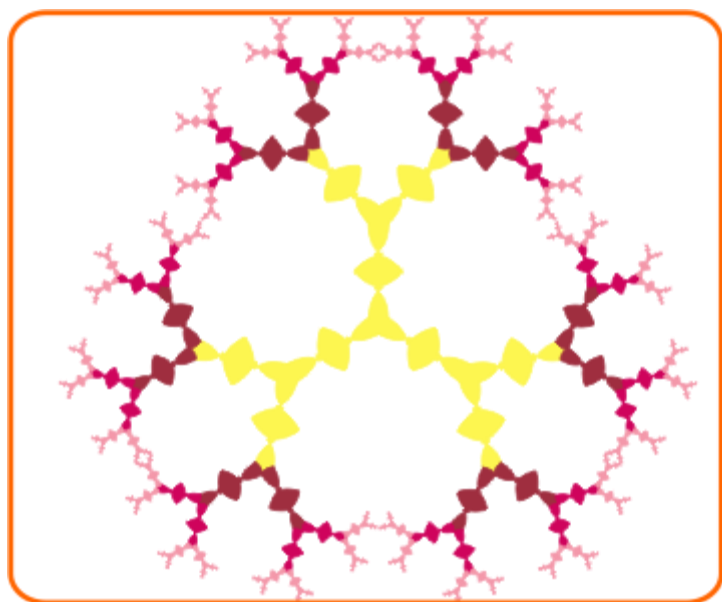
Fuente: Autor

Para modificar el módulo se realizó una abstracción en la pieza central, generando una nueva forma.



Fuente: Autor

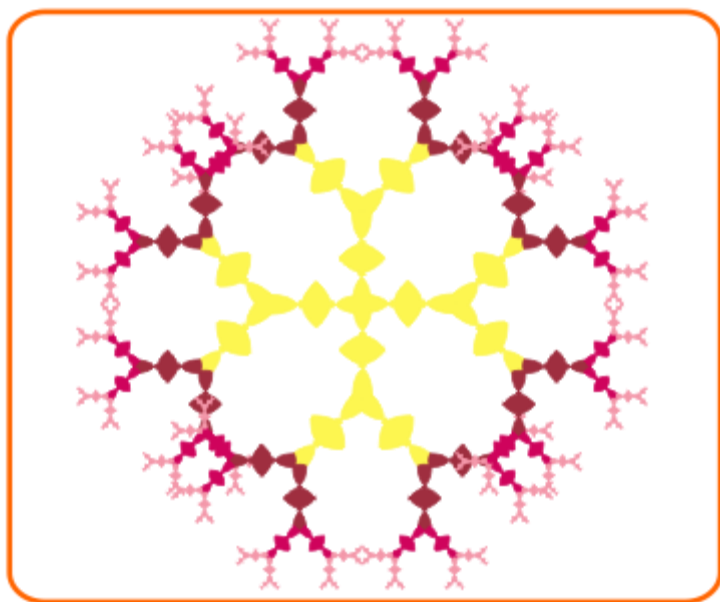
Figura 145. Propuestas bidimensionales estructura 5



Se hizo una rotación de la estructura a 120°

Fuente: Autor

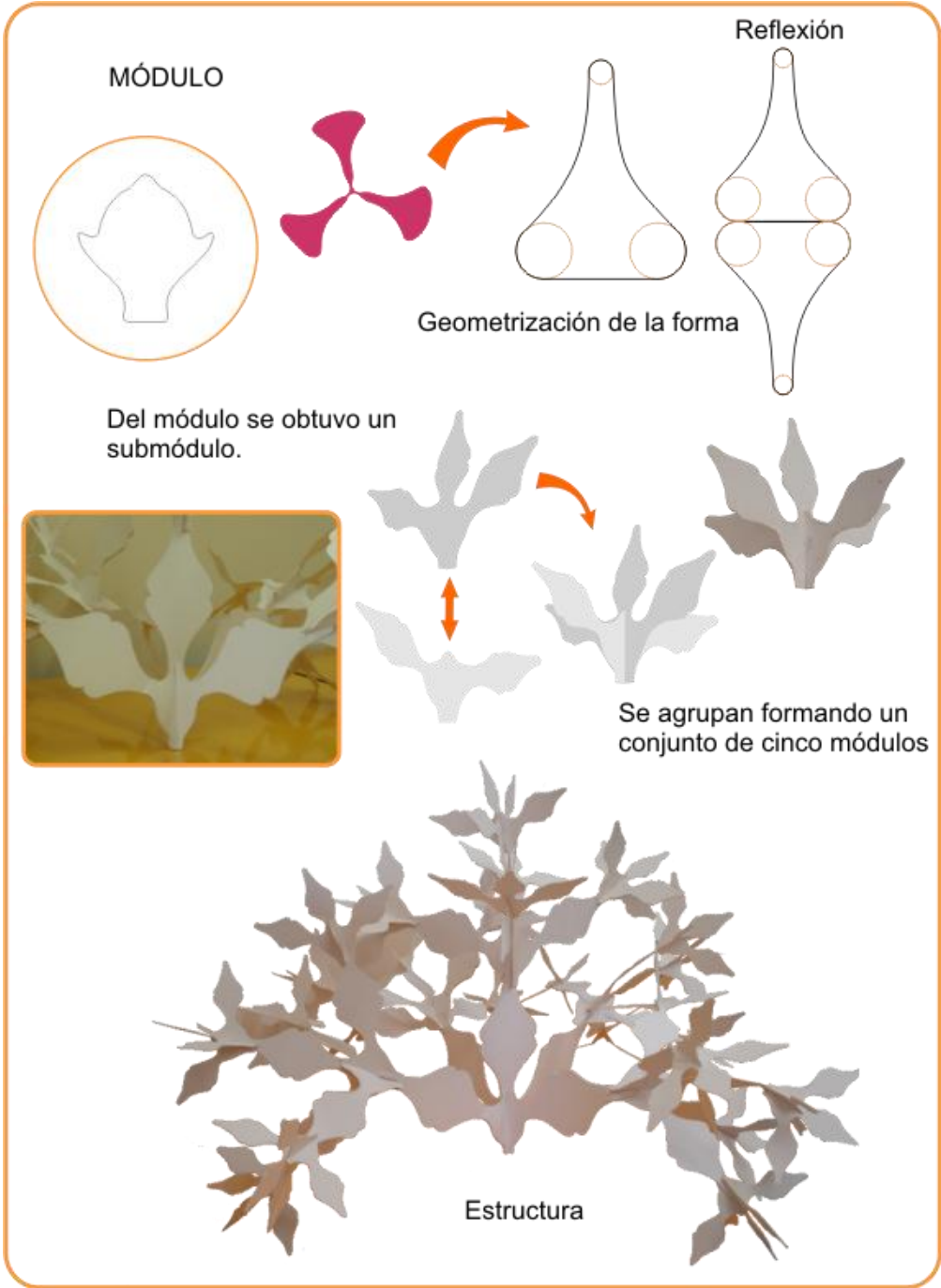
Se hizo una rotación de la estructura a 90°



Fuente: Autor

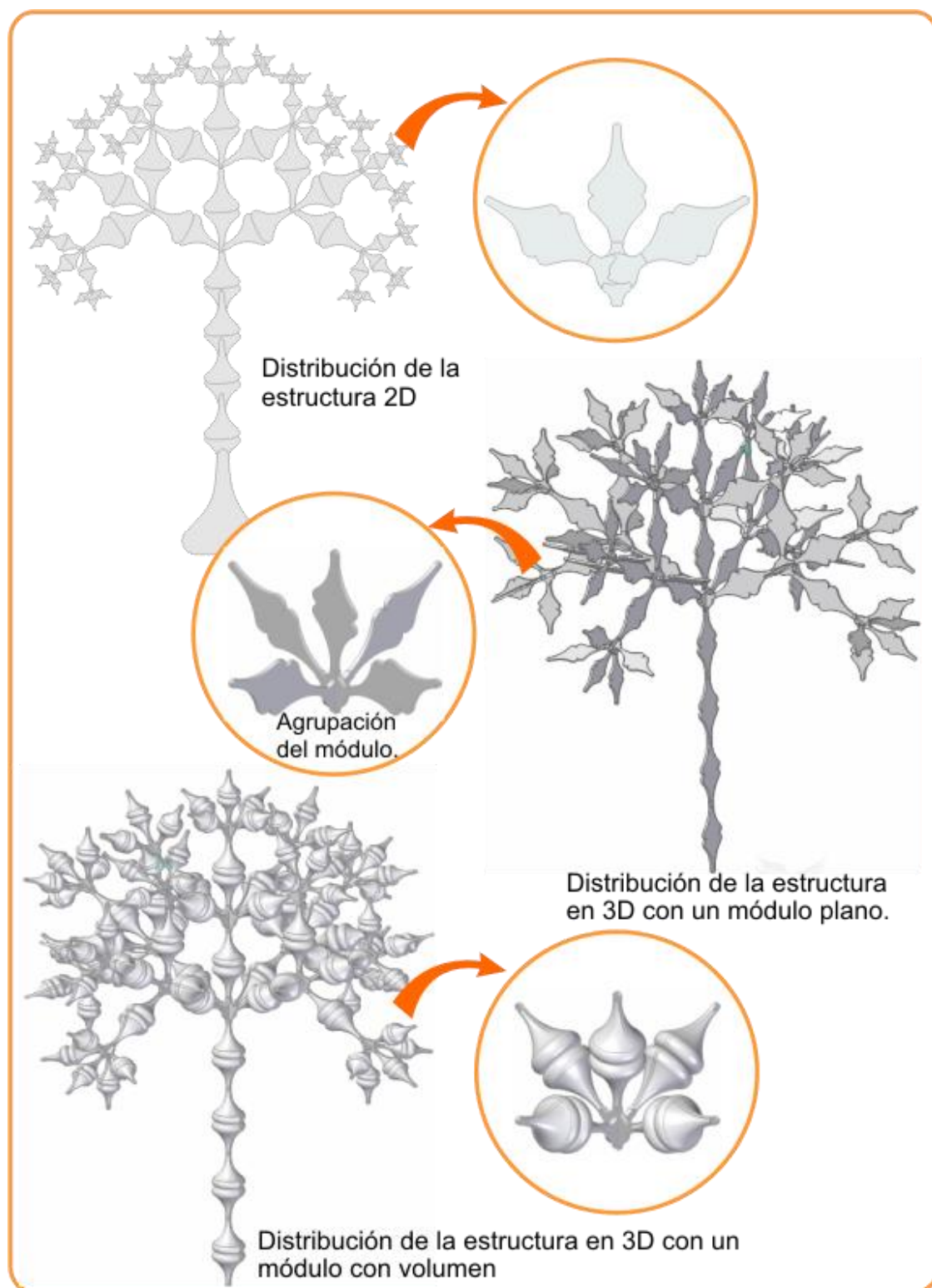
8.2 MODELOS DE LAS ESTRUCTURAS

Figura 146. Estructura 3



Fuente: Autor

Figura 147. Modelado estructura 3



Fuente: Autor

Figura 148. Estructura 4

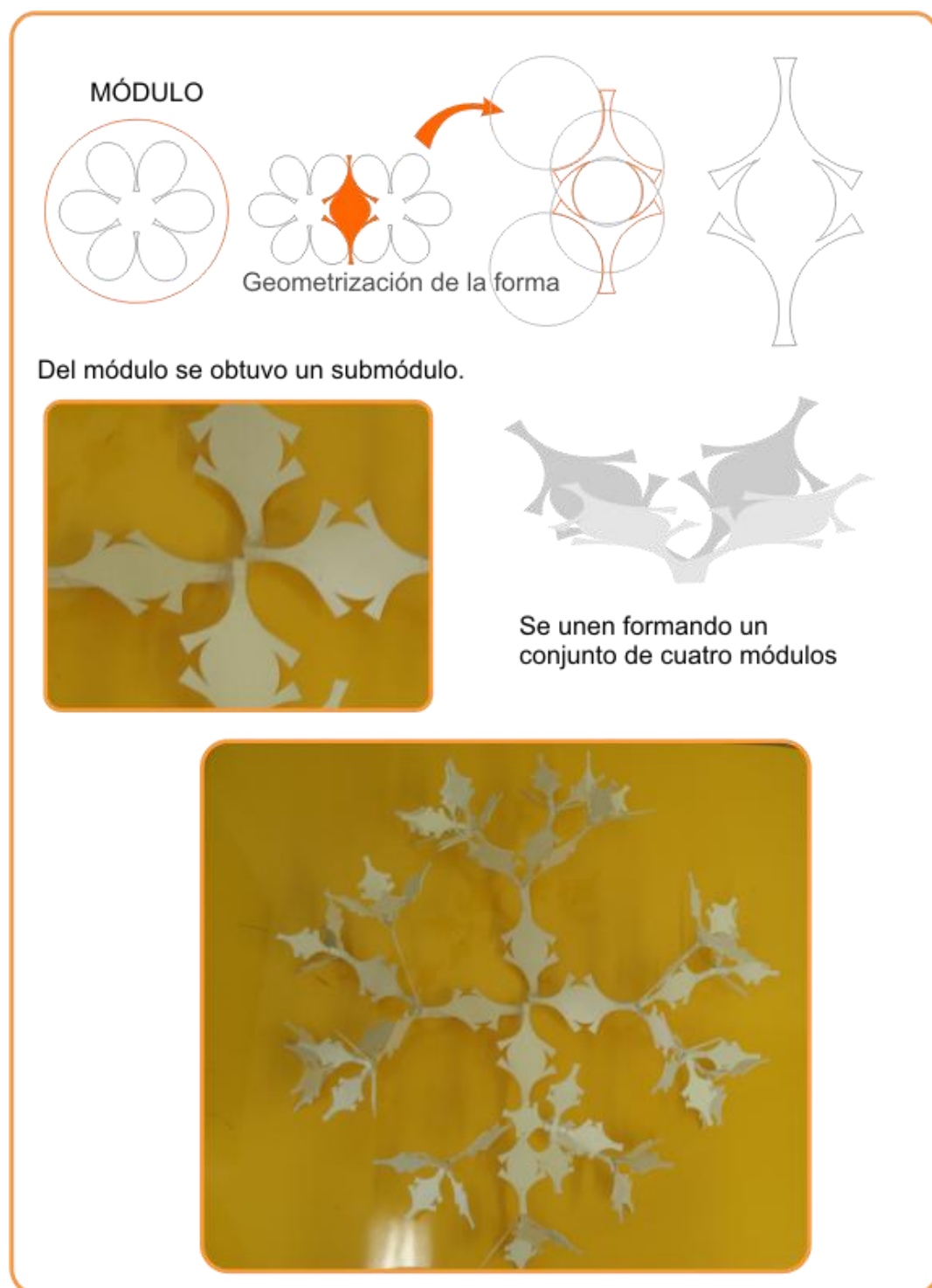
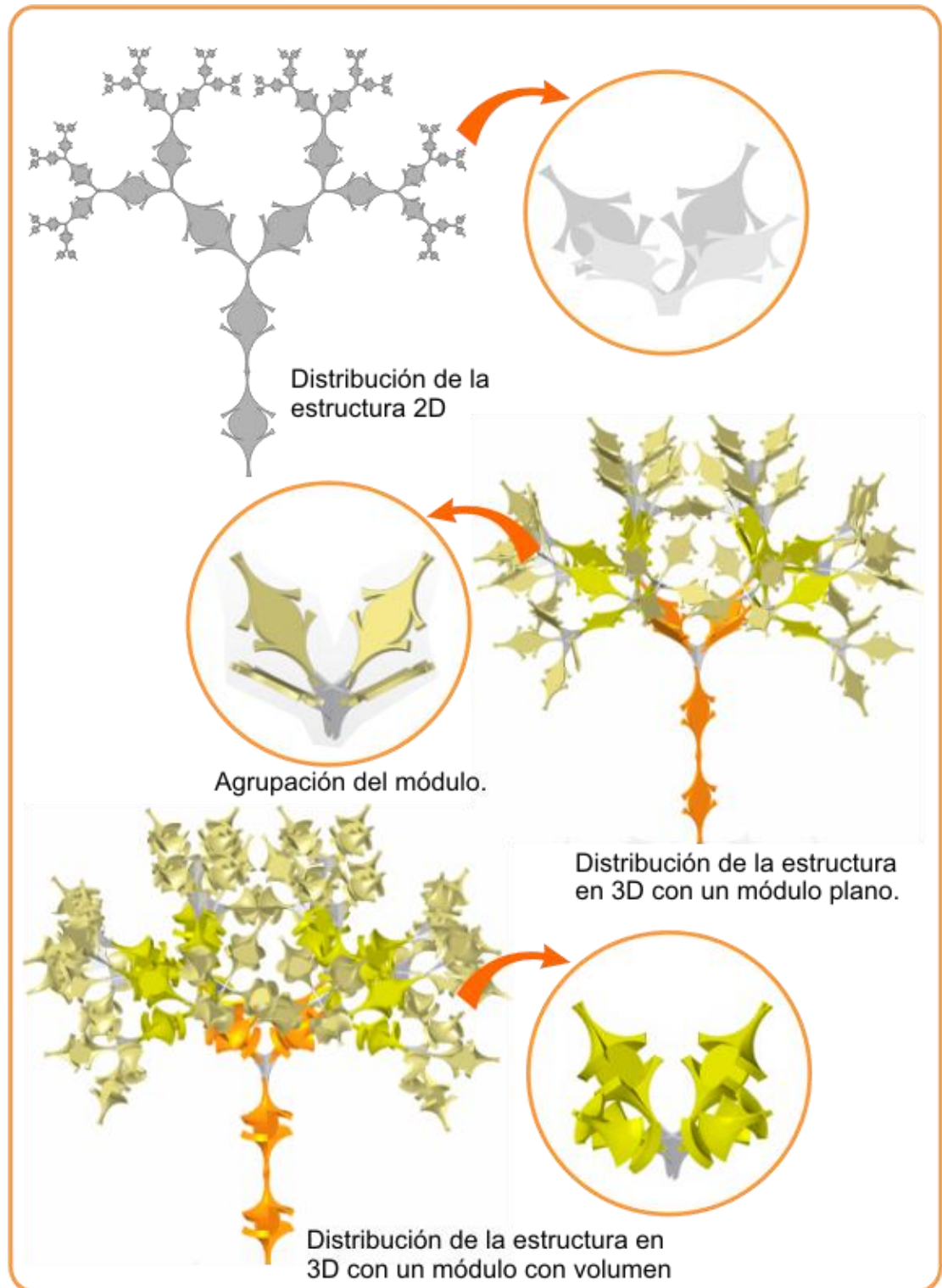
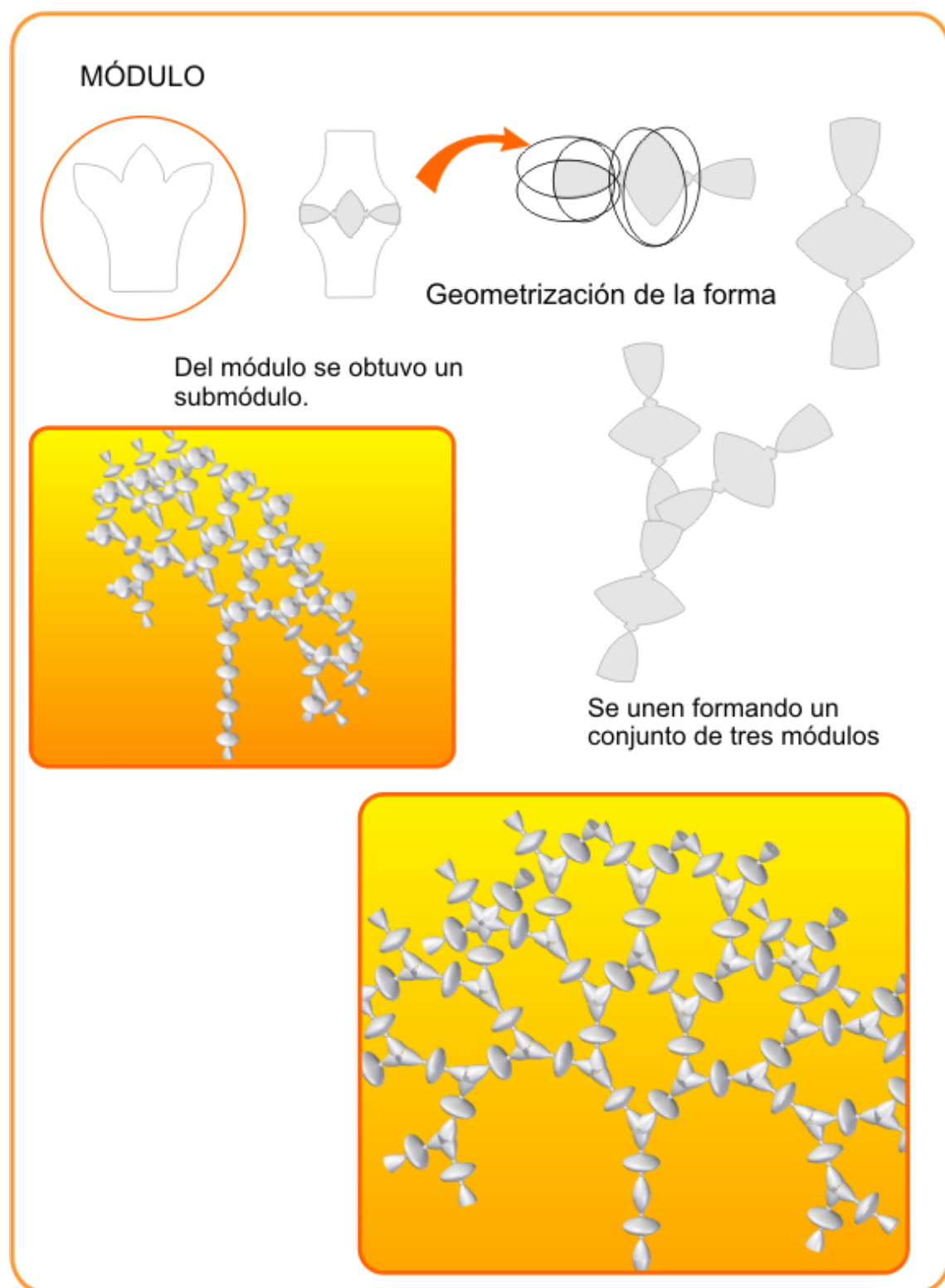


Figura 149. Modelado estructura 4



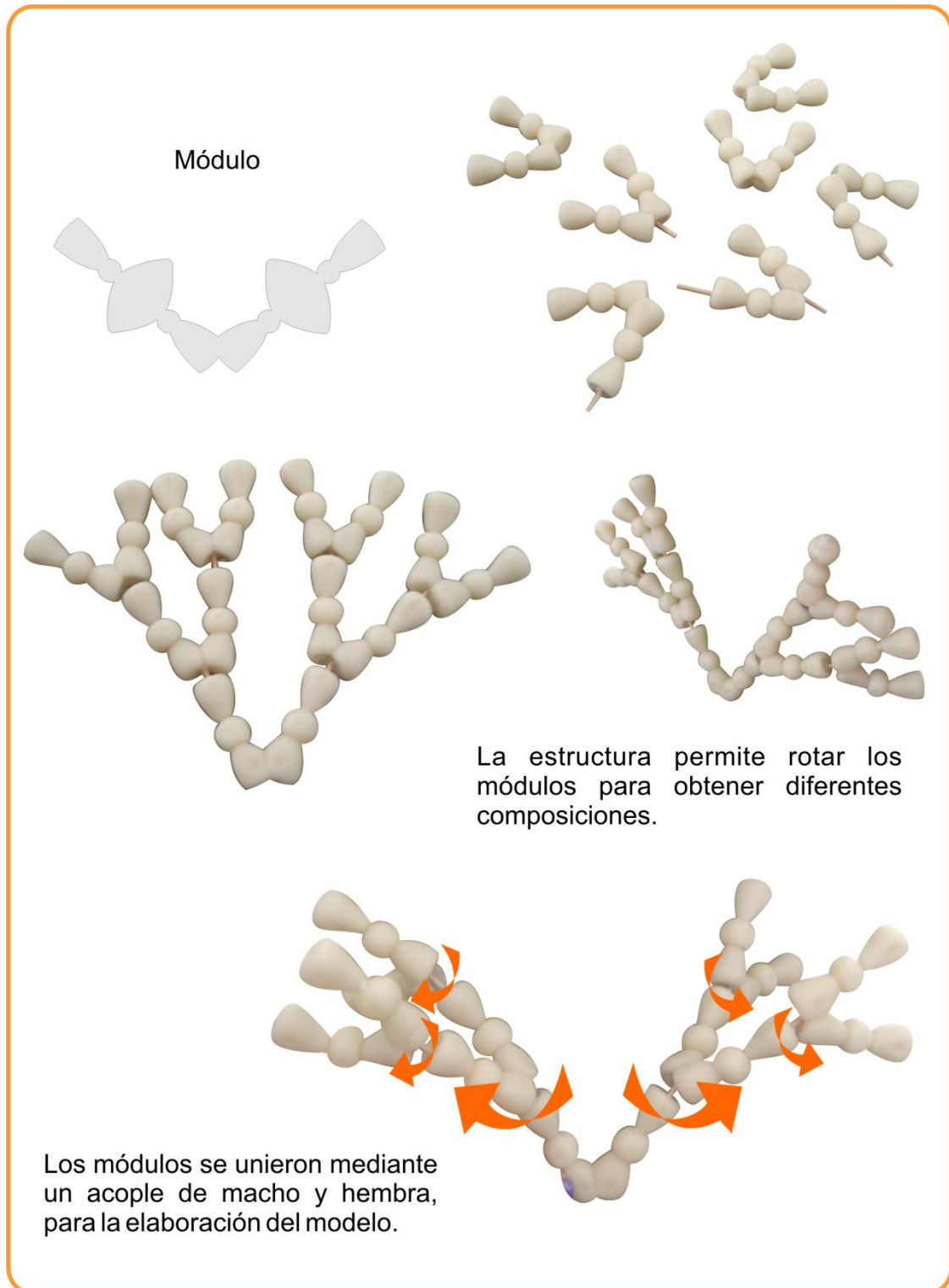
Fuente: Autor

Figura 150. Estructura 5



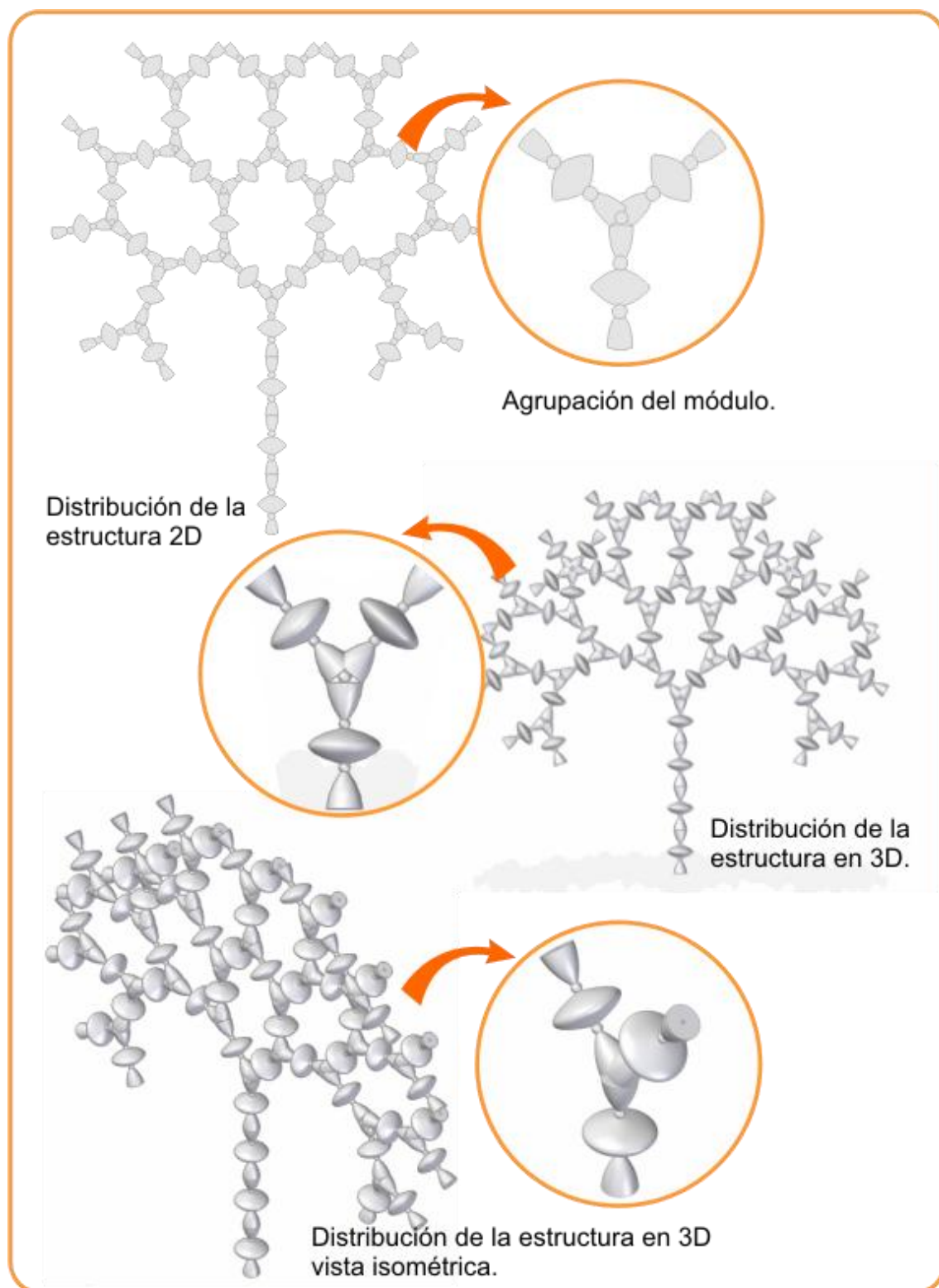
Fuente: Autor

Figura 151. Modelo estructura 5



Fuente: Autor

Figura 152. Modelado estructura 5



Fuente: Autor

9. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La selección de alternativas se realiza tomando en cuenta los parámetros de diseño preestablecidos, a los cuales se les asigna una valoración determinada de la siguiente manera:

0 = Nada 1 = Bajo 2 = Medio 3 = Alto 4 = Muy alto

Esta evaluación se hace con el fin de tomar una decisión informada y que cumpla de la mejor forma con los requerimientos del proyecto.

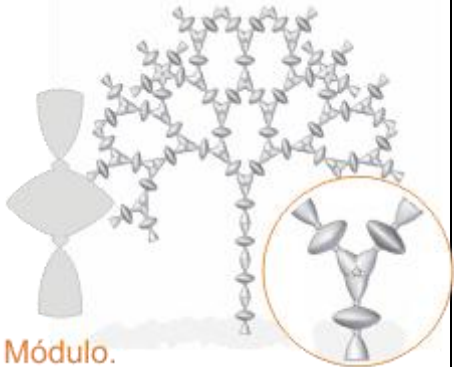
PARAMETROS FORMALES

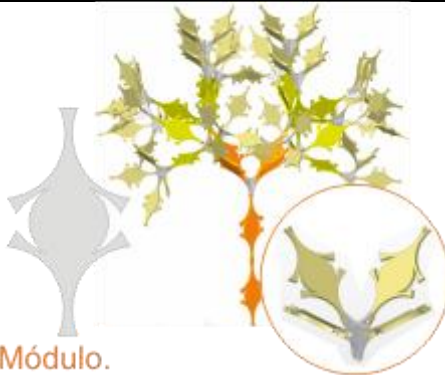
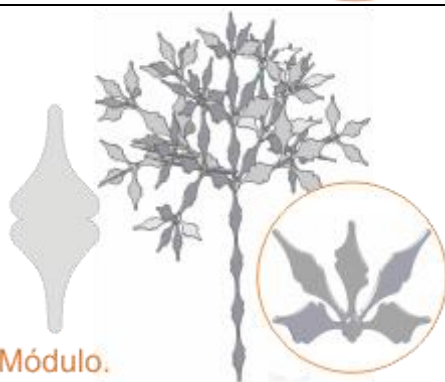
- a. Valoración de su crecimiento tridimensional modular.
- b. Diversidad de aplicaciones

PARAMETROS DE DISEÑO

- c. Practicidad
- d. Seguridad
- e. Manipulación
- f. Ergonomía
- g. Percepción
- h. Resistencia

Tabla 4. Selección de alternativa estructural

Alternativas	a	b	c	d	e	f	g	h	Total
 Módulo.	0	2	3	2	3	1	2	1	13

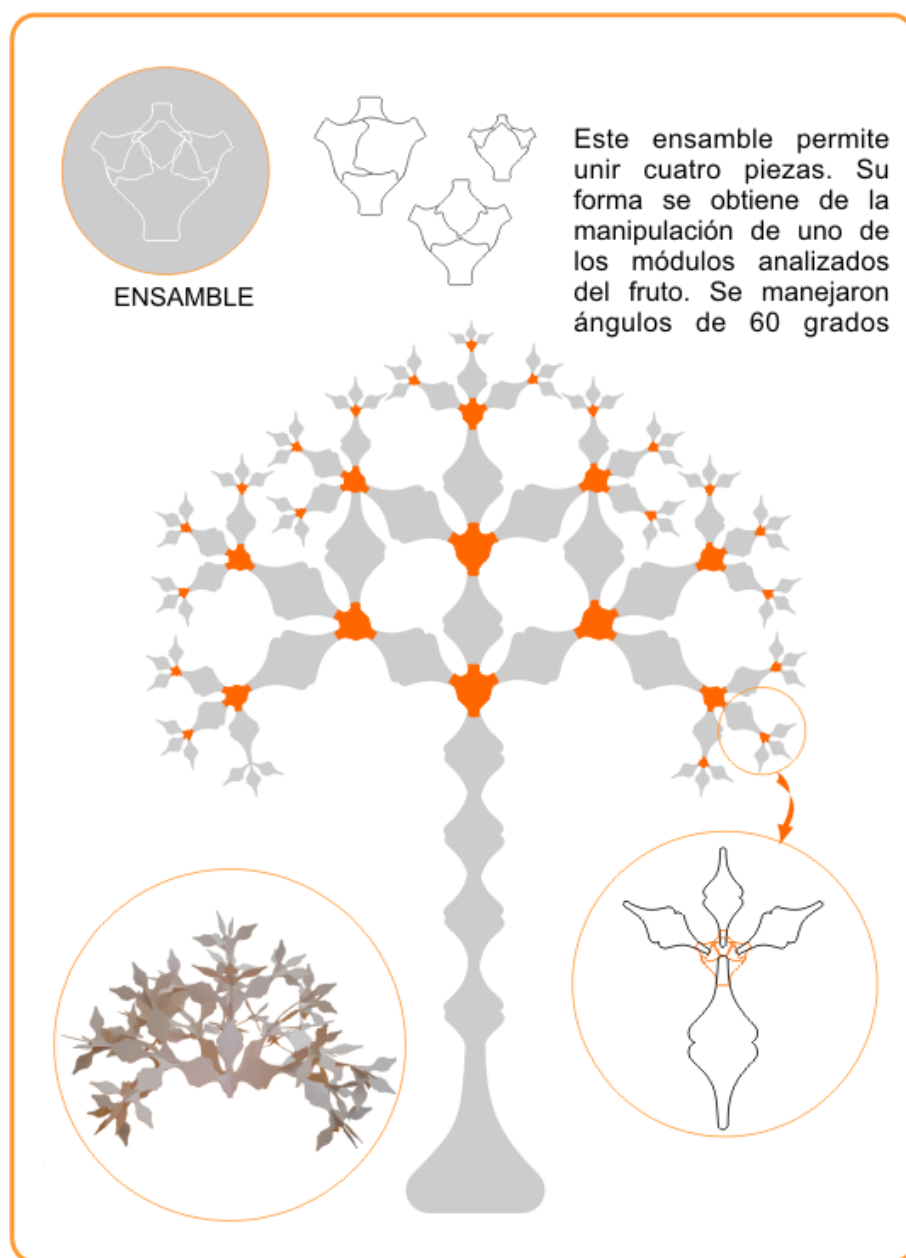
 Módulo.	3	2	2	1	1	1	3	2	15
 Módulo.	4	3	2	3	2	4	3	21	

Con base a los resultados obtenidos, se escogió la alternativa 3 para su desarrollo y evolución, ya que cumple en mayor cantidad con los parámetros preestablecidos.

10. ALTERNATIVAS DE UNIÓN

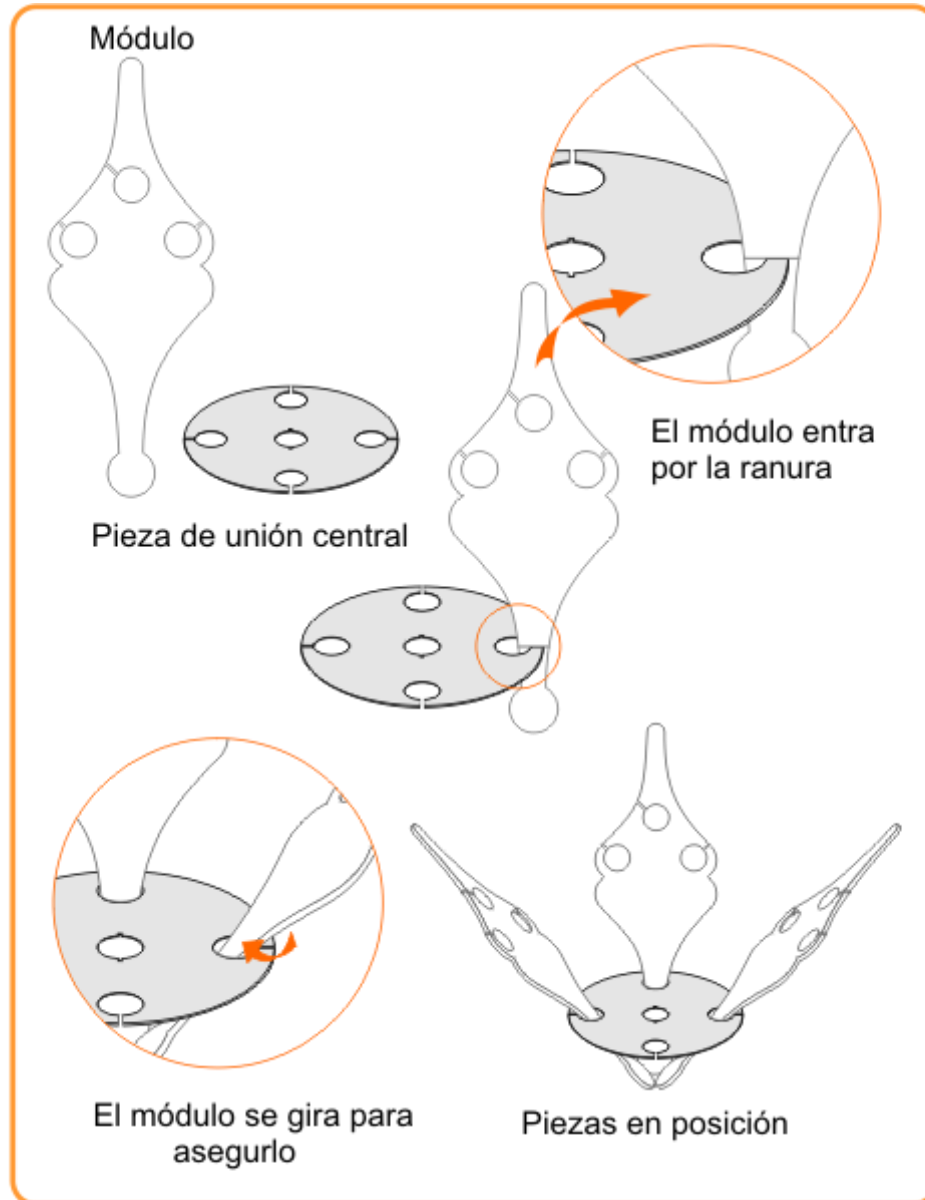
Se plantean diferentes alternativas para el ensamble de los módulos.

Figura 153. Unión de los módulos.



Fuente: Autor

Figura 154. Ensamble por orificios



Fuente: Autor

Esta unión consta de una pieza central, a la cual se le realizan sustracciones del material, con el fin de permitir que el módulo entre y quede sujeto a la base por el peso que tiene en la parte inferior del módulo, se realiza un giro de 90 grados de la pieza para asegurar que esta quede fija a el soporte.

Las piezas siguientes poseen las mismas sustracciones para permitir el anclaje de las piezas continuas y esto se repite sucesivamente.

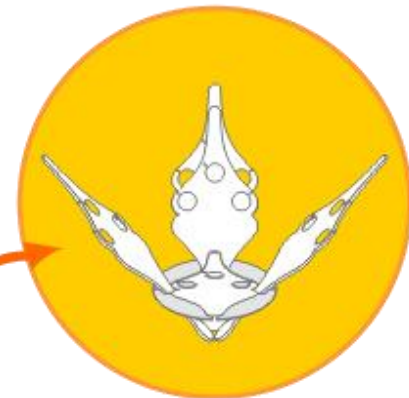
Figura 155 .Modelo del ensamble por orificios



Estructura



Tres tamaños de módulo



Fuente: Autor

Al realizar esta unión se analiza que las piezas no poseen la rigidez necesaria, debido a que los agujeros debilitan el módulo generando flexión. Presenta inestabilidad en la estructura, cualquier movimiento que se genera en ella hace que las piezas caigan de su apoyo, no permite generar una configuración armoniosa por que este tipo de apoyo no crea los ángulos correspondientes al diseño. Es una opción sencilla de ensamblado pero se dificulta al momento de ubicar las piezas por el número de módulos a colocar.

Figura 156. Ensamble por ranuras

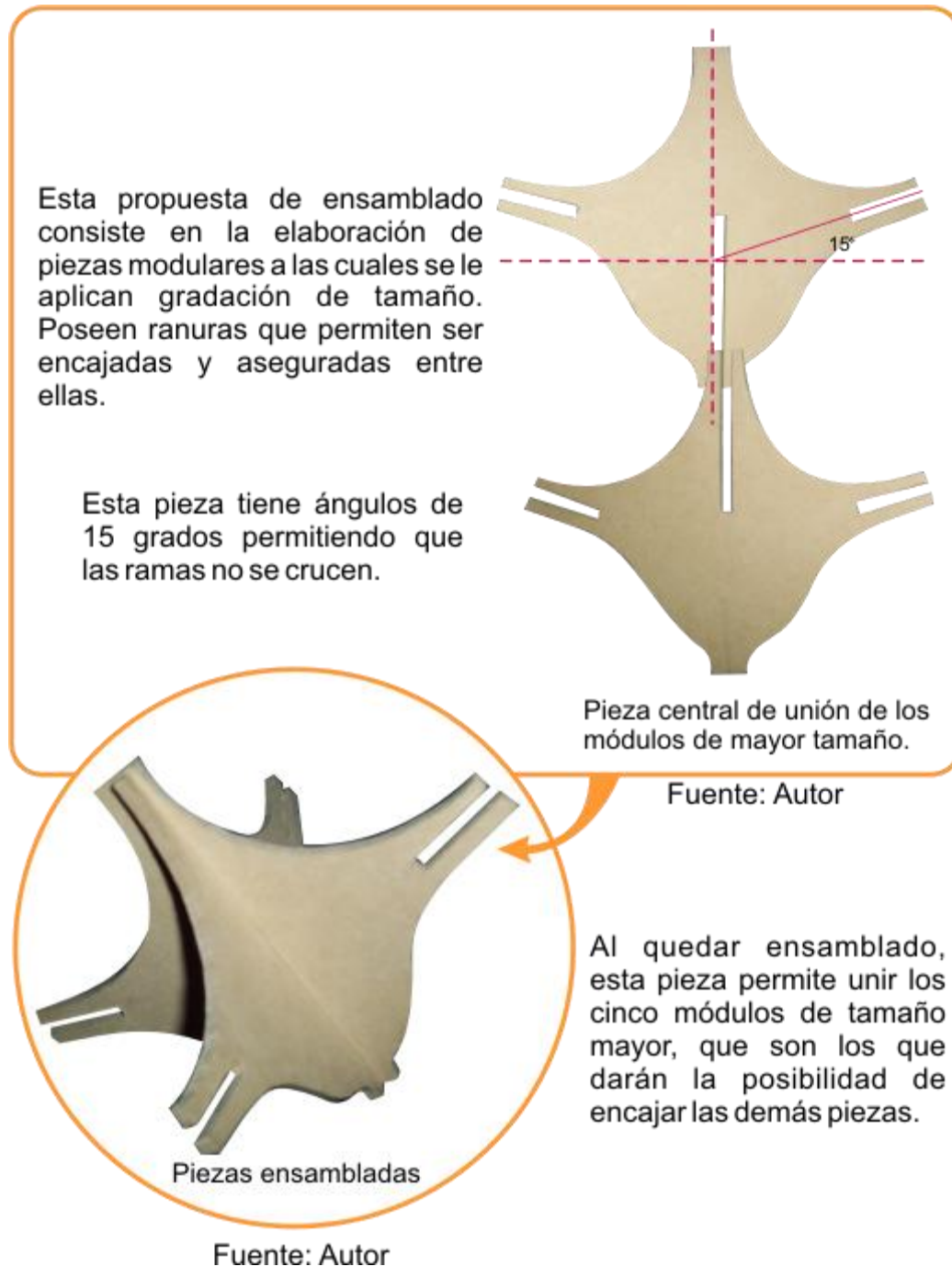


Figura 157. Ensamble por ranuras

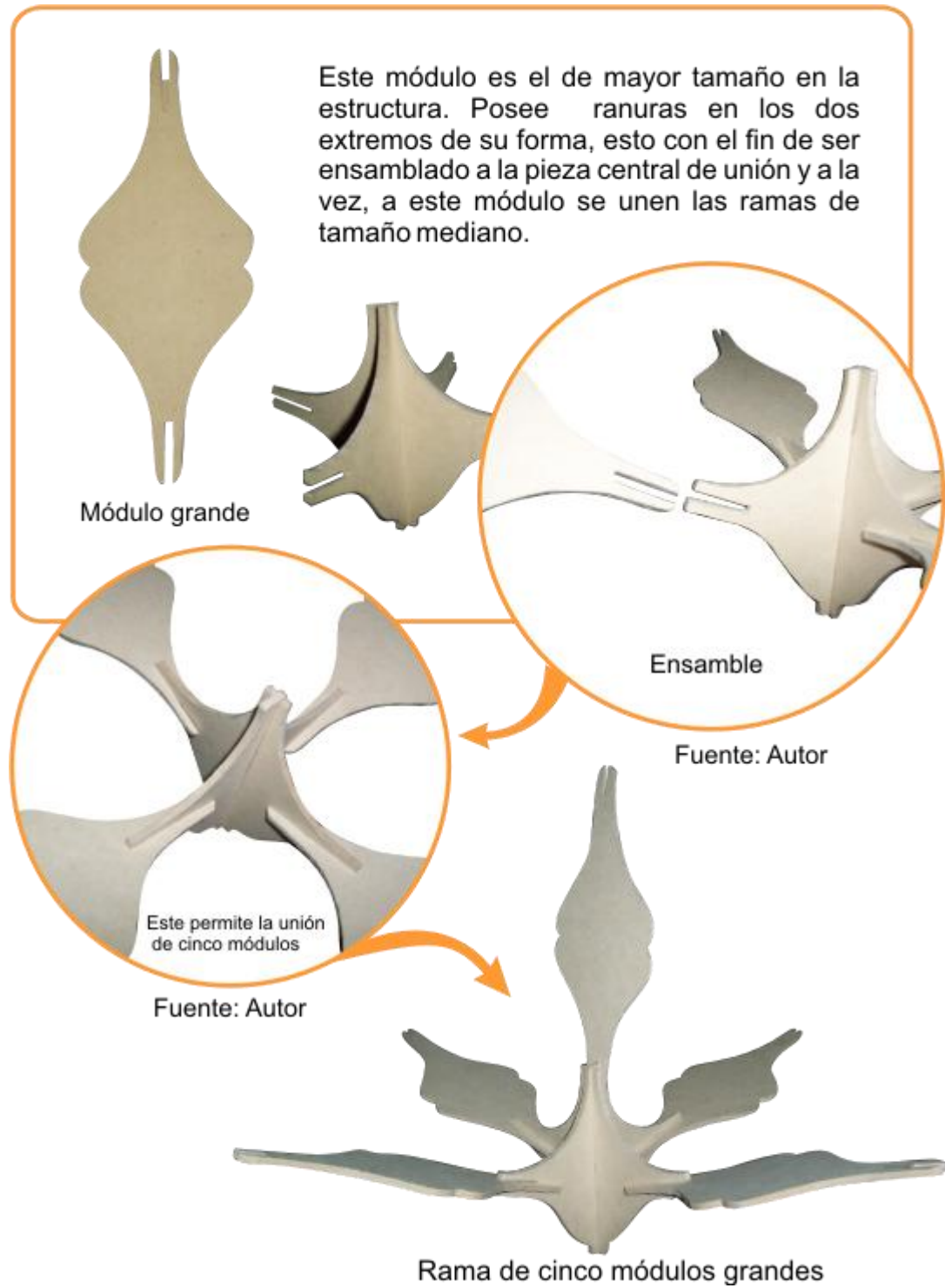


Figura 158. Ensamble mdf

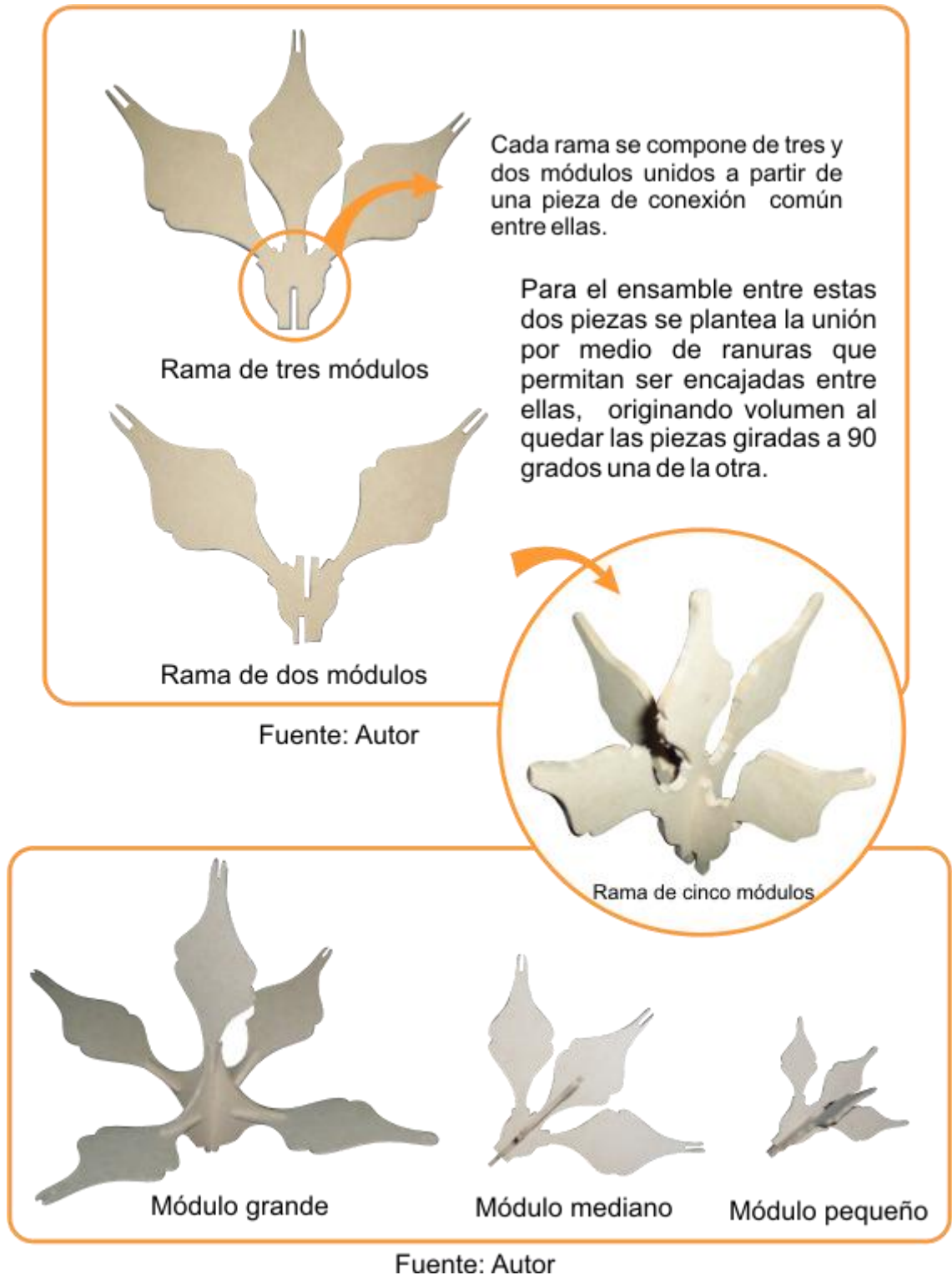
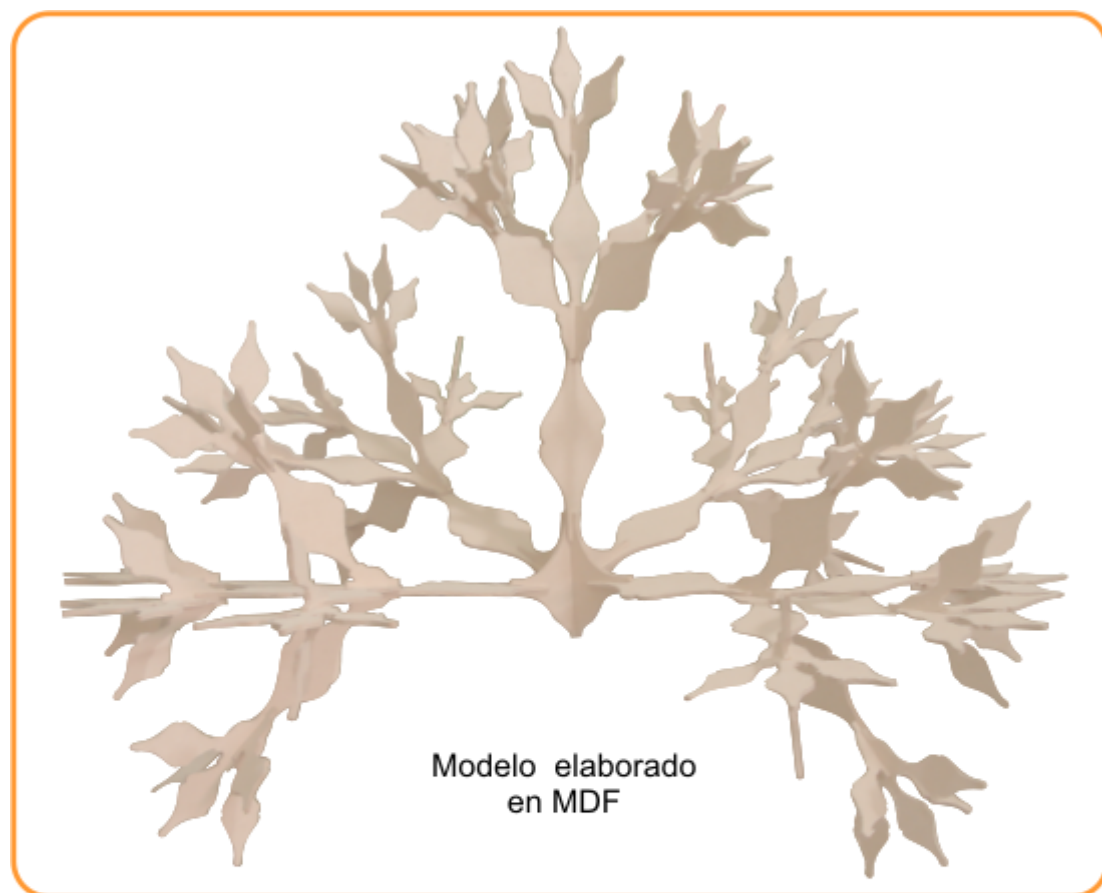


Figura 159. Modelo mdf



Fuente: Autor

Este modelo se desarrolla en MDF, con el fin de observar la distribución de las ramas y determinar los ángulos adecuados para evitar que se originen cruces entre ellas.

Se compone de:

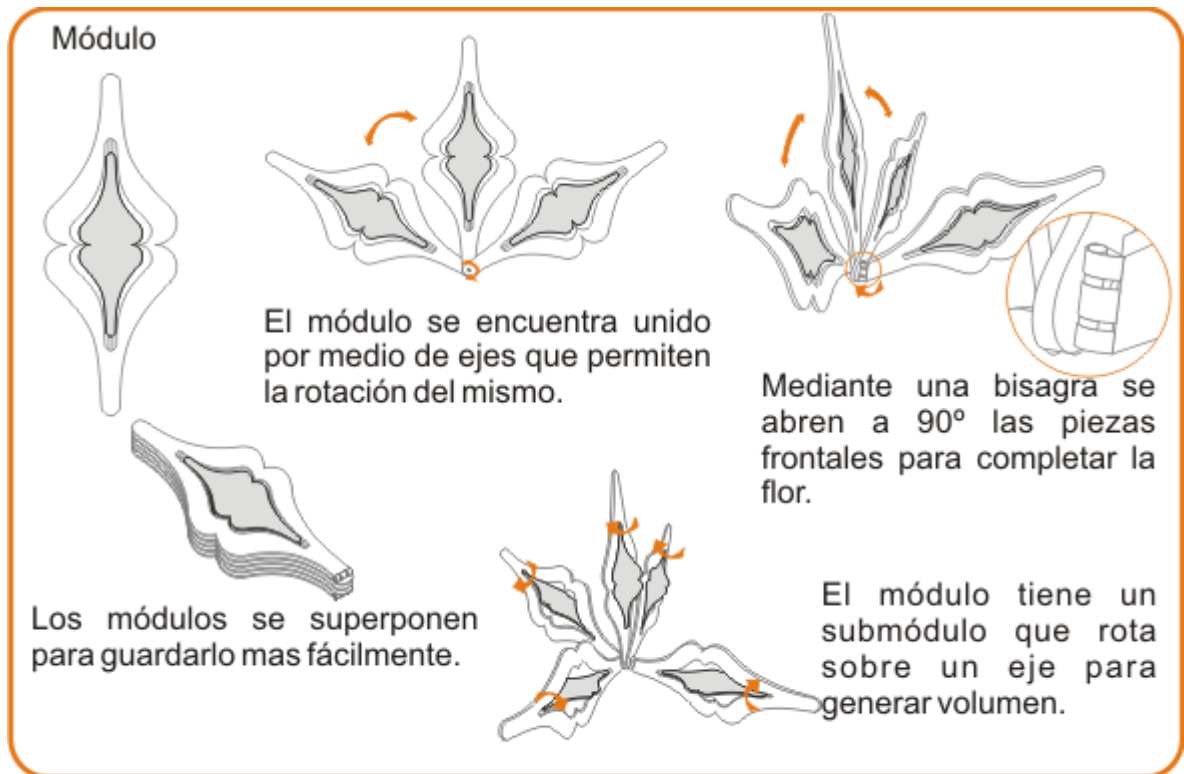
- Dos piezas iniciales de ensamble en donde se unen los módulos grandes
- Cinco módulos grandes
- Veinticinco módulos medianos
- Cincuenta módulos pequeños

Figura 160. Modelo elaborado en MDF

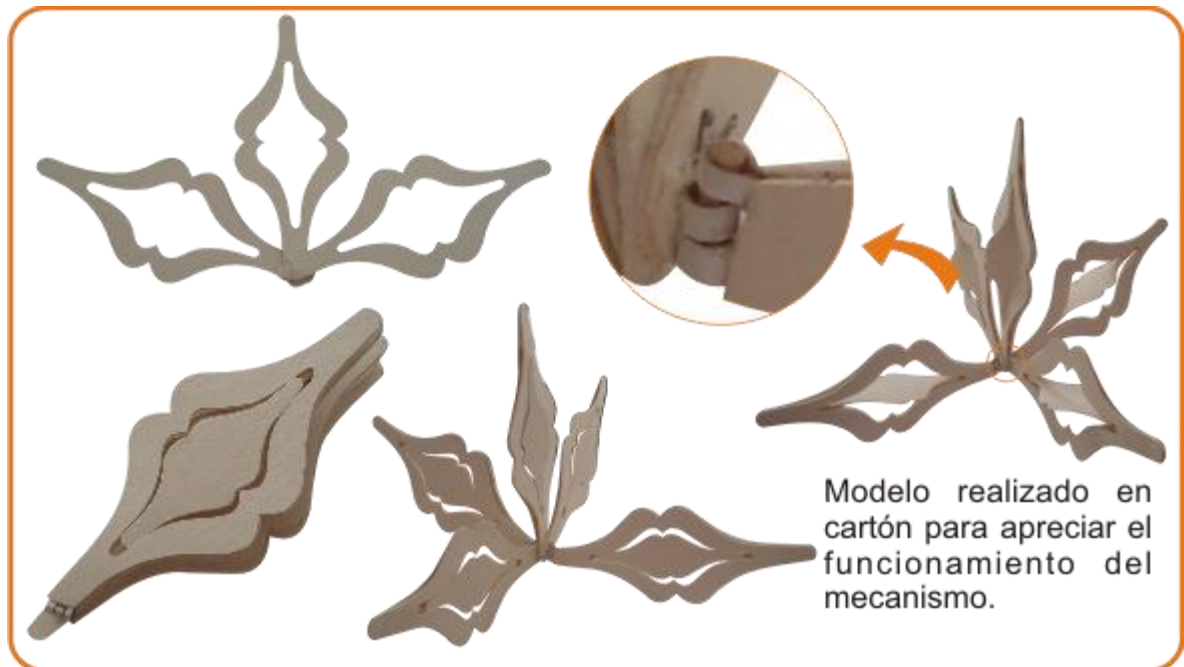


Fuente: Autor

Figura 161. Ensamble por grupos de cinco módulos por medio de un eje y bisagra

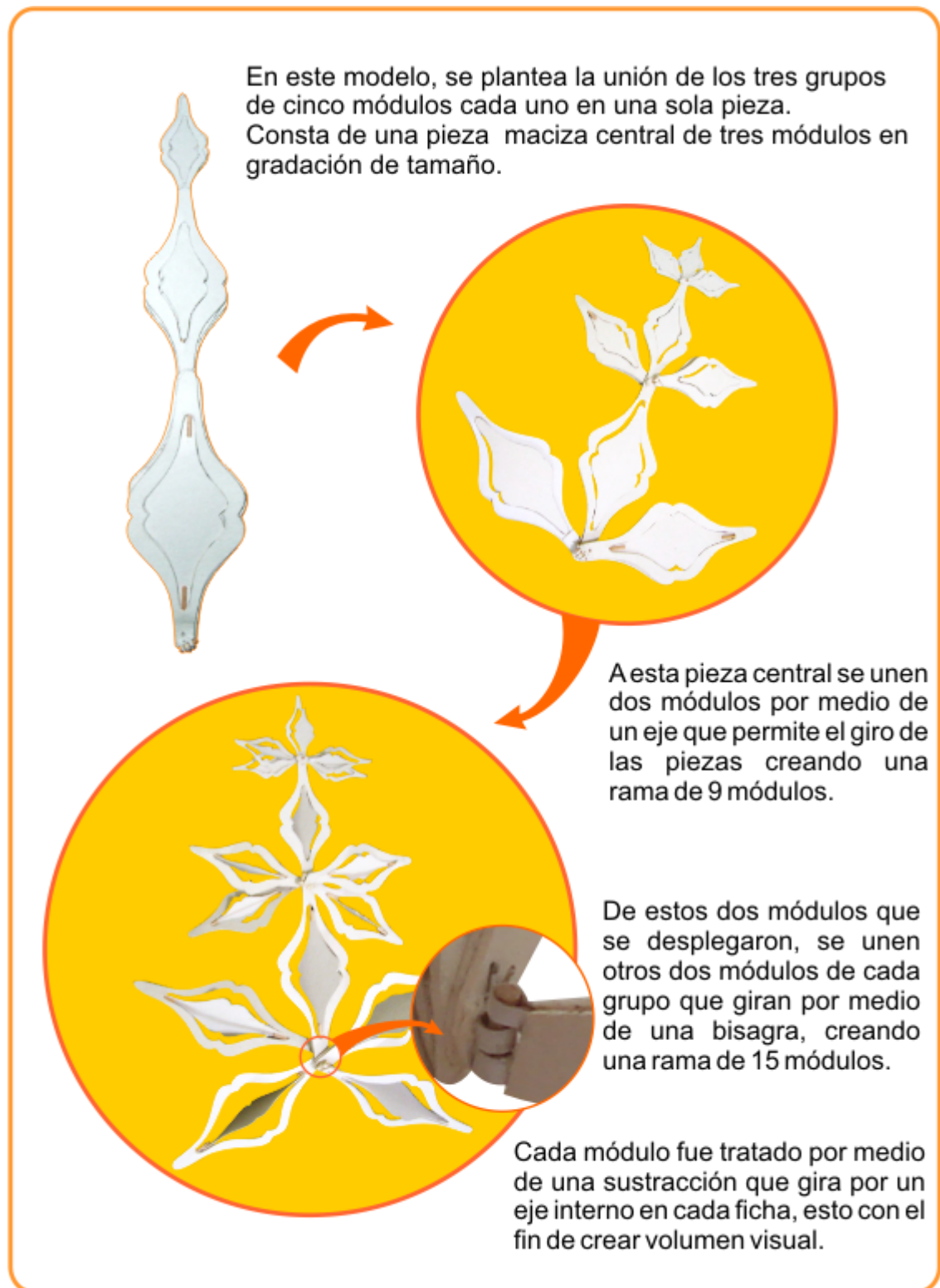


Fuente: Autor



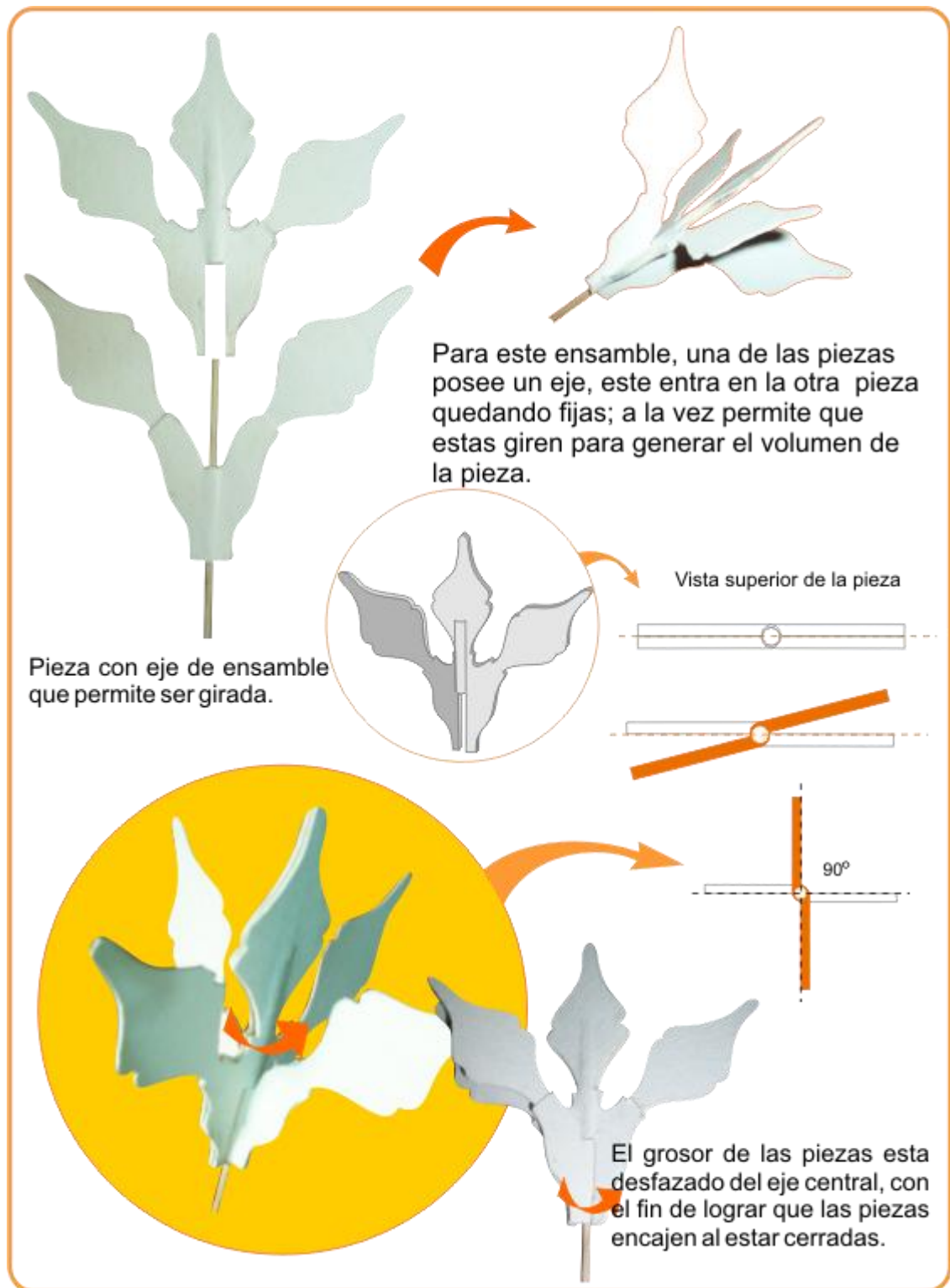
Fuente: Autor

Figura 162. Ensamble de tres grupos de módulos en una sola pieza



Fuente: Autor

Figura 163. Ensamble con eje



Fuente: Autor

10.1 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE UNIÓN

Tabla 5. Análisis de las alternativas para la unión de los módulos

ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE UNIÓN DE LOS MÓDULOS		
Tipo de unión.	Cualidades Negativas	Cualidades Positivas
 Por medio de ranuras	-Esta alternativa presenta muchos pasos para la elaboración de la estructura tridimensional, el número de piezas a ensamblar es cuantioso. -Al armar la estructura, se aprecia que hacen falta un mayor número de módulos por pieza para evitar que este se vea visualmente carente de volumen.	-Las piezas quedan fijas y aseguradas, evitando que estas se giren ó salgan de su puesto. -Con este ensamble en forma de ranura se genera una pieza en cruz de cinco módulos.
 Ensamble por medio de orificios	-Al realizar esta unión se analiza que las piezas no poseen la rigidez necesaria para soportar el peso de los otros módulos, debido a que los agujeros debilitan el material generando que estos se flexionen por el peso de las otras piezas. -La estructura presenta inestabilidad, cualquier movimiento que se le aplique a este hace que los módulos caigan de su apoyo. -No permite realizar una configuración definida debido a que estos agujeros no permiten generar los ángulos correspondientes al diseño. -Se dificulta el ensamblado por el número de módulos a ubicar.	-Es una opción sencilla de ensamblado. -Permite diferentes configuraciones por la ubicación de los orificios de ensamble.

Fuente: Autor

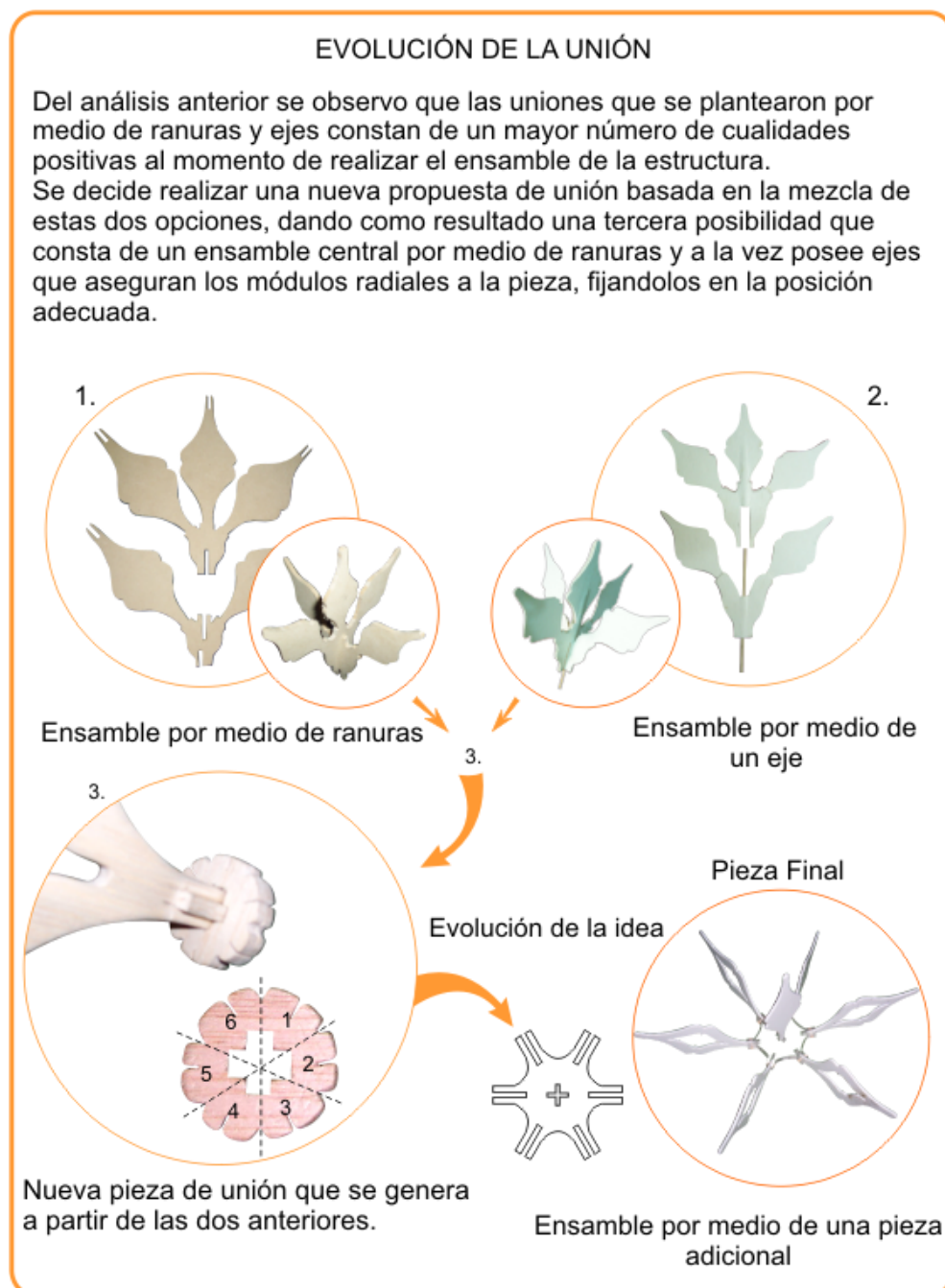
Tabla 6. Análisis de las alternativas para la unión de los módulos

ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE UNIÓN DE LOS MÓDULOS		
Tipo de unión.	Cualidades Negativas	Cualidades Positivas
 Ensamble por medio de un eje	-Las piezas no quedan fijas formando una cruz, estas se giran por el eje central, debe contar con una pieza adicional para que estas queden fijas.	-Las piezas quedan fijas por medio del eje evitando que estas se desarmen. -Permite que la pieza se cierre ocupando menor espacio al momento de ser almacenado. -Se genera una pieza fija de cinco módulos disminuyendo el número de pasos para el armado de la estructura.
  Ensamble por medio de ejes y visagras	-Las piezas no quedan fijas formando la cruz, estas se cierran ocasionando dificultad para el ensamblado de las otras piezas, debe contar con una pieza adicional para asegurar los módulos en su lugar. -El punto de unión de los cinco módulos hace que en ese punto se genere un mayor esfuerzo, ocasionando la ruptura de la pieza. -Al estar la pieza del centro completa, hace que al colocar las otras piezas se genere una mayor flexión de la pieza.	-Este tipo de ensamble permite disminuir su volumen facilitando su almacenamiento. -Se forma una pieza de cinco módulos disminuyendo el número de pasos para el armado de la estructura. -Se realiza una nueva pieza uniendo tres grupos de módulos en una sola rama, esto disminuye el número de ensambles a realizar.

Fuente: Autor

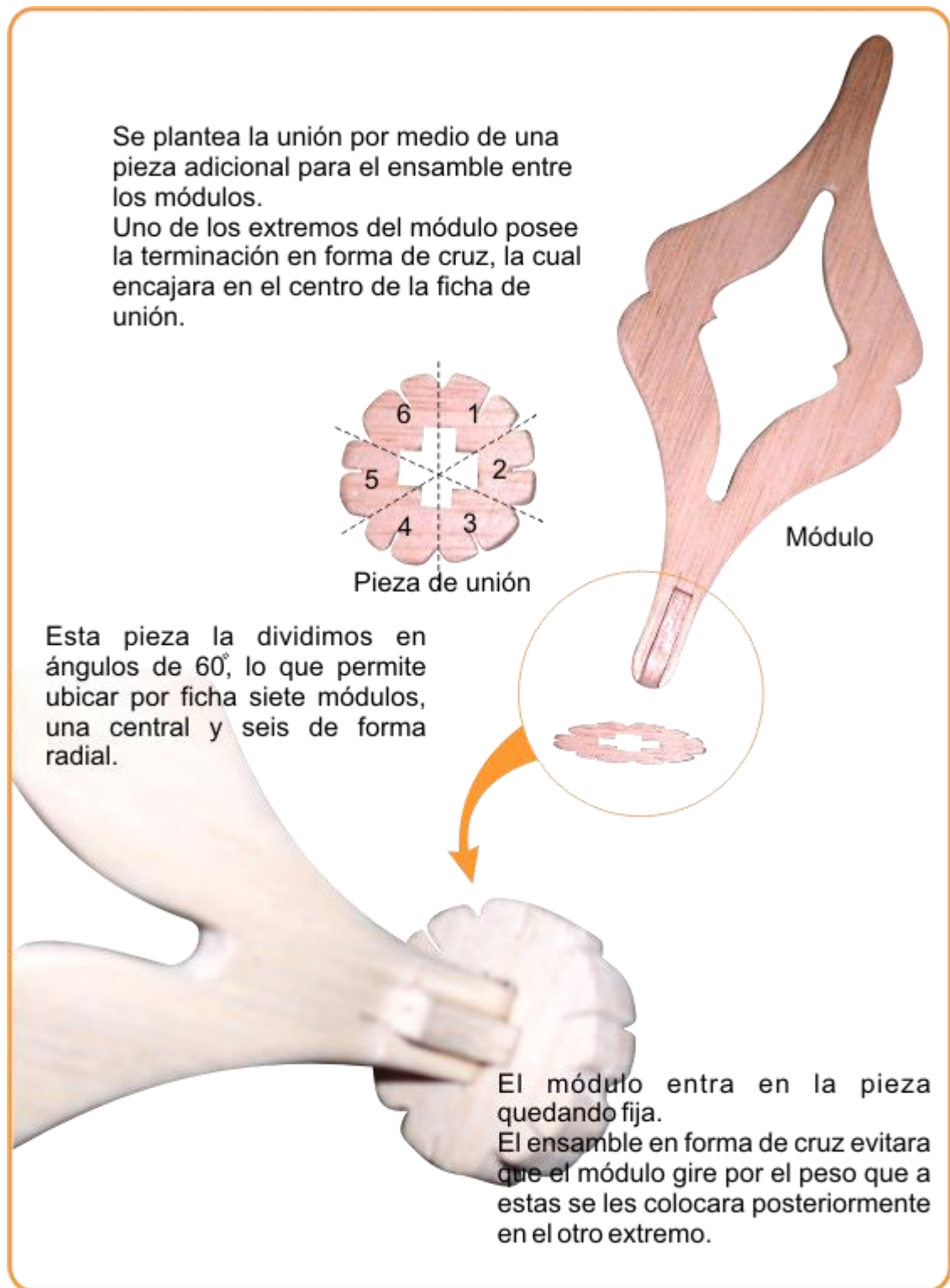
10.2 EVOLUCIÓN DE LA UNIÓN SELECCIONADA.

Figura 164. Evolución de la unión en base al análisis de las alternativas de ensamble



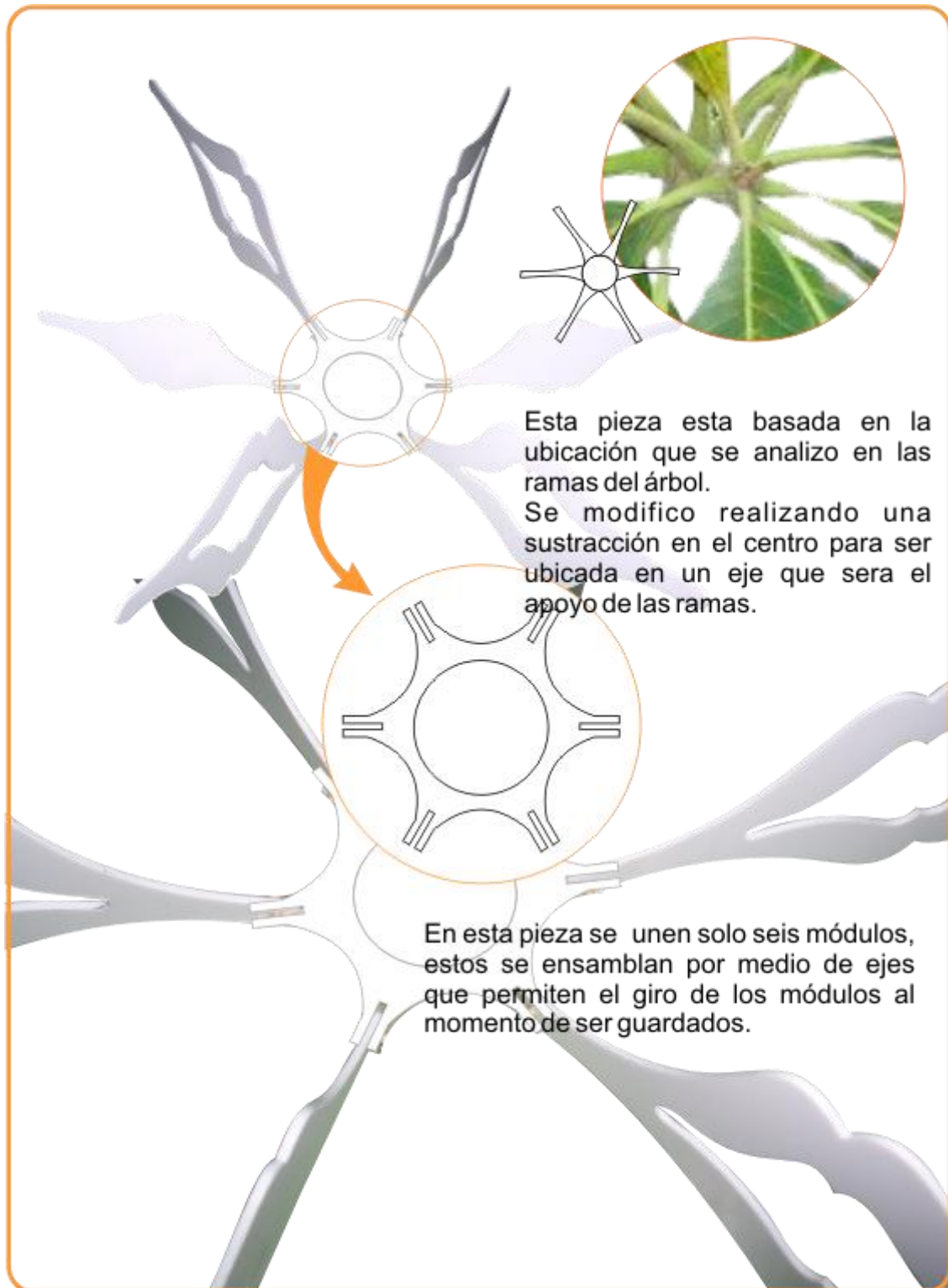
Fuente: Autor

Figura 165. Explicación del ensamble final



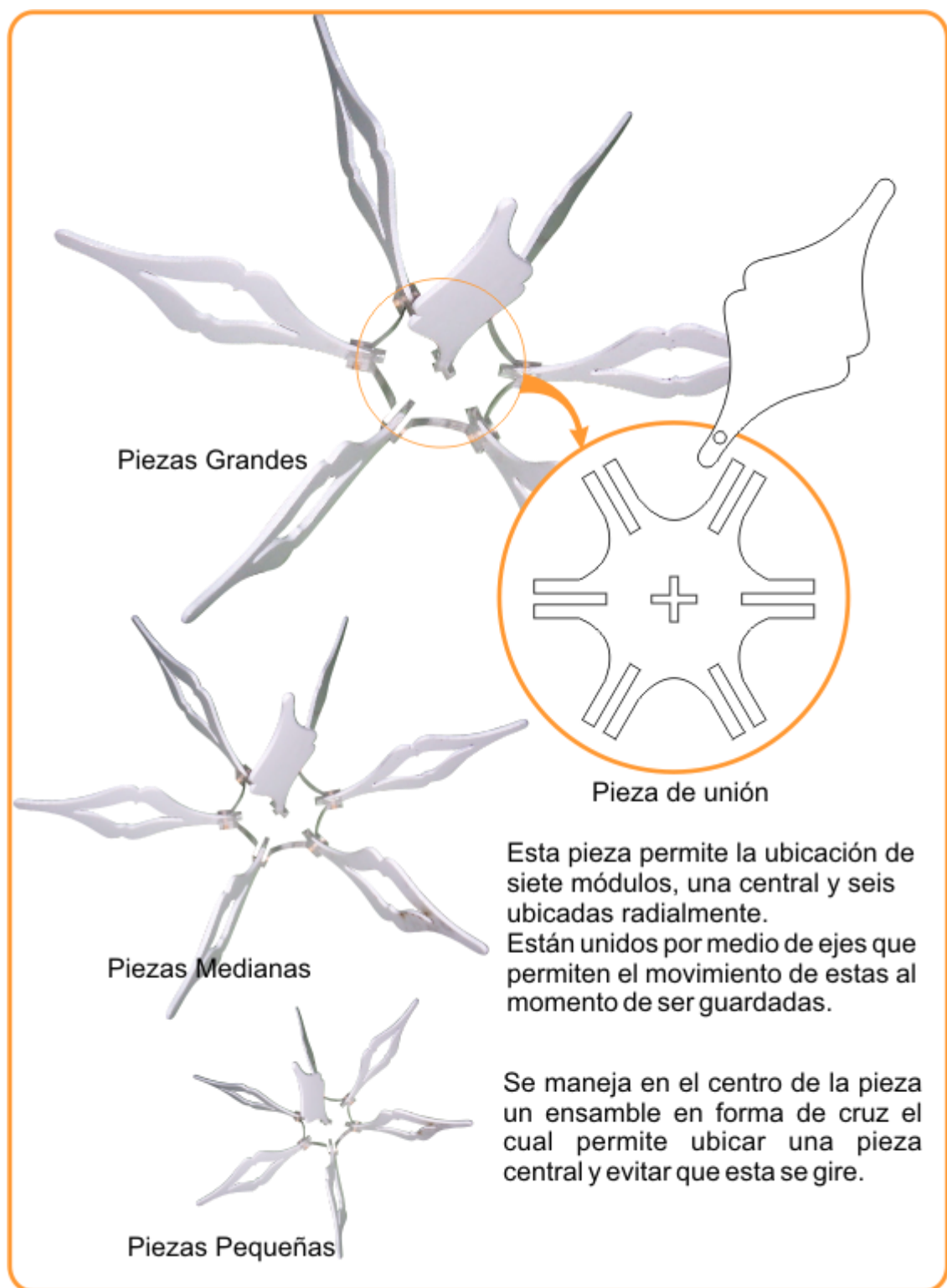
Fuente: Autor

Figura 166. Ensamble final



Fuente: Autor

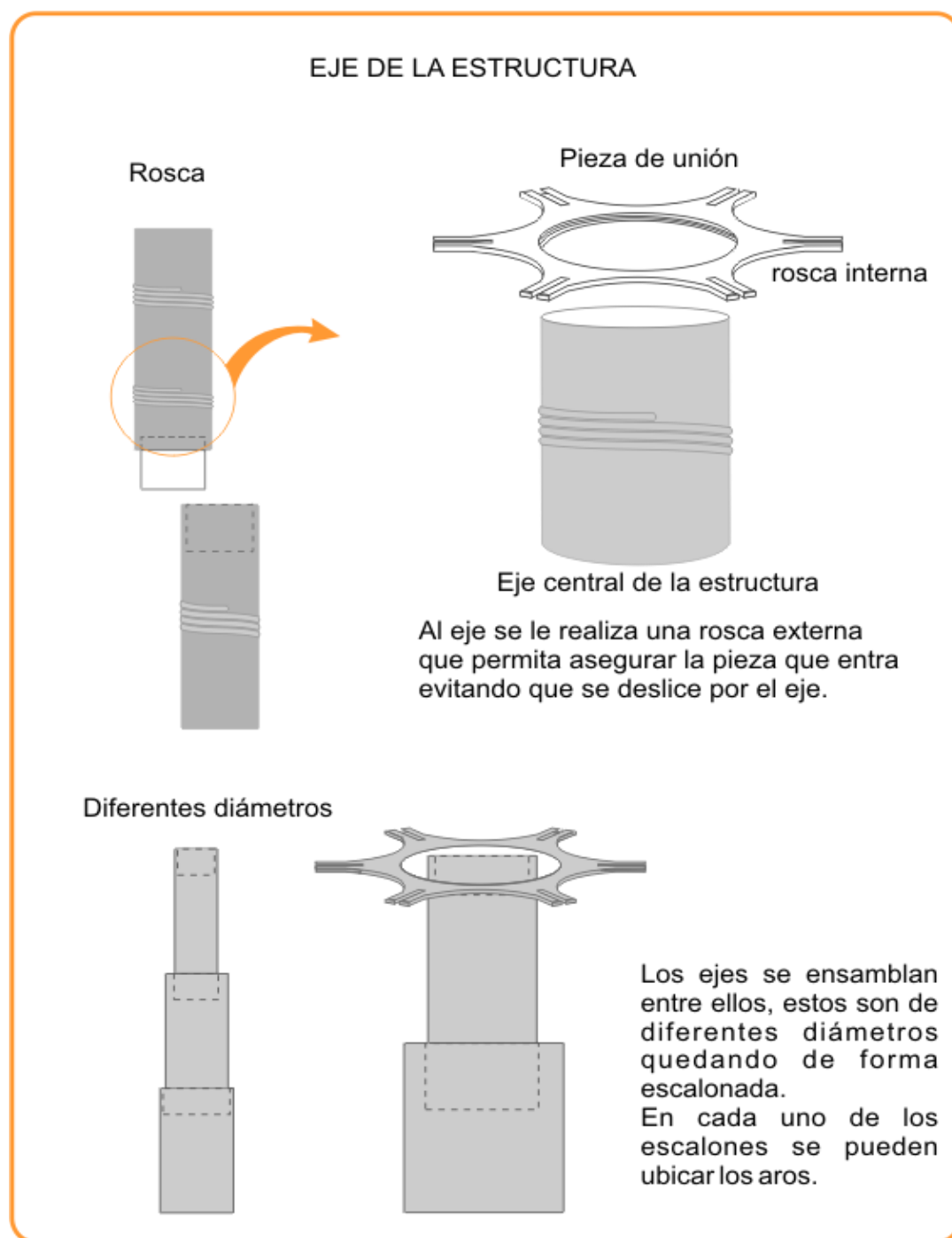
Figura 167. Ensamble final



Fuente: Autor

11. ALTERNATIVAS DE EJE CENTRAL DE LA ESTRUCTURA

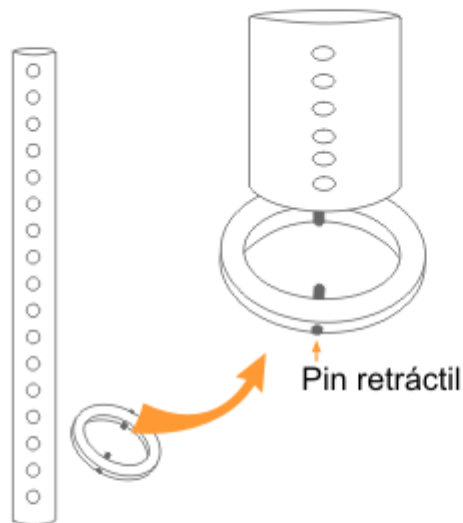
Figura 168. Eje de la estructura



Fuente: Autor

Figura 169. Eje de la estructura

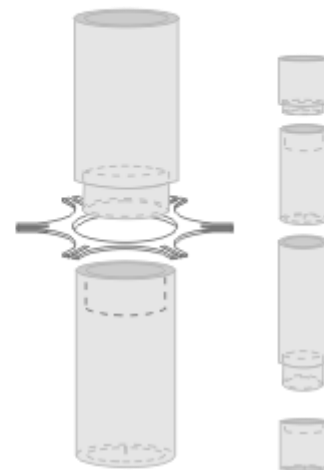
Eje perforado



Esta idea consta de un aro que posee dos pines, los cuales entran en los orificios del eje, permitiendo que este quede fijo a la altura que se desee.

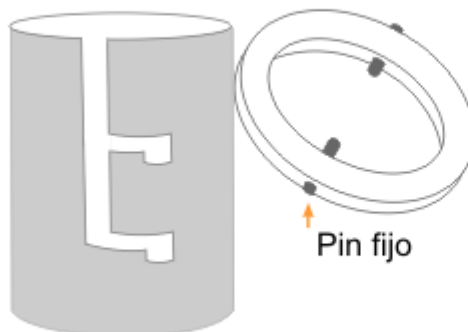
Los pines actúan de forma retráctil por medio de un resorte interno.

Dividiéndolo en secciones



El eje principal se divide en secciones de diversas alturas, estos encajan uno dentro del otro ubicando en el medio de los dos el aro.

Eje con ranuras



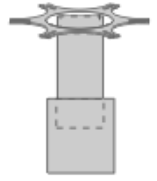
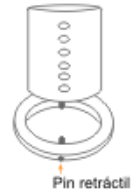
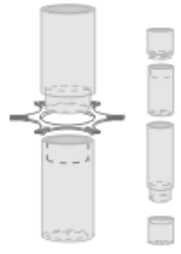
Las ranuras se ubican a diferentes alturas, el aro encaja en ellas por medio de un pin fijo.

Fuente: Autor

Lo que se busca por medio de este análisis, es obtener una idea práctica de ensamblado del eje, que permita ubicar las piezas a diferentes niveles.

11.1 EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DEL EJE CENTRAL DE LA ESTRUCTURA.

Tabla 7. Análisis para la selección del eje

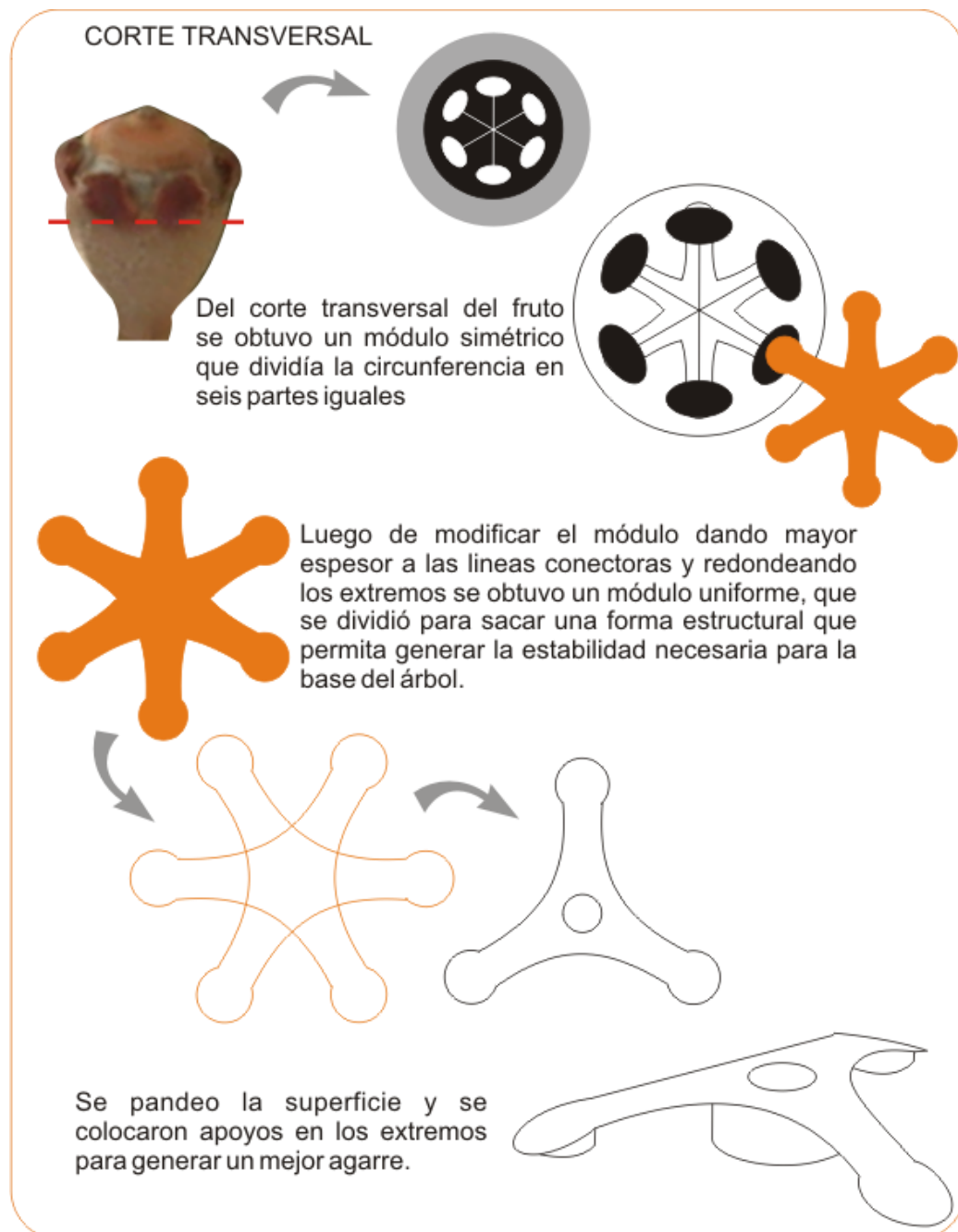
ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS PARA EJE DE LA ESTRUCTURA		
Alternativa	Ventajas	Desventajas
 Rosca	-Permite que las piezas queden aseguradas evitando que estas se deslicen por el peso. -Las piezas se pueden ubicar a diferentes niveles.	-Al momento de ubicar las piezas, se presenta incomodidad debido a que las fichas se deben girar para quedar aseguradas. -Se debe crear la rosca en el tubo y en las piezas. -Las posibilidades de crear otras configuraciones son pocas.
 Diferentes diámetros	-Permite que las piezas se ubiquen a ciertos niveles, dependiendo del largo del eje.	-Se deben tener ejes de diferentes diámetros, dependiendo de el numero de niveles que se deseen. -Las piezas no quedan aseguradas, lo que permite que por el peso las fijas se tuerzan.
 Perforaciones	-Permite ubicar las piezas a diferentes niveles quedando aseguradas. -Su sistema retráctil del pin hace mas fácil la ubicación de las piezas en el eje.	-El eje debe ser perforado varias veces, lo cual hace que el material se debilite.
 Dividiendo el eje	-Las piezas quedan fijas evitando que se deslicen o se tuerzan por el peso de las otras fichas. -No requiere de piezas adicionales para su ensamblado. -Se pueden ubicar las piezas a diferentes niveles permitiendo crear varias configuraciones.	-El eje debe estar dividido a diferentes largos para lograr varias posiciones.

Fuente: Autor

Se opto por utilizar la opción de dividir el eje en diferentes largos, ya que permite ubicar las piezas a diferentes niveles, quedan seguras evitando que se deslicen ó se tuerzan por el peso de las otras fichas, y su ensamblaje es sencillo y practico al momento de ubicar las fichas en el eje.

12. DISEÑO DEL SOPORTE DE LA ESTRUCTURA

Figura 170. Diseño de la base para la estructura final

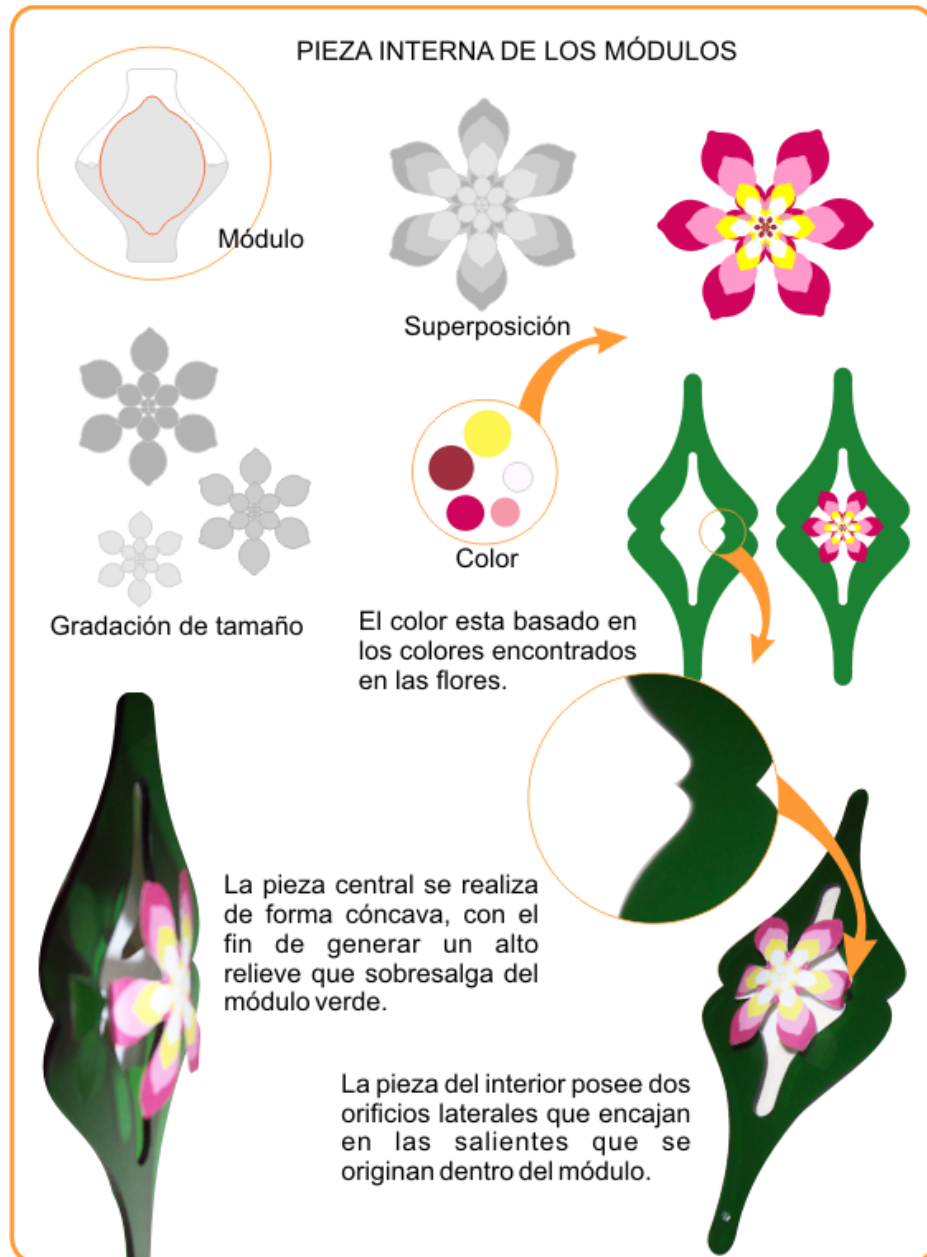


Fuente: Autor

13. PROPUESTA FINAL

13.1 DISEÑO DE LA PIEZA INTERNA DEL MÓDULO

Figura 171. Pieza interna de los módulos



Fuente: Autor

13.2 PIEZAS DE UNIÓN

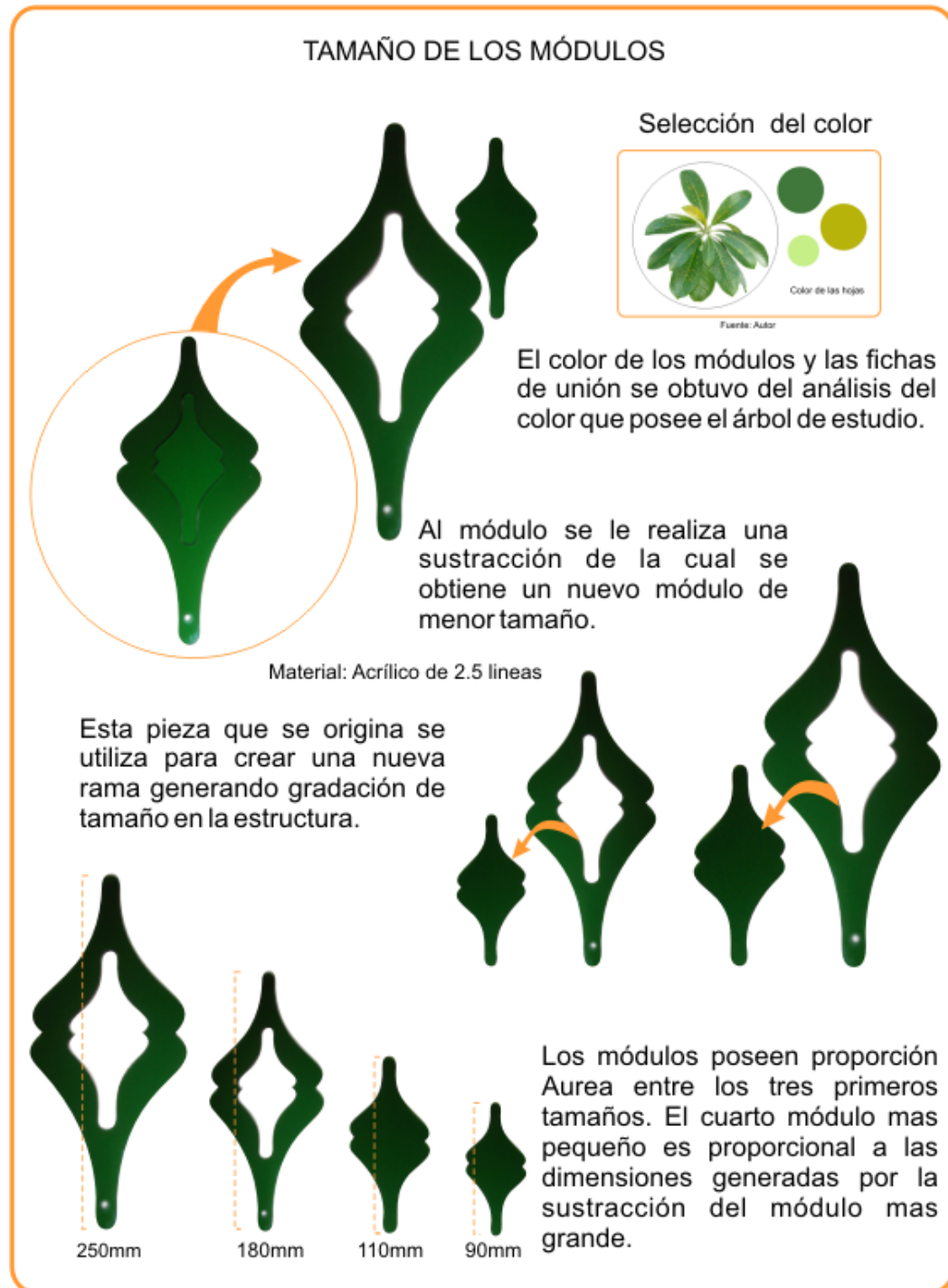
Figura 172. Piezas de unión para el modelo final



Fuente: Autor

13.3 DIMENSIONES DE LOS MÓDULOS

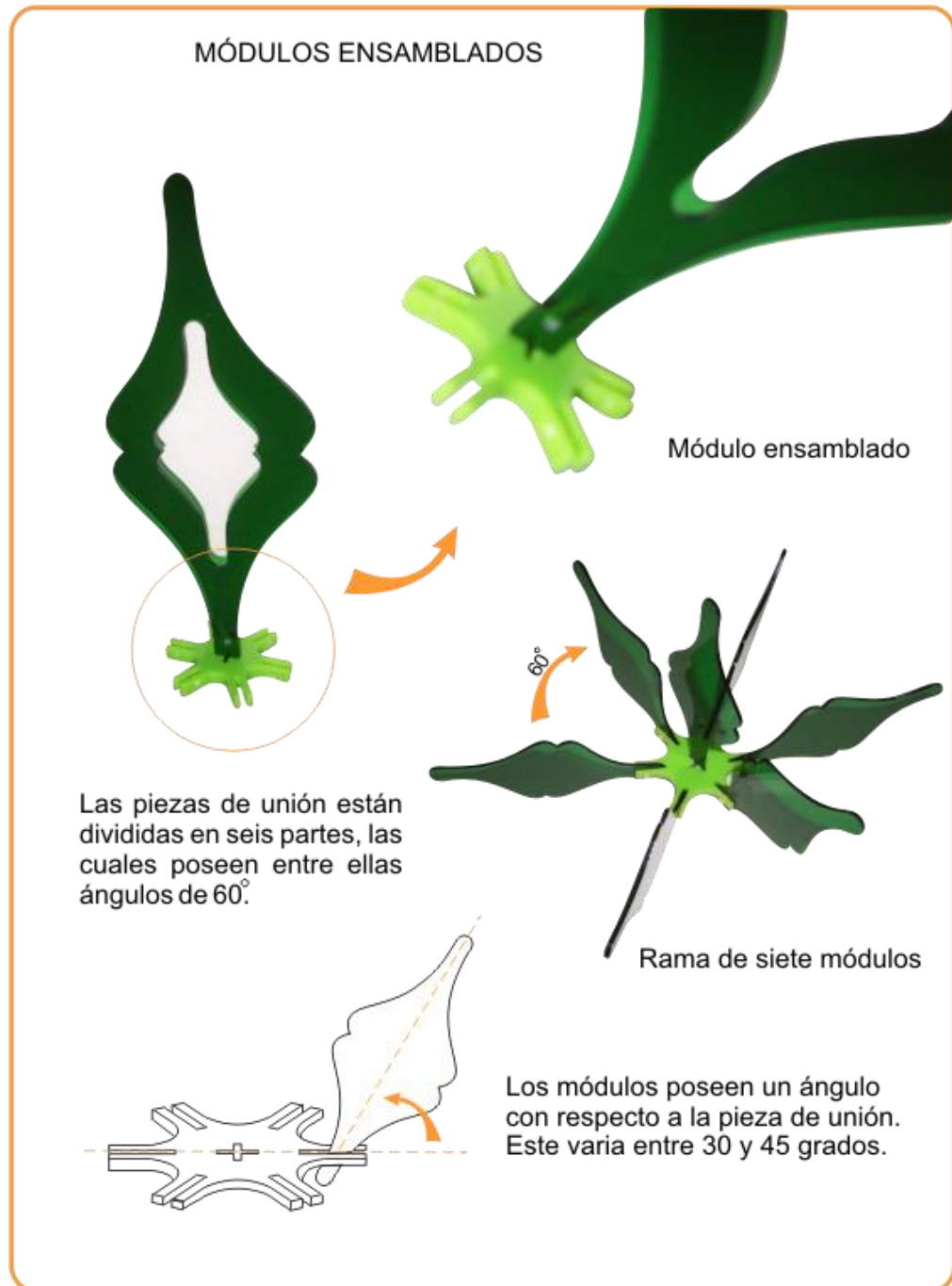
Figura 173. Tamaño de los módulos



Fuente: Autor

13.4 FUNCIÓN DEL ENSAMBLE

Figura 174. Módulos ensamblados con las fichas de unión



Fuente: Autor

13.5 EMPAQUE Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PIEZAS.

Figura 175. Opciones de almacenaje de las piezas

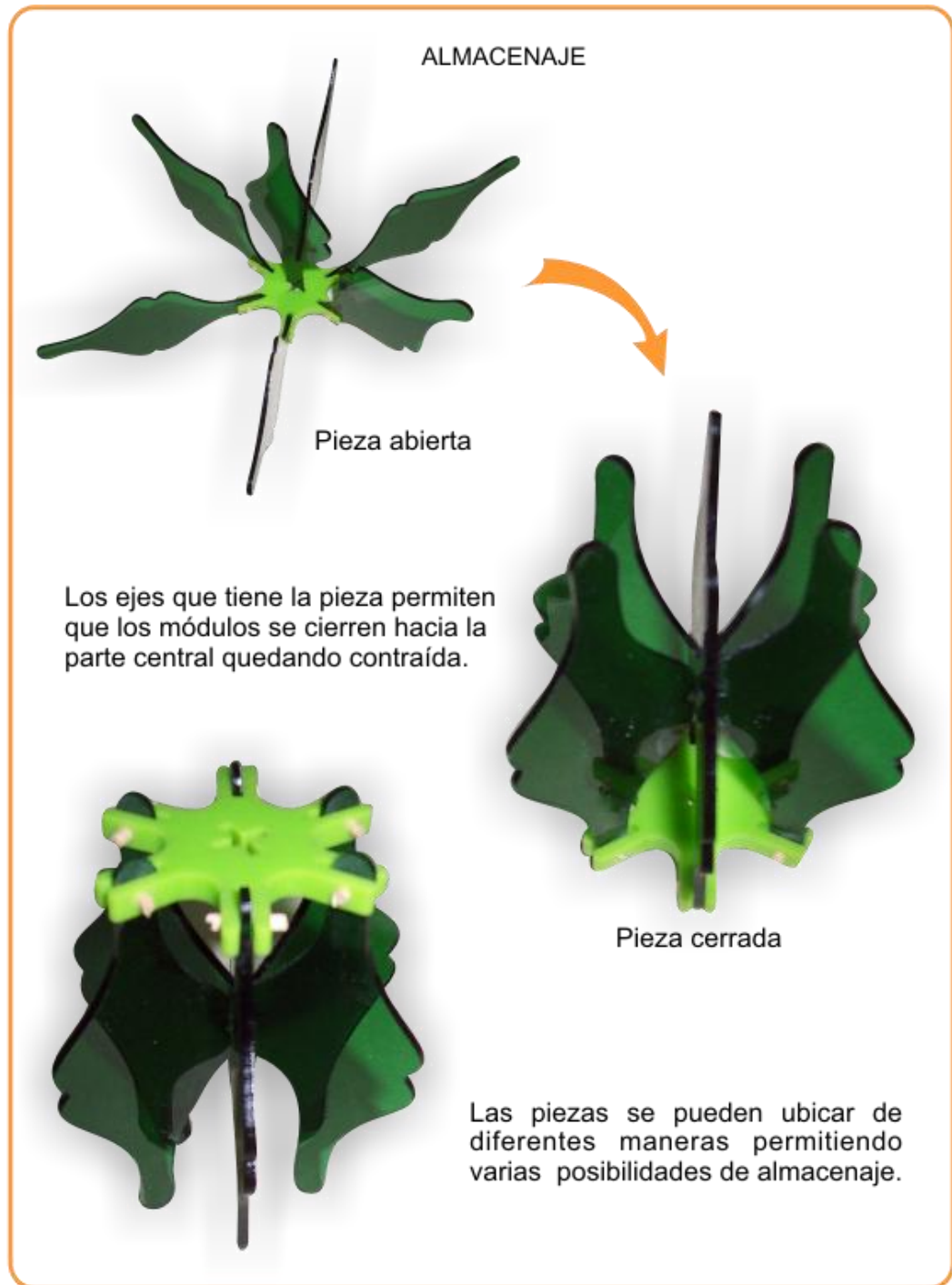


Figura 176. Opciones de almacenaje de las piezas

ALMACENAJE

Algunas de las posibilidades de almacenaje de las piezas.

Al estar cerradas se pueden ubicar una dentro de la otra creando grupos de dos en dos.



Grupo de dos piezas encajadas

Ubicar una pieza sobre la otra superponiendo las bases de las piezas.



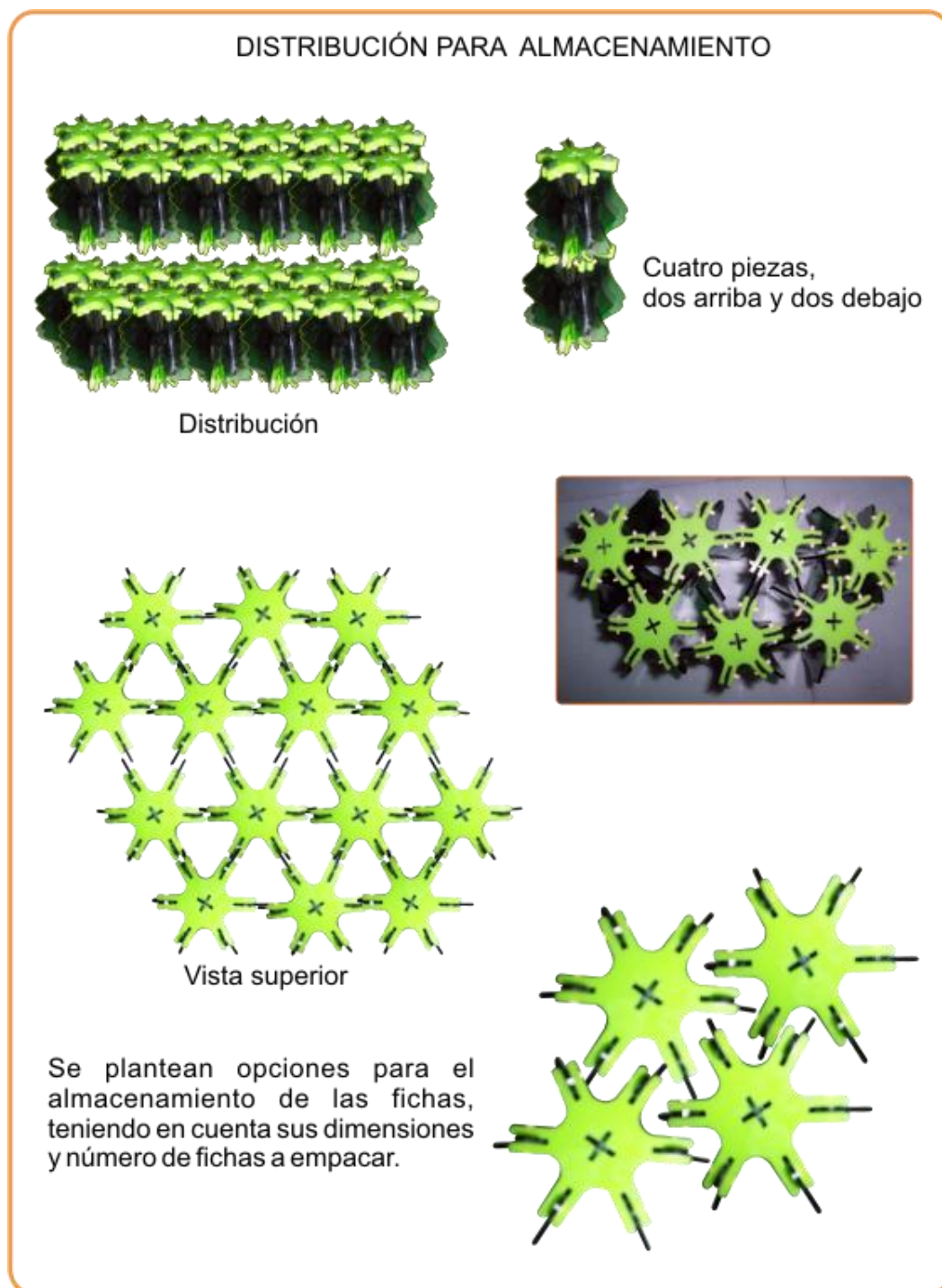
Encajando las piezas cerradas



Ubicadas base con base

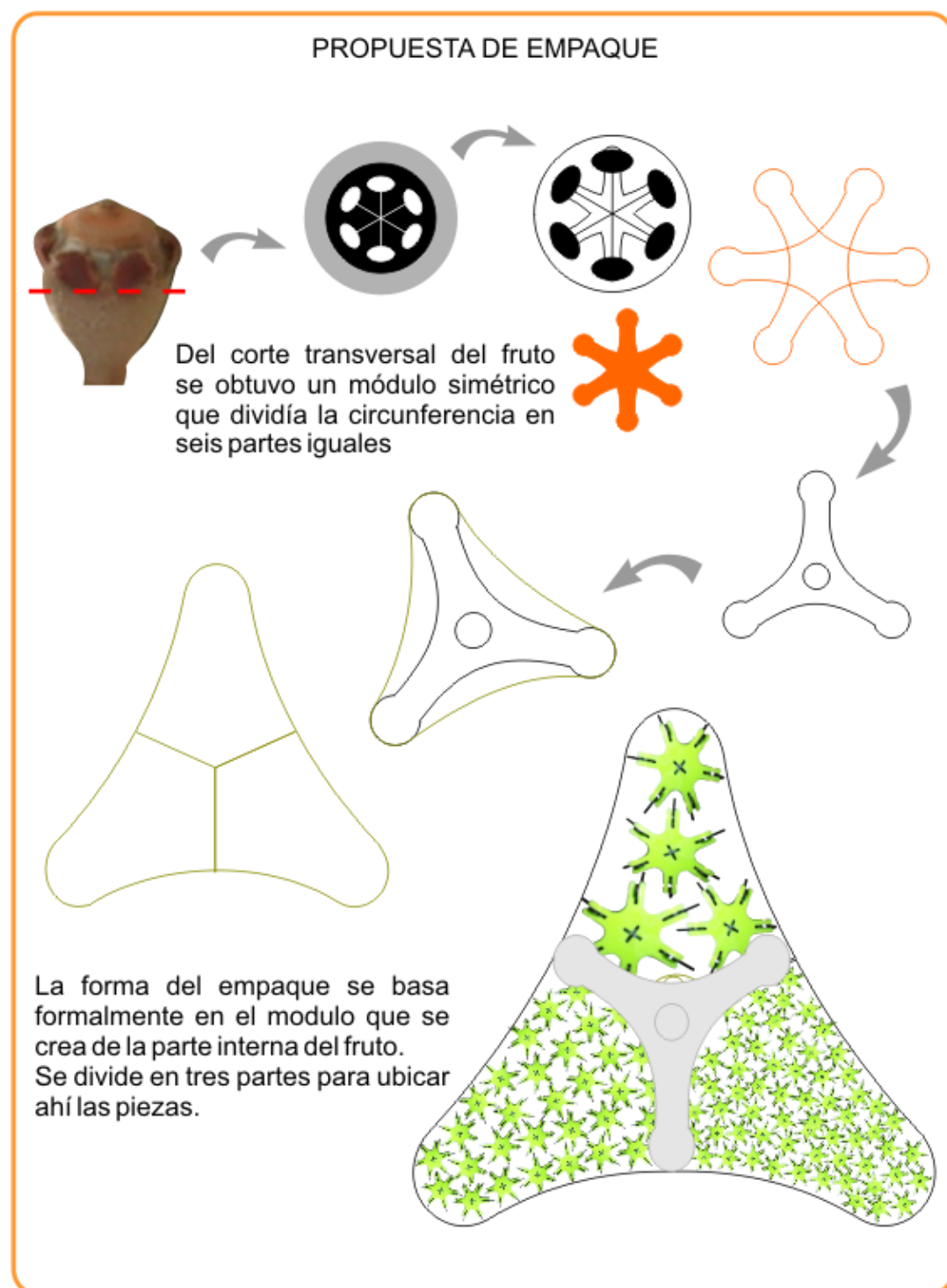
Fuente: Autor

Figura 177. Distribución de las piezas para su almacenamiento



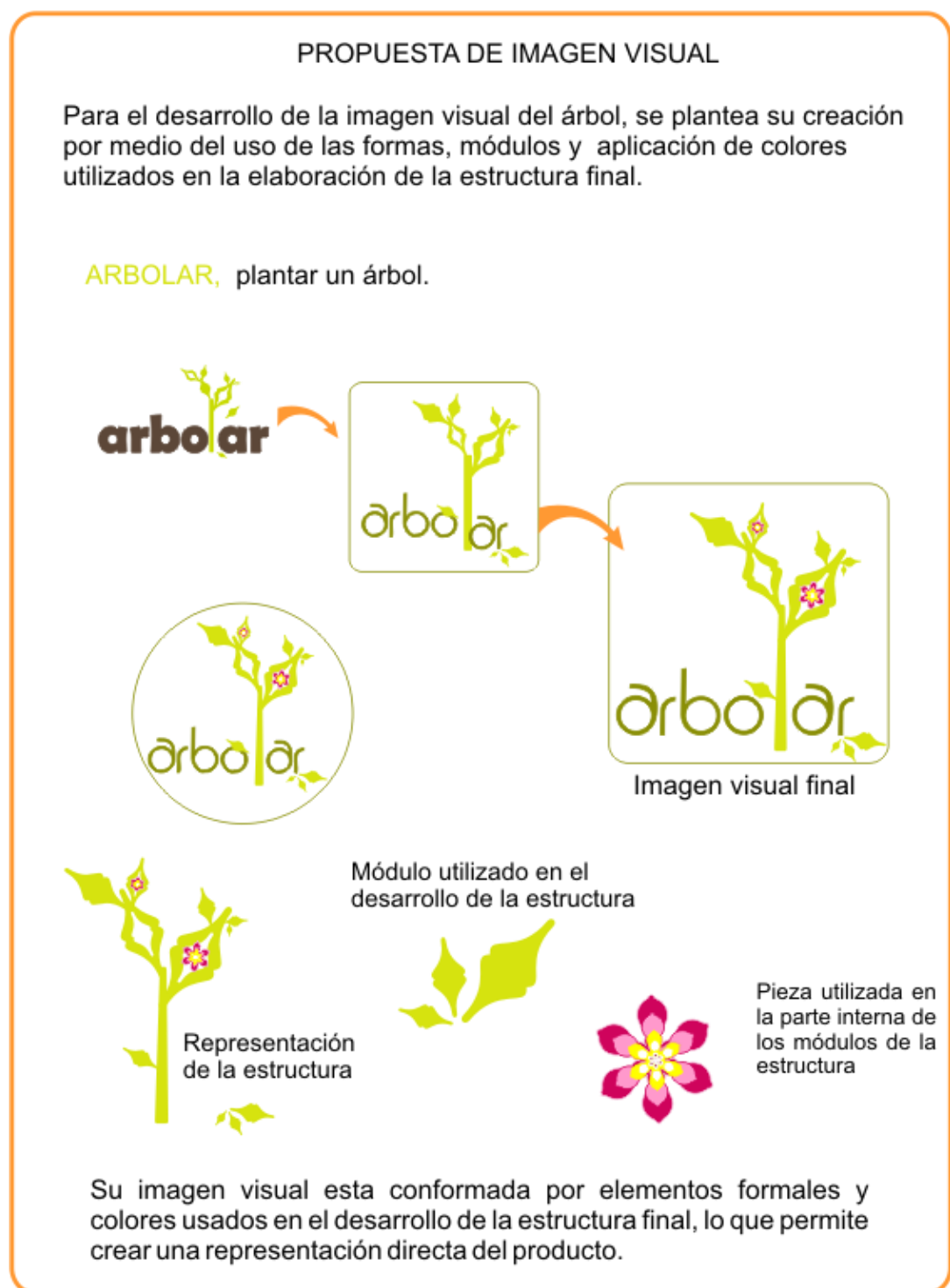
Fuente: Autor

Figura 178. Propuesta de empaque para las piezas



Fuente: Autor

Figura 179. Propuesta de imagen visual



Fuente: Autor

Figura 180. Propuesta de empaque e imagen visual



Fuente: Autor

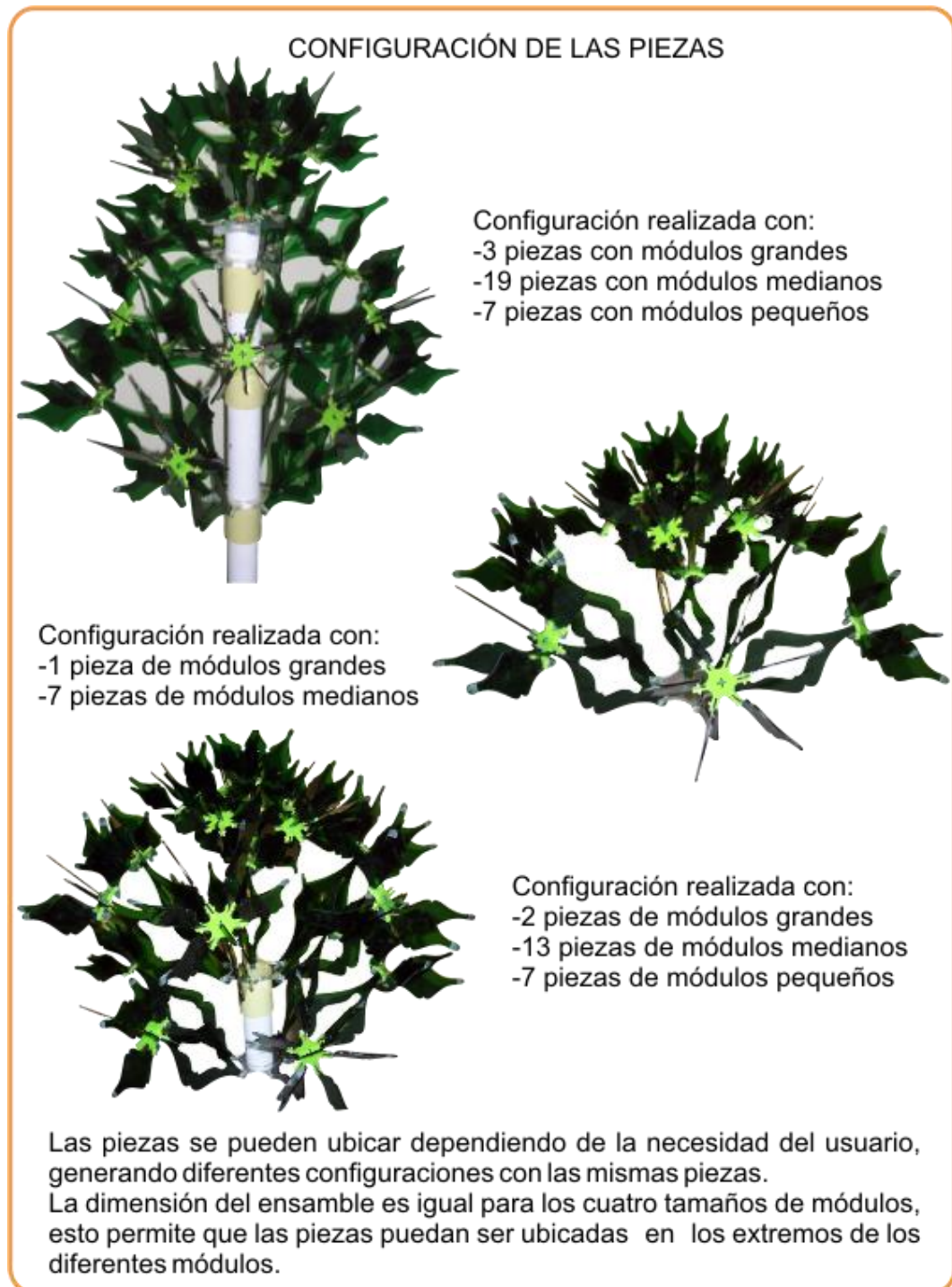
14. CONFIGURACIÓN FINAL

Figura 181. Configuración de la rama base creada con las piezas



Fuente: Autor

Figura 182. Diferentes configuraciones variando el número de piezas ensambladas

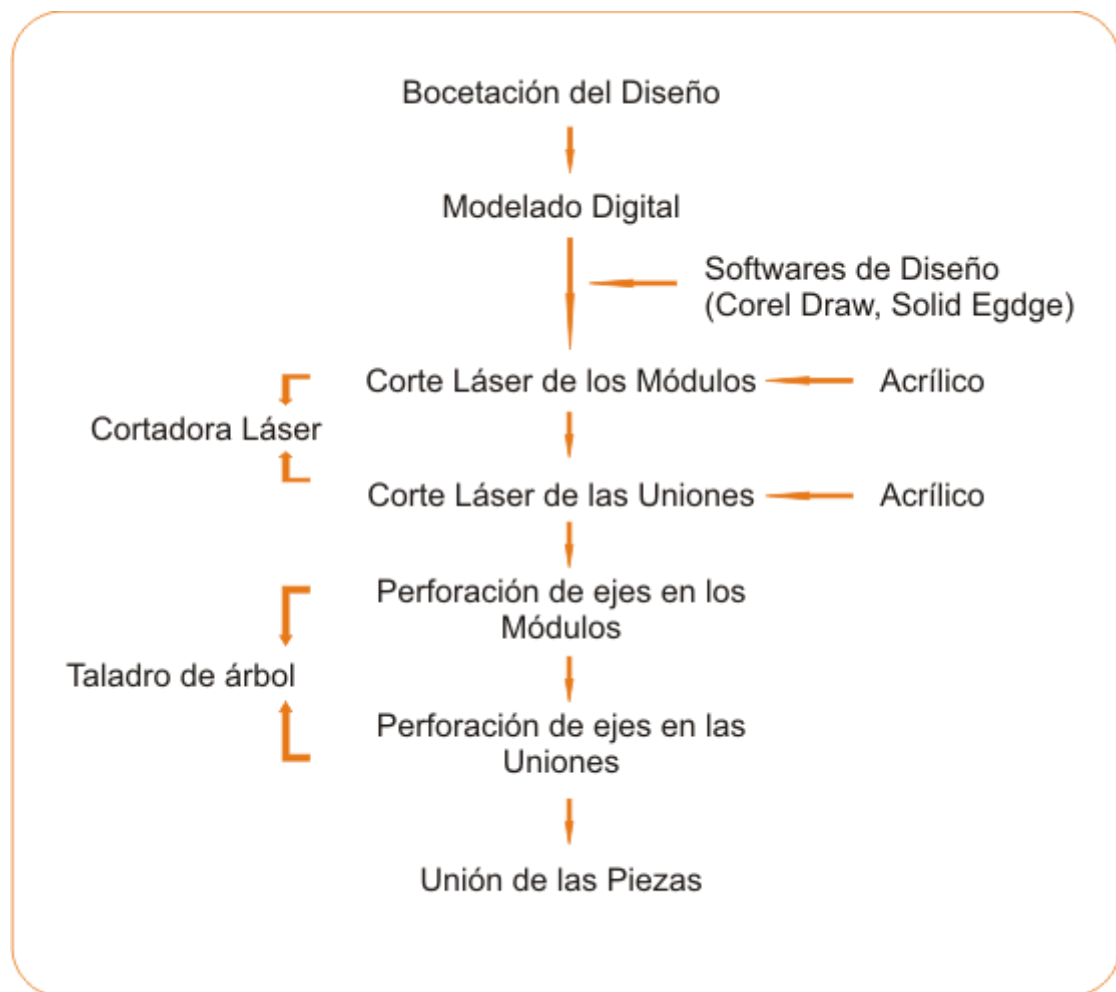


Fuente: Autor

15. DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

15.1 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS PIEZAS MODULARES

Figura 183. Diagrama módulo



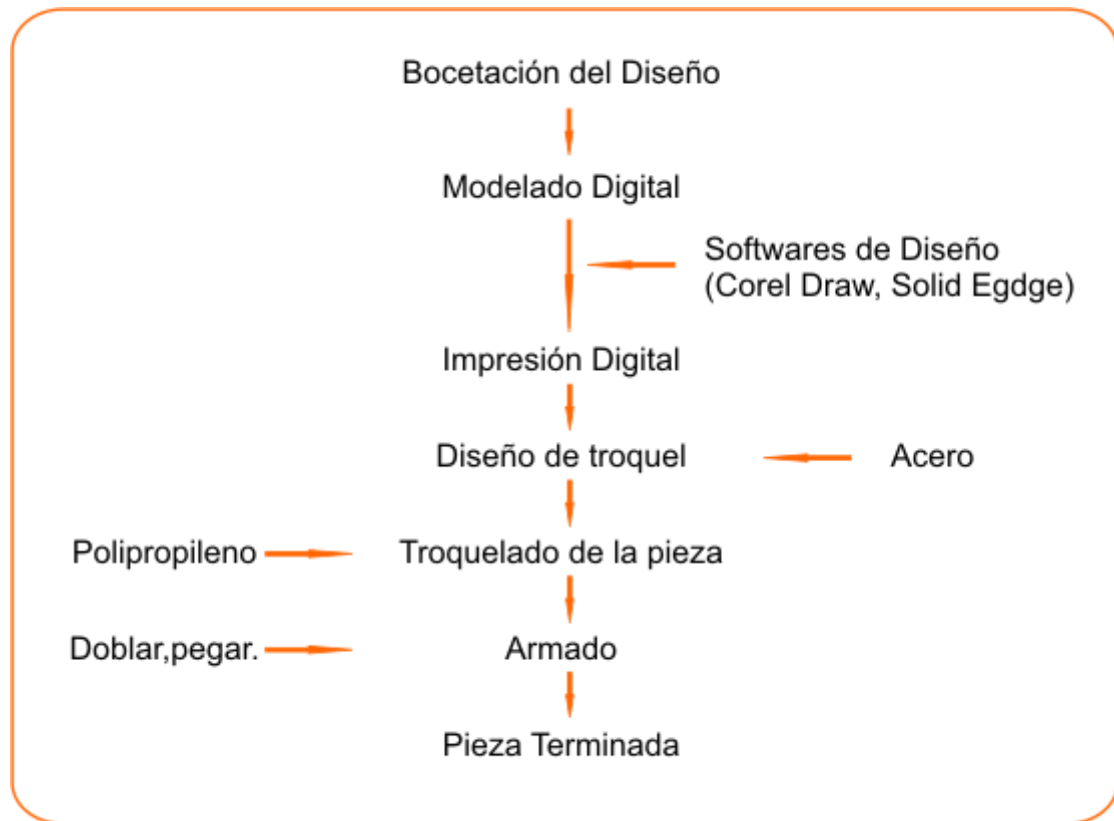
15.2 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA BASE DEL ÁRBOL

Figura 184. Diagrama base



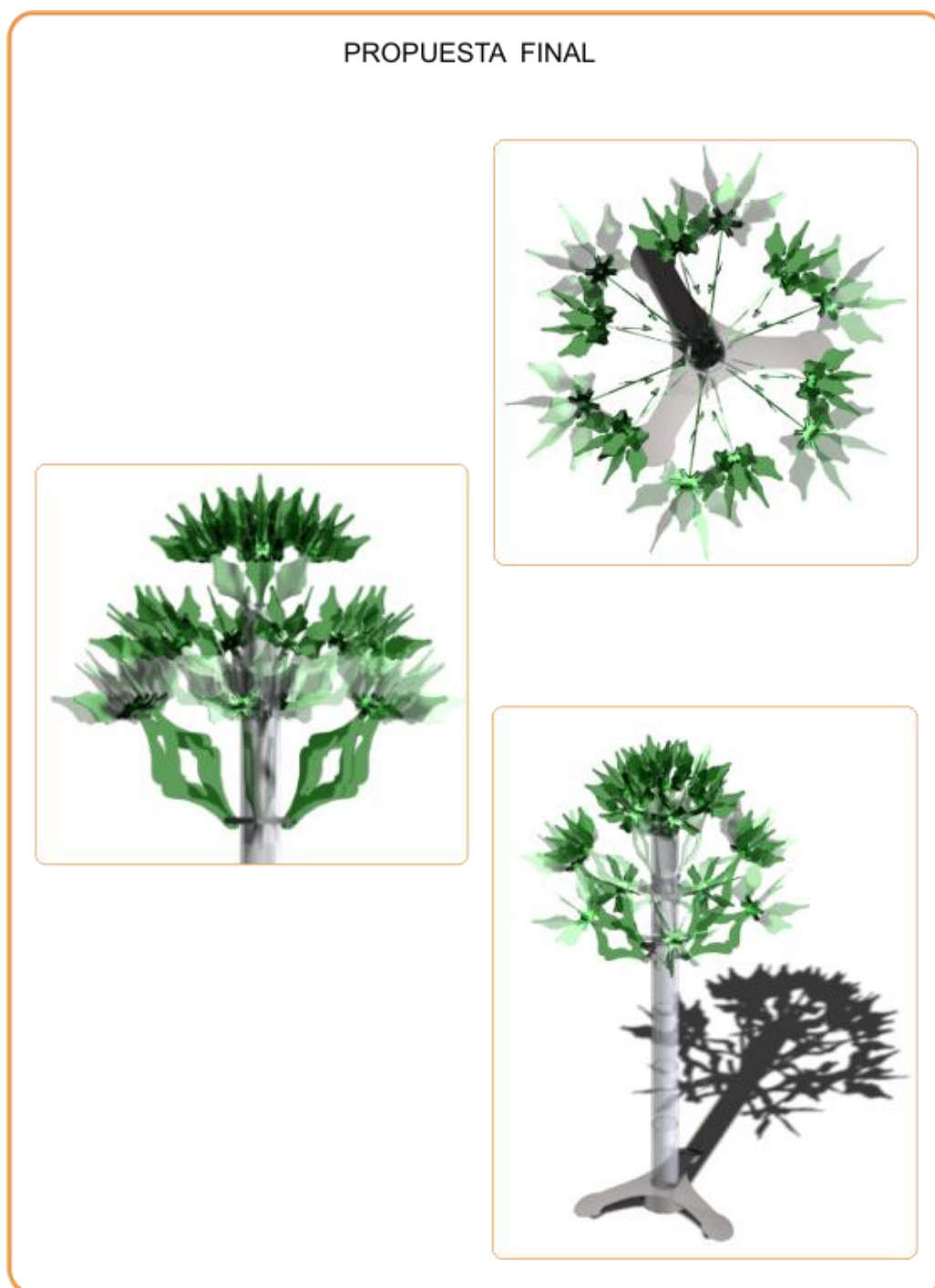
15.3 DIAGRAMA DEL PROCESO UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA PIEZA DEL CENTRO DE LOS MÓDULOS

Figura 185. Diagrama flor interna



16. MODELADO PROPUESTA FINAL

Figura 186 .Modelos virtuales de la propuesta final 1



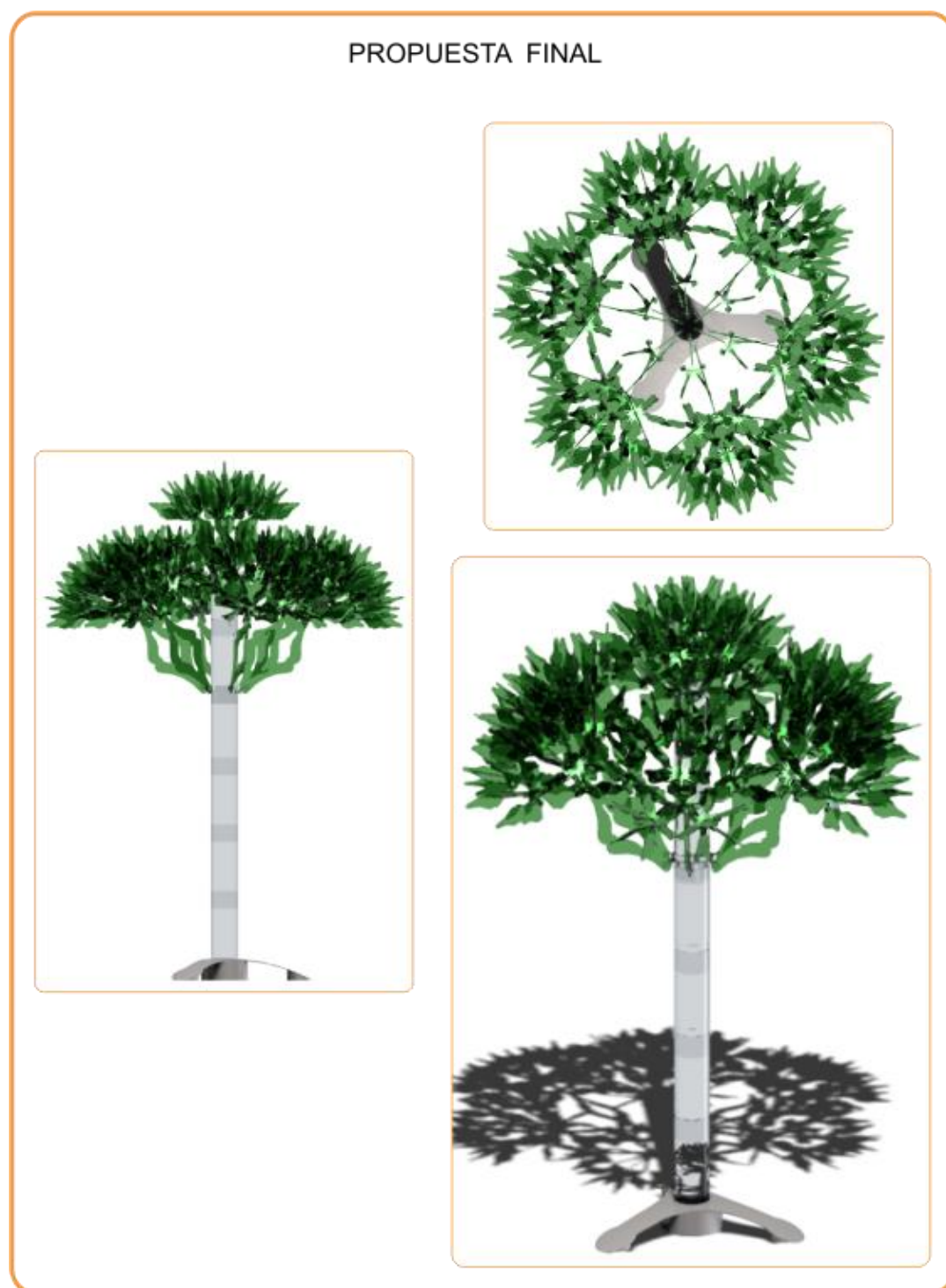
Fuente: Autor

Figura 187. Modelos virtuales de la propuesta final 2



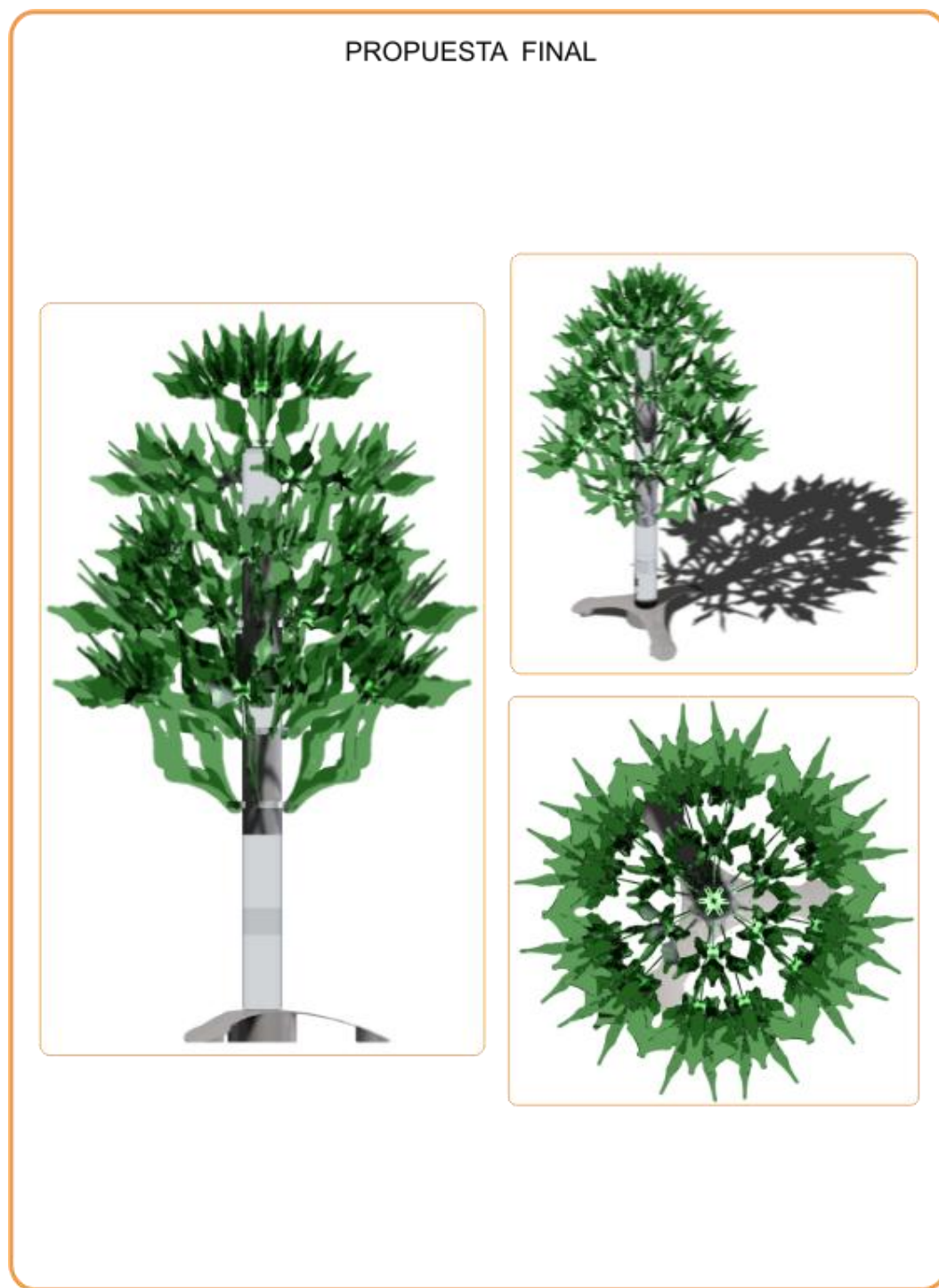
Fuente: Autor

Figura 188 .Modelos virtuales de la propuesta final 3



Fuente: Autor

Figura 189. Modelos virtuales de la propuesta final 4

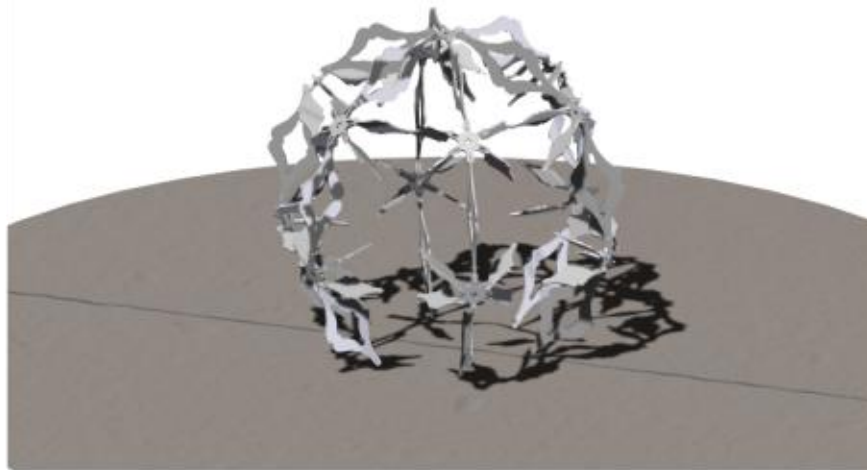


Fuente: Autor

17. OTRAS APLICACIONES VIRTUALES DEL MÓDULO FINAL

A continuación se presentan algunas opciones formales y funcionales donde se emplea como base principal el módulo elegido.

Figura 190. Estructura semiesférica generada a partir del módulo final obtenido



Esta estructura semiesférica también puede ser empleada como un elemento arquitectónico decorativo o escultural.



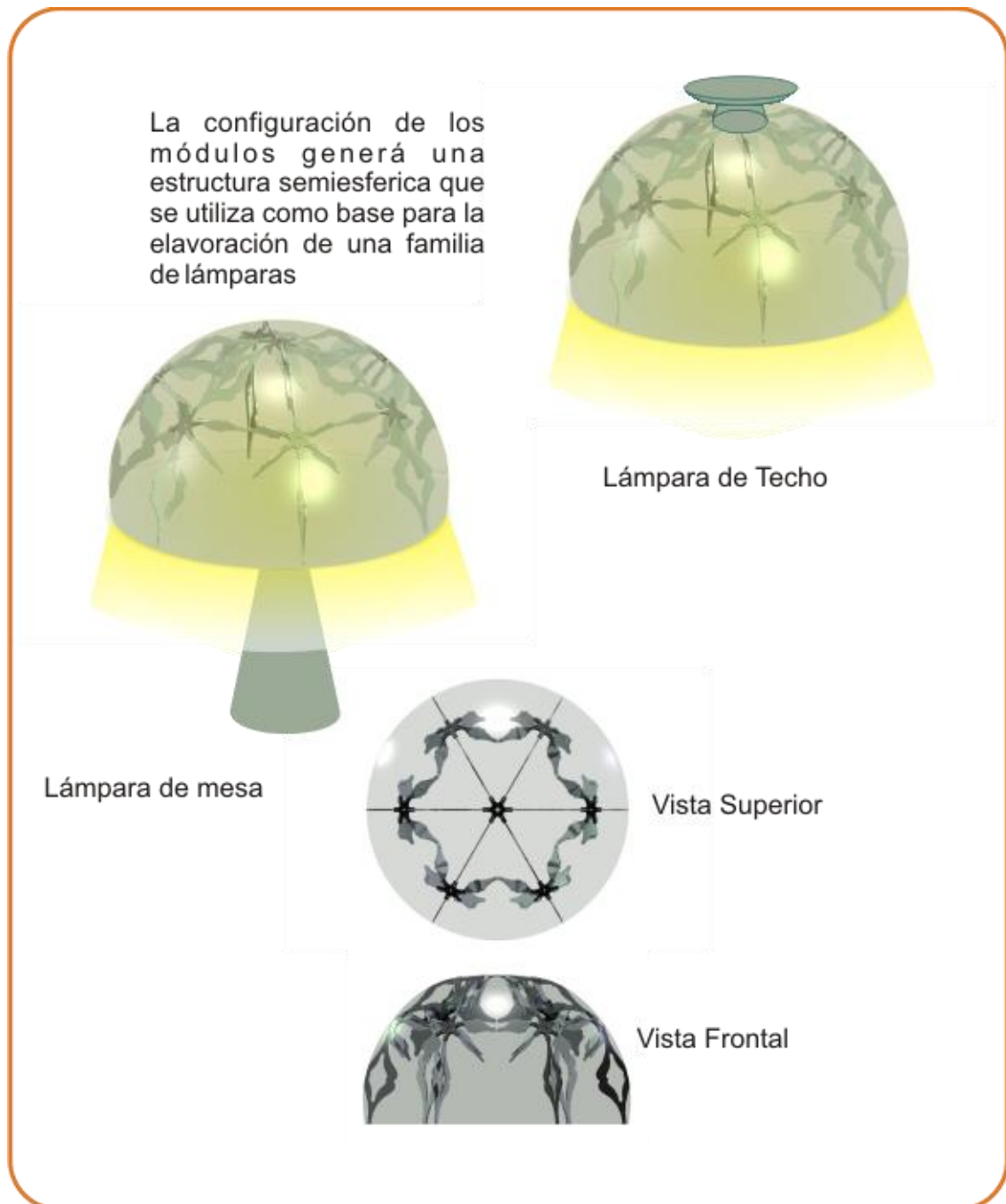
Vista Superior



Vista Frontal

Fuente: Autor

Figura 191. Estructura para la creación de elementos de iluminación



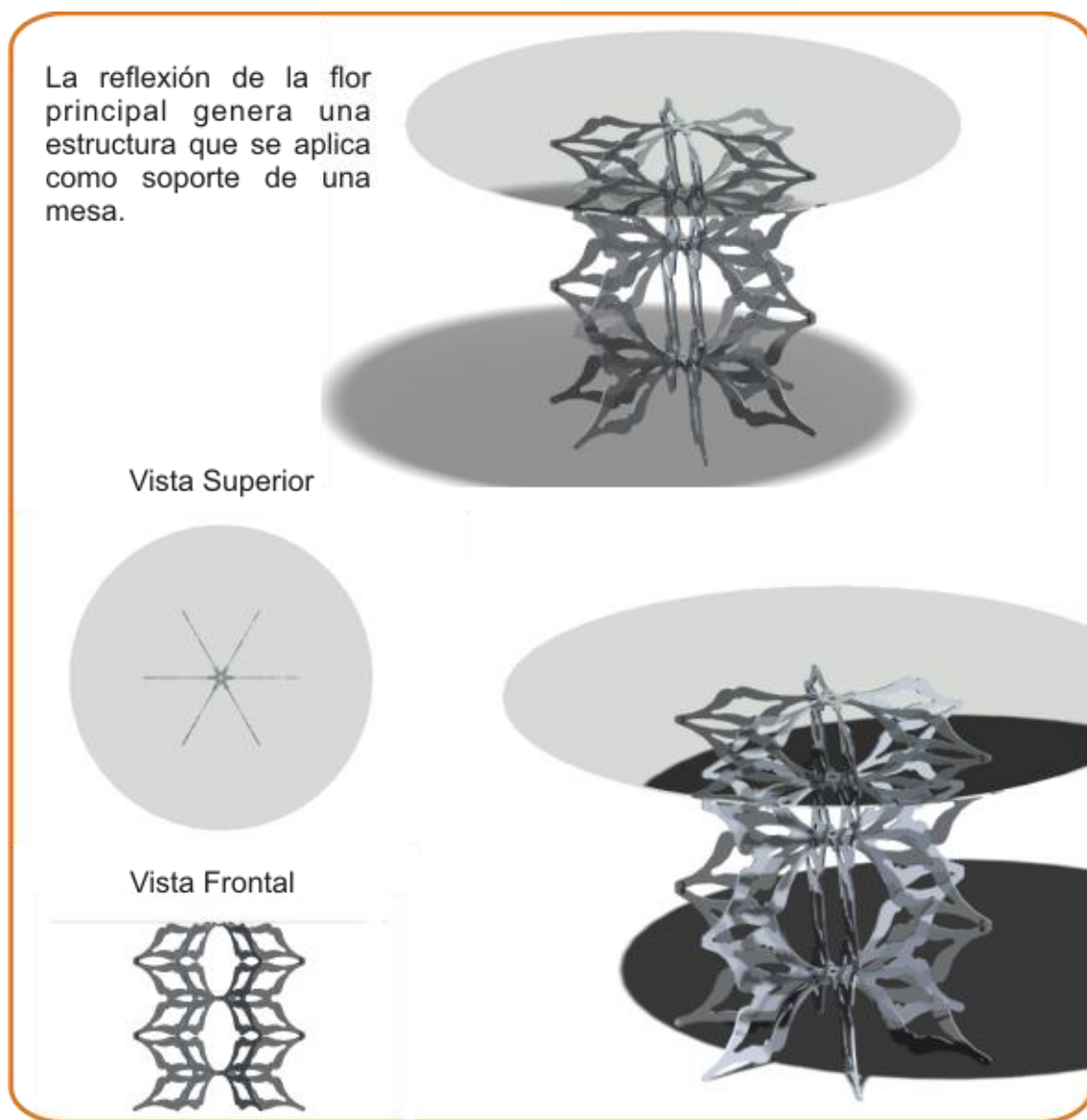
Fuente: Autor

Figura 192. Familia de objetos decorativos



Fuente: Autor

Figura 193. Base para mesa auxiliar



Fuente: Autor

18. PRUEBA DE USABILIDAD

Para la comprobación de la usabilidad se hicieron pruebas donde los usuarios debían formar una estructura tridimensional con los módulos.

Figura 194. Prueba de usabilidad



En las imágenes podemos apreciar como el usuario arma la configuración del árbol con los módulos.

En estas pruebas se pudo apreciar que los usuarios siguen un patrón definido para la conformación de la estructura, guiándose principalmente por los tamaños de las fichas, al igual que buscan la simetría de la estructura.

19. CONCLUSIONES

- La fuente de diseño más grande que nos rodea esta en la naturaleza, y de ella podemos obtener diferentes patrones de conducta que muestran sus siglos de experiencia y estado de evolución, la incorporación de la Biónica para la aplicación de las soluciones biológicas nos ofrece mediante el estudio y la investigación de una especie en particular los recursos para la creación de nuevos productos.
- Existe un amplio número de especies de orden superior que son propias del trópico, y como tal nos representan con su forma y colorido. Tomar como punto de referencia una de ella para obtener formas y conceptos que contribuyen al enriquecimiento del proceso creativo ayudando a generar mediante la aplicación de módulos una estructura tridimensional que muestra un enfoque diferente a la elaboración del árbol de navidad
- El análisis realizado a la Bala de Cañón nos muestra en gran medida la posibilidad de generar nuevas formas a partir de los elementos que componen el árbol y mediante la aplicación de los conceptos básicos de diseño
- Por tanto, la aplicación de la Bionica al desarrollo de nuevas ideas permite que el hombre explore la biodiversidad que lo rodea logrando abrir un poco más su mente al desarrollo de ideas conceptuales, aprovechando las

valiosas cualidades de la naturaleza para plasmar soluciones a diferentes necesidades que el ser humano posee.

BIBLIOGRAFIA

CASTELLANOS, Vilma; MORALES, Leonardo y RUIZ, Alejandra. Biónica: guía de observación analítica. Bogotá: Uniandes, 2008. 107 p.

ESPINAL, Luis Sigifredo. Varios árboles y arbustos que se encuentran en Colombia. Bogotá: instituto geográfico "Agustín Codazzi" departamento agrológico, 1963. 105 p.

ESTRADA, Rebeca, *et al.* Cómo elaborar y presentar un trabajo escrito, Manual teórico practico según normas del ICONTEC. 2 ed. Bogotá: Uninorte, 1991. 221 p.

ICONTEC. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. Sexta actualización. Bogotá: ICONTEC, 2008. 92 p.

LAROUSSE DICCIONARIO ENCICLOPEDICO. 14 ed. Bogotá: Larousse SA de CV, 2008. 1824 p.

MOLINA PRIETO, Luis Fernando y VARGAS GARZON, Bellanith. Árboles para Bucaramanga especies que fortalecen la estructura ecológica principal. Bogotá: opciones graficas, 2008. 84 p.

LABANDEIRA, Xavier; LEÓN, Carmelo y VÁZQUEZ, M^a Xosé. Economía ambiental. España: Pearson Educación, S.A. 2007. 376 p.

CRESPO, Cristina; *et al.* Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A. 2005. 416 p.

WONG, Wucius. Fundamentos del diseño bi- y tridimencional. Barcelona: Gustavo Gili, S. A. 1988. 100 p.

GUEVARA, Eduardo. Coherencia formal. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 1995. 92 p.

DONALD A, Norman. La psicología de los objetos cotidianos. Madrid: Nerea S.A, 1990. 299 p.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta virtual realizada para el planteamiento del perfil del producto

ENCUESTA VIRTUAL REALIZADA PARA EL PLANTEAMIENTO DEL PERFIL DEL PRODUCTO



Link:

www.encuestafacil.com/RespWeb/Qn.aspx?EID=599443

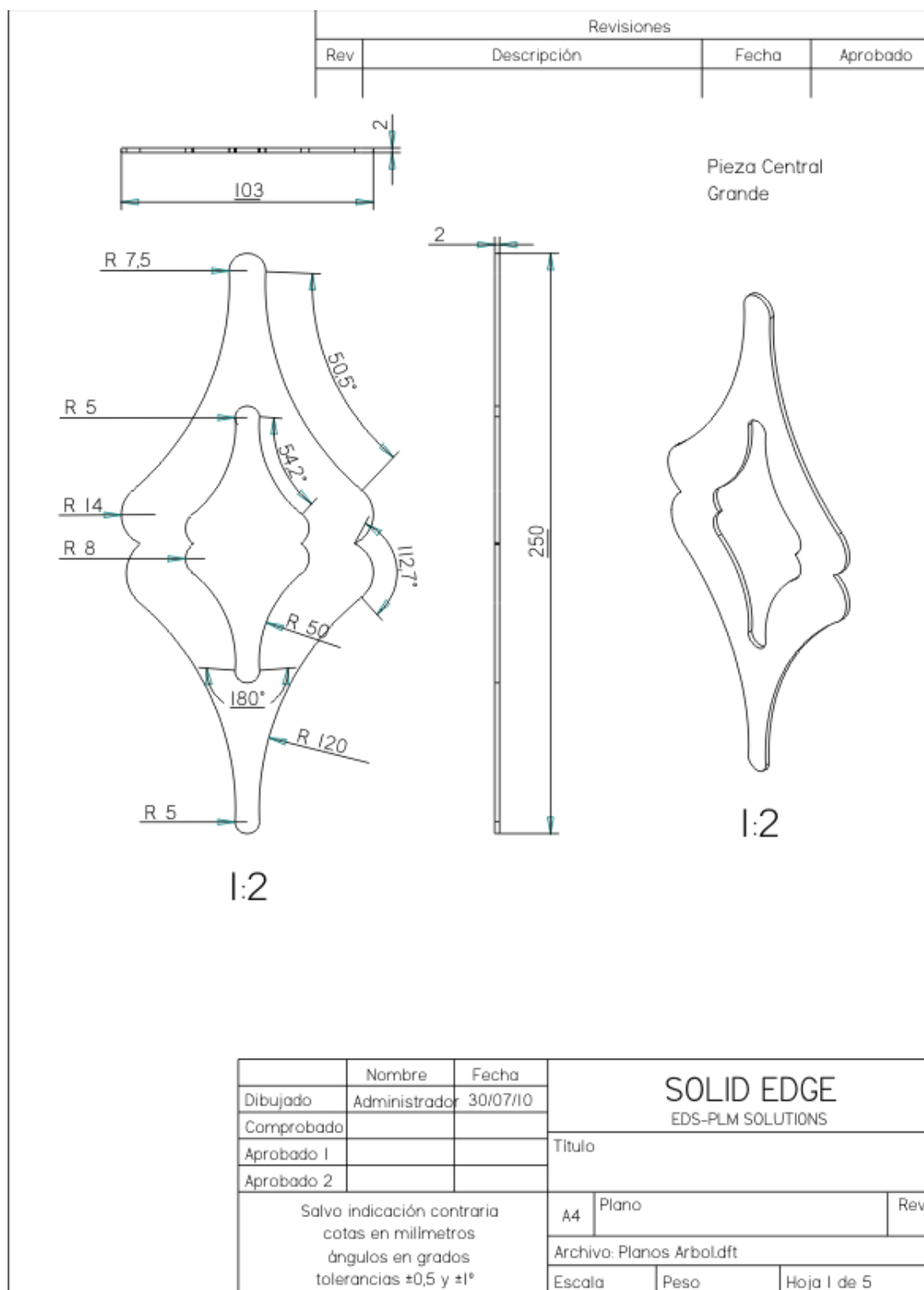
Preguntas planteadas en el cuestionario

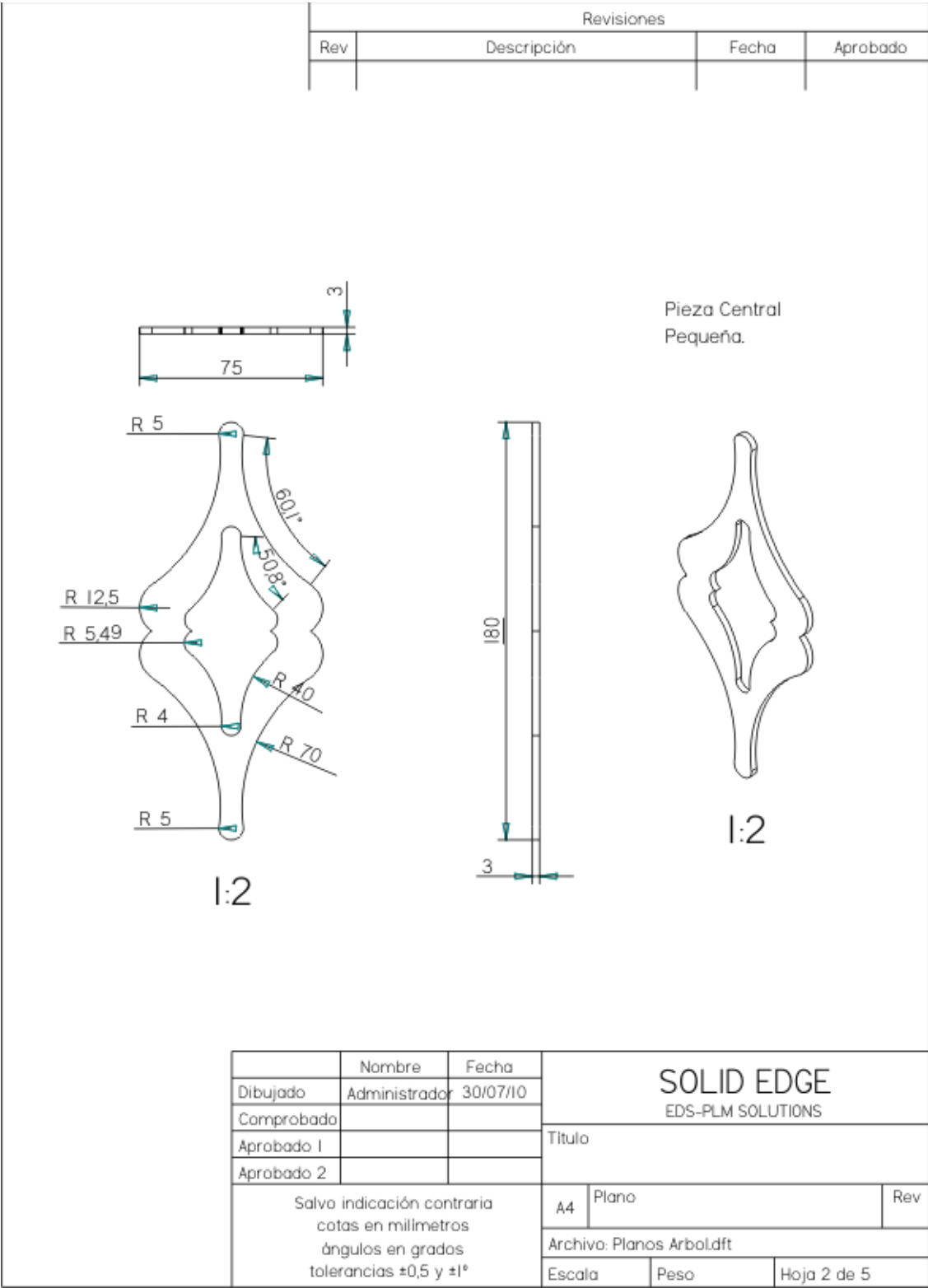
1. Arma usted árbol de navidad en su casa? Si, No (por que).
2. Que ventajas encuentra usted en los árboles de navidad tradicionales?
3. Que desventajas encuentra usted en los árboles de navidad tradicionales y como considera usted que se pueden mejorar?
4. Como se imaginaria usted un árbol de navidad basado en un árbol de la región de Santander?
5. En que materiales plantearía usted el desarrollo de este nuevo árbol de navidad?
6. Si el árbol de navidad pudiera prestar otra función durante todo el año, cual le gustaría que fuera?

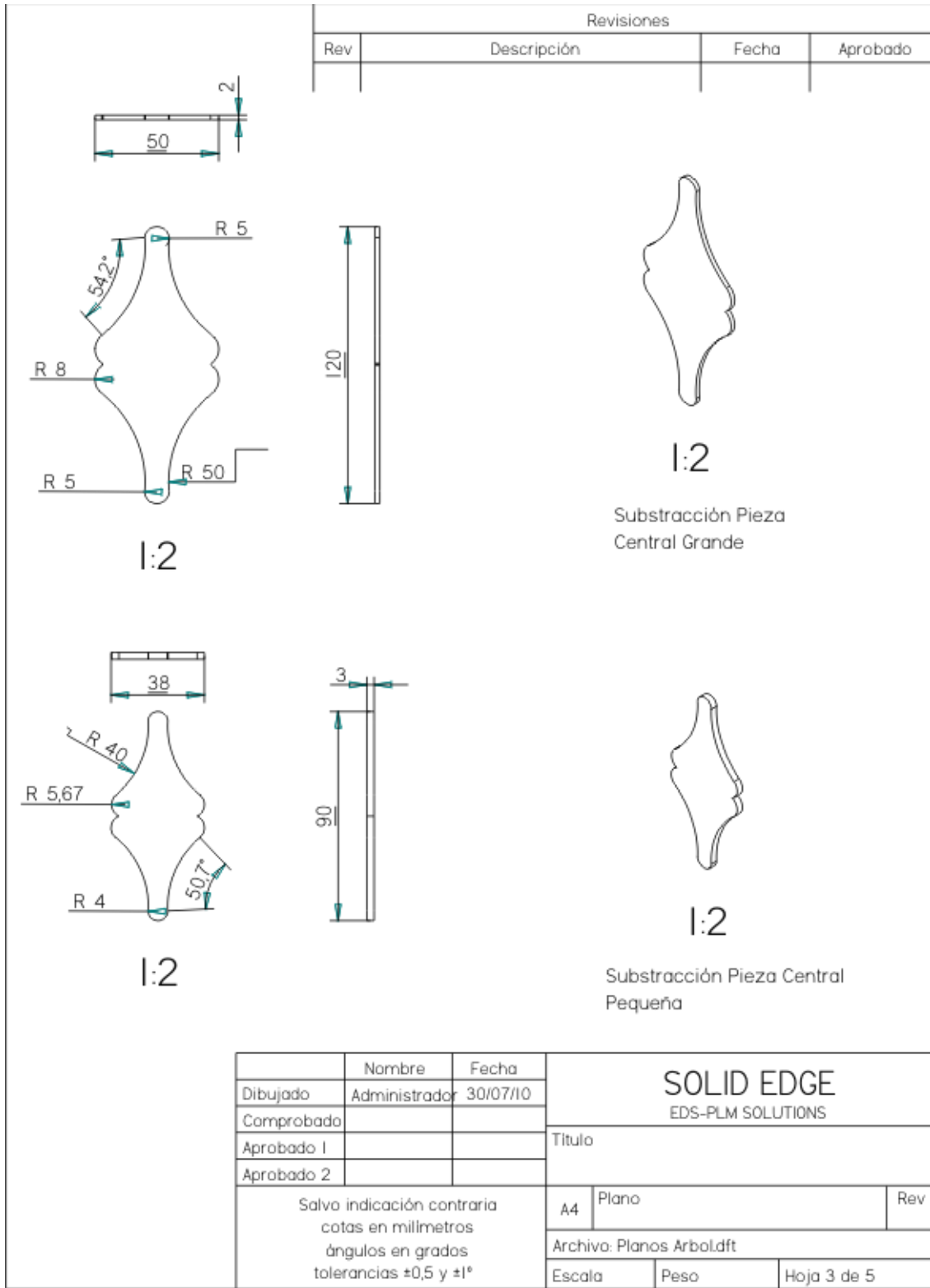
Fuente: Autor

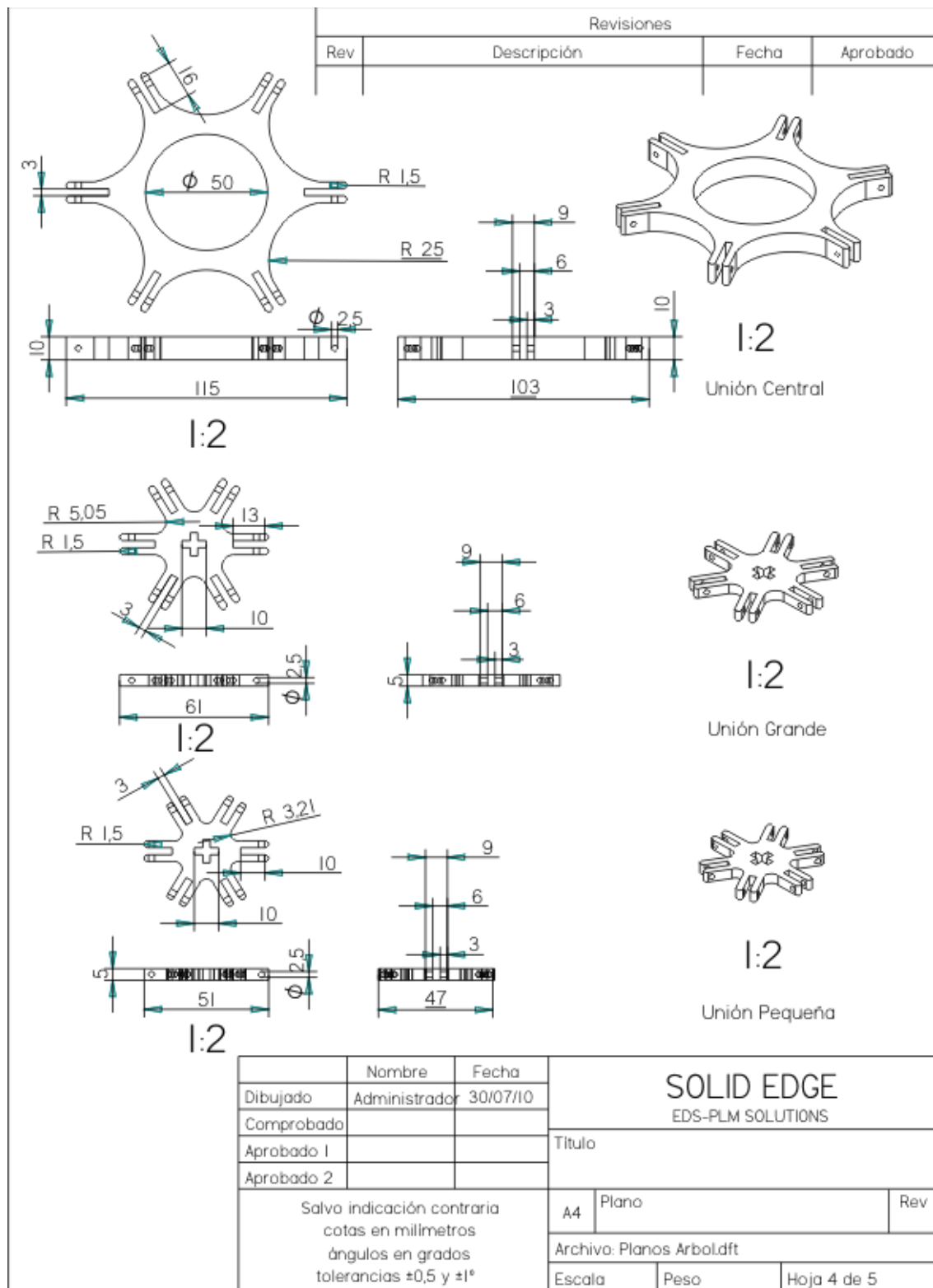
PREGUNTA	DATOS RECOPIRADOS
2. Que ventajas encuentra usted en los árboles de navidad tradicionales?	-Fácil de armar -Brindan calidez -Conservar la tradición -Se pueden adaptar a las tendencias de cada año -Durabilidad -Evocan nostalgia -Lavables -Desarmable
3. Que desventajas encuentra usted en los árboles de navidad tradicionales?	-Poco versátiles -Pesados -El material en el que están elaborados maltrata las manos -Es el mismo pino todos los años -Demasiados módulos y a veces no se pueden reemplazar -No se consiguen repuestos -Estorbosos
4. Como se imaginaria usted un árbol de navidad basado en un árbol de la región de Santander?	-Colorido -Con diferentes formas -Representación de un tema en especial -Que tenga diferentes opciones de armado -No el típico pino -Que se arme como las carpas -Colapsable en vez de desarmable -Con cosas típicas -Pocos ensambles -Fácil de amar -Desarmable -Novedoso -Frondoso -Todos son cónicos
5. En que materiales plantearía usted el desarrollo de este nuevo árbol de navidad?	-Flexibles -Fibras suaves que no lastimen al contacto -Durable -Mdf -Fique -Reciclable -Polímero que sea fácil de limpiar -Telas impermeables -Cartón

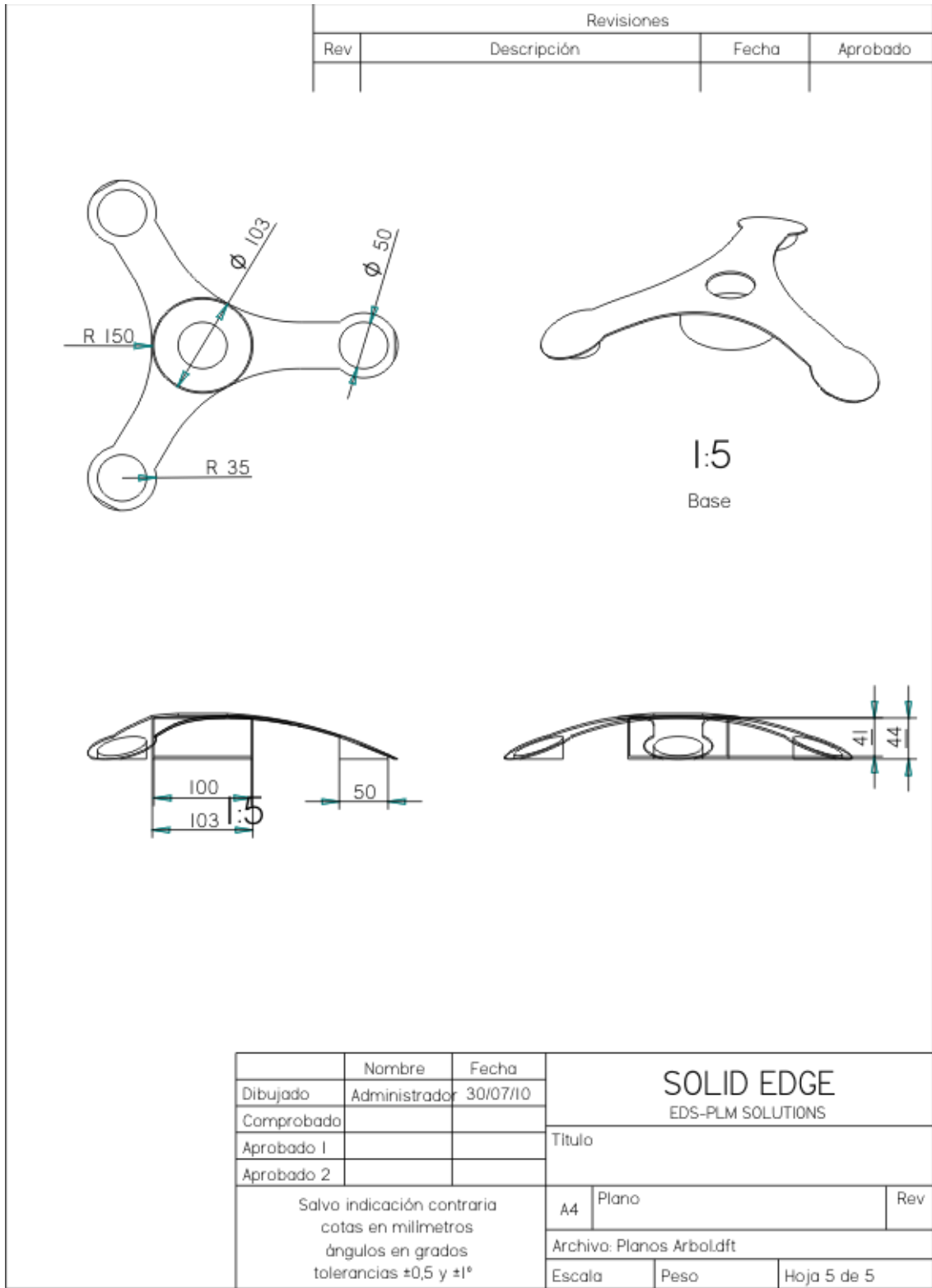
Anexo 2. Planos técnicos de las piezas que componen el modelo funcional







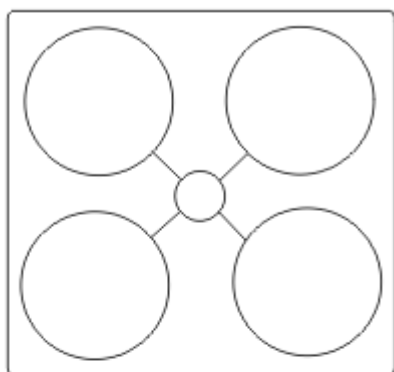




Anexo 3. Procesos productivos propuestos para el desarrollo del proyecto a nivel industrial

PROCESO DE INYECCIÓN MOLDES

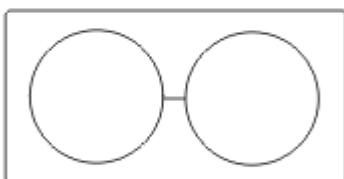
Molde de Cuatro Cavidades con Sistema de Expulsión



MOLDE PIEZA PEQUEÑA



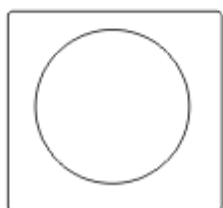
Molde de Dos Cavidades con Sistema de Expulsión



MOLDE PIEZA MEDIANA



Molde de Una Cavidad con Sistema de Expulsión



MOLDE PIEZA GRANDE



Fuente autor

COSTOS DE LOS MOLDES PARA INYECCIÓN

Molde de cuatro cavidades para las piezas pequeñas: 7.000.000

Molde de dos cavidades para las piezas medianas: 4.000.000

Molde de una cavidad para las piezas grandes: 2.500.000

COSTOS DE LAS PIEZAS POR INYECCIÓN

Costos para 2000 Árboles

Valor inyección por hora: \$150.000

Cuatro inyecciones por minuto: 16 piezas para el molde de cuatro cavidades

Piezas por hora: 960 piezas pequeñas

MATERIAL PROPUESTO PARA INYECCIÓN:

PP (Polipropileno) Valor x gramo \$ 4.8

PE (Poliestireno) Valor x gramo \$ 4.8

Costo por unidad de las piezas inyectadas

Número de piezas	Costo Molde/Pieza	Costo inyección material Peso gr / Tiempo	Costo total de la pieza
100.000 Piezas pequeñas	\$ 70	5gr / \$ 170	\$ 240
40.000 Piezas medianas	\$ 100	8gr / \$ 350	\$ 450
10.000 Piezas grandes	\$ 250	10gr / \$	\$ 920

Fuente: autor

Costo de las piezas para un árbol:

50 Piezas pequeñas x 240= \$12.000

20 Piezas medianas x 450= \$9.000

5 Piezas grandes x 920= \$4.600

REFERENCIA: SIMAR.CNC

Servicios industriales de mecanización

Proceso de troquelado



Montaje del Troquel



Montaje del Material a Troquelar
(Poliestireno de 3mm de espesor)



Piezas Troqueladas

Fuente: autor

Troquel en ACERO 1045

Elaborados por Electro Erosión

Corte por Hilo

Prensa de corte

Carga mínima de 10 Toneladas de golpe

MATERIAL PROPUESTO: Lámina de Poliestireno de 3mm de espesor

TROQUELES

Dimensiones De Las Piezas A Troquelar:

15 piezas de 25x10.5cm

15 piezas de 18x7.5cm

120 piezas de 12x5cm

300 piezas de 8.5x3.5cm

COSTO TROQUEL:

\$1.200.000 piezas de 25x10.5cm

\$800.000 piezas de 18x7.5cm

\$520.000 piezas de 12x5cm

\$350.000 piezas de 8.5x3.5cm

MATERIAL

Lámina de 120x180= \$40.000

268 laminas para 30.000 piezas Grandes

137 laminas para 30.000 piezas medianas

Tabla Costo piezas troqueladas

PARA 2000 ARBOLES

Número de piezas	Costo Troquel / Unidad	Troquel/ Unidad	Costo/ Pieza	Material Unidad	Total costo
30.000 piezas	\$40	100	140	\$179	\$319
30.000 piezas	\$27	100	127	\$91	\$218
240.000	\$5	100	105	\$179	\$284
600.000	\$3	100	103	\$91	\$194

Fuente: autor

Costo piezas para un árbol:

15 piezas de 25x10.5cm= \$4.785

15 piezas de 18x7.5cm=\$ 3.270

120 piezas de 12x5cm= \$34.080

300 piezas de 8.5x3.5cm=\$ 58.200

Valor total:\$100.335

REFERENCIA: SIMAR.CNC

Servicios industriales de mecanización

Material propuesto para la base del árbol:

Lámina de cold rolled: 1/14" x120x240: \$ 300.000

Piezas por lámina: 50 unidades

Costo estimado de la base para 2000 árboles: \$6.000

Material propuesto para el eje del árbol: Tubo de Aluminio de 1" x 5 metros

Valor tubo: \$15.000

Número de ejes por tubo: 5 ejes

Costo para 2000 árboles: \$3.000

COSTO TOTAL DE ÁRBOL:

PIEZAS INYECTADAS:.....\$25.600

PIEZAS TROQUELADAS:.....\$100.335

BASE:.....\$6.000

EJE:.....\$3.000

TOTAL:.....\$109.335