



SISTEMA ESTRUCTURAL DE CRECIMIENTO MULTIDIRECCIONAL CON BASE
EN LA BIÓNICA DE UNA LANGOSTA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

TANIA HAYDEÉ CASTILLO ORTIZ



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2007



SISTEMA ESTRUCTURAL DE CRECIMIENTO MULTIDIRECCIONAL CON BASE
EN LA BIÓNICA DE UNA LANGOSTA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

TANIA HAYDEÉ CASTILLO ORTIZ

Código: 2001047

Trabajo de Grado para optar el título de
Diseñador Industrial

Director

EDUARDO SERAFIN GUEVARA MELO

Codirector

MIGUEL ENRIQUE HIGUERA MARIN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2007

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
1. TÍTULO DEL PROYECTO	12
2. AUTOR Y TUTORES	14
3. ENTIDADES INTERESADAS	14
3.1 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	14
3.2 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL	14
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4.2 IMPACTO ESPERADO	15
4.3 ALCANCE DEL PROYECTO	16
5. OBJETIVOS	17
5.1 OBJETIVO GENERAL	17
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
6. MARCO TEÓRICO	18
6.1 LA BIÓNICA	18
6.1.1 Aproximación Histórica	18
6.1.2 Definición.	21
6.1.3 Importancia de la Bionica	22
6.1.4 Biónica Aplicada al Diseño	23
6.1.5 Metodologías.	27
6.1.6 Biónica estructural.	29
6.1.7 Geometría Natural.	31
6.2 SISTEMAS ESTRUCTURALES	32
6.2.1 Definición.	32
6.2.2 Clasificación de los Sistemas Estructurales	33
6.2.2.1 Estructuras Macizas	33

6.2.2.2 Estructuras Reticulares	33
6.2.2.3 Estructuras Superficiales	33
6.2.2.4 Sistemas de Forma Activa	33
6.2.2.5 Sistemas de Vector Activo	34
6.2.2.6 Sistemas de masa Activa	34
6.2.2.7 Sistemas de superficie Activa	34
6.2.3 Estructuras.	35
6.2.4 Elementos estructurales básicos.	36
6.2.4.1 Elementos lineales	36
6.2.4.2 Elementos Planos	36
6.2.5 Diseño Estructural.	36
6.2.5.1 Sistemas Estructurales Básicos	37
6.3 LA LANGOSTA	38
6.3.1 Generalidades.	38
6.3.2 Clasificación.	42
6.3.2.1 Orden Ortóptero	42
6.3.2.2 Subclase Pterygota	43
6.3.2.3 Clase Insectos	43
6.3.2.4 Filo Arthropoda	45
6.3.3. Morfología Externa.	46
6.3.3.1 Exoesqueleto o Esqueleto Externo	47
6.3.3.2 Apéndices Articulados	48
6.3.4. Metamorfosis.	49
7. DESARROLLO PROYECTUAL	52
7.1 DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA	52
7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	53
7.2.1 Problema de Diseño.	54
7.2.1.1 Función	56
7.2.1.2 Traducción morfológica	56
7.3 ANÁLISIS DEL OBJETO NATURAL	56

7.3.1 Abstracción.	57
7.3.1.1 Método de Trampeo	57
7.3.1.2 Conservación	58
7.3.2 Observación del elemento natural.	59
7.3.3 Análisis Visual y Táctil.	63
7.3.3.1 Simetría	64
7.3.3.2 Textura	64
7.3.3.3 Módulos	68
7.3.3.4 Gradación	70
7.3.3.5 Radiación	71
7.3.3.6 Contraste	72
7.3.3.7 Concentración	74
7.3.3.8 Forma	75
7.3.4 Análisis dinámico.	79
7.4 PRINCIPIOS MORFOLOGICOS	84
7.4.1 Aspectos Conformativos.	85
7.4.2 Proporción.	90
7.5 ANALOGIAS CON EL OBJETO NATURAL	93
7.6 ALTERNATIVAS FORMALES	100
7.7 EVALUACION DE PROPUESTAS TRIDIMENSIONALES	134
7.8 ALTERNATIVAS FUNCIONALES	144
7.8.1 Alternativa 1.	146
7.8.2 Alternativa 2.	147
7.8.3 Alternativa 3.	148
7.8.4 Alternativa 4.	149
7.8.5 Alternativa 5.	150
7.8.6 Alternativa 6.	151
7.9 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS FUNCIONALES	152
7.9.1 Requerimientos.	152
7.9.1.1 Mecanismos	150

7.9.1.2	Confiabilidad	150
7.9.1.3	Versatilidad	150
7.9.1.4	Unión	150
7.9.1.5	Estructurabilidad	150
7.9.1.6	Producción	150
7.9.1.7	Normalización	151
7.9.1.8	Estandarización	151
7.9.1.9	Unidad	151
7.10	EVOLUCION DE LAS ALTERNATIVAS FINALES	155
7.11	ALTERNATIVA FINAL	160
7.11.1	Construcción de Modelos.	161
7.11.2	Evolución de la Alternativa.	164
7.11.3	Elementos de sujeción.	167
7.11.4	Análisis Estático	168
7.11.5	Análisis de Resistencia	170
7.11.6	Aplicaciones.	180
7.11.7	Aplicación Final.	188
7.11.7.1	Domo	188
7.11.7.2	Modificación del módulo para la aplicación	192
7.11.8	Construcción de modelo	197
8.	CONCLUSIONES	203
	BIBLIOGRAFIA	205
	WEBGRAFÍA	207

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Adhesivo epóxico inspirado en el mejillón	22
Figura 2. Bastón con ondas ultrasónicas	23
Figura 3. Anyfix	30
Figura 4. Dytiskus Marginalis	30
Figura 5. Fase solitaria y fase gregaria	43
Figura 6. Partes del cuerpo de un chapulin	48
Figura 7. Esquema de la cabeza de una langosta	49
Figura 8. Tipos de aparatos bucales en los insectos	51
Figura 9. Tipos de patas de los insectos	52
Figura 10. Diferentes estadios ninfales de un chapulín	54
Figura 11. Partes de una Langosta	63
Figura 12. Morfología externa de una langosta	64
Figura 13. Apéndices bucales	65
Figura 14. Cabeza de una langosta	65
Figura 15. Esquema de un ala	66
Figura 16. Simetría bilateral	67
Figura 17. Textura de las alas posteriores	68
Figura 18. Texturas de las alas	68
Figura 19. Textura de las patas	69
Figura 20. Textura del mesotórax	70
Figura 21. Textura del Protórax	70
Figura 22. Módulos	71
Figura 23. Repetición de módulos	72
Figura 24. Gradación	73
Figura 25. Radiación	74

Figura 26. Contraste de líneas	76
Figura 27. Contraste de Texturas	74
Figura 28. Contraste de color	76
Figura 29. Concentración regular	77
Figura 30. Concentración Irregular	78
Figura 31. Forma Tridimensional	79
Figura 32. Langosta modelada	80
Figura 33. Langosta modelada (Malla)	81
Figura 34. Longitud de salto de la langosta	82
Figura 35. Músculos	83
Figura 36. Extensor y Flexor	83
Figura 37. Músculos extensor y flexor	84
Figura 38. Funcionamiento del flexor	86
Figura 39. Matriz (Análisis Morfológico)	145
Figura 40. Alternativa Final	160
Figura 41. Disposiciones del Modulo	161
Figura 42. Proporciones del Modulo	164
Figura 43. Evolución de la Forma	165
Figura 44. Elementos de sujeción	167
Figura 45. Elementos de Sujeción 1	168
Figura 46. Resultados de esfuerzos	172
Figura 47. Resultado de desplazamientos	173
Figura 48. Resultado de deformaciones	174
Figura 49. Resultados de verificación de diseño	174
Figura 50. Resultado de Esfuerzos	176
Figura 51. Resultado de desplazamientos	177
Figura 52. Resultado de deformaciones	178
Figura 53. Resultado de verificación de Diseño	178
Figura 54. Semiesfera geodésica de frecuencia 4 basada en el icosaedro	188
Figura 55. Dodecaedro	189

Figura 56. Conformación del Dodecaedro	190
Figura 57. Conformación del Dodecaedro 1	190
Figura 58. Domo Final	191
Figura 59. Modificación del submodulo	192
Figura 60. Modulo Completo	193
Figura 61. Ensamble de los Submódulos	194
Figura 62. Pieza de ensamble	194
Figura 63. Modelado de la pieza	197
Figura 64. Mecanizado de la pieza	198
Figura 65. Model Master CNC 1000	198
Figura 66. Proceso de Mecanizado	199

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Secuencia del salto	85
Tabla 2. Análisis direccional de las propuestas	137
Tabla 3. Evaluación de módulos	143
Tabla 4. Evaluación de Propuestas	143
Tabla 5. Evaluación de ensambles	144
Tabla 6. Evaluación de Alternativas finales	154
Tabla 7. Materiales del Análisis	171
Tabla 8. Resultados de Esfuerzos	171
Tabla 9. Resultados de Desplazamientos	172
Tabla 10. Resultado de Deformaciones	173
Tabla 11. Apéndice	175
Tabla 12. Material del análisis	175
Tabla 13. Resultados de esfuerzos	175
Tabla 14. Resultado de desplazamientos	176
Tabla 15. Resultado de Deformaciones	177
Tabla 16. Apéndice	179



RESUMEN

TITULO: SISTEMA ESTRUCTURAL DE CRECIMIENTO MULTIDIRECCIONAL CON BASE EN LA BIÓNICA DE UNA LANGOSTA*

AUTOR: CASTILLO ORTIZ, Tania Haydeé**

PALABRAS CLAVES: Diseño, Sistema Estructural, Crecimiento, Investigación, Biónica, Biomimética, Aplicación, Creatividad.

DESCRIPCION:

El proyecto desarrolla un análisis de un insecto ortóptero (La langosta), buscando plantear diversas alternativas de un sistema estructural, apoyándose en metodologías existentes para el desarrollo de proyectos en biónica. La primera parte sintetiza información concerniente a Biónica y aspectos generales de la morfología del insecto; y la segunda; se constituye como el desarrollo experimental de una metodología biónica para el desarrollo de alternativas que conlleven a la obtención del sistema estructural. El proyecto culmina con el planteamiento del sistema estructural y la aplicación de este en la construcción de un domo, consecuentes del análisis formal, visual, táctil y dinámico de una langosta.

Con este trabajo de grado se procuró dar un ejemplo del estudio y observación directa de los seres vivos y mostrar el potencial existente en esta herramienta para la bioconfiguración de objetos reales para los diferentes sectores de la industria.

El proyecto también confirma la evolución del Grupo de Biónica de la Escuela de Diseño Industrial, al iniciar la conformación de la base de datos referente a biónica y al primer grupo de insectos a analizar, los ortópteros, adicional a esto es una de las primera experimentaciones de las metodologías existentes enfocadas a este tipo de proyectos y permitirá realizar un análisis de los resultados obtenidos y posibles evoluciones a futuro.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I. Eduardo Guevara

**ABSTRACT**

TITLE: *STRUCTURAL SYSTEM OF MULTIDIRECTIONAL GROWTH BASED ON THE LOBSTER BIONICS**

AUTHOR: CASTILLO ORTIZ, Tania Haydeé**

KEY WORDS: Design, Structural system, growth, investigation, bionics, Biomimetics, application, creativity.

DESCRIPTION:

The thesis develops an analysis of an orthoptero insect (The Lobster), looking to propose various alternatives of a structural system, based in existent methodologies to develop bionic thesis. The first part, synthesizes information about Bionic and general aspects of the insect morphology; and the second; is constituted by the experimental development of a bionic methodology, for the development of alternatives that can lead to obtain the structural system. The thesis culminates with the designing of the structural system and the application of this in the construction of a domo, consistent with the formal, visual, tactile and dynamic analysis of the Lobster.

This thesis tries to give an example of the analysis of the principles of living beings and show the potential in this tool for the bio-configuration of real objects for different sectors of the industry.

The thesis also confirms the evolution of the Bionic Group of the Industrial Design School, starting the conformation of a database based in bionic and specifically in the first group of insects to analyze, the orthopteros; in addition, this thesis is one of the first experimentations of the existent methodologies, focused in this type of projects and will allow to realize an analysis of the obtained results and possible evolutions at future.

* Thesis

** Faculty of Physics Mechanic Engineering. Industrial Design School. Adviser: I.D. Eduardo Guevara.



INTRODUCCIÓN

La biónica es una gran herramienta que pone a disposición de los diseñadores y del hombre en general, todo el conocimiento existente en la naturaleza, que a través de los años ha venido evolucionando y perfeccionando.

Desde el origen el hombre, a intentado imitar todo lo que ve a su alrededor para utilizarlo en pro de su beneficio, por medio de observación directa y un constante estudio de la naturaleza.

En el diseño industrial depende de que tan multidisciplinar sea, para la obtención de un buen resultado en el desarrollo de un proyecto, y algunos problemas existentes requieren de la intervención de la biónica como instrumento inspirador para llegar a una solución óptima, y con ella se comienzan a incluir diferentes ciencias como la biología, bioquímica, morfología y demás.

Dentro del perfil de un diseñador se debe contemplar una fase generalista a lo largo de los procesos de diseño que desarrolla y esto le da la capacidad para decidir cuando y hasta que momento es indispensable la participación de diferentes disciplinas. En este punto la biónica existe como medio para profundizar en el conocimiento de la naturaleza a nivel morfológico, métrico y de procesos; hasta llegar a un nivel que permite el análisis de las leyes de crecimiento y composición que constituyen aspectos referentes a la psicología de la forma.

La biónica a permitido la obtención de buenos resultados en el diseño de sistemas estructurales basados en aspectos como la cristalización de los minerales; a partir de esto se han realizado estructuras espaciales aplicadas a nivel micro-estructural y macro-estructural que son ampliamente válidas en situaciones de considerables esfuerzos físicos.



1. TÍTULO DEL PROYECTO

“Sistema estructural de crecimiento multidireccional con base en la biónica de una Langosta. Diseño y Construcción.”



2. AUTOR Y TUTORES

AUTOR:

Nombre: TANIA HAYDEÉ CASTILLO ORTIZ

Código: 2001047

Carrera: Diseño Industrial.

TUTORES:

Director: M.s. D.I. Eduardo Serafín Guevara Melo

Escuela: Diseño Industrial.

Facultad: Ingenierías Físico-Mecánicas.

Codirector: D.I. José Miguel Higuera Marín

Escuela: Diseño Industrial.

Facultad: Ingenierías Físico-Mecánicas.



3. ENTIDADES INTERESADAS

3.1 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La Universidad Industrial de Santander se beneficiará con este proyecto, ya que el campo de la investigación es una plataforma al planteamiento de proyectos a futuro, que ayudan al sostenimiento de la universidad, al lograr avances en áreas poco exploradas y aportes de gran beneficio a la industria.

3.2 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

El aporte que este proyecto hace a la Escuela de Diseño Industrial de La Universidad industrial de Santander, es apoyar la investigación como alternativa para enfocar el diseño a nuevos campos de la industria, y recalcando la importancia de la vinculación de otras disciplinas al desarrollo de proyectos de diseño.

El proyecto también apoyará el grupo de investigación en Biónica, de la Escuela de Diseño Industrial.



4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir de la biónica se han obtenido diversas soluciones a las necesidades del hombre, el principio básico de esta es observar y estudiar el funcionamiento de los organismos vivos y las estructuras que los conforman e imitar su proceso y su configuración, aplicándolas a diseños que dan solución a diferentes problemas. Basándose en la biónica se obtiene el mejoramiento de productos con tecnologías ya existentes en seres vivos que han evolucionado a través del tiempo según sus necesidades.

Este proyecto plantea el diseño a partir de la biónica de un insecto ortóptero alado (langosta), de un sistema estructural de crecimiento multidireccional, que a largo plazo sea aplicado a diferentes áreas para la solución de necesidades latentes, con el fin de explotar la riqueza formal existente en una langosta y obtener alternativas diversas del análisis de los diferentes sistemas que la conforman.

También se busca apoyar la investigación en el área de la biónica y la bioconfiguración ya que son herramientas importantes en el proceso de diseño que ofrecen grandes posibilidades de exploración.

4.2 IMPACTO ESPERADO

Al finalizar el proyecto se espera obtener diversas alternativas aplicables, basadas en la biónica de una langosta, la evolución de una alternativa, con aplicación específica, y la construcción de un modelo. Además de la base para nuevos proyectos dentro del área de la biónica y la bio-configuración.

También se pretende fortalecer el grupo de investigación en biónica de la Escuela



de Diseño Industrial.

4.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Se desarrollara un sistema estructural de crecimiento multidireccional, aplicable a un campo específico, obteniendo un modelo funcional de este; a partir del análisis formal y funcional de una langosta.

Este trabajo de grado servirá de base a proyectos futuros basados en la investigación enfocada a la biónica, abriendo nuevos campos en los que el estudiante de Diseño industrial puede intervenir con gran éxito, también apoyará el grupo de investigación en Biónica.



5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un sistema estructural de crecimiento multidireccional con base en la biónica de una Langosta.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer diversas aplicaciones para el Sistema Estructural de crecimiento Multidireccional basado en la biónica de una langosta.
- Apoyar al grupo de investigación en biónica de la Escuela de Diseño industrial, recopilando información para la conformación de una base de datos en biónica, e insectos ortópteros.
- Realizar un análisis del elemento natural (la langosta) a nivel visual y táctil, aplicando y evaluando conceptos básicos de diseño presentes en su aspecto formal.
- Realizar un análisis del elemento natural en su aspecto dinámico.
- Aplicar teorías de proporción al elemento natural, para analizar sus relaciones dimensionales.
- Desarrollar un amplio proceso creativo, por medio de la abstracción de formas del elemento natural y el planteamiento de varias propuestas formales tanto bidimensionales como tridimensionales.
- Apoyar la investigación en el área de la biónica y biomimética como herramienta importante en el desarrollo de productos para diversos sectores de la industria, por medio del planteamiento de alternativas funcionales basadas en el análisis del elemento y analogía básicas.



6. MARCO TEÓRICO

6.1 LA BIÓNICA

6.1.1 Aproximación Histórica. La biónica es muy antigua, tanto como el hombre ya que inconscientemente ha sido usada desde la prehistoria, por ejemplo en la creación de herramientas y artefactos, obtenidos de la observación del entorno por parte del hombre.

Uno de los grandes creadores que usaron la biónica como inspiración, fue Leonardo Da Vinci (1452-1519); que a partir del análisis de diversos mecanismos naturales, creó objetos artificiales similares a estos. Leonardo, diseñó mecanismos para obtener artefactos que volaran y aunque algunos no fueron construidos, los planos quedaron, y fueron la guía a otros inventores que siguieron su camino; además de ser una base al desarrollo de otros diseños, ya que los mecanismos que obtuvo a partir de sus estudios aún hoy son usados en diferentes proyectos. Uno de esos diseños es el ornitóptero, que es un objeto volador con movimiento en las alas; que es el resultado de sus estudios.¹

Hezfren Ahmed Celeibi (1609-1649), fue uno de los que le siguió los pasos; partió del análisis de las aves, y desarrolló un aparato de vuelo. George Cayley (1773-1857) también entra en la lista, y logró obtener el primer modelo estable para volar y desarrolló el primer paracaídas con alta funcionalidad. Ellos son solo algunos de los hombres que se inspiraron en la naturaleza para la obtención de innovadores productos que han hecho un gran aporte en la evolución del hombre como tal.

Uno de los productos biónicos, más reconocidos y más utilizados a diario es el Velcro, que es un sistema de sujeción; desarrollado alrededor de 1948 por George Mestral en Bélgica; obtenido a partir de la observación de los ganchos

¹ Fuente disponible en Internet: <http://www.arturosoria.com>



alámbricos de orientación biaxial propios de la planta llamada *Xanthium canadense*.

Otros ejemplos más actuales son:

- Pegante Epóxico inspirado en el mejillón azul.

Algunos biólogos moleculares del laboratorio ambiental de Idaho están reproduciendo cinco tipos de proteínas del mejillón azul para usarlo como pegamento natural con características impermeables. Ya que el mejillón produce unas sustancias epóxicas con características adhesivas que superan a cualquier pegamento existente en el mercado. Además que estas sustancias permanecen sin alteración dentro del mar, se crean en temperaturas muy bajas y es ambientalmente seguro.

Aunque el pegamento epóxico esta aún en desarrollo, proyecta que podrá ser muy útil a sectores como la infantería marina, industria marina, industria de la construcción y en campos médicos y dentales.

Figura 1. Adhesivo epóxico inspirado en el mejillón



Fuente: Disponible en Internet <http://www.biomimicry.net>



- Ultracane:

En 1998 investigadores de la universidad de Leeds, iniciaron el proyecto de obtener un elemento de ayuda a la movilidad, que logra informar a su usuario de los obstáculos cercanos para la toma de decisiones rápidamente y de forma natural; inspirado en el murciélago y su capacidad de movilizarse en la oscuridad. El bastón funciona con unas ondas ultrasónicas arrojadas de objetos en su trayectoria y regresan al bastón. Alimenta esa información a través a los botones en la manija, diciéndote cómo de lejano el objeto, y si está delante de ti o en la altura principal. Esto te da más conocimiento sobre tu ambiente, y te permite tomar decisiones mucho más rápidamente que posible con un bastón blanco ordinario.²

Figura 2. Bastón con ondas ultrasónicas



Fuente: Disponible en Internet <http://www.biomimicry.net>

² <http://www.biomimicry.net>



6.1.2 Definición. El 13 de septiembre de 1960 Jack Steel en Dayton estado de Ohio; definió la biónica como: “Análisis del funcionamiento real de los sistemas vivos, y una ciencia interdisciplinaria basada en las ciencias naturales; que sintetiza los conocimientos acumulados en la biología, química, cibernética, física , biofísica, zoopsicología, estética, etc.” « Etimológicamente la palabra biónica viene del griego “Bion” que traduce elemento de vida y del prefijo “Icos” que traduce estudios.³Otro termino conocido es la Biomimética: « del bios, que significa vida y mimesis, queriendo imitar.⁴

Otra definición es la introduce el diseñador italiano Carmelo Di Bartolo, a partir de su significado etimológico, como “el estudio de las formas de vida”, del griego “bion” que quiere decir vida, más el sufijo “icos” que significa estudio. Tomándose de esta definición, presenta la Biónica como una actividad tan antigua como el hombre “la observación, el estudio de la naturaleza en sus formas y en las estructuras de sus componentes, con el fin de sacar más información de su medio ambiente”.

Bruno Munari, en su libro ¿Cómo Nacen Los Objetos? establece que la Biónica “estudia los sistemas vivientes y tiende a descubrir procesos, técnicas y nuevos principios aplicables a la tecnología. Examina los principios, las características y los sistemas con transformación de materia, con extensión mandos, con transferencia de energía y de información”. El autor agrega “se toma como punto de partida un fenómeno natural y a partir de ahí se puede desarrollar una solución proyectual”.

Gui Bonsiepe, uno de los autores mas recurridos por el mundo del diseño y la arquitectura, la define como “el estudio de sistemas vivientes para aplicar a las tecnologías sus principios técnicos y procedimientos. Es particularmente apta para

³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Bionica>.

⁴ ENTREVISTA con Janine Benyus, Autor de “Innovación inspirada por la Naturaleza (1997)



la capacidad de captar los detalles tridimensionales y los principios formales que los estructuran, así como para incrementar la capacidad de transformación, es decir, cuando se examina y analiza un objeto análogo”.

La biónica ha sido clasificada como una ciencia que estudia la naturaleza, en los aspectos de los procesos que se realizan dentro de esta, los sistemas biológicos y la organización de los seres vivos. Es por tanto una disciplina científica que toma los resultados obtenidos de las investigaciones biológicas y les da una aplicación técnica. La biónica estudia los principios básicos de crecimiento y desarrollo de la naturaleza, para resolver por analogía el diseño de objetos industriales.

La biónica busca como objetivo el análisis de estructuras existentes en la naturaleza, de fenómenos biológicos y el funcionamiento de los organismos, para posteriormente adaptar los conceptos básicos incluidos, tanto en las estructuras como en los fenómenos y aplicarlos para el aprendizaje y desarrollo de sistemas y productos funcionales para el hombre. La biónica logra recrear los entornos naturales, construyendo un ambiente que incluya las características y condiciones en que se desarrollan los modelos naturales, para hacer funcionales y reales el trabajo de los modelos artificiales a diseñar y los existentes.

6.1.3 Importancia de la Biónica. El hombre tiene una posición de constante aprendizaje de la naturaleza por medio de la biónica, que se ve reflejada en la forma como se desarrollan las ciudades, gracias a la sinergia de los principios más comunes de la naturaleza, y la ingeniería y demás actividades afines con el objetivo de llegar a una armonía similar a la existente en la naturaleza y para con ella.

La intención final siempre es aplicar conceptos inspirados en la biología y comprender e imitar cómo todos los sistemas biológicos evolucionan diariamente,



simulando constantemente el funcionamiento de los seres vivos apoyándose en un entorno multidisciplinario permitiendo resolver las falencias de la humanidad.

El hombre pertenece y se relaciona a diario con la naturaleza, pero mas allá de esto se apropia constantemente de métodos y conceptos que aparecen en esta, para solucionar una serie de necesidades existentes; es por medio de la exploración y la simulación de todos los procesos vitales que ha llegado a un acercamiento, accediendo a conocerla y a obtener la posibilidad de traducir y entender las igualdades entre la evolución orgánica y la tecnología aplicable al diseño.

La emulación constante de todos los organismos de la naturaleza, es en si una estrategia humana para lograr tener un futuro sostenible. Es real que los sujetos naturales tienen funciones específicas dentro de su entorno. Por tanto, están especializados en realizar una actividad y llevan años de evolución en el desarrollo de estos procesos; adicional a esto no dañan el medio ambiente en el que interactúan; a diferencia del hombre que a lo largo de su evolución a aumentado considerablemente el número de habitantes con un alto grado de destrucción y contaminación hacia la naturaleza.

6.1.4 Biónica aplicada al Diseño

La naturaleza ha sido la primera en tomar la función del diseño, y por tanto ha proporcionado una serie de conceptos legibles en todos los procesos que realiza, que pueden ser adoptados para el diseño de objetos como tal, como son las variaciones formales, la transmisión de información, la coherencia, la integración, la analogía, el máximo y mínimo. Todos estos conceptos aportan y contribuyen a desarrollar diferentes estructuras formales y funcionales posteriormente aplicables en el diseño. Además de esto, la naturaleza es un ejemplo a seguir en diferentes aspectos: uno muy importante es cómo los diferentes organismos distribuyen eficientemente la energía que los rodea, obteniendo procesos óptimos energéticamente. Por tanto, la biónica se convierte en una gran herramienta para



conseguir innovación en el diseño por medio de la interpretación, investigación, análisis y observación de la naturaleza.

Aunque la biónica no entrega una solución inmediata a un problema existente, logra ser un esquema que orienta el proceso de diseño.

Es importante reconocer que la biónica es una ciencia necesaria como uno de los medios para entender el cotidiano equilibrio existente en la naturaleza. También es cierto que la biónica no es nueva y que a través de la historia no solo se a utilizado para bien, ya que se han diseñado infinitos artefactos en un principio para dar soluciones a los problemas humanos aportando un bienestar; y luego se han utilizado sus funciones aplicadas a fines bélicos; solo por dar un ejemplo.

Si el objetivo actual es diseñar en armonía con la naturaleza, es necesario encaminar todas las investigaciones y proyectos hacia el respeto de ella; al contrariar el pensamiento establecido a través del tiempo, que ubica al hombre como dueño de la naturaleza y con el poder de utilizar a beneficio propio cada elemento contenido en ella.

El hombre hace parte de ese entorno y no esta en ningún nivel superior. Por consiguiente, el peligro de desaparecer a consecuencia del desequilibrio causado es latente.

Aunque ya existe una pequeña variación en esta manera de pensar, al reconocer que la naturaleza es de un nivel de sabiduría superior; es necesario ahondar en el conocimiento de esta, ya que se estima que existen 30 millones de especies y solo se han nombrado 1.4 millones. Lo ideal sería obtener una base de datos de la amplia diversidad existente con la profundización en cada organismo y a partir de esto obtendríamos mas opciones de simular los modelos naturales según cada necesidad y la evolución en el pensamiento humano avanzaría de tal forma que dejaría de ver la naturaleza como su fuente infinita de materiales, alimentos, y



energía para transformarla en una fuente verdaderamente inagotable de ideas innovadoras, entendiendo que es más lo que podríamos aprender de ella que lo que podemos extraer. Por tanto, al valorar su riqueza se crearía la intención de protegerla y cuidarla.

Por medio de la biónica y la multidisciplinaridad con otras ciencias, podemos comprender como el hombre y su contexto natural se modifica mutuamente, creando así una segunda naturaleza.

El papel del diseñador actualmente es producir objetos para la satisfacción de las necesidades; este papel deberá evolucionar en un futuro en sistemas de los cuales surjan los objetos, según Gui Bonsiepe y Maldonado «La función del diseñador ya no será proyectar productos para necesidades existentes y ya estructuradas, sino aportar en la estructuración de las necesidades.»⁵

Con la biónica se realizan investigaciones de diferentes detalles morfológicos de los elementos naturales, enfocados a diferentes áreas como biomecánica y dentro de ella se analizan, aspectos estructurales y funcionales, los movimientos y la locomoción.

Los seres vivos son máquinas complejas, compuestas de una gran diversidad de mecanismos, que permiten todo tipo de procesos como la reacción y las repuestas a estímulos; que dan acceso a una conexión con el mundo externo. La creación de máquinas que simulen lo existente en la naturaleza implica la utilización de largos tiempos en investigación y la unión de diversas disciplinas; además, no solo se intenta simular los sistemas biológicos existentes en animales y plantas sino que también los sistemas que conforman al hombre, que ya abarca campos como la inteligencia artificial y la robótica; de allí nacen las tecnologías bioinspiradas aplicables a el mejoramiento de la tecnología.

⁵. El diseño Industrial, Salvat Editores. Barcelona, Vol 59. Biblioteca Salvat de Grandes Temas, pag 120.



La mejor forma de mostrar como la biónica puede ser aplicada al diseño es analizar parte del trabajo realizado por Luigi Colani uno de los diseñadores industriales más reconocido a nivel mundial y que utiliza el biodiseño como herramienta principal en su trabajo. Se dio a conocer en los años 50 cuando comenzó su carrera centrándose en el diseño de automóviles.

Estudio el uso de nuevos materiales y comenzó a utilizar el plástico dentro de la mayoría de sus diseños, como muebles plásticos que se produjeron en Alemania durante los años 60 y lo hicieron famoso en el mundo del diseño. Dentro de los proyectos que ha desarrollado están: planeadores de alto nivel, autos ecológicos, productos para la industria cerámica y sanitaria, trenes de alta velocidad, relojes y joyería. Además de la línea de productos Colani reconocida por el uso de formas biodinámicas.

Ha desarrollado productos para empresas reconocidas como cámaras para Canon, autos para Mazda, Mercedes y Ferrari, auriculares para Sony entre otros.

Uno de los últimos productos lanzados por Colani es Anyfix, el primer cargador universal para teléfonos móviles, el cual funciona para más de 80% de celulares existentes en el mercado mundial. Anyfix es un biodiseño en su forma más pura⁶, está basado en las formas del el Dytiskus Marginalis, el único escarabajo que se puede mover debajo del agua a una velocidad de 4 metros por segundo gracias a sus formas aerodinámicas.

⁶ [http://: www.colani.ch/](http://www.colani.ch/)



Figura 3. Anyfix



Fuente: Disponible en Internet [http://: www.colani.ch](http://www.colani.ch)

Figura 4. Dytiskus Marginalis



Fuente: Disponible en internet [http://: www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)

6.1.5 Metodologías. Al analizar la naturaleza es posible encontrar elementos de tal complejidad, que logran un gran estímulo a nuestra imaginación; pero al intentar desarrollar de forma proyectual lo obtenido a partir de estos estímulos se crean ciertas limitaciones que sintetizan y simplifican nuestro objetivo inicial. Esta dificultad nace en el desequilibrio entre el interés y la importancia dada al análisis biónico y al área de producción proyectual.



«Existe una serie de metodologías específicas para la biónica, cada una de ellas priorizan en un aspecto diferente como son:

- Metodología Biónica: Esta metodología contiene el siguiente orden

Sujeto natural- Análisis Biónico integral del sujeto natural- Definición del problema proyectual- Proyecto.

El análisis biónico esta constituido por el estudio de los mecanismos, los materiales, la forma y las estructuras funcionales. Es difícil tener la certeza que un elemento natural a analizar va a contener aspectos útiles a aplicar posteriormente en determinado problema. Por tanto el análisis biónico se realiza con la garantía de obtener información acumulable en un desarrollo proyectual específico.

- Metodología Biónica: Esta metodología contiene el siguiente orden

Problema proyectual- Indagación biónica específica- Proyecto.

Existe la posibilidad de realizar una investigación biónica para un problema específico definido con anterioridad; esto se convertiría en un análisis de elementos naturales seleccionados según la necesidad, excluyendo posibilidades de otras formas naturales que no han sido elegidas al principio de la investigación y que darían un gran aporte a esta.

- Metodología biónica: Contiene el siguiente orden

Sujeto natural- Intuición Proyectual- Proyecto

Es otra forma de trabajo, donde se intuye a partir de la observación del sujeto natural, y se advierte la oportunidades de encontrar en el sujeto natural la solución a un problema. Previo a esto es necesario tener ya organizados y seleccionados los datos biónicos.



- Metodología biónica: Contiene el siguiente orden

Argumento proyectual- Argumento biónico- Definición de los problemas proyectuales- Proyectos.

Si en cambio se tiene definido el argumento proyectual a partir de este, se desencadena la investigación biónica; aunque la base de datos sería de grandes dimensiones y no serían suficientes para enfrentar todos los problemas proyectuales posteriores. Es importante rescatar que el argumento proyectual sería el camino a seguir en la recolección y clasificación de datos.

- Metodología Biónica: Este método contiene el siguiente orden:

Problema proyectual- Investigación Biónica- Procesos metodológicos normales- Intuiciones, conocimientos biónicos- proyectos.

El equilibrio adecuado debe ser entre la investigación en el análisis biónico y el proyecto que viene siendo la biónica aplicada. Así cuando en alguna fase de desarrollo proyectual se presente un problema se tendrá a disposición el material necesario que posteriormente se selecciona específicamente.⁷

6.1.6 Biónica estructural. La columna es un claro ejemplo de la aplicación de la biónica estructural. Básicamente imitan la función de los árboles empleados como soporte y ornamento en antiguas culturas, como los egipcios; que construían sus columnas con una clara simulación a los árboles, ya que las decoraban con figuras similares a hojas, y formalmente en su base extendían su espesor haciendo referencia a la raíz.

Los mayas y los aztecas también hacen uso de la naturaleza no solo como inspiración, ya que en sus construcciones hacían columnas con su parte superior

⁷. Lozano Crespo, Pedro; Garceran Piqueras, Rosa. El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. Universidad Complutense de Madrid. España. 2006.



dividida en cuatro salientes que representaban las ramas y los cuatro puntos cardinales; en medio de ellas emergía un pájaro como representación del sol. Sus diseños fueron inspirados en las ceibas.

Las columnas griegas tienen mayores similitudes con la egipcia, además de poseer cavidades longitudinales que representan las ramas, y un ensanchamiento de su base que simulan la tierra.

Lo interesante es analizar cómo diferentes culturas a distancias tanto de tiempo como de ubicación considerables, dan solución a sus problemas de forma similar basados siempre en lo que la naturaleza les muestra.

La biónica estructural se basa en el análisis de las estructuras que conforman los diferentes organismos y estas derivan formas y módulos que conforman las estructuras diseñadas, emulando las geometrías que con anterioridad fueron analizadas, obteniendo un eficiente funcionamiento y a la vez guiando la estética del diseño.

La naturaleza no solo orienta el diseño estructural a nivel formal sino a nivel de resistencia de cargas. Un pequeño ejemplo es la cabeza del fémur que está conformado por tubérculos óseos que constituyen un diagrama de líneas de tensión y compresión, por tanto el hueso esta reforzado en las direcciones requeridas.

Algunos observadores que han utilizado la biónica como base de sus proyectos han analizado cómo los animales son grandes constructores y cómo utilizan técnicas de niveles tan complejos como las que el hombre utiliza. Un claro ejemplo de esto son animales como el pájaro carpintero, la golondrina, la abeja, entre otros.

Estudiando estructuras que son íconos a nivel mundial podemos encontrar la analogía que existe entre la Torre Eiffel y la tibia humana, en un nivel estructural.



El Palazzo del Lavoro en Turín toma como ejemplo los árboles de la selva ecuatoriana que poseen un diámetro creciente lo cual causa que la carga sea conducida hacia el tronco.

Los caracoles han sido la solución a los problemas de desniveles en poco espacio ya que las escaleras en caracol son basadas en un corte transversal de este; La tela de la araña fue la inspiración para Frei Otto que diseñó el estadio Olímpico de Munich y cuya semejanza se observa en la parte del techado que esta suspendida por una cantidad de "hilos". Por tanto, a través de los tiempos se acuñó el termino Bioarquitectura, lo cual no solo trata de emular estructuras constructivas sino también de módulos, elementos o materiales. ⁸

6.1.7 Geometría Natural. Todas las actividades humanas son afectadas por su entorno y viceversa, permaneciendo en una constante modificación mutua. La geometría existe en todas las formas naturales. "La geometría natural son las formas y estructuras con una segura eficacia mecánica que permite la adaptación y acumulación de otros elementos naturales."⁹

La eficiencia que me permite las formas básicas aporta características como la resistencia, dureza, flexibilidad y equilibrio que conforman las estructuras de los organismos naturales.

Es necesario conocer y manejar la geometría natural por medio de los conceptos de proporción que es la relación entre las formas y las dimensiones del organismo; y la semejanza que es la relación entre organismos con igual forma pero diferentes dimensiones.

Las formas geométricas que conforman los diversos elementos naturales no son geoméricamente perfectas o regulares, aunque contienen relaciones entre las

⁸ . Fuente disponible en Internet <http://www.polivalencia.com>

⁹ . Lozano Crespo, Pedro; Garceran Piqueras, Rosa. El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. Universidad Complutense de Madrid. España. 2006.



dimensiones de sus lados y una legible metodología en la construcción de las formas con la utilización de conceptos básicos de la geometría.

Las formas irregulares son una consecuencia de la dependencia existente entre el elemento natural y las condiciones ambientales que afecta su forma última.

Las estructuras naturales están compuestas de elementos geométricos básicos como son el punto, la línea y formas básicas como la circunferencia, el triángulo, el hexágono, el cuadrado, el pentágono, el octágono y el decágono.

6.2 SISTEMAS ESTRUCTURALES

6.2.1 Definición. Un sistema estructural depende de diferentes consideraciones como son las funciones que va a cumplir y de ahí se derivan las características específicas de resistencia a diferentes esfuerzos, la forma geométrica, los materiales, los ensambles de los elementos, las cargas que va a soportar y diferentes consideraciones impuestas por su uso.

De manera semejante de lo que se debe establecer para los materiales y elementos, las características estructurales más importantes de un sistema estructural son su resistencia, rigidez y ductilidad. El sistema debe poder resistir de manera eficiente las diversas condiciones de carga a las que puede estar sometida la estructura y poseer rigidez para diferentes direcciones en que las cargas pueden actuar, tanto verticales como horizontales. Es necesario que tenga un nivel de ductilidad, para evitar que una sola sección alcance su punto límite de resistencia y ocasione un colapso brusco de la estructura. Por tanto es necesario que este posea la capacidad para deformarse sosteniendo su carga máxima y conserve una reserva de capacidad antes del colapso.

Como consecuencia, es necesario incluir términos como la hiperestaticidad; ya que a mayor grado es mayor el número de secciones que deben llegar a su punto límite o capacidad máxima antes de que se forme un mecanismo; esto siempre



que los modos de falla que se presenten sean dúctiles y que las secciones tengan suficiente capacidad de rotación.

6.2.2 Clasificación de los Sistemas Estructurales

6.2.2.1 Estructuras macizas. Su principio básico está soportado en la masa, y por medio de ella lograr la resistencia y estabilidad necesaria para cumplir los requerimientos de diseño; algunas veces la estructura no es completamente sólida.

6.2.2.2 Estructuras reticulares. Está integrada por una serie de elementos que ensamblados conformando una red.

6.2.2.3 Estructuras superficiales. Poseen un alto rendimiento ya que cumplen dos funciones simultáneas: la de estructura y la de superficie envolvente, por tanto logra ser más estable y fuerte.

6.2.2.4 Sistemas de Forma Activa. Estructuras que trabajan a tracción o compresión simples, como los cables y arcos.

a Cables. Son estructuras flexibles por el contraste de proporción entre su dimensión transversal y su longitud. La carga se transforma en tracción y cambia la forma del cable.

b Arcos: Son estructuras de compresión y elementos básicos en la arquitectura. Los arcos generan fuerzas horizontales que se absorben mediante tensores. La forma del arco se elige según la función, sus propiedades constructivas y ventajas visuales y estructurales.



6.2.2.5 Sistemas de Vector activo. Estructuras en estados simultáneos de esfuerzos de tracción y compresión, tales como las cerchas planas y espaciales.

6.2.2.6 Sistemas de masa activa. Estructuras que trabajan a flexión, tales como las vigas, dinteles, pilares y pórticos.

a Vigas. Son los elementos estructurales más comunes, las cargas son en su mayoría verticales, ellas transmiten en dirección horizontal las cargas verticales.

b. Dinteles y Pilares. Son muy usados uno sobre otro en la construcción de grandes edificios; los dinteles apoyan los pilares y pueden llegar a resistir cargas verticales.

c. Pórticos. Es cuando se une de forma rígida el dintel y el pilar convirtiéndose en una viga o columna, es más resistente a cargas tanto verticales como horizontales.

6.2.2.7 Sistemas de superficie activa. Estructuras en estado de tensión superficial, tales como las placas, membranas y cáscaras.

a Placas. Son eficientes para transferir cargas concentradas y por tanto se distribuyen mejor las cargas sobre los apoyos.

b Membranas; Es una hoja de material delgada que desarrolla solamente tracción, deben contener un esqueleto interno para su estabilidad.

c Cáscaras: Su resistencia se obtiene dando forma al material dependiendo de las cargas que va a soportar.



6.2.3 Estructuras. “Las estructuras se pueden definir como los sistemas y diagramas tridimensionales resultantes de las fuerzas a las que resisten”.¹⁰

Una estructura esta formada generalmente por un conjunto de elementos básicos. La integración de estos elementos dependerá de las características de cada uno, intentando obtener la forma en la que el sistema estructural funcione con mayor eficiencia.

Las estructuras resisten cargas sin deformarse de forma excesiva y su función principal es la de transmitir las fuerzas de un punto a otro, sin perder la estabilidad.

En el mundo cotidiano todo aquello que existe posee una estructura y por medio de los sentidos se pueden percibir las formas que la componen.

Estructura y forma son elementos profundamente relacionados por la constante comunicación entre el ser y su entorno. Aquello que carece de una estructura definida es un fenómeno imperceptible o imaginario.

Lo que carece de forma, no existe para el ser humano; puede estar dentro de lo desconocido. No está ni dentro de lo habitual ni dentro de lo posible.

El hombre depende del conocimiento que posea de la estructura y el manejo que tenga de los aspectos que la caracterizan para lograr modificar la forma de su entorno, ya que el existir del hombre obliga a una integridad atendiendo la adecuación estructural y su formalización creativa. En el aspecto creativo se integran forma y estructura enriqueciéndose mutua y simultáneamente buscando lo funcional y la limpieza formal.

¹⁰ . Lozano Crespo, Pedro; Garceran Piqueras, Rosa. El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. Universidad Complutense de Madrid. España. 2006.



6.2.4 Elementos estructurales básicos.

6.2.4.1 Elementos lineales: “Los elementos más sencillos que pueden identificarse en una estructura son aquellos que se moldean como líneas, o sea que tienen una de sus dimensiones mucho mayor que las otras dos”.¹¹

6.2.4.1 Elementos Planos: Es un grupo importante de elementos estructurales básicos. Se identifican con el nombre genérico de placas, y dependiendo de su función principal que desempeñen obtienen nombres más específicos.

Estas placas son utilizadas en sistemas de piso o techo cuando están apoyadas en sus bordes o diferentes puntos. Cuando están apoyadas solo en sus bordes en la misma dirección funcionan como una viga ancha y transmite la carga a sus dos apoyos.

6.2.5 Diseño Estructural. Los conceptos de los cuales depende el diseño estructural son los mismos a contemplar en la construcción de edificios y puentes como la resistencia, flexión, materiales y cargas, entre otros.

El diseño consta de procesos de construcción, y todos estos procesos están enfocados a la creación de estructuras, ya que es necesario el ensamble de piezas de igual o diferente material. La conformación de una estructura depende del material que se vaya a usar y de las cargas a las cuales será sometido.

Ya en el desarrollo de un diseño estructural es posible seguir dos tendencias: la primera es permitir que desde el exterior del objeto se observe la estructura que lo constituye; esta tendencia es llamada diseño organicista.

¹¹. Vitiello Nelly, Quezada Ameli, Martínez José. UNIBE. www.arqhys.com/arquitectura



La segunda tendencia es el diseño estructural como tal, que siempre tendrá como objetivo ocultar la estructura de la cual parte el objeto.

6.2.5.1 Sistemas Estructurales básicos

a Estructuras de apilamiento: El apilamiento es el sistema más básico y sencillo, el apilamiento es agrupar secciones en diferentes direcciones dependiendo de la función para la cual está destinada la estructura. El ladrillo es el más claro ejemplo, donde un módulo se apila en dos direcciones, contemplando la posibilidad de gradar la forma y tamaño del módulo, obteniendo la conformación de diferentes estructuras como los arcos utilizados a lo largo del tiempo.

b Estructura textil: Estas estructuras se encuentran en la naturaleza de origen animal o vegetal, o que las crea el hombre al tejer fibras naturales o sintéticas.

Una técnica basada en estas estructuras es el fieltro, que consiste en humedecer fibras naturales para luego tejerlas y ubicarlas sobre una superficie plana a la cual se le prensará hasta que sequen, de este procedimiento se origina el papel, como claro ejemplo de las inmensas posibilidades que ofrecen este tipo de sistemas estructurales.

Otro ejemplo es la cestería que esta basada en tejer fibras naturales de manera radial, de aquí partió la creación de los diferentes textiles, los cuales ya no solo dependen de fibras naturales sino también de fibras sintéticas.

c Estructuras ligeras: “Es aquella construcción que utiliza materiales y geometrías orientadas a optimizar el espacio, el peso, los costes económicos y las



operaciones de construcción utilizando sistemas como estructuras reticulares, la tenso estructura y sistemas mixtos”.¹²

Es importante puntualizar en que la resistencia de una estructura no depende de la cantidad de material que la conforme sino de la geometría con la cual se construya.

d Tenso-estructuras de Membrana: Estos sistemas tienen la posibilidad de cubrir grandes espacios, aportando ventajas en economía y facilidad de construcción. Además permiten obtener un aspecto formal original, elegante y dinámico a través de todas las posibilidades de curvatura a las cuales se logra adaptar.

6.3 LA LANGOSTA

6.3.1 Generalidades. “La langosta es un insecto ortóptero de la familia de los acrididae, caracterizado por su gran facilidad para migrar de un sitio a otro y, en determinadas circunstancias, reproducirse muy rápidamente llegando a formar devastadoras plagas capaces de acabar con la vegetación de grandes extensiones de terreno.”¹³

Se le denomina langosta a cada uno de los miembros que componen los grandes grupos de saltamontes. Los saltamontes generalmente no vuelan a pesar de que disponen de alas. Solo cuando se juntan grandes grupos de individuos de su misma especie liberan las hormonas apropiadas para activar las alas y de esa manera poder desplazarse a otros territorios, evitando la competencia por el alimento.

¹² . DI BARTOLO Carmelo. Costruzioni Leggere Nell archile. IED. M. Pag 90

¹³ . <http://es.wikipedia.org/w/index>.



La langosta es un insecto alargado y vistoso, si se contempla su cabeza con una lupa se puede notar sus grandes ojos múltiples y delicadas antenas. Las patas anteriores son más cortas y las traseras alargadas.

Las alas membranosas se doblan bajo el primer par de alas endurecidas que constituyen una especie de protección para estas.

A través de la historia la langosta ha sido citada como una plaga causante de terror ya que suelen abatirse sobre cultivos, devorándolos en poco tiempo.

En muchos casos los grupos de langostas dejan regiones ricas en vegetación y se posan en zonas mas pobres contradiciendo el pensamiento de que sus migraciones masivas son a causa del hambre.

En este aspecto existen dos tipos de langostas: una sedentaria que no se mueve de su lugar de origen y se reproduce en cantidades moderadas y otra emigrante de reproducción más rápida y masiva.

Es notable que estos animales se les denomina cantadores, aún cuando el término está mal utilizado por que en su boca no está el origen del ruido que monótonamente producen. «El canto típico lo producen al frotar los fémures contra unas nerviasiones de los elitros o alas anteriores endurecidas. En la base de estas alas se halla una formación circular, a modo de membrana vibrátil capaz de ampliar el sonido por el roce anteriormente citado. Estos insectos a pesar del ruido que producen son amantes del silencio.¹⁴

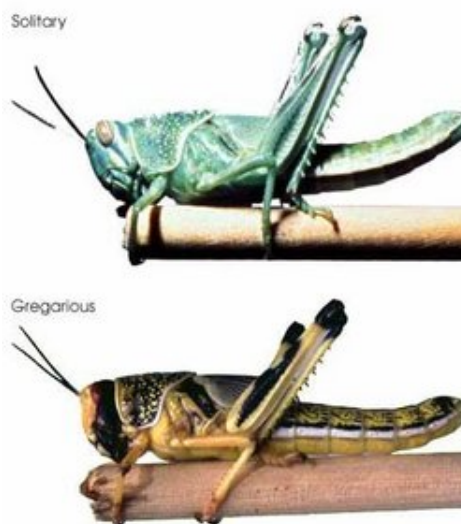
Una de las posibles diferencias entre el saltamontes y la langosta es su comportamiento. Los saltamontes tienen costumbres solitarias poco activos y no muy dañinos, en cambio la langosta es gregaria y muy activa, dotadas de un apetito devorador y formadores de plagas en varios lugares del mundo.

¹⁴ . <http://elcarmelo.aldeae.net>



Hacia el año de 1920, el doctor Uvarov se ocupaba del estudio de los saltamontes. En su laboratorio mantenía en jaulas saltamontes para el posterior análisis, después de un tiempo descubrió que en la jaula había saltamontes de color oscuro. Seguro de no haber cometido un error en la recolección de los objetos de su estudio, descubrió que al mantener los saltamontes caracterizados por ser tranquilos y solitarios, en grupos se convierten en las conocidas langostas, gregarias, (voraces y activas). «Por tanto, no se trata de especies diferentes, sino de una sola que se presenta bajo dos aspectos muy diferentes, hoy conocidas con nombres en su fase solitaria y en su fase gregaria¹⁵.

Figura 5. Fase solitaria y fase gregaria



Fuente: Disponible en internet: <http://es.wikipedia.org>

Uvarov comprobó también que las langostas pueden revertir a la fase solitaria cuando están sometidas a condiciones de baja población. Y existen también individuos que están en una fase intermedia, ya que la transición entre las dos

¹⁵ . RODRIGUEZ de la Fuente Felix, Enciclopedia SALVAT de la Fauna. Tomo 3. Pág. 97



fases son necesarias por lo menos tres generaciones. Lo que permite también entender la desaparición de las plagas.

Durante años la langosta no es más abundante ni dañina que cualquier otro saltamontes en las regiones que reúnen las condiciones adecuadas para su reproducción. Allí se perpetua la especie pero sin que su densidad sea grande y todos los individuos se encuentran por tanto, en la fase solitaria. En esta situación pueden transcurrir varios años, hasta que las condiciones cambien ligeramente. Quizá se trate de condiciones climáticas favorables, como una lluvia que viene a interrumpir un largo periodo de sequía y permite que la puesta se realice en condiciones óptimas, o también un año excepcionalmente malo que reduzca mucho los lugares favorables para la puesta y obligue a las langostas a concentrarse en unos pocos puntos.

Bajos los efectos de aglomeración se desencadenan los procesos que conducen al gregarismo y si estas condiciones se mantienen durante un par de generaciones más, es posible que la zona donde han permanecido se cubra de una abundante y amenazadora masa de saltamontes que luego de varias mudas, se convierten en individuos alados. Poco después la nube emprende vuelo y avanza inconteniblemente, arrastrando consigo a las demás langostas que encuentra a su paso.

A medida que avanzan, las langostas se reproducen cuando encuentran condiciones favorables y así, la plaga se hace cada vez mayor hasta que circunstancias climáticas adversas hacen fracasar una puesta. Se rompe entonces el eslabón entre dos generaciones de langostas gregarias, pues los escasos sobrevivientes, no sometidos ya al efecto de aglomeración, revierten hacia la fase solitaria y la plaga se esfuma.

“Las langostas constituyen una amenaza permanente para más de trescientos millones de personas en África y Asia. Tan pronto como se dan condiciones



favorables para la puesta, se desencadena una serie de procesos fisiológicos que convierte a los recién nacidos en voraces langostas gregarias, cuyas nubes avanzan a favor del viento arrasando la vegetación a su paso.”¹⁶

6.3.2 Clasificación.

6.3.2.1 Orden Ortóptero. La langosta pertenece al orden Ortóptero que contiene la mayoría de insectos comedores de plantas y algunos son muy destructores de vegetación, unos pocos son depredadores y otros algo omnívoros en su alimentación.

Los ortópteros pueden ser alados o ápteros. Las formas aladas generalmente tienen cuatro alas; las alas anteriores son generalmente largas y angostas, con muchas venas, y relativamente gruesas y se les conoce como tegmina (singular de tegmen). En la familia Tetrigidae las alas anteriores está reducidas a pequeñas estructuras escamiformes; las alas posteriores son membranosas y anchas, con muchas venas y durante el reposo son generalmente plegadas como abanico bajo las anteriores. El cuerpo es elongado y los cercos están corrientemente bien desarrollados. Muchas especies tienen un largo ovipositor, a menudo tan largo como el cuerpo. Las piezas bucales son de tipo masticador y la metamorfosis es simple.

La metamorfosis de los ortópteros es sencilla.

Especies típicas:

- Chicharra (de 3 a 6 cm.)
- Langosta migratoria (de 2 a 7 cm.)
- Grillo campestre (3 cm.)

¹⁶. RODRIGUEZ de la Fuente Felix, Enciclopedia SALVAT de la Fauna. Tomo 3. Pág. 97



- Alacrán cebollero o grillo topo (de 3 a 7 cm.)

Las chicharras suelen ser de color verde y abundan en praderas húmedas.

Los saltamontes y chicharras producen los chirridos rozando las patas contra las alas, y los grillos por el roce de un ala sobre otra.

Los grillos poseen unas rugosidades en los élitros que producen, al rozarse, un chirrido característico.

6.3.2.2 Subclase Pterygota. Reúne generalmente insectos alados o que poseen en su parte interior de los pleurones torácicos, estructuras relacionadas con el desarrollo de alas (ancestros alados).

Los pterygotos, con raras excepciones; poseen cada pleurón torácico dividido por una sutura pleural en dos partes: el episternum y el epimeron y la pared del tórax reforzada internamente por una furca y una fragmata. Algunos pterygotas carecen de alas, pero esta condición es secundaria, los pterygota sin alas han evolucionado de ancestros alados.

6.3.2.3 Clase Insectos. Los insectos representan del 75% al 80% de todos los integrantes del reino animal y se han descrito alrededor de un millón de especies. Se encuentran distribuidos por todo el mundo, ocupando principalmente ecosistemas terrestres y dulciacuícolas. La mayor riqueza de especies se ubica en las regiones cercanas al Ecuador y va disminuyendo conforme se acercan a los polos.

Los insectos se abrieron paso por doquier, invadiendo y monopolizando todos los rincones habitables, aprovechando la más insignificante fuente de alimento.

A medida que este reino iba colonizando el planeta, se fueron formando especies con características distintivas que les permitían adaptarse a su ambiente y forma de vida. La evolución masiva de los insectos afectó de manera profunda la evolución de las plantas y de los restantes animales que estaban en contacto con



ellos. Cada uno de estos últimos es actualmente resultado de la influencia de los insectos sobre sus antepasados.

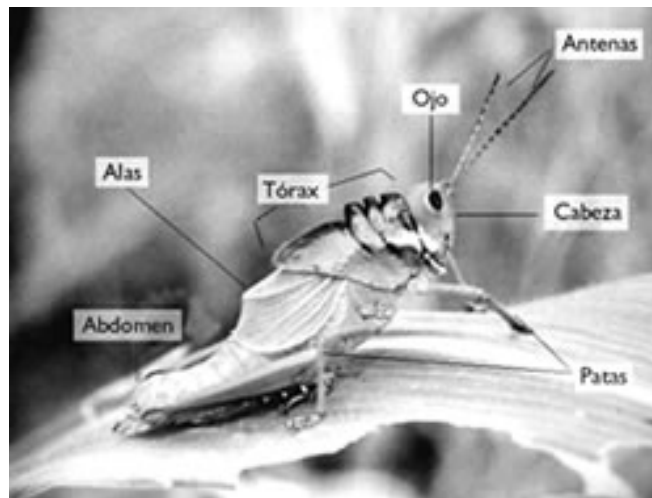
Los insectos son reconocidos por las siguientes características generales:

- Cuerpo dividido en 3 regiones: cabeza, tórax y abdomen.
- Simetría bilateral.
- Presentan metamorfosis (cambio en forma).
- Apéndices articulados.
- Son los únicos artrópodos que tienen alas.
- Tienen exoesqueleto (esqueleto externo).
- Tres pares de patas articuladas en los adultos (con algunas excepciones).
- Dos pares de alas en los adultos (con excepciones).
- Sistema circulatorio abierto.
- Cordón nervioso ventral.
- Sistema respiratorio con tráqueas.
- Sistema excretor representado por tubos de Malpighio.

La forma, tamaño y color varían significativamente.



Figura 6. Partes del cuerpo de un chapulín



Fuente: Disponible en internet: <http://correodelmaestro.com>

6.3.2.4 Filo Arthropoda. El *phylum* Arthropoda se divide en tres grandes *subphyla*: a) el de los Trilobitomorpha, que comprende a todas las formas fósiles de trilobites; b) el de los Chelicerata, el cual tiene queléceros y pedipalpos (sin antenas y sin mandíbulas), donde se agrupan cacerolitas de mar, arácnidos, ácaros y arañas de mar y, c) el de los Mandibulata, que se caracteriza por tener antenas y mandíbulas (sin queléceros ni pedipalpos) que incluye a los crustáceos, diplópodos, chilópodos y a los insectos.

Por muy diversos motivos, el hombre conoce muy bien a los artrópodos. Insectos como mariposas, escarabajos, chapulines, etc., llaman la atención por su relativo gran tamaño, sus vivos y llamativos colores y porque son los únicos invertebrados capaces de volar gracias a que tienen uno o dos pares de alas. Otros insectos, como los mosquitos, moscas, pulgas, piojos, chinches, etc., tienen que ser soportados frecuentemente por los seres humanos y los animales superiores como plagas muy molestas que, además, pueden ocasionar daños más o menos serios a su salud, no sólo por las toxinas que inyectan al alimentarse de ellos, sino por los gérmenes patógenos que suelen transmitir y que son causa de numerosas y graves enfermedades.



Otras especies están catalogadas como plagas muy perjudiciales y destructoras de una gran variedad de plantas, así como de granos y otros productos almacenados.

6.3.3. Morfología Externa. La cabeza, cráneo o cápsula cefálica es la primera región del cuerpo de un insecto. En ella se encuentra un par de antenas de distintas formas y tamaños que cumplen una función sensorial, un par de ojos compuestos capaces de percibir imágenes y pueden existir 2 ó 3 pequeñas unidades llamadas ocelos que actúan como receptores de los cambios de intensidad de luz. Además, en la cabeza se localiza el aparato bucal, estructura relacionada con la alimentación de los insectos que puede ser: masticador, raspador-chupador o chupador.

Figura 7. Esquema de la cabeza de una langosta



Fuente: Correodelmaestro.com

El tórax está situado entre la cabeza y el abdomen. En él se encuentran los órganos locomotores, adaptados a cumplir una función determinada como saltar, caminar, cavar, nadar, excavar, posarse, colgarse, coleccionar polen, sujetarse y oír, entre otras, y las alas que permiten el vuelo. El tórax está compuesto de tres partes o segmentos: La primera es la que porta el primer par de patas; la segunda contiene las patas medias, además de incluir el primer par de alas (cuando



existen) y de la tercera salen las patas posteriores y el segundo par de alas (cuando existen).

El abdomen (la tercera región), es la parte posterior del cuerpo de los insectos. En él no hay patas o apéndices articulados. Está compuesto de segmentos que se unen entre sí por membranas intersegmentales que se extienden permitiendo los movimientos, en particular los respiratorios, la distensión del abdomen durante la maduración de los huevos y su alargamiento durante la postura. En el abdomen se ubica la mayor parte de los sistemas del insecto, como el reproductor, excretor y las vísceras. En cada segmento abdominal se puede observar un par de orificios en forma de ojal llamados espiráculos a través de los cuales penetra el aire al aparato respiratorio.

En el abdomen existen dos tipos de apéndices: los asociados con la reproducción y los no asociados con ésta. Los últimos, llamados cercos, se localizan en los segmentos terminales y son estructuras de función sensorial (detectan cambios en la dirección del aire, de temperatura, de humedad, etc.); en algunos casos sirven al animal como defensa. Los apéndices asociados con la reproducción reciben el nombre de genitales externos o aparato genital y se localizan a partir del octavo segmento en las hembras y a partir del noveno en los machos (en los ortópteros).

6.3.3.1 Exoesqueleto o esqueleto externo. Los insectos presentan una estructura que los cubre totalmente, llamada exoesqueleto o esqueleto externo. Esta pared es resistente y le da protección y forma al cuerpo. A la capa externa se le llama cutícula

El color de un insecto se debe al efecto óptico de la luz sobre la superficie de la pared del cuerpo que cuenta con un pigmento. El color metálico iridiscente es resultado de la refracción de la luz.

La pared cuenta con numerosos procesos externos e internos. Los externos incluyen las setas, espinas y escamas. Algunos de ellos están constituidos



únicamente por cutícula aunque siempre incluyen las tres capas de la pared. Las setas tienen un crecimiento hacia el exterior de las células epidérmicas y otras tienen un origen multicelular. Los procesos externos de la pared son plegaduras hacia dentro del organismo. A las invaginaciones de la pared del cuerpo se les llama apodemas y se pueden observar externamente en forma de estrías (sutura). Los procesos internos proporcionan áreas para la inserción de los músculos y fortalecen o refuerzan la pared.

Figura 8. Tipos de aparatos bucales en los insectos



Fuente: Correodelmaestro.com

6.3.3.2 Apéndices articulados. La mayoría de los adultos cuenta con tres pares de patas articuladas que están formadas por cinco piezas: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso.

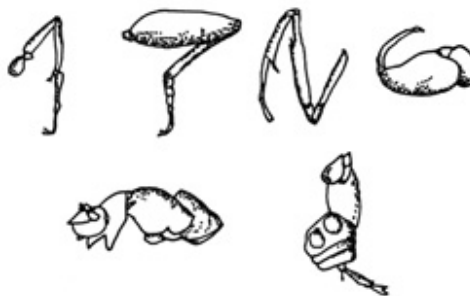
La principal función de las patas es la locomoción pero existen varias modificaciones de acuerdo con las funciones auxiliares que llevan a cabo. Los grillos topos tienen las tibias delanteras muy robustas y con extensiones para poder utilizarlas en la excavación. En los insectos saltadores los fémures de las patas posteriores están muy desarrollados en comparación con aquellos que utilizan poco sus patas.

La presencia de alas en los insectos ha sido una ventaja muy grande en su lucha por la existencia. Las alas los capacitan para movilizarse ampliamente con el fin de encontrar alimento adecuado para alejarse rápidamente de sus enemigos y



otros peligros (para dispersarse, para encontrar parejas y para localizar sitios para anidar que no sean accesibles a muchos de sus enemigos naturales). El número de alas en los insectos varía entre los diferentes órdenes. Los insectos nunca tienen alas funcionales sino hasta que están completamente desarrollados, o sea, en su forma adulta, aunque muchos insectos adultos no las poseen.

Figura 9. Tipos de patas de los insectos



Fuente: Correodelmaestro.com

En los diferentes órdenes las alas varían muchísimo en forma y apariencia y son estructuras muy importantes en la clasificación de los insectos. La mayoría de los nombres de los insectos terminan en *ptera*, que significa ala. Así, los Díptera (moscas) son los insectos de ‘dos alas’, los Coleóptera (escarabajos, mayates) son los insectos de ‘alas de estuche’, los Lepidóptera (palomillas y mariposas) son los insectos con ‘alas de escamas’, los Hemíptera (chinchas verdaderas) tienen ‘medias alas’, los Hymenóptera (avispas, abejas) son los insectos de ‘alas membranosas’ y los Orthoptera (chapulines, langostas entre otros) poseen las ‘alas rectas’.

6.3.4. Metamorfosis. Se le llama metamorfosis al cambio de forma que sufre la mayoría de los insectos a lo largo de su ciclo de vida.



Inician ésta, generalmente siendo huevos de fuertes caparazones con gran capacidad para resistir las condiciones más adversas. Los huevos de los insectos muestran gran variedad de formas y colores.

Los individuos que surgen del huevo pueden tener tres tipos de forma. Los insectos primitivos, como los apterigotos (sin alas), surgen como reproducciones a pequeña escala de los adultos y llegan a la madurez rompiendo los exoesqueletos que les van quedando demasiado justos. Así, desde que deja el huevo hasta que muere el insecto es igual, salvo por el hecho de que aumenta de tamaño y madura sexualmente al avanzar su edad.

El segundo tipo de desarrollo incluye una etapa diferenciada antes de la madurez. El animal no sale del huevo como un adulto en miniatura, sino como ninfa. Ésta se parece al adulto en muchos aspectos, pero presenta diferencias importantes. Por ejemplo, en los insectos alados las ninfas carecen de alas. En algunos casos las ninfas emergen de huevos depositados en el agua y pasan su fase de estado inmaduro (náyade) respirando bajo el agua mediante branquias, como las libélulas y de caballitos del diablo. Ahí maduran y crecen hasta estar listas para salir como adultos. En cierto momento, se desprenden de su exoesqueleto por última vez y empiezan a respirar aire; unos brotes en el tórax, invisibles en las ninfas, se hacen alas y, por fin, se vuelven insectos adultos. La secuencia huevo-náyade-adulto, en la que la aparición de las alas marca la etapa final del desarrollo, se llama metamorfosis incompleta.

El tercer tipo de metamorfosis es aquella en que el individuo sale del huevecillo con una forma totalmente diferente a la que tendrá de adulto. El insecto, al salir del huevo, es conocido como larva y ésta, muy frecuentemente, vive en un ambiente diferente y tiene distintos hábitos que el animal adulto. Las larvas suelen tener piezas bucales masticadoras aunque los adultos las tengan de perforación o succión; carecen de ojos compuestos y pueden tener pares adicionales de patas



en el abdomen o carecer totalmente de ellas. Las larvas antes de llegar a la edad adulta deben pasar por una etapa llamada pupa o crisálida.

Figura 10. Diferentes estadios ninfales de un chapulín



Fuente: Correodelmaestro.com

En los insectos, los grandes cambios se producen después de salir del huevo. Esto se debe a que el crecimiento del insecto está marcado por una serie de aumentos bruscos y visibles de tamaño en cada muda del exoesqueleto. Entre las mudas, el insecto vive períodos en que le es imposible crecer a causa de la pared del cuerpo (exoesqueleto) que lo envuelve. Estos períodos de tamaño estático terminan con un crecimiento súbito que hace que el insecto se arrugue y comprima dentro de su armadura. A ello sigue la muda, y el insecto ya libre, transforma su crecimiento casi imperceptible en un crecimiento visible porque su nuevo exoesqueleto puede expandirse. En esencia, el exoesqueleto de un insecto se compone de una capa exterior dura y una interior más flexible situadas ambas sobre la delgada capa de células vivas que podría llamarse “piel”.



7. DESARROLLO PROYECTUAL

7.1 DESCRIPCION DE LA METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta las metodologías planteadas anteriormente, la más adecuada es la última de las descritas, la cual tiene como orden:

Problema Proyectual-Investigación Biónica-Procesos Metodológicos-Proyectos.

Esta metodología es ideal para procesos de biónica aplicada donde existe un equilibrio entre la investigación en el área de análisis biónico y el desarrollo proyectual. Con la posibilidad de ubicarse en la fase de desarrollo proyectual y recurrir a la base de datos ya sea obtenida previamente o durante el proceso; para obtener la información necesaria que permita avanzar en el proyecto al solucionar las dudas encontradas durante el proceso.

El objetivo es describir y analizar una situación en términos de un problema de diseño, y utilizar esta descripción para buscar en la naturaleza un sistema que por analogía logre solucionar nuestro problema inicial. Posteriormente abstraer del objeto natural los principios morfológicos funcionales potencialmente en la solución y aplicables al desarrollo proyectual.

En el método utilizado se realizó una relación de forma directa con el objeto natural seleccionado sin omitir el haber recurrido a personas especializadas en este caso biólogos y entomólogos.

Se partió de la descripción del problema de forma general a causa de la limitante de no tener claridad en ese punto, de la aplicación para la cual se hace la investigación, posteriormente se analizó el objeto natural previamente seleccionado.



La metodología a seguir contiene el siguiente orden:

- Descripción del problema
- Análisis del objeto natural
- Identificación de los principios morfológicos
- Alternativas formales
- Evaluación de las alternativas
- Selección de alternativa final
- Evolución de la alternativa
- Posibles aplicaciones
- Evaluación de las alternativas de aplicación
- Selección de la aplicación
- Requerimientos de la situación de diseño, teniendo en cuenta la aplicación seleccionada
- Alternativas
- Evaluación de alternativas
- Selección de alternativa final
- Evolución
- Construcción del modelos
- Construcción de el modelo funcional

7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es importante recalcar que en ese punto no se tenía claro la aplicación para la cual sería diseñado el sistema estructural, por tanto se realizó una descripción y análisis del problema de forma general, teniendo siempre como limitante esta falencia.



7.2.1 Problema de Diseño. Sistema estructural de crecimiento multidireccional.

Sistema estructural: Un sistema estructural tendrá siempre una forma única que es consecuencia de las características y propiedades dependientes de la función para la cual fue diseñado. De forma general, debe poseer resistencia a diferentes esfuerzos, formas geométricas que dependen de la distribución de las fuerzas a soportar; también debe caracterizarse por tener rigidez, ductibilidad y eficiencia.

Estructura: Una estructura está conformada por una serie de elementos básicos intentando aprovechar al máximo las características de cada elemento. La estructura es un cuerpo capaz de soportar fuerzas sin que esto represente una relevante deformación. Una de las funciones que debe cumplir es la de transmitir las fuerzas de un punto a otro sin perder su estabilidad. Su principio básico es el de lograr la mayor eficiencia con el menor gasto de material.

“Es la manera de conseguir la mayor resistencia con el menor material, mediante la utilización más apropiada de los elementos, dentro de la mejor forma para el uso previsto, y con aquellos elementos contruidos del material más apropiado para la tensión que deben soportar. Existe una perfecta forma estructural para cada propósito. Que tendrá la cantidad de material necesario para soportar la resistencia sin ser o estar sobredimensionado.”¹⁷

Las fuerzas que generalmente operan en una estructura son:

Compresión: La compresión es una presión ejercida sobre un elemento que causa una disminución de su volumen. Muchas veces actúa de forma simultánea con otras fuerzas como son la flexión, cizalladura y la torsión. La compresión se da cuando se aplican dos fuerzas de dirección contraria que tienden a juntarse; a un mismo elemento, algunos elementos por los materiales de los cuales están

¹⁷ Williams Christopher. Los Orígenes de la Forma. Ed Gustavo Pili. Barcelona. 1983.



constituidos son capaces de resistir este tipo de esfuerzos, pero puede ocurrir una deformación del material de forma excesiva hasta llegar al colapso. Lo que normalmente ocurre cuando un elemento es sometido a compresión es que tiende a deformarse aumentando su sección transversal y a su vez disminuye su sección longitudinal. La compresión también es definida como la expresión directa de la gravedad, que atrae todo hacia el centro de la tierra. La gravedad mantiene firme a casi todas las estructuras creadas por el ser humano. Las formas arquitectónicas y naturales que fueron creadas para soportarla son gruesas y cortas como la pata del elefante o la columna de mármol.

Tensión: La tensión son dos fuerzas colíneales aplicadas a un elemento con direcciones contrarias y que tienden a separarse, lo que normalmente le ocurre a un elemento bajo tensión es que aumenta su sección longitudinal y disminuye su sección transversal, si la fuerza aplicada no supera su límite elástico, el material vuelve a su longitud original, pero si rebasa el límite el material obtendrá una deformación plástica en la que no recupera su forma original. La tensión es opuesta a la compresión y donde existe una debe existir la otra. La telaraña y el paraguas son estructuras de tensión, son delgadas, ligeras y lineales en apariencia. Existen estructuras de tensión que no necesitan de elementos sólidos como el paracaídas y el globo; ya que el aire o gas actúan como elemento de compresión dentro de las membranas convirtiéndolas en elementos de tensión.

Torsión: Ocurre cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal del elemento, que generalmente tiene una dimensión que predomina sobre la otra. La torsión deriva de las otras fuerzas. Un buen ejemplo de esta, es en el momento de conducir, las manos hacen girar el volante del automóvil, ejerciendo una fuerza de torsión que es transferida también a las ruedas. La torsión es un doblamiento especializado y circular.

Cizallamiento: Es la tensión que actúa de forma paralela al área y origina una deformación por fractura. El cizallamiento puede derivar de la compresión y la



tensión en diversas combinaciones. Cuando dos fuerzas presionan en direcciones opuestas pero desencajadas, resbalan una junto a la otra, y se hace presente el cizallamiento. Este es una alineación con la fuerza procedente de una dirección.

Con referencia al diseño, la estructura da un orden y predetermina las relaciones internas de este; algunas veces conciente y otras inconscientemente. Puede llegar a ser formal, semiformal o informal. La estructura gobierna la manera en que una forma es construida, o la manera en que se unen una cantidad de formas. Es la organización espacial general, el esqueleto que esta detrás del entretejido de la figura, color y textura.¹⁸

7.2.1.1 Función. La función que debe desempeñar el sistema estructural es la de sostener y resistir cargas y fuerzas que dependerán de el entorno en el que fue ubicado consecuencia de la aplicación para la cual fue desarrollado. Debe ser creciente. Variar su ubicación en diferentes direcciones.

7.2.1.2 Traducción Morfológica. Estructura compuesta de elementos básicos legibles explícitamente que permitan el crecimiento de la estructura en dos o más direcciones y que como consecuencia permita la aplicación en diferentes campos de la industria.

7.3 ANÁLISIS DEL OBJETO NATURAL

Es importante aclarar que el objeto a analizar se seleccionó de forma preliminar, por la riqueza formal que contiene los elementos naturales pertenecientes a la clase insecta, y al orden ortóptero; elegido por el grupo de investigación en biónica de la Escuela de Diseño industrial, de La Universidad industrial de Santander; como primer grupo a analizar. A partir del cual se obtendrá una base de datos y posteriormente proyectos enfocados a diferentes áreas.

¹⁸ Wucius Wong, Fundamentos del diseño. GG Diseño. Pag 246.



7.3.1 Abstracción. La abstracción es tomar el sistema natural que se ha elegido, y separarlo de su entorno habitual, y como consecuencia este se convierte en un objeto natural.

El objeto natural elegido para analizar es:

Nombre común: Langosta

Phyllum: Arthropoda

Subphyllum: Mandibulata

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Orthoptera

Familia: Acrididae

7.3.1.1 Métodos de Trampeo. Para abstraer el sistema natural, existen ciertos métodos de captura especializados en insectos:

a Trampas Activas: Estas trampas atraen al insecto por medio de luz, colores, cebos naturales o químicos.

Trampas de luz: Atraen al los insectos por medio de la utilización de luz a alto nivel, lo cual altera los dispositivos fotorreceptores, y hacen que los insectos se dirijan a la fuente de iluminación. Es necesario que el nivel de contraste entre el ambiente y el foco sea total, por tanto es preciso evitar que existan en las proximidades de iluminación de edificios o casas. Es frecuente el uso de lámparas de vapores de mercurio y los tubos de luz fluorescente.



Un problema común es el deterioro de los insectos después de la captura, algunas veces se utiliza un anestésico que los inmovilice aunque lo ideal es la utilización de vapores de cianuro como mortífero. Otro método mas sencillo es el de ubicar una tela blanca extendida de forma horizontal y desde un nivel superior suspender una luz vertical directa a la manta, los insectos sufren menos el deterioro, y no logran huir después de ser atraídos a la manta.

Trampas de cebo: Es una trampa que es suspendida en un árbol con algún tipo de cebo que dependerá del insecto específico y el tipo de estudio a realizar y tienen una malla central que permiten que pase el olor del cebo.

b Trampas Pasivas: Son más apropiadas para estudios de biodiversidad o valoración cuantitativa de población.

Trampas Aéreas: Se suspende una malla cónica en dirección contraria al viento, la idea es interceptar el vuelo del insecto.

Trampa de Malaise: Se trata de una especie de tienda de campaña con paredes hechas en malla de colores oscuros o verdosos, con los lados de mayor tamaño abiertos, y en el lado de mayor altura se ubica un recipiente lleno de alcohol o vacío, su efectividad depende de la buena ubicación. Da buenos resultados con la ya que se captura varios insectos.

7.3.1.2 Conservación. Se pueden conservar en seco, o en líquidos, en este ultimo es frecuente utilizar el alcohol como medio de conservación, que es mas útil para transporte, ahorro de espacio, manipulación y observación.

Es importante se cuidadosos al transportarlos de el lugar de la captura a el laboratorio, es ideal transportarlos de forma individual en frascos de vidrio de boca grande o si es de manera grupal rociarlos con acetato de etilo, para que mueran y no se muerdan o lastime de forma que se deterioren y ya no sirvan para la observación.



a Conservación en Líquido: Normalmente los insectos que se conservan en medio líquido son los de tegumento blando, y casi siempre se usa el alcohol con la adición de algunas gotas de glicerina que ayuda a que no se endurezcan demasiado, se pueden conservar individual o de forma grupal.

b Conservación en seco: Lo que se hace es guardarlos en cajas de madera o cartón; para el montaje si no ha pasado mas de un día de la captura se puede realizar directamente fijándolos con alfileres entomológicos, pero si ha pasado mas tiempo y el insecto se ha endurecido se sumerge en un recipiente con sustancias como fenol o formol, y luego de 48 se puede proceder a fijarlos atravesándolos por la parte dorsal con el alfiler de grosor adecuado.

7.3.2 Observación del elemento natural. Es necesario observar el elemento natural en sus atributos formales y la manera mas adecuada es utilizando medios que me permitan plasmar y reflejar fielmente la morfología del sistema natural.

La langosta tiene forma alargada, y posee simetría bilateral. Es un insecto alado, lo que implica que posee cuatro alas, el par de alas anteriores son angostas, largas y con múltiples venas, algo gruesas y endurecidas que conforman una protección para el segundo par de alas. Estas últimas son membranosas, anchas y también son venosas.

Poseen tres pares de patas. Sus patas anteriores son mas cortas que las traseras que son alargadas. Sus patas están divididas en cinco segmentos: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso; el fémur están mas desarrollados en las patas posteriores ya que estas están adaptadas para el salto.

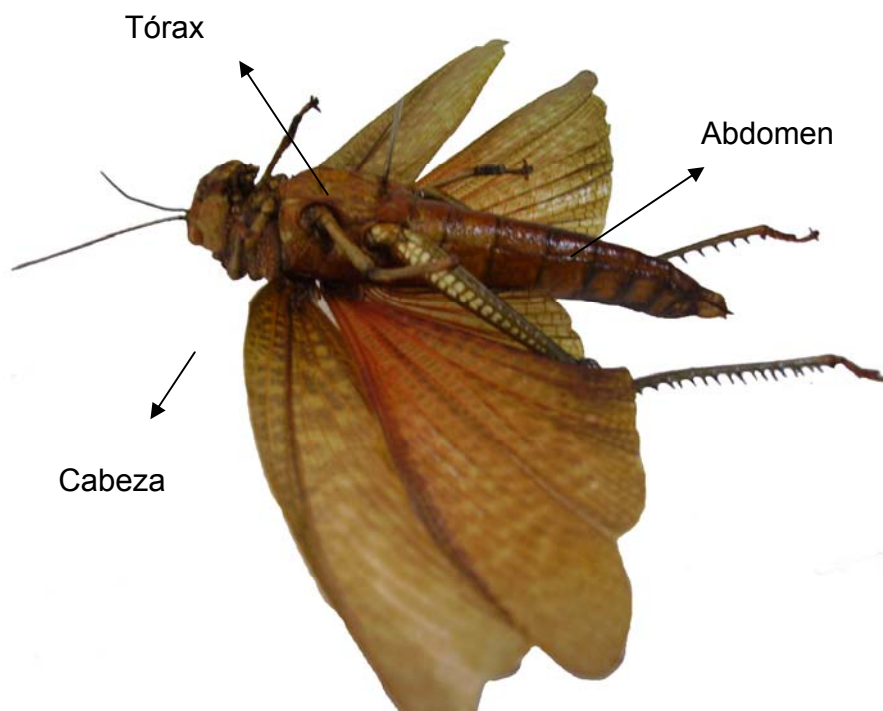
En su cabeza se encuentra un par de antenas largas y delgadas que cumplen una función sensorial. El tórax se ubica entre la cabeza y el abdomen; en el se ubican los tres pares de patas con funciones diversas tales como saltar, caminar, excavar, etc. El tórax se puede dividir en protórax en donde se ubican las patas



anteriores; el mesotórax que es la parte media del tórax, donde se ubican las patas medias y las alas anteriores; y el metatórax en donde se ubican las patas posteriores y las alas posteriores. El abdomen esta dividido en ocho o nueve segmentos tiene movimiento gracias a unas membranas que los une y estos son indispensables en procesos de respiración, reproducción y excreción. En el primer segmento abdominal se ubica su aparato auditivo.

La langosta tiene su cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen como se puede observar en la Fig. 11 y Fig. 12.

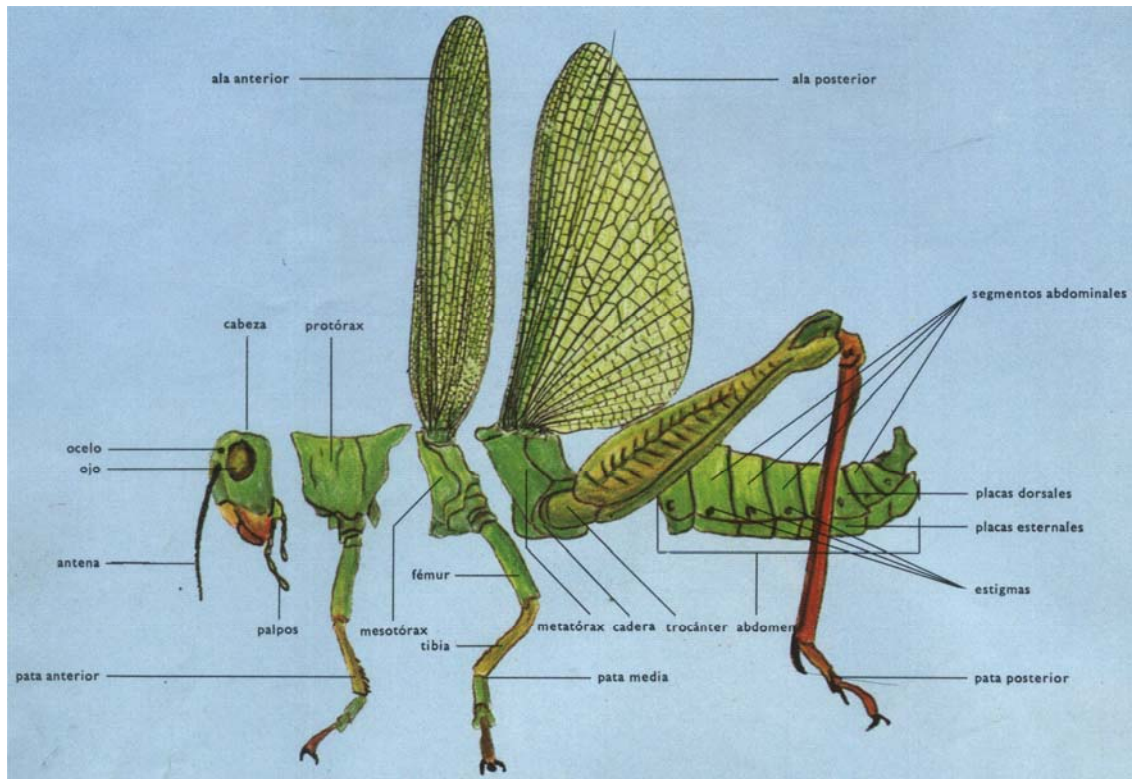
Figura 11. Partes de una Langosta



Fuente: Autor



Figura 12. Morfología externa de una langosta



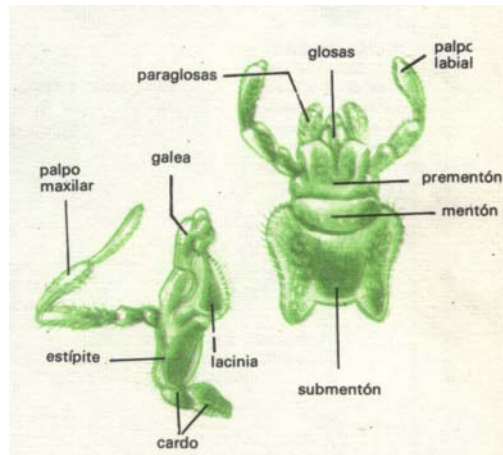
Fuente: Naturalia- Reportaje a los animales
Editorial la Foca

La cabeza esta conformada por el aparato bucal masticador, el cráneo, antenas, ojos y apéndices bucales. Esta constituida por el cráneo, las antenas, los ojos y los apéndices bucales. Y conformando el para bucal el labro (labio superior), el clípeo, situado tras el labro.¹⁹

¹⁹ Enciclopedia de la Ciencias Naturales. Zoología. Tomo 7. Ediciones Nauta, S.A.

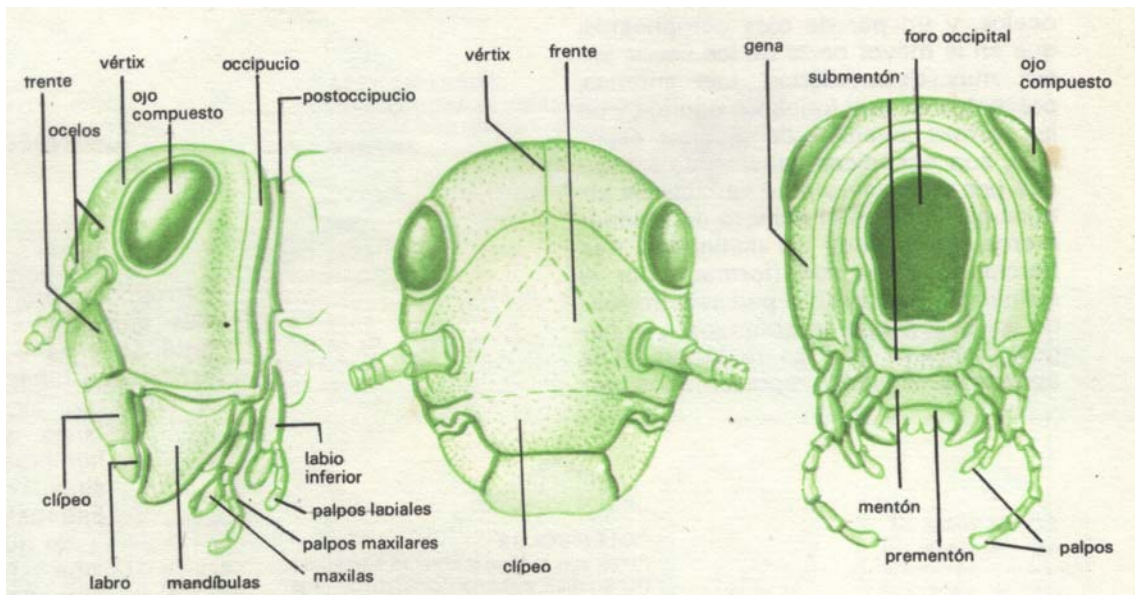


Figura 13. Apéndices bucales



Fuente: Enciclopedia de las ciencias Naturales

Figura 14. Cabeza de una langosta



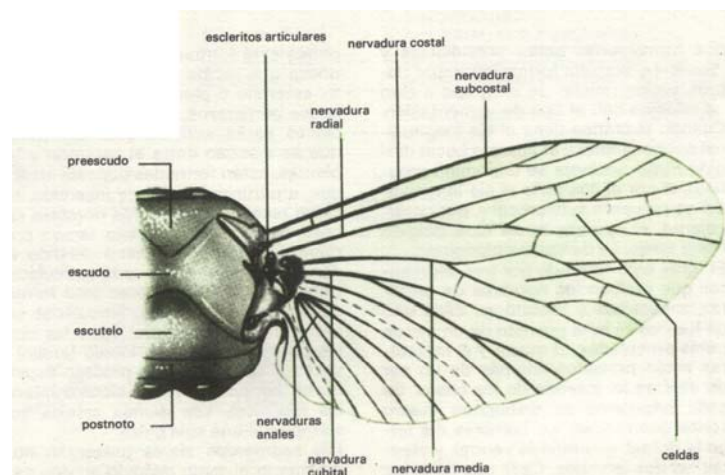
Fuente: Enciclopedia de las Ciencias Naturales
Ediciones Nuta



Las alas están recorridas por túbulos esclerificados que contienen hemolinfa, traqueas y fibras nerviosas.

Las nervaduras: Se distinguen las nervaduras costal, subcostal, radial (cuyo tramo posterior recibe el nombre de sector radial), media, cubital y anales (en número variables); estas nervaduras, todas están dispuestas longitudinalmente, pueden estar ligadas a nervaduras trasversales que determinan así la formación de celdas.²⁰

Figura 15. Esquema de un ala



Fuente: Enciclopedia de las Ciencias Naturales

7.3.3 Análisis Visual y Táctil. El análisis visual está conformado por percepciones de forma, color y luz, también puede incluir el estudio de las texturas basado en la interrelación de las percepciones anteriores.

El análisis táctil comprende características granulares de superficie, sensaciones superficiales, volumen tridimensional entre otras.

²⁰ Enciclopedia de las Ciencias naturales. Ediciones Nauta. Zoología. Tomo 7.



7.3.3.1 Simetría. Permite realizar un espejo al dividir el elemento con un eje sea horizontal o vertical, por tanto la mitad izquierda y derecha se pueden obtener al reflejar solo una de estas.

Figura 16. Simetría bilateral

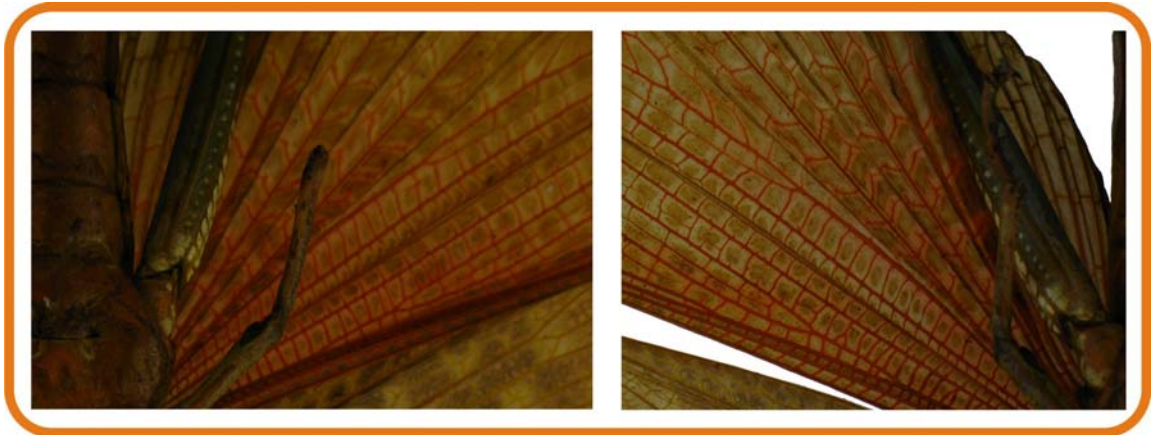


Fuente: Autor

7.3.3.2 Textura. La textura es la cercanía en una superficie de varias formas, se refiere también a las características superficiales y puede ser rugosa, suave, lisa, etc. Esta compuesta por la repetición de módulos. Puede tener variación de módulos y de concentración. Existe textura visual, que es la estrictamente bidimensional aunque es posible que evoque sensaciones táctiles. Y existe la textura táctil que no solo es visible si no que se puede sentir por la elevación sobre la superficie que da una tridimensionalidad.



Figura 17. Textura de las alas posteriores



Fuente: Autor

En las alas de la langosta encontramos una textura que varía en concentración, color, proporción y dirección. Al comparar las alas anteriores con las posteriores encontramos diferencias como colores más oscuros de las nervaduras de las alas posteriores y menor concentración en la textura.

Figura 18. Texturas de las alas



Fuente: Autor



En las alas anteriores el contraste entre el color de la membrana y de las nervaduras es menor, y la distribución de las nervaduras es más orgánica y desordenada. Tienen una textura visual que se forma por el contraste entre los tonos de la membrana, formas semicirculares en tonos muy claros se superponen al tono oscuro de la membrana.

Figura 19. Textura de las patas



Fuente: Autor

En las patas posteriores, más específicamente en el fémur encontramos una textura tanto visual como táctil, conformada por pocas formas de gran tamaño, que se suman con el contraste de color y la diferencia entre las superficies.

La textura de los segmentos del abdomen es lisa y de aspecto brillante similar a la que se encuentra en la parte inferior del tórax, en algunas áreas de la cabeza y en los segmentos de las patas como la tibia y el tarso.



Figura 20. Textura del mesotórax



Fuente: Autor

La textura del mesotórax y del metatórax en sus áreas laterales es rugosa ya que las formas semicirculares oscuras, son incisiones por debajo de la superficie, con variación en la concentración de estas y de tamaño.

Figura 21. Textura del Protórax



Fuente: Autor



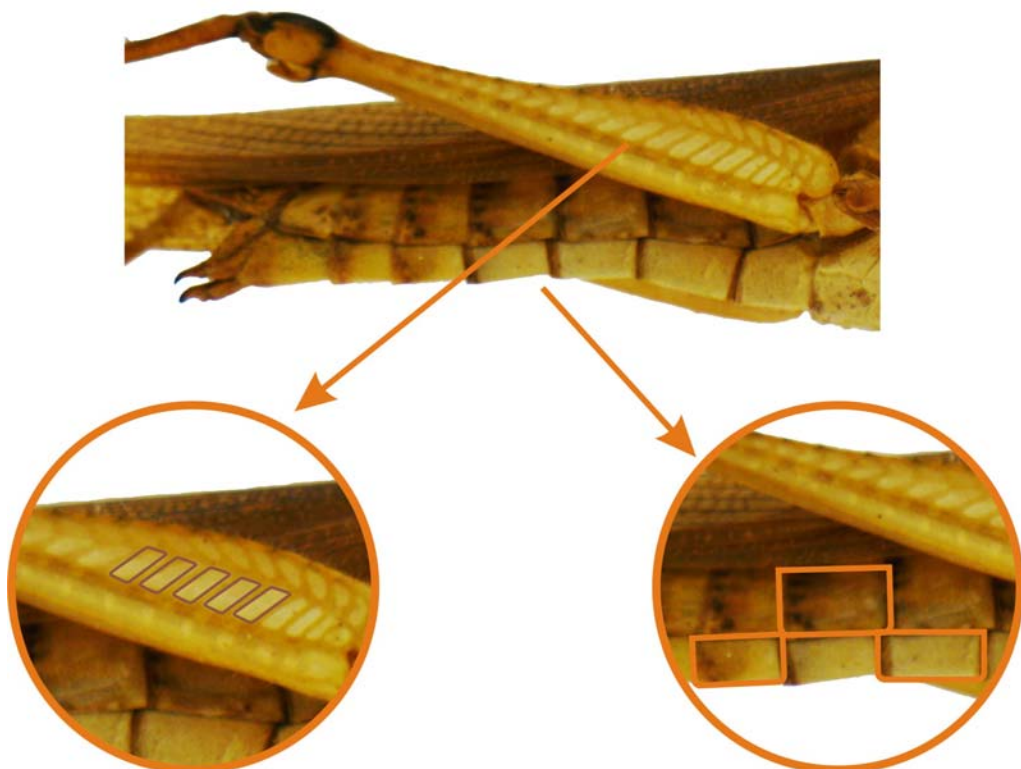
La textura que encontramos en el protórax es totalmente rugosa con una diferencia entre las alturas de la superficie, y el contraste entre los colores claros de formas orgánicas y la superficie oscura

7.3.3.3 Módulos. Es cuando el elemento está compuesto de formas idénticas o similares. La repetición de módulos es cuando utilizamos más de una vez un módulo.

En las patas posteriores en el segmento del fémur poseen una textura conformada a partir de la repetición de módulos que varían en forma y tamaño.

En el abdomen también podemos encontrar que está dividido en segmentos que a su vez son módulos que varían en proporción.

Figura 22. Módulos



Fuente: Autor

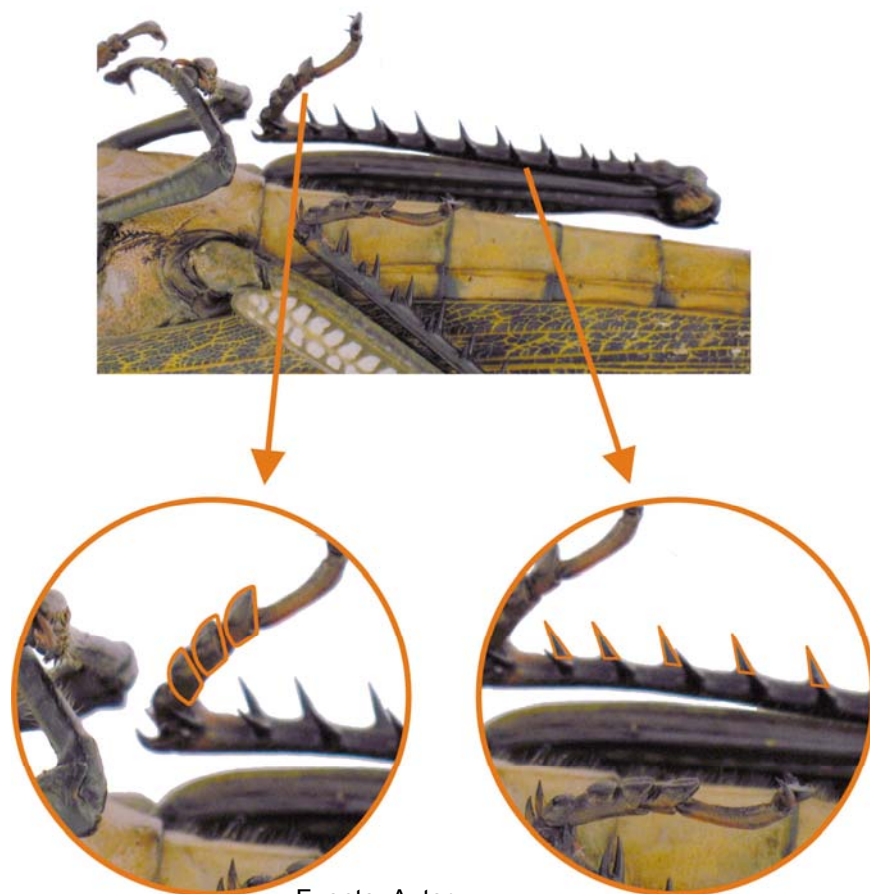


En los dos pares de patas, en los segmentos del tarso, en el área interna, encontramos la repetición de módulos muy similares. Otro tipo de módulos lo encontramos repetido y distribuido a cierta distancia es en el segmento de la tibia en las patas posteriores.

Otras partes como las antenas están conformadas por la repetición y gradación de módulos muy similares, en promedio veinte segmentos, que a partir de la cabeza van ampliando su longitud y disminuyendo su espesor.

Los palpos tanto labiales como maxilares que se ubican en los apéndices bucales están conformados también a partir de módulos que gradan su tamaño y forma.

Figura 23. Repetición de módulos



Fuente: Autor



7.3.3.4 Gradación. La gradación es una permutación gradual y ordenada que causa una sensación de progresión, un caso de gradación podría ser el gradar módulos en tamaño o proporción. Cuando existe la gradación de forma, es cuando esta varía hasta convertirse en otra.

La gradación mas significativa que se puede observar en la langosta es como los segmentos en que se divide el abdomen gradan en forma y proporción.

En los ejemplos anteriormente mostrados de la observación de módulos se puede ver cómo estos gradan en tamaño, forma, promoción y dirección.

Figura 24. Gradación



Fuente: Autor



7.3.3.5. Radiación. La radiación es cuando elementos similares y repetidos giran alrededor de un centro común, produciendo un efecto de radiación, es muy frecuente en las unidades naturales, y algunas veces con centros múltiples.

Las alas logran ser un claro ejemplo de radiación, ya que las diferentes nervaduras ya sean cuevas o semirrectas parten de centros múltiples creando el efecto de radiación, principio básico para abrir y cerrar las alas.

Figura 25. Radiación



Fuente: Autor



7.3.3.6 Contraste. El contraste es comparar y como consecuencia obtener diferencias entre los elementos confrontados.

Existe el contraste entre figuras, tipos de líneas o contornos como entre líneas curvilíneas y rectilíneas; este se puede observar ente la parte superior del protórax y el mesotórax.

La langosta es rica en contraste de textura como el del protórax, muy rugoso con amplia diferencia entre la altura de las superficie; y el de el mesotórax, que aunque es una superficie algo rugosa al tacto, la concentración de las incisiones es menor y también menor la diferencia de alturas en la superficie; y aún mayor con la de la cabeza que es lisa y algo brillante.

Es fácil encontrar contraste de color, en las patas posteriores en el segmento del fémur. Las formas que crean la textura son blancas mientras que el fondo es oscuro. Lo mismo ocurre en el área superior del protórax y en el mesotórax, aunque en este último el fondo es de un tono naranja y las formas que crean la textura son las oscuras. En las alas los tonos de las nervaduras y la membrana crea un contraste que es mayor en las alas posteriores, y en las alas anteriores se crea entre un tono claro de formas semicirculares que se superpone al tono de la membrana.



Figura 26. Contraste de líneas

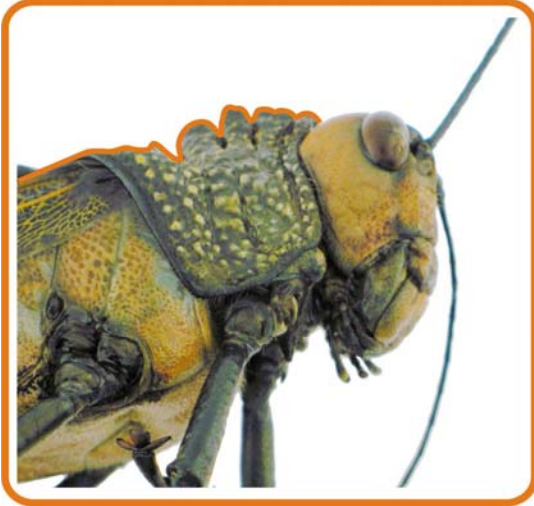


Figura 27. Contraste de texturas



Fuente: Autor

Figura 28. Contraste de color



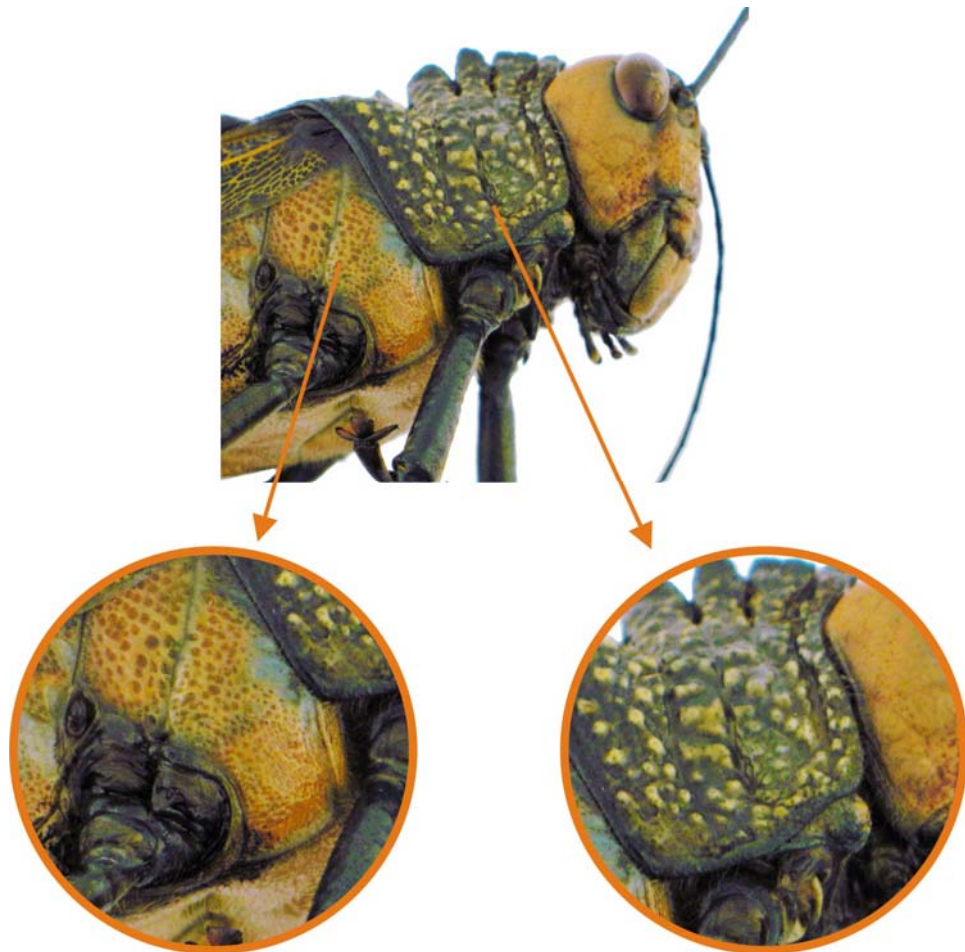
Fuente: Autor



7.3.3.7 Concentración. La concentración es la manera como son distribuidos módulos en una zona, puede ser de forma saturada o distanciados y en un pequeño número en un área determinada. Puede existir una distribución irregular o informal.

La concentración es un elemento importante en la textura ya que consecuencia de esta se pueden obtener texturas regulares o irregulares.

Figura 29. Concentración regular



Fuente: Autor



El en el área de el protórax y el mesotórax la distribución de los módulos que crean la textura son ubicados a distancias similares, y por tanto crea una textura regular.

En las alas existe la concentración de nervaduras en algunas zonas y en otras es menos saturada de estas, creando una textura irregular.

Figura 30. Concentración Irregular



Fuente: Autor

7.3.3.8 Forma. Todo lo que vemos a diario posee forma la cual le aporta una identificación y diferenciación ante otros elementos. Existe la forma tridimensional la cual me permite acercarme o alejarme del objeto y rodearlo, logrando observarlo desde distintos puntos.

La forma comprende parámetros como contorno, tamaño, color y textura.



Un ser vivo se describe como forma, pero no es una forma fija ya que posee movimientos propios que lo hacen desplazarse en un espacio.

Figura 31. Forma Tridimensional



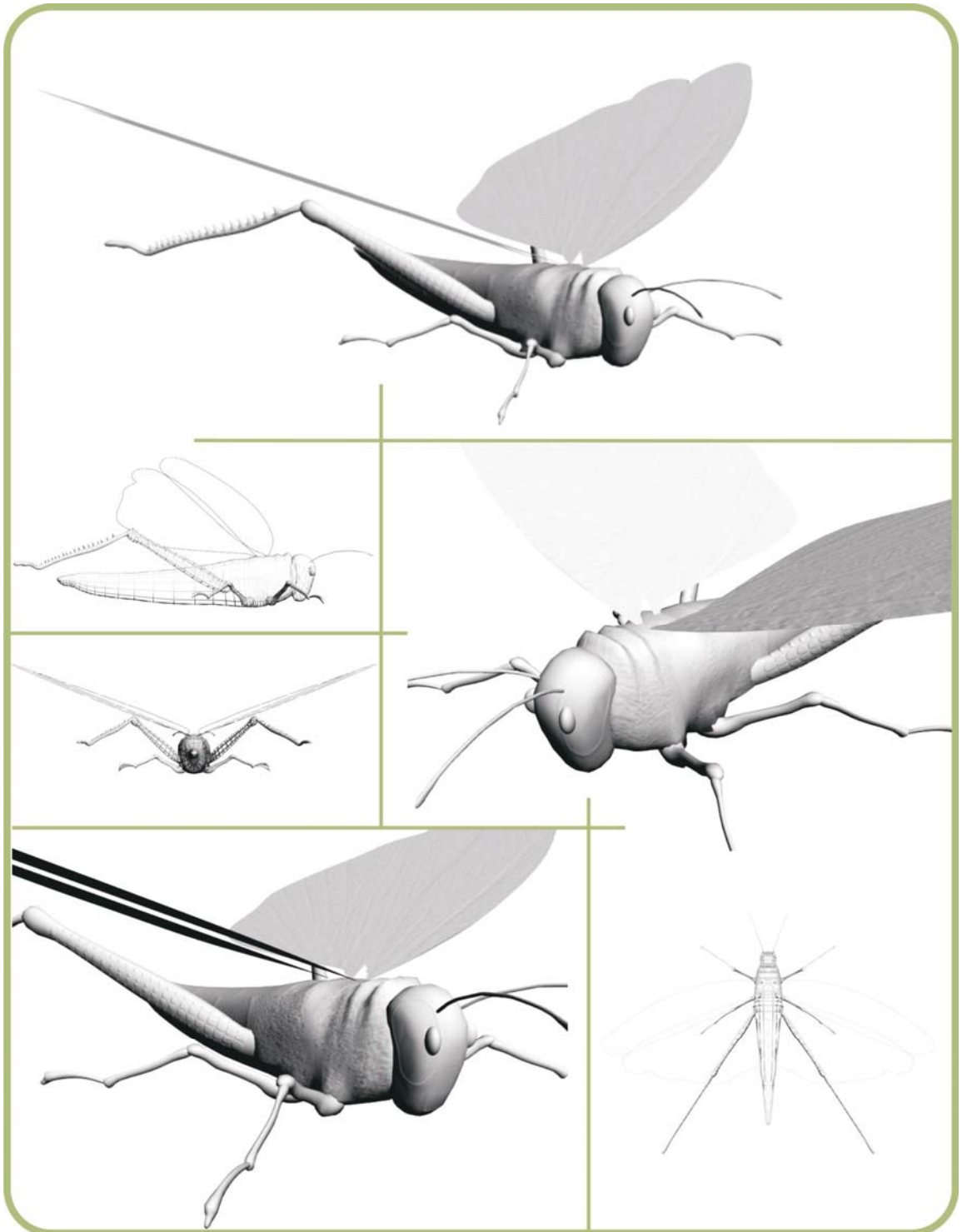
Fuente: Autor

Se realizó el modelado de la langosta utilizando el programa 3d max versión 7.0; lo cual permitió un análisis de las curvas de relieve, y la observación de su forma tridimensional desde cualquier punto de vista.

Se obtuvieron imágenes de las texturas y capas que conforman el modelado, y también se hizo un renderizado de la maya que me permite el estudio de la estructura de cada parte de su cuerpo.



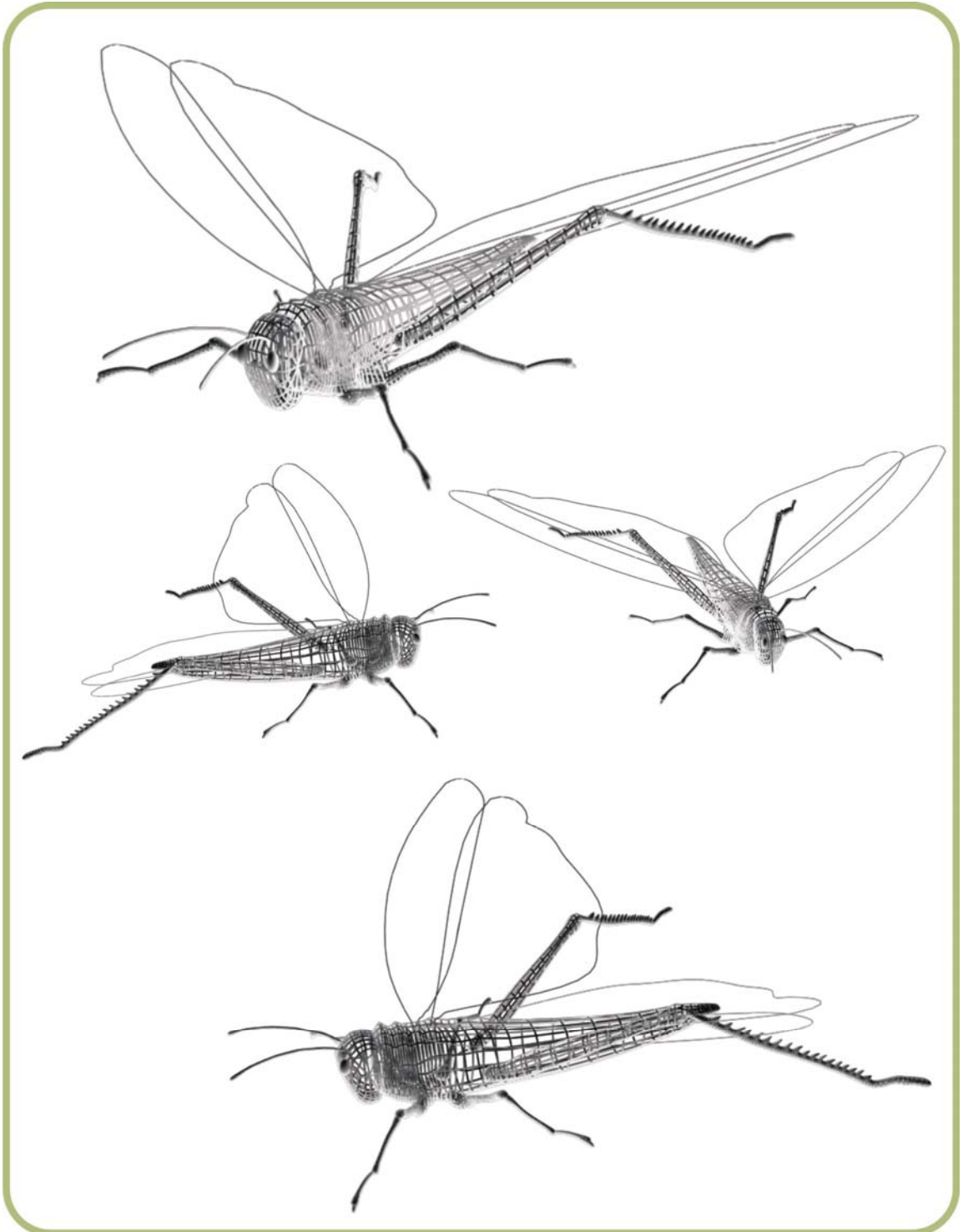
Figura 32. Langosta modelada



Fuente: Autor



Figura 33. Langosta modelada (Malla)



Fuente: Autor



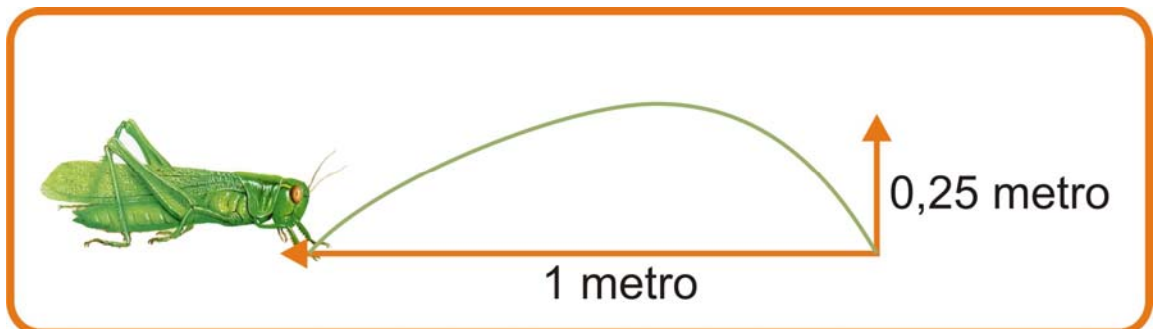
7.3.4 Análisis dinámico. Uno de los principales movimientos importantes en la langosta es el salto tanto como en su etapa gregaria (Langosta) como en su etapa solitaria (saltamontes); la distancia que logra recorrer en un salto estándar depende del sexo, el tamaño y la especie pero se supone que la distancia vertical que logra alcanzar es 5 veces la longitud de su tamaño.

El salto lo realiza al doblar sus piernas y hacer un empuje con fuerza contra la tierra, si la fuerza no es suficiente su salto no será muy largo; pero la velocidad de arranque también es influyente, ya que si el empuje es muy lento la distancia será un poco más de la longitud de sus patas extendidas.

Como es obvio las patas traseras son más grandes que las frontales y medias, además en las patas traseras existe un segmento más grueso, el fémur donde internamente encontramos dos músculos encargados de que la parte delgada, la tibia se mueva.

En la parte inferior tiene garras que evitan algún tipo de deslizamiento en el momento del empuje, y ayuda a obtener un mayor agarre con la superficie de soporte contra la cual está empujando.

Figura 34. Longitud de salto de la langosta

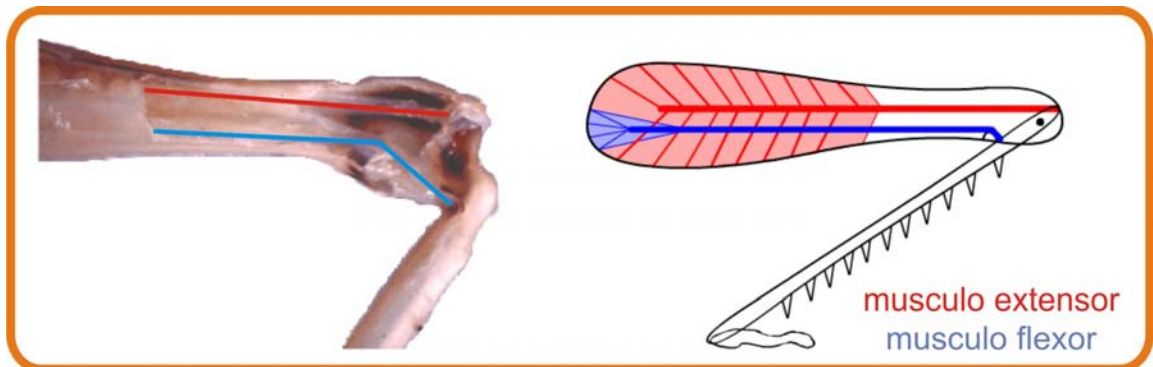


Fuente: Autor



Los insectos poseen exoesqueletos, lo que traduce que su esqueleto es externo, por tanto en su parte interna están los músculos. Dentro del fémur encontramos dos músculos: el extensor, que hace que la pierna se extienda y el flexor, que hace que la pierna se doble.

Figura 35. Músculos

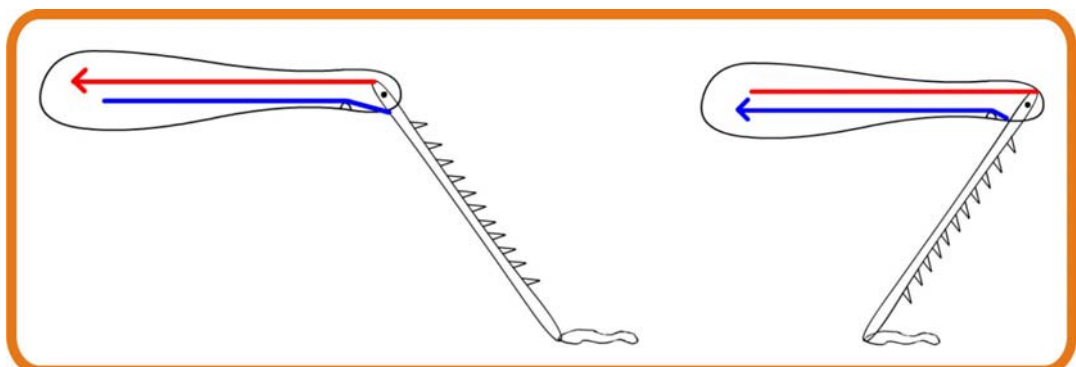


Fuente: Autor

Cuando cada uno de los músculos tira los tendones unidos a la tibia dan un movimiento opuestos entre sí.

Estos dos músculos actúan a través de una palanca que es la tibia, por tanto la fuerza aplicada disminuye al llegar al pie, y no es igual a la fuerza que empuja la tierra en el momento del salto. La proporción en que disminuye esta fuerza es de 1 a 35.

Figura 36. Extensor y Flexor

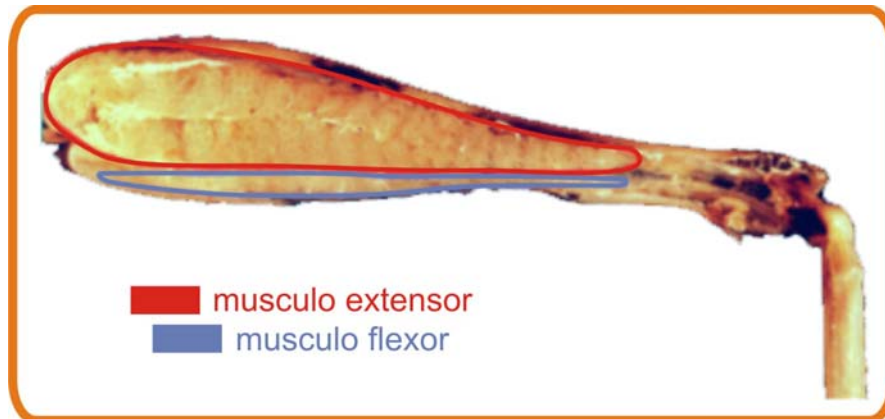


Fuente: Autor



El músculo extensor es mas fuerte que el flexor una de la razones es su mayor tamaño, por tanto ocupa mayor volumen en la parte interna del fémur. La fuerza de cualquier músculo es proporcional al área de un corte trasversal

Figura 37. Músculos extensor y flexor

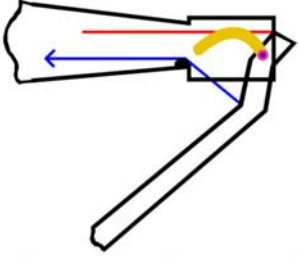
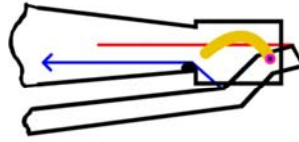
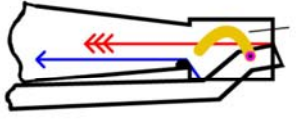
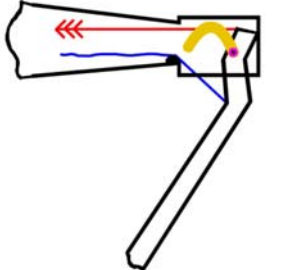


Fuente Autor

Para tener una idea de la fuerza que puede desarrollar el músculo de extensor de la langosta, una langosta femenina adulta puede desarrollar una fuerza máxima de 1.4 kilogramos.



Tabla 1. Secuencia del salto

	Las patas traseras se tienen que doblar completamente
	Las patas se doblan gracias a la contracción del músculo flexor.
	La contracción del músculo extensor, que es simultanea a la de el flexor, dobla el resorte, esto puede durar 1/2 segundo, hasta llegar a su máxima fuerza.
	La extensión de la pierna se logra por que el músculo flexor se relaja repentinamente, haciendo que la se extienda de forma rápida y con fuerza.

Fuente: Autor

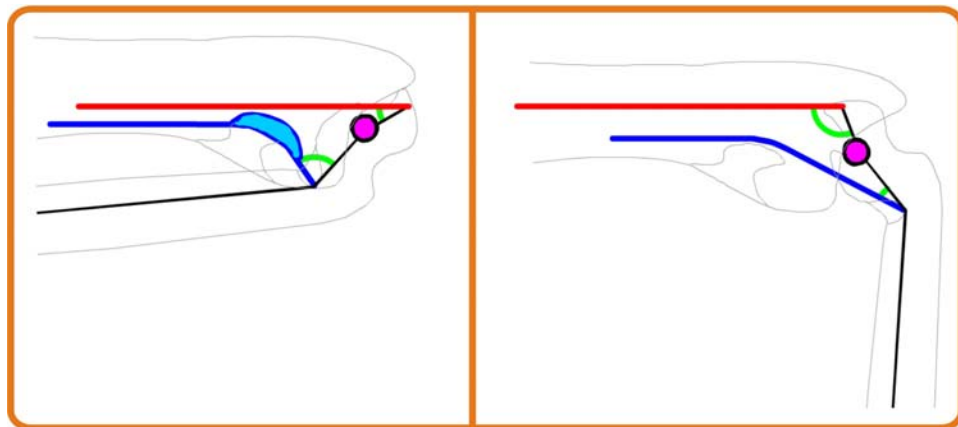
El principio fundamental del salto de la langosta se basa en algo básico que ocurre en todos los sistemas similares, los músculos se contraen para lograr la máxima potencia en el instante del salto. Además de esto utiliza una especie de resorte ubicado en el empalme de la pierna trasera que funciona como un amplificador de energía.



Los resortes en el empalme de la rodilla son estructuras anatómicas donde se almacena la energía la cual es la mitad de arresto total del salto.

Al comparar los dos músculos extensor y flexor es notable la amplia diferencia de tamaño, y cómo el flexor logra sostener la tibia doblada a pesar de la contracción del extensor que solo se explica por una protuberancia que existe cerca del empalme de la rodilla, el cual permite que el ángulo en que el músculo flexor que está doblando la tibia cambie haciendo que el flexor tenga una línea directa para tirar la tibia, y que en el extensor esta línea sea totalmente indirecta. A causa de esto se crea una gran ventaja mecánica entre los dos músculos, la cual cae a gran velocidad en el instante en que la tibia comienza a extenderse.

Figura 38. Funcionamiento del flexor



Fuente disponible en Internet: www.st-adrews.ac.uk

Una característica adicional entra en juego en la posición completamente doblada. Hay un bolsillo pequeño en el medio del tendón del flexor, cerca de donde ensambla sobre la tibia. Pues la tibia entra en la posición completamente doblada,



este bolsillo llega sobre la protuberancia o terrón, y resbala sobre él. Este aumenta posteriormente la capacidad del músculo flexor de sostener la tibia doblada.²¹

7.4 PRINCIPIOS MORFOLOGICOS

Los principios morfológicos se obtienen a partir del análisis y la observación del objeto natural, y estos tienen la posibilidad de transformarse después de una evolución a través de un proceso de modificar algunas características en funciones y aplicaciones determinadas.

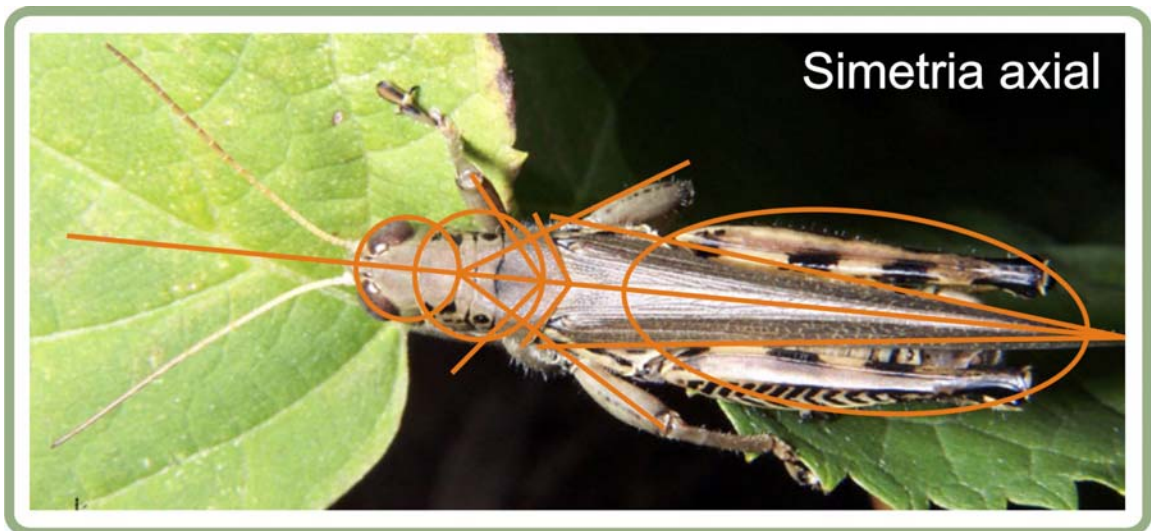
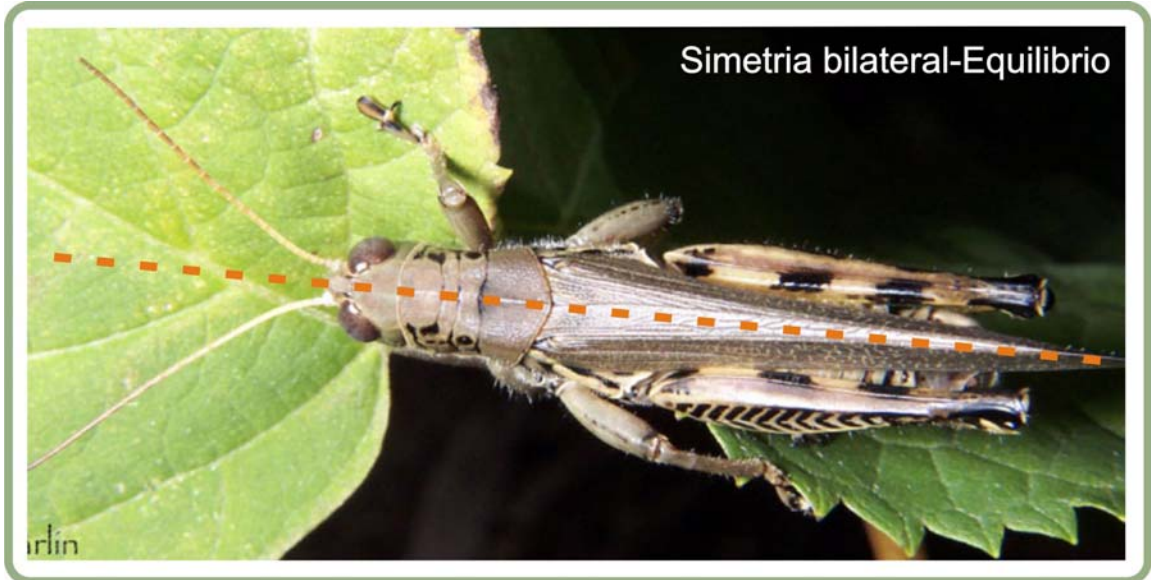
Cuando es hallado un principio a partir de identificar su potencialidad, este debe entrar en un proceso de variar una o algunas de los parámetros que lo identifican y evaluar la o las transformaciones que aportan una adecuada evolución.

Estos procesos se pueden realizar basándose en fotografías, imágenes, dibujos, videos, esquemas, bocetos, que permitan el análisis de los principios dinámicos, movimientos, proporción, crecimiento y demás aspectos de gran importancia. Elementos como dibujos y modelos me permiten una simulación de movimientos a partir de los cuales el análisis e identificación de principios logra ser más fácil y cercana al objeto natural, pero es significativo no simplificar los modelos ampliamente por que podrían ser ignorados algunas potencialidades.

²¹ Fuente disponible en Internet: www.st-adrews.ac.uk



7.4.1 Aspectos Conformativos.





Interrelación de Formas

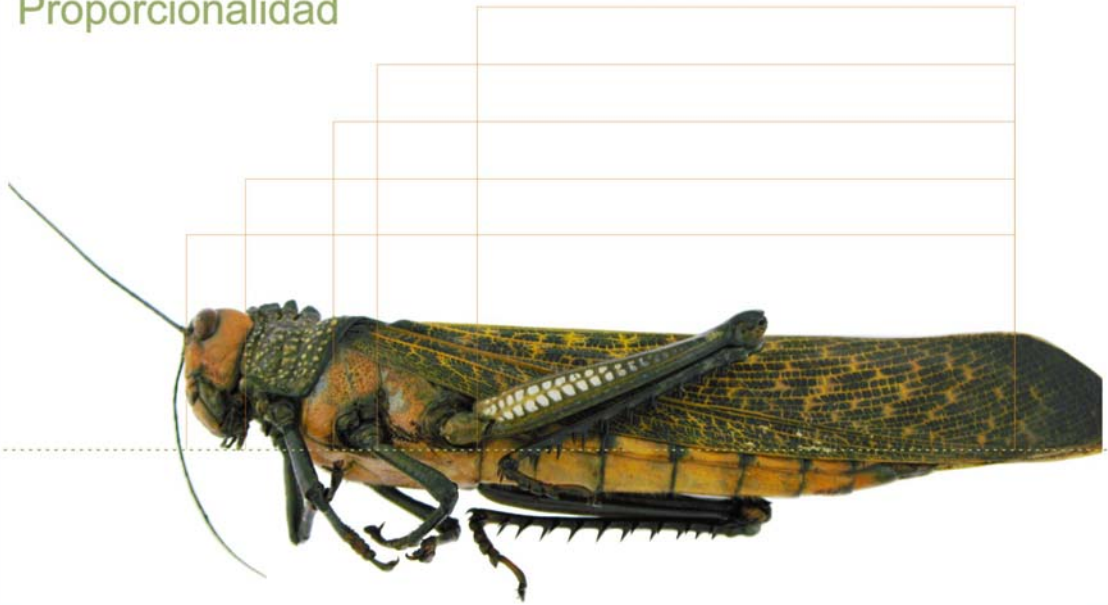


Gradación de módulos

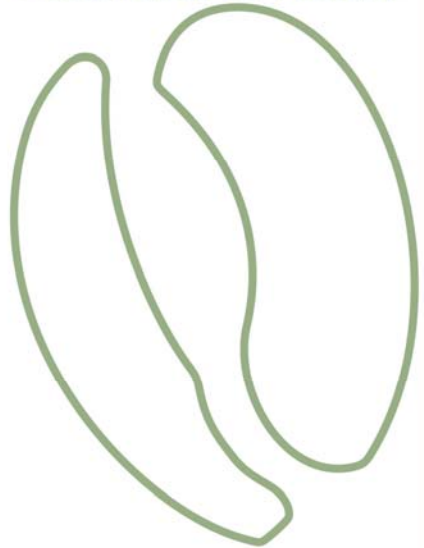




Proporcionalidad



Abstracción de Formas





Abstracción de formas



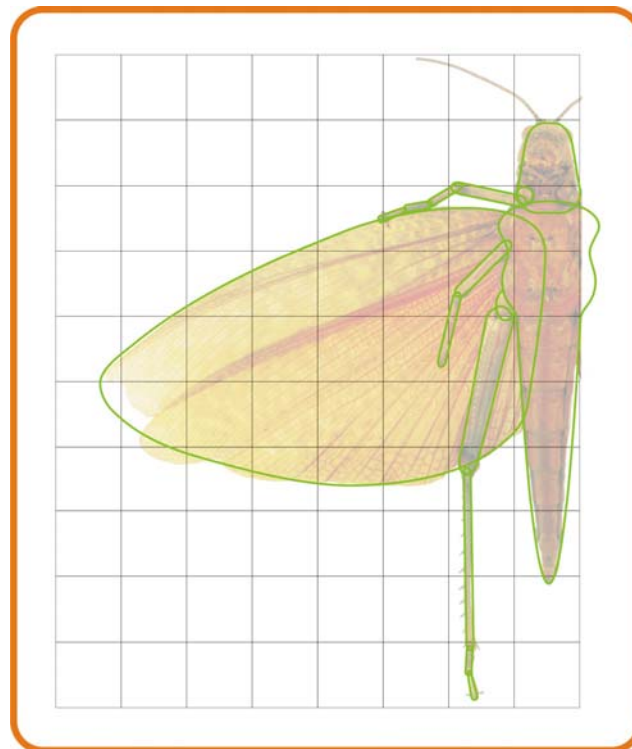
Abstracción de Formas

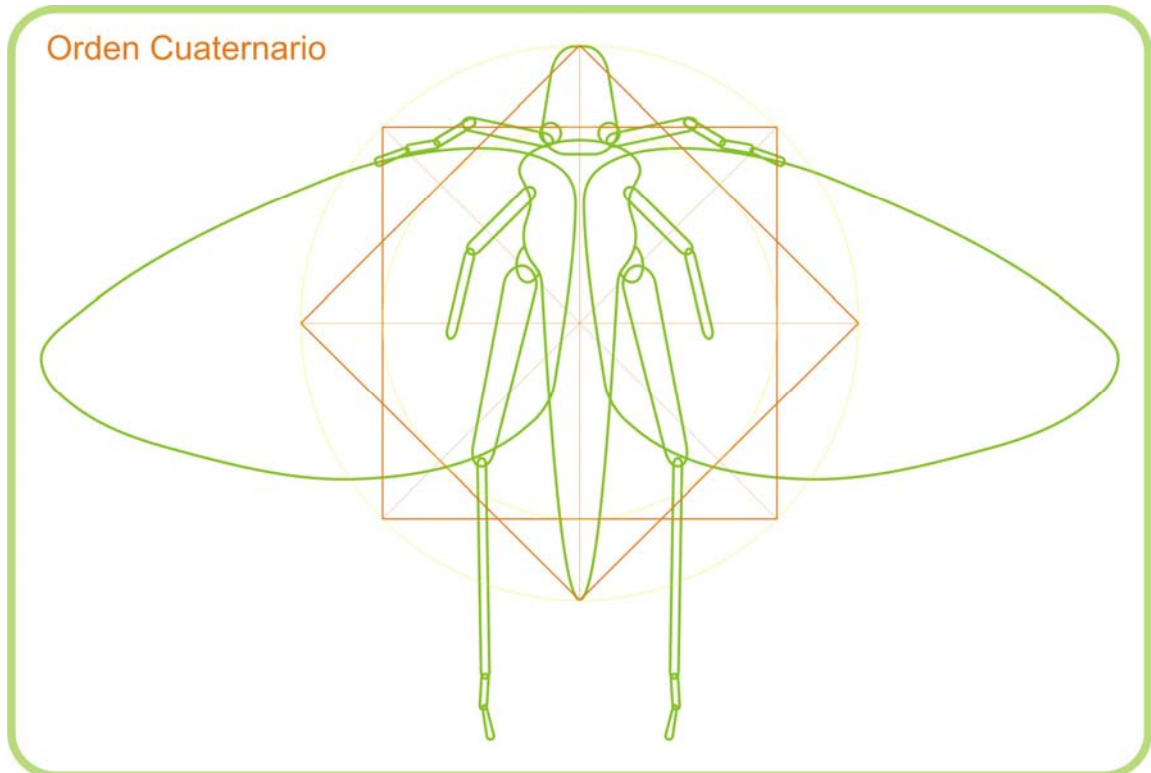




7.4.2 Proporción. Todos los seres vivos poseen una relación dimensional entre sus diferentes componentes; el nacarado Natilos posee en su concha una relación que crea una espiral logarítmica. El girasol posee una disposición de sus semillas que siguen la espiral de fibonacci.

El hombre también posee una relación dimensional en su cuerpo que a través del tiempo muchos artistas han estudiado, tratando de encontrar un patrón o módulo por medio del cual logren representar de forma adecuada y proporcional la figura humana en sus obras. Tomando esto como ejemplo, se realizó un análisis similar en el que la cabeza de la langosta sirve como módulo para dimensionar su cuerpo, encontrando una relación en la ubicación de algunas de sus articulaciones y en la dimensión total de su cuerpo.

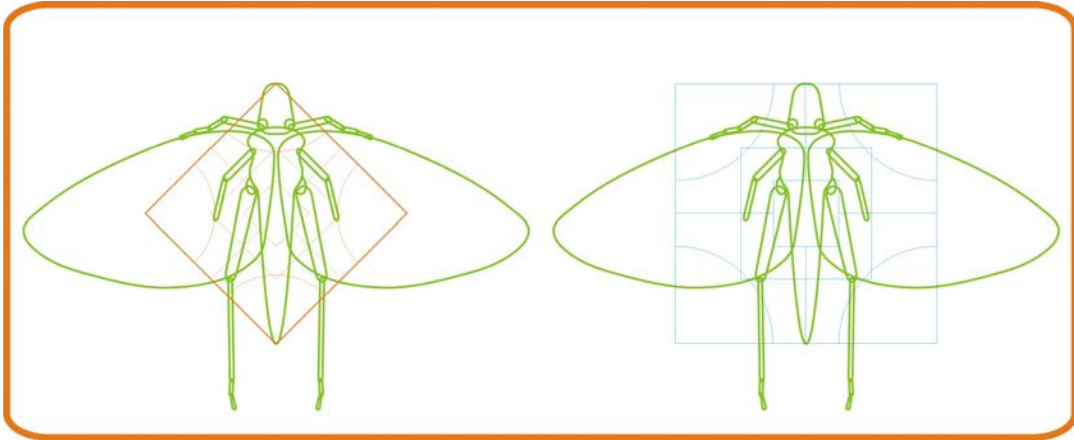




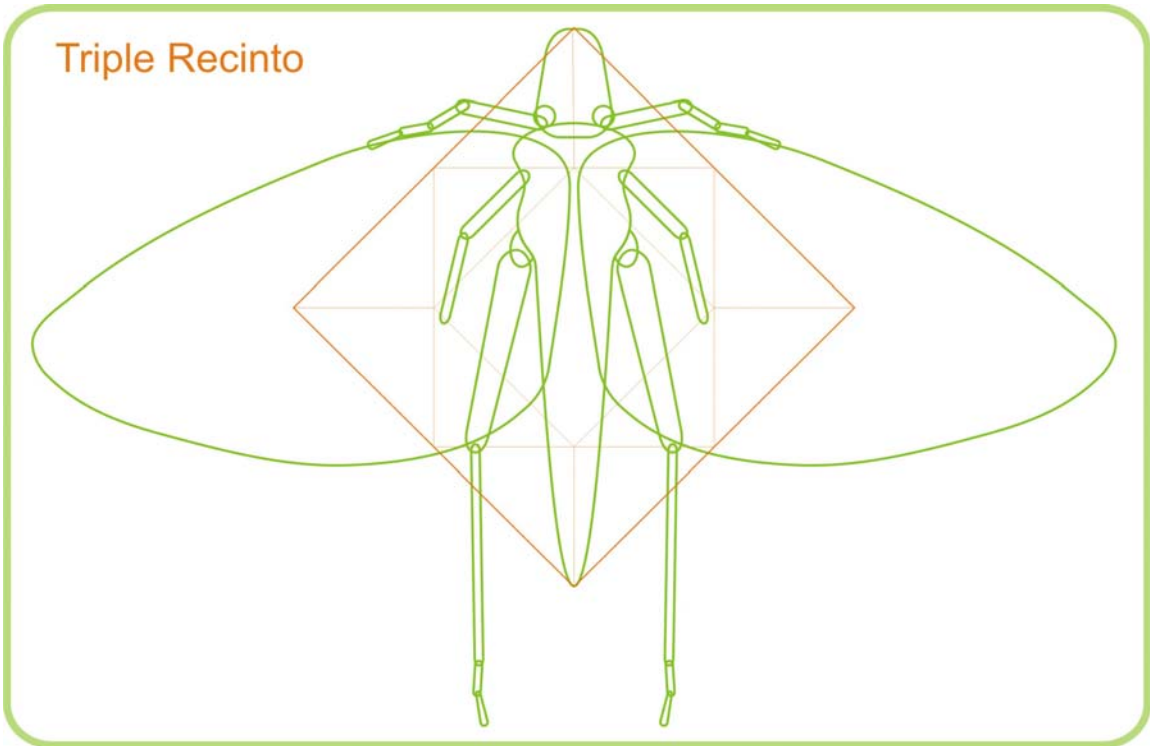
El orden cuaternario parte de la utilización del cuadrado para la configuración de un elemento. El cuadrado es una figura básica a la cual se le designa como la consecuencia de la confluencia de fuerzas verticales y horizontales. Este orden se utilizó para la configuración de los elementos que componen la langosta, y así analizar específicamente la distribución de sus elementos.

A partir de tres cuadrados se puede lograr otro tipo de configuración llamada el triple recinto, que parte del concepto de los tres universos: espiritual, físico e intangible; y de la triple constitución del hombre: cuerpo, alma y espíritu. Esta disposición nos permite analizar las formas de la langosta desde otro punto.²²

²² En busca del Cuadrado. David consuegra. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Pag 14.



Triple Recinto





7.5 ANALOGIAS CON EL OBJETO NATURAL

Se realizó una lluvia de ideas como ejercicio rápido con el objetivo de mostrar algunas de las posibles alternativas funcionales, obtenidas a partir del uso de la biónica en diferentes sectores de la industria, transformando los conceptos obtenidos en el análisis morfológico en ideas potenciales.

El proceso incluye analizar las similitudes de características como la forma función; entre los objetos y el elemento natural, convirtiendo ideas formales en objetos funcionales con un uso específico.

La investigación consta de un problema proyectual ya planteado con anterioridad, por tanto las analogías realizadas no buscan encontrar un problema a solucionar, sin embargo se tiene en cuenta como punto de partida, que las ideas contengan un sistema estructural de crecimiento, que posiblemente no cumple todos los aspectos necesarios para ser la conclusión de este proyecto, pero como ejercicio rápido y ejemplo de las múltiples posibilidades que puede aportar la biónica aplicada a diferentes campos es ideal en este punto del proyecto.



Anatomía
y Funciones vitales

Almacenaje



Linea de bolsos, que me permiten variar su tamaño según la necesidad y que por la combinación de materiales logra cambiar entre el estilo informal y formal.



Anatomía y Funciones vitales Almacenaje

Linea de bolsos, basados en un sistema estructural flexible.



Colores y texturas

Iluminación

Iluminación basada en un modulo que varia sus dimensiones y su ubicación a través de un eje vertical

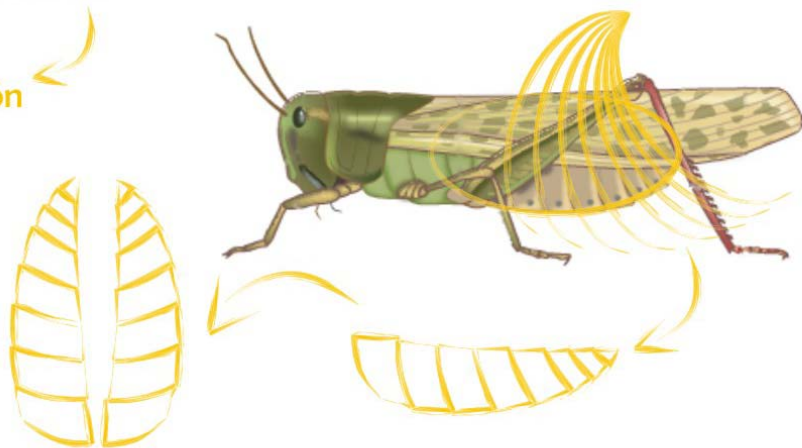


Lampara basada en un submodulo que grada sus dimensiones y conforma un modulo el cual es reflejado.

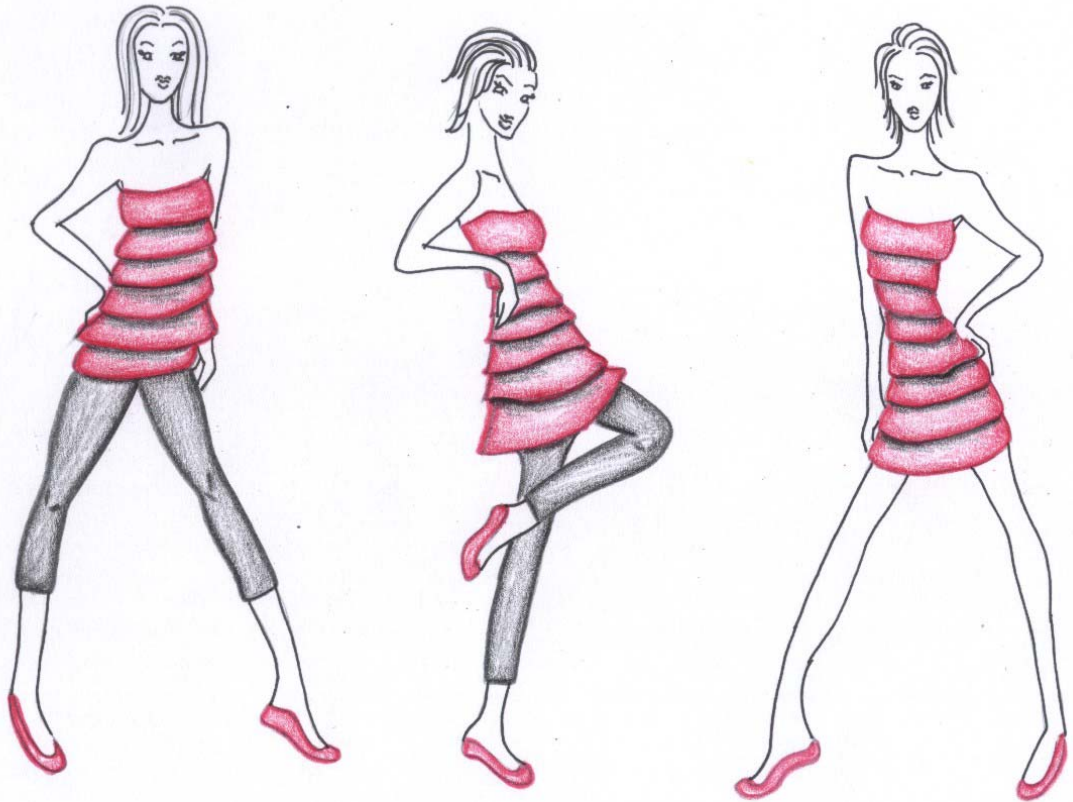


Colores y texturas

Iluminación



Alternativas de diseño-Bocetos



**Prenda multi funcional
que permite
cambiar la silueta
de ajustada, semi
ajustada o suelta.
Basada en un sistema
estructural flexible.**



Colo y textura

Vestuario



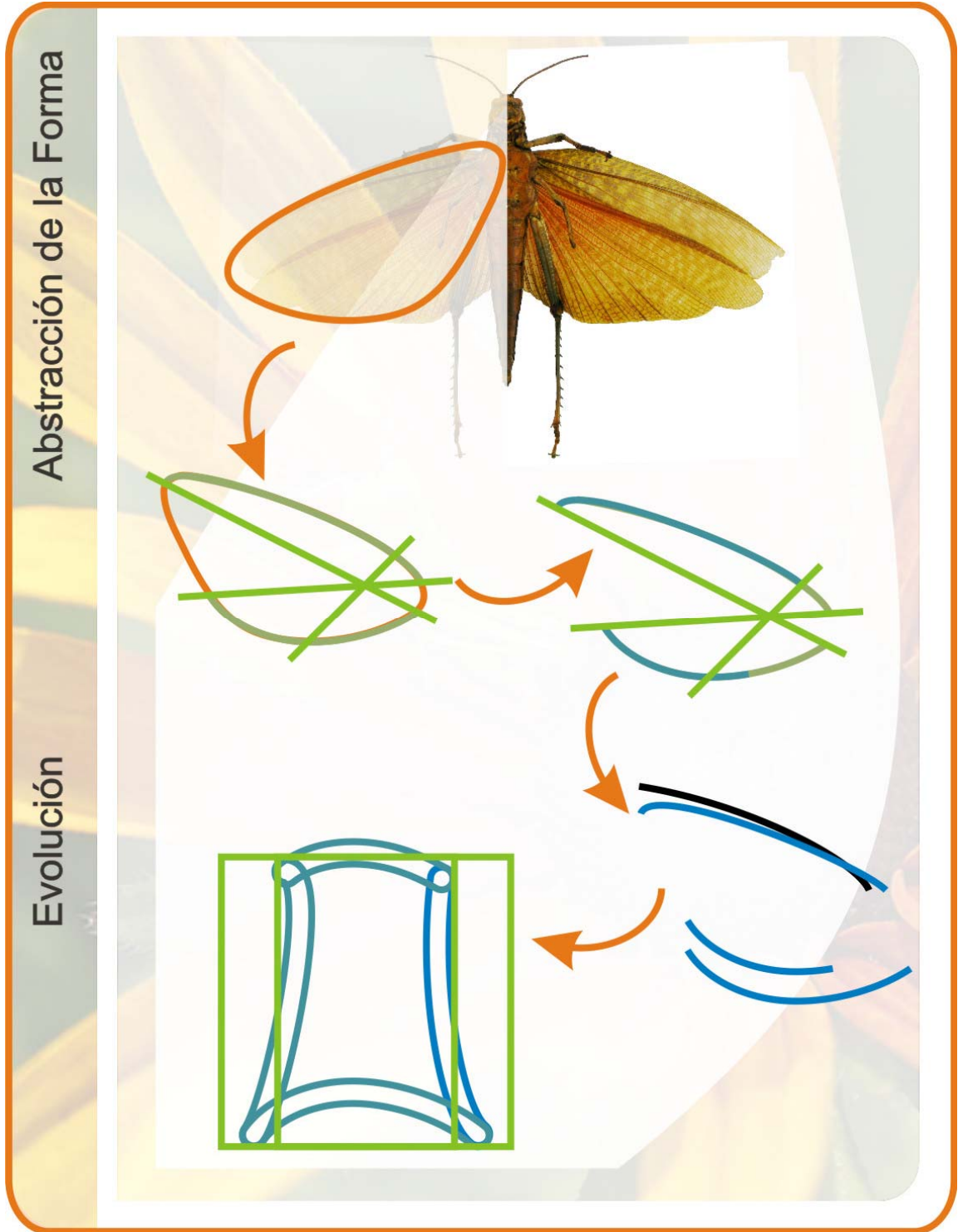
Colores y texturas

Iluminación

Linea de lamparas obtenida a partir de módulos que permiten el crecimiento de la estructura



7.6 ALTERNATIVAS FORMALES

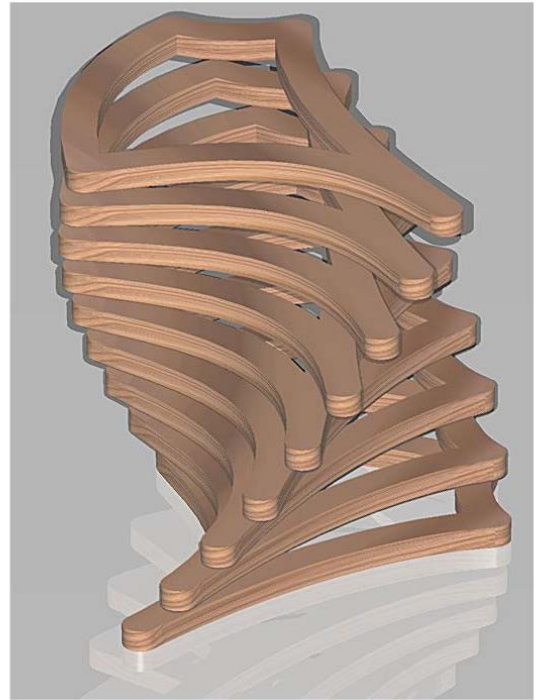
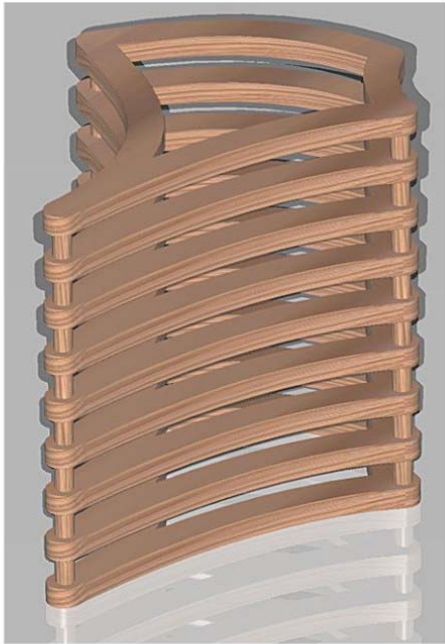




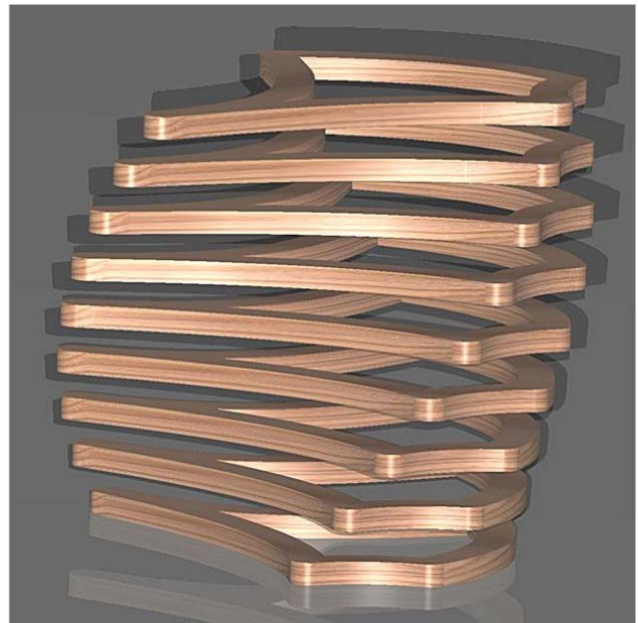


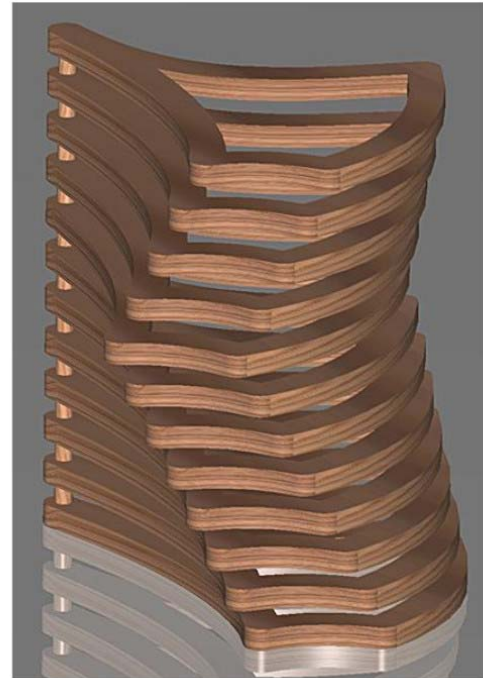
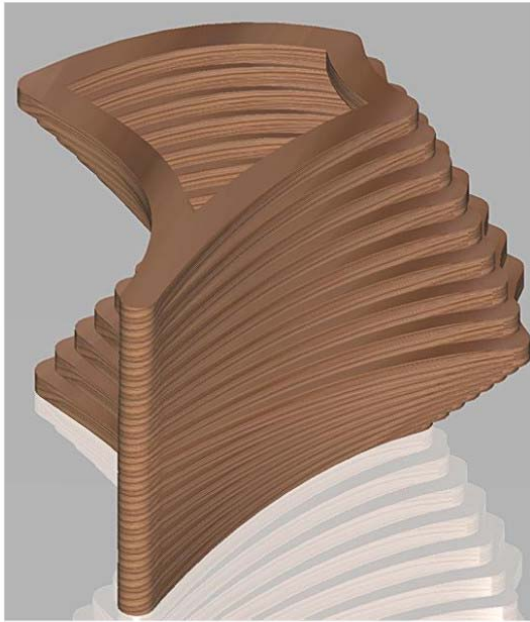
SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE

BIÓNICA DE UNA LANGOSTA

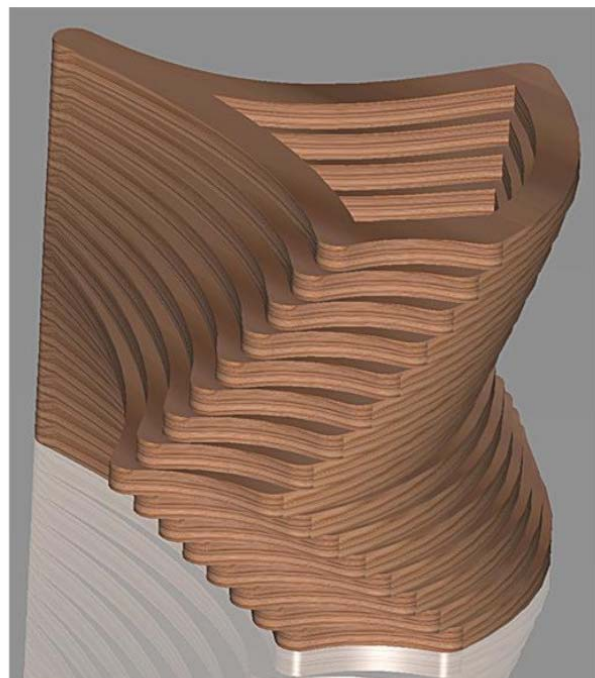


Composiciones Tridimensionales





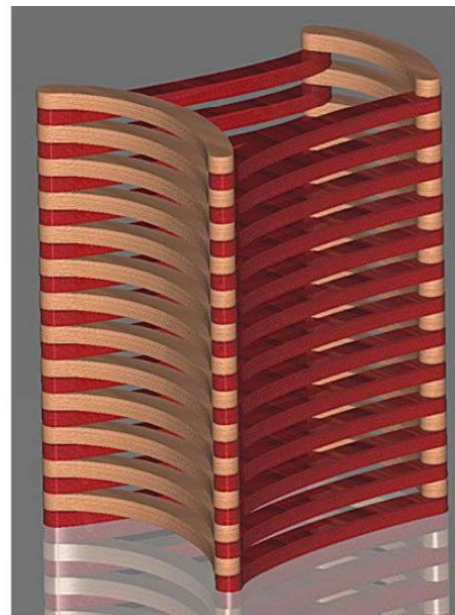
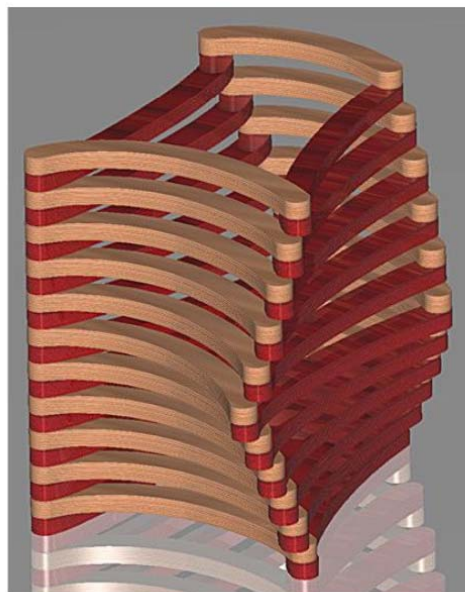
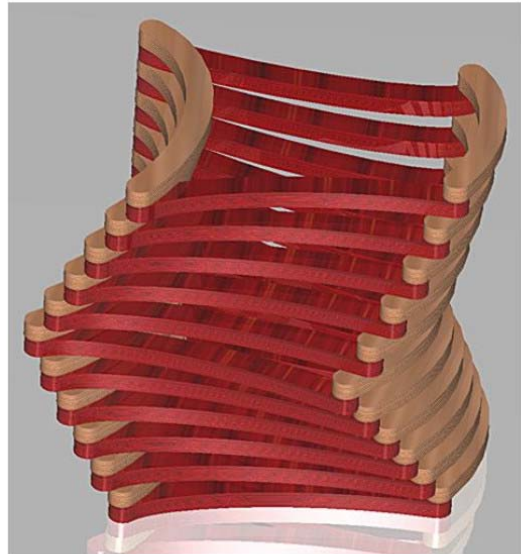
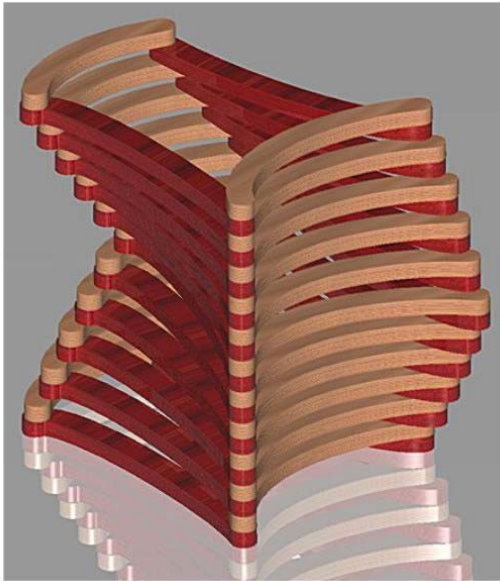
Composiciones Tridimensionales



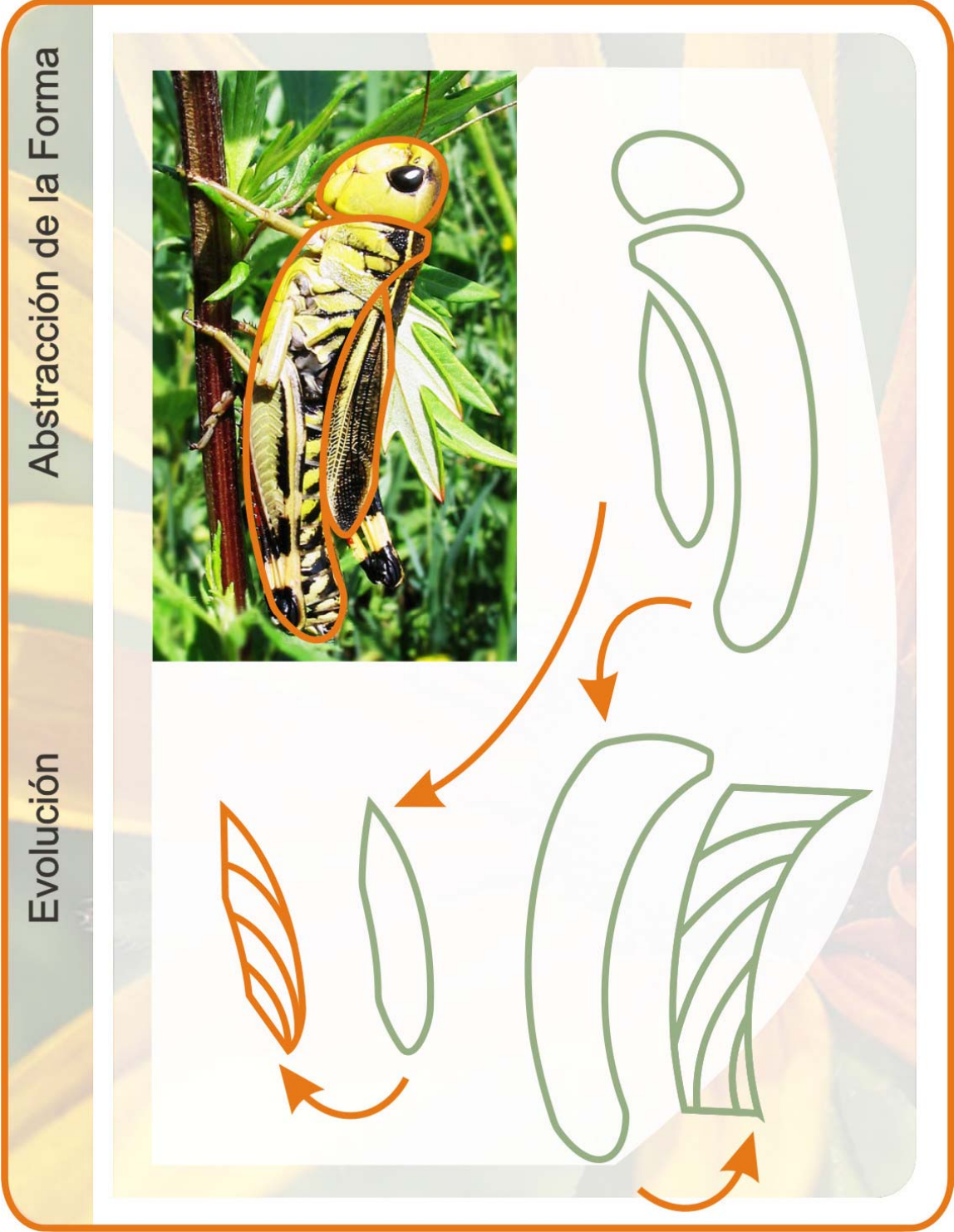


SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE

BIÓNICA DE UNA LANGOSTA

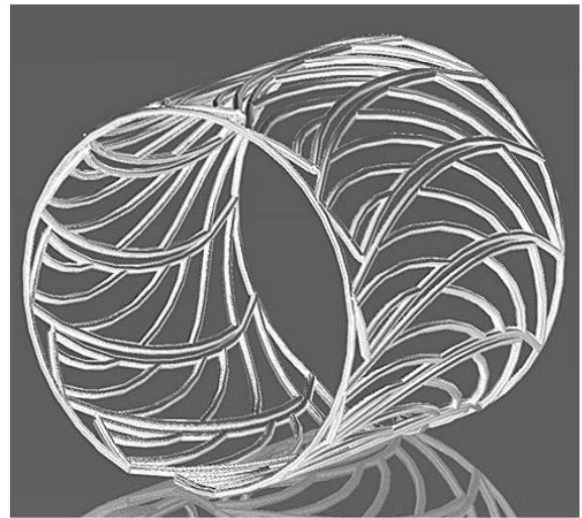
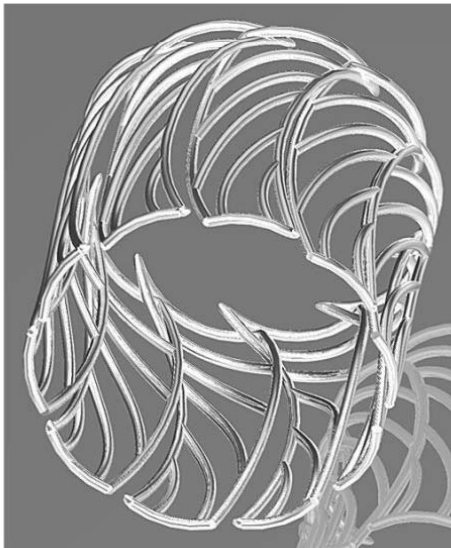
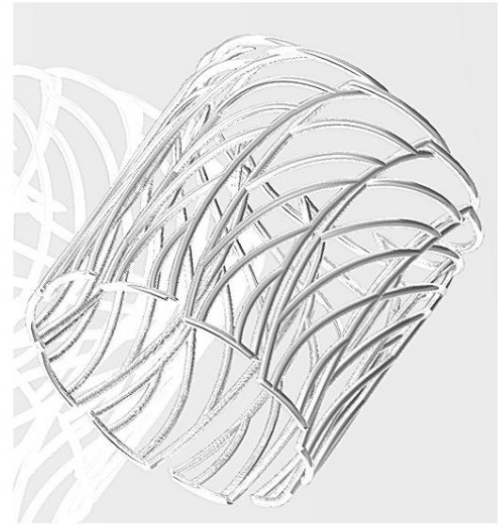
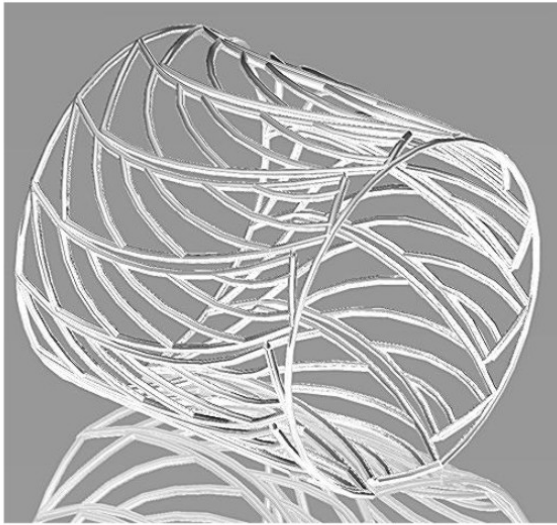


Composiciones Tridimensionales

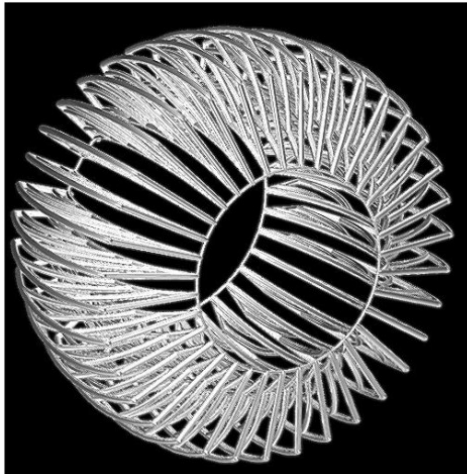
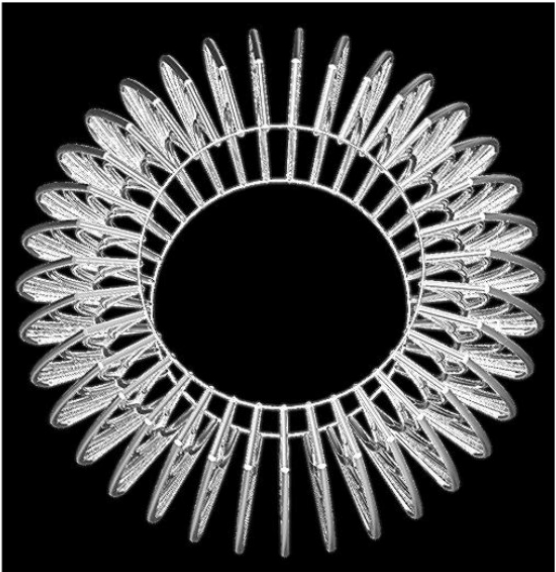




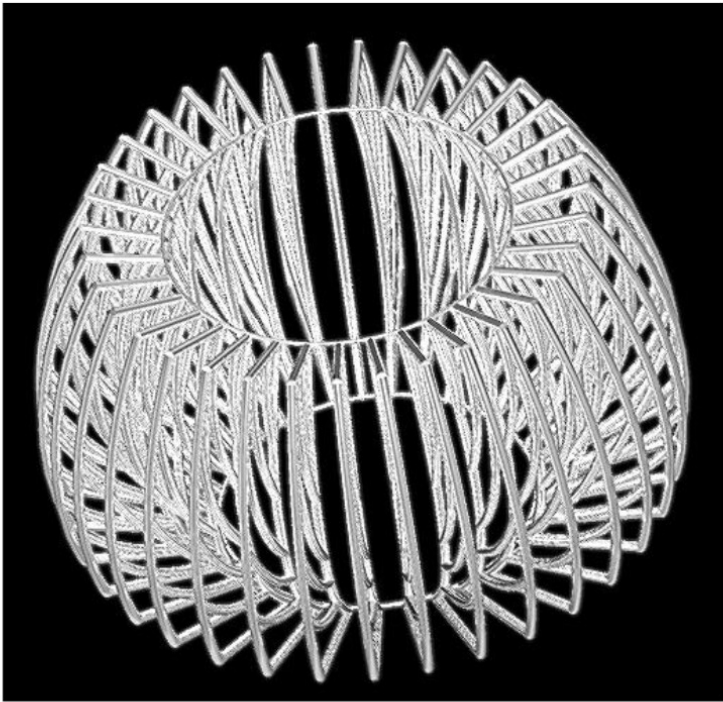
Composiciones



Composiciones Tridimensionales



Composiciones Tridimensionales







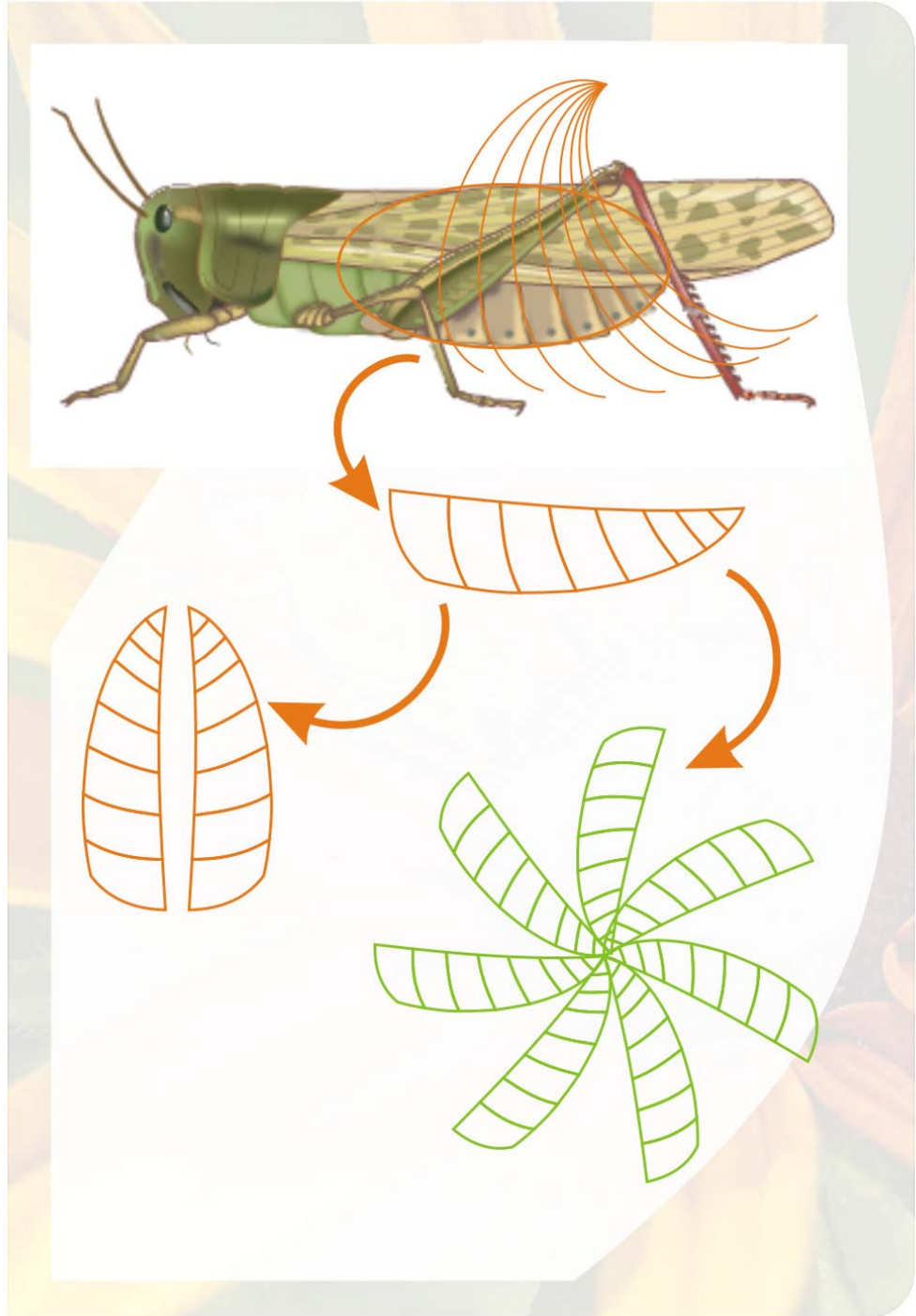
Modulo



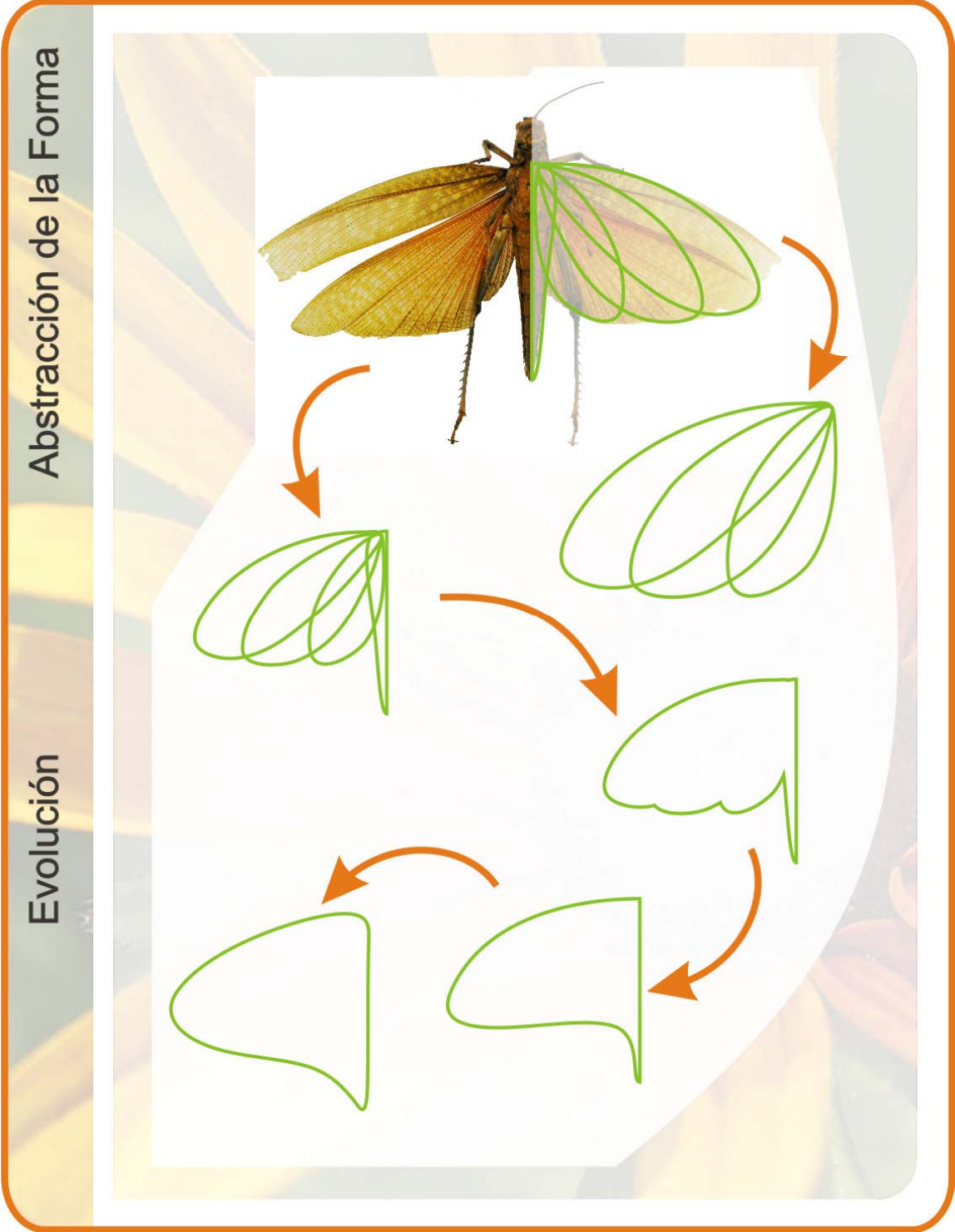
Composiciones Tridimensionales

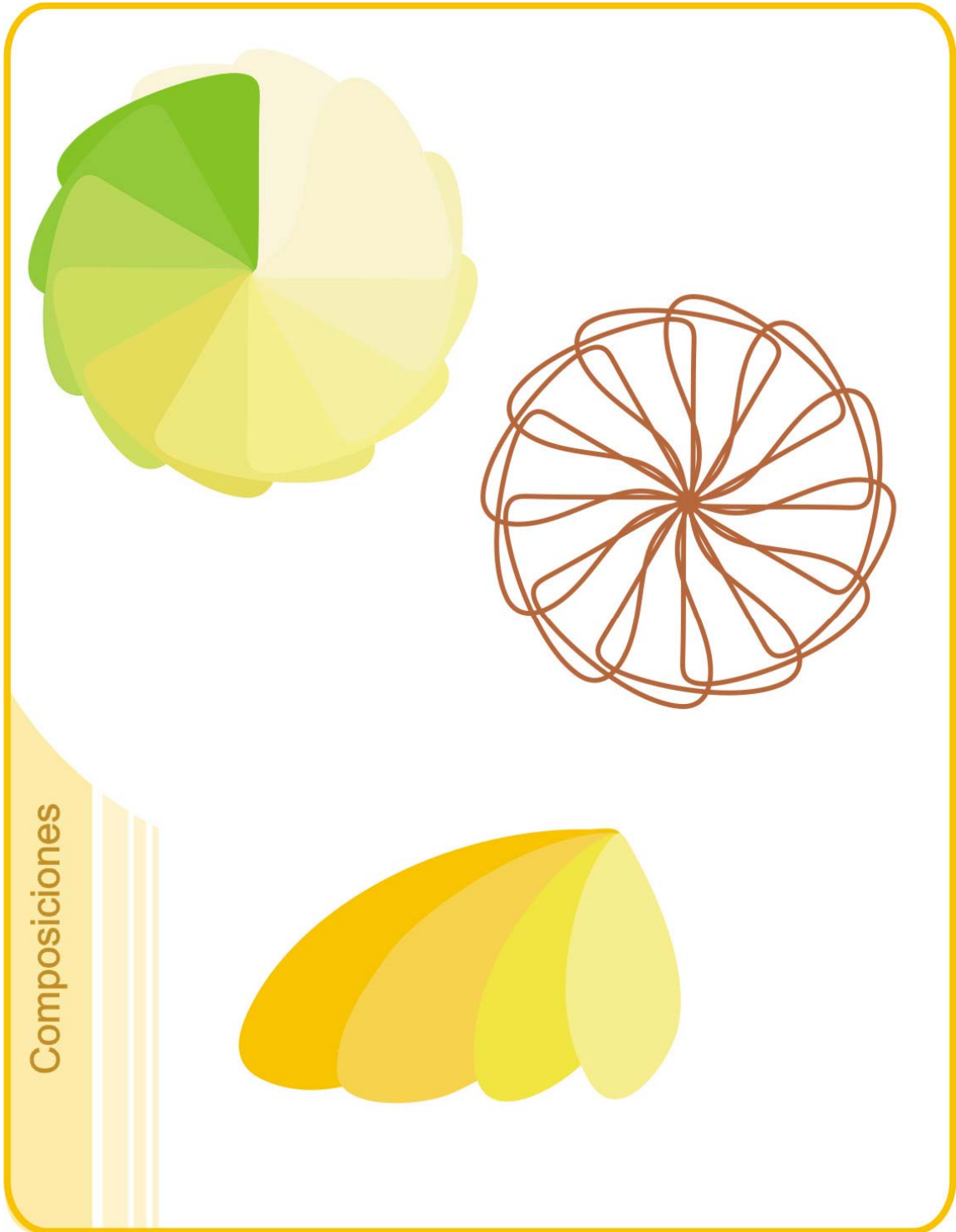


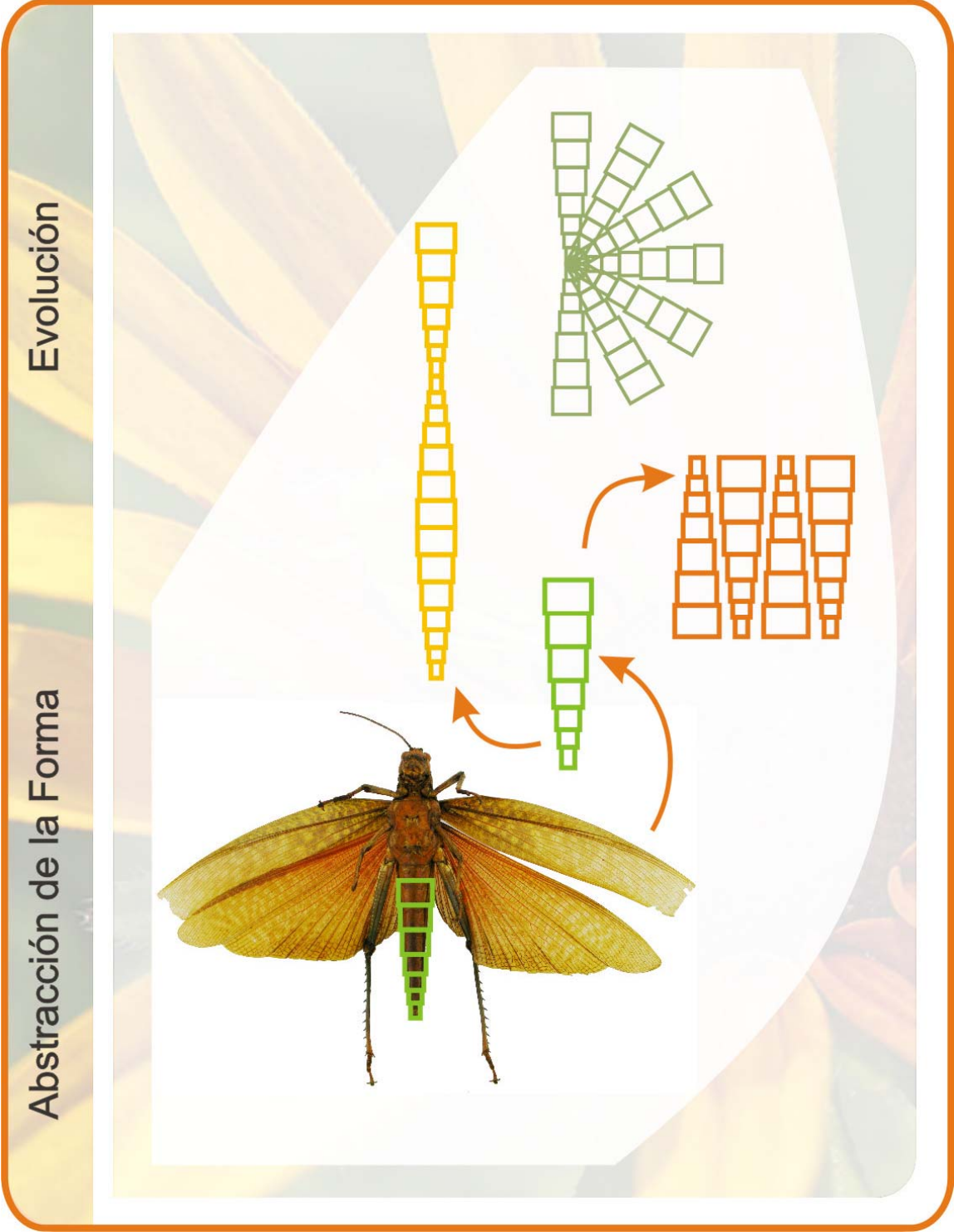
Abstracción de la Forma

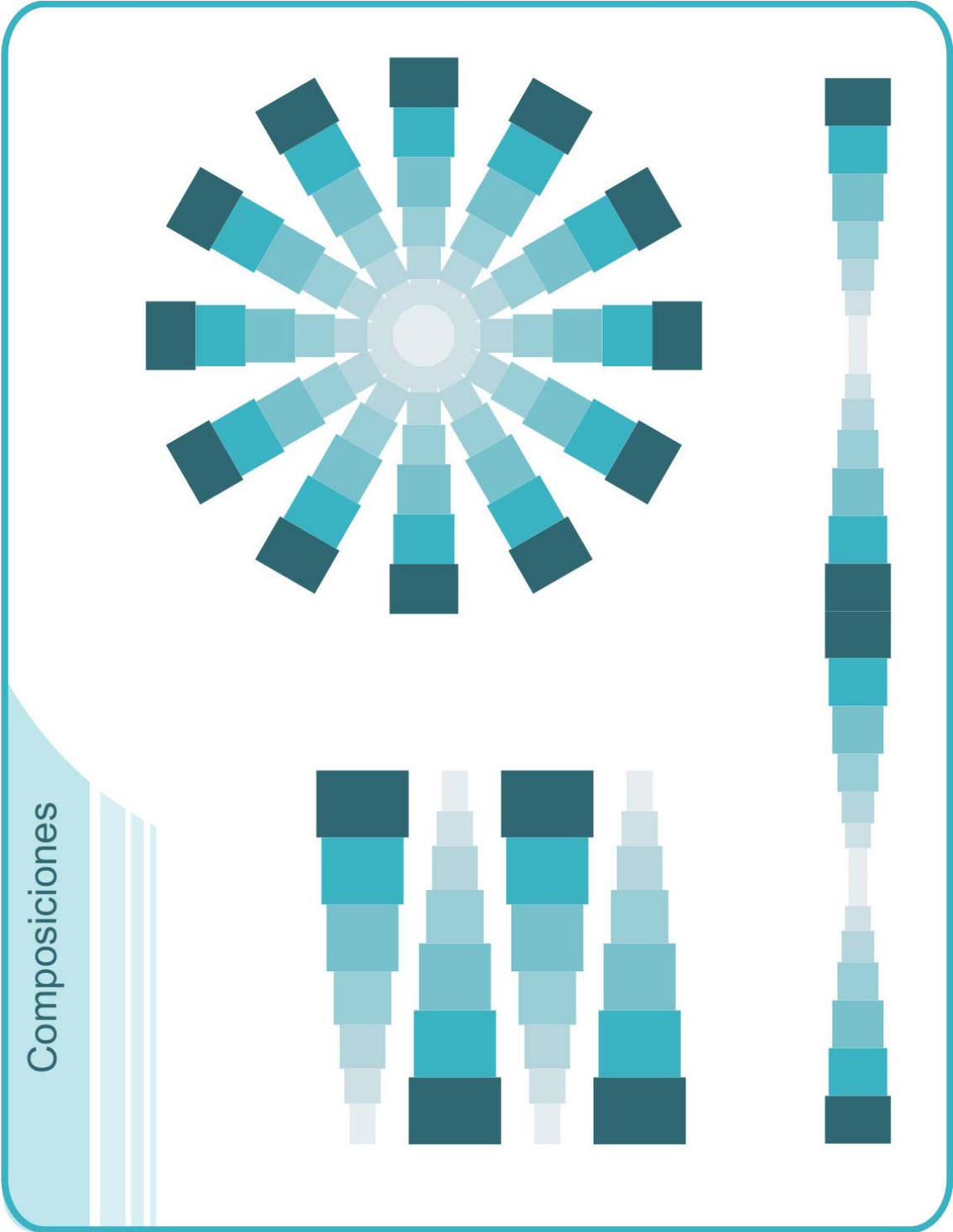


Evolución





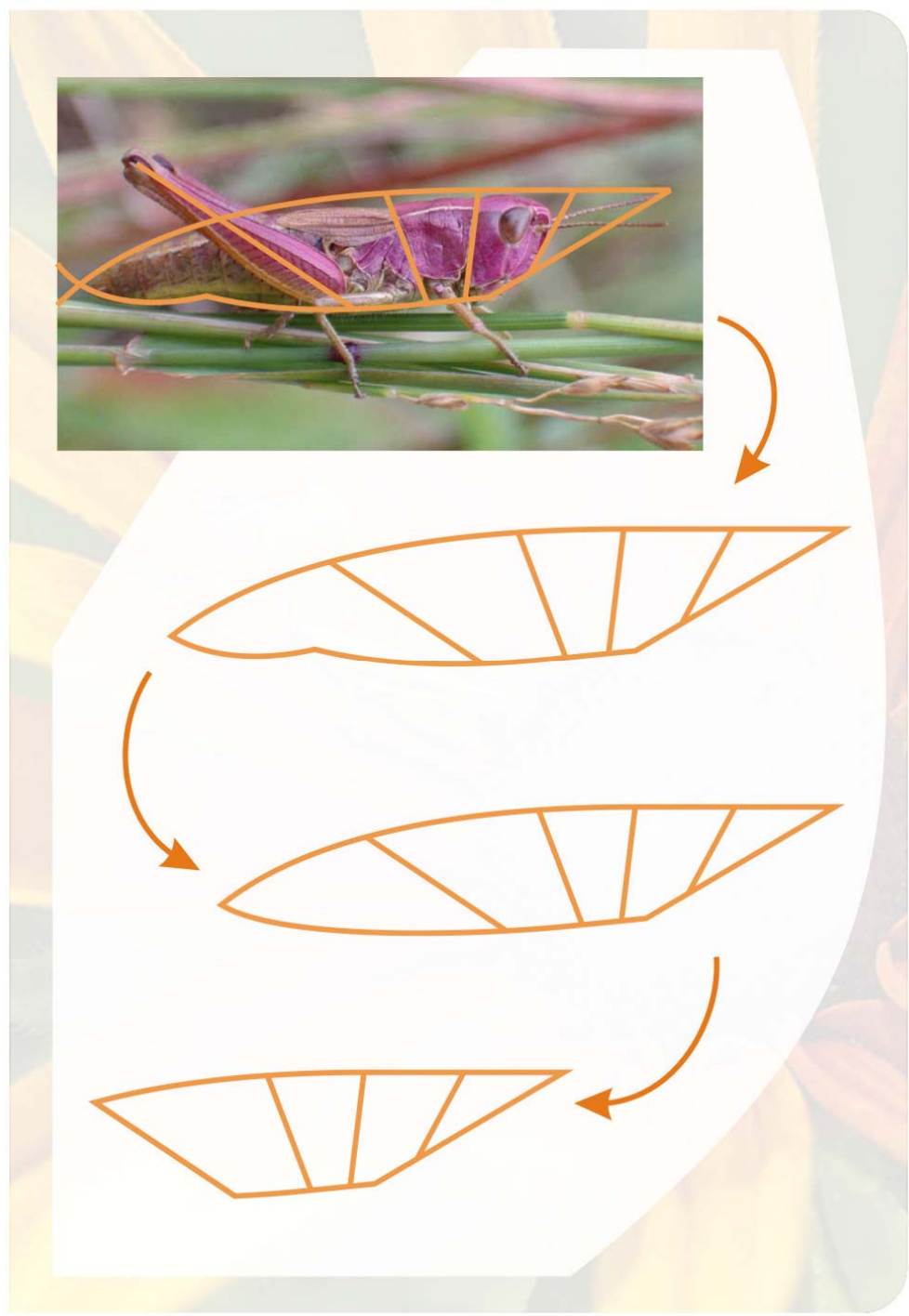


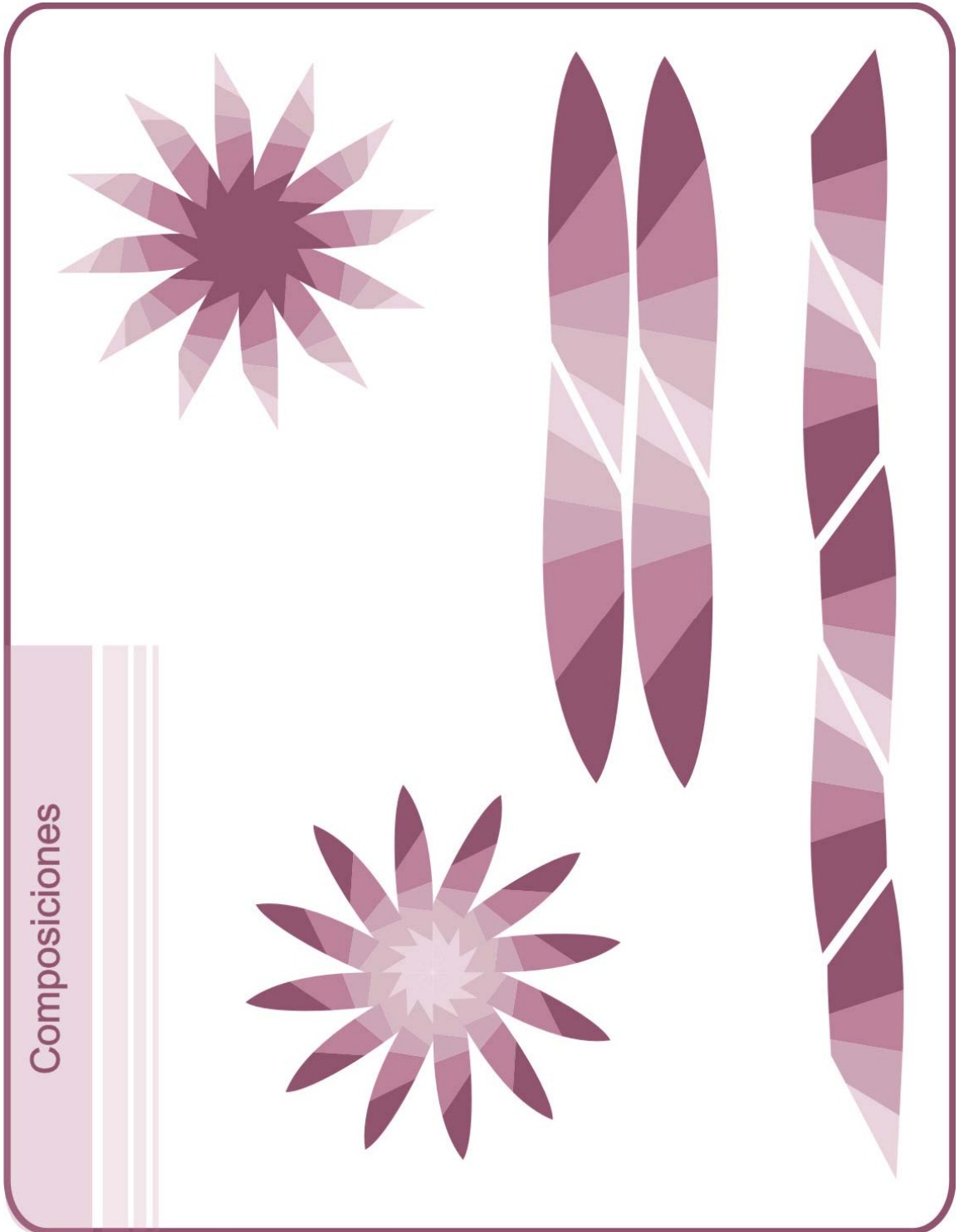


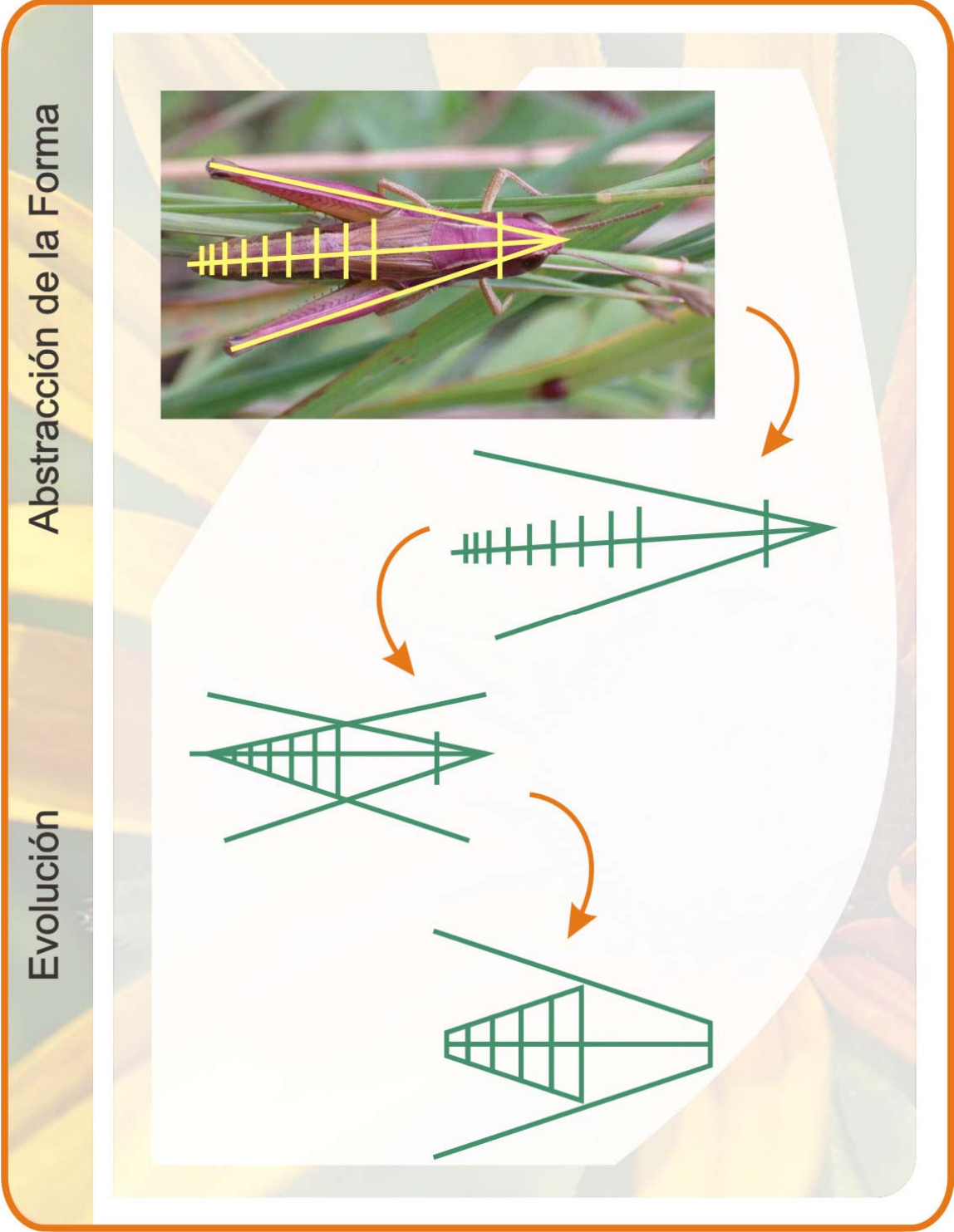


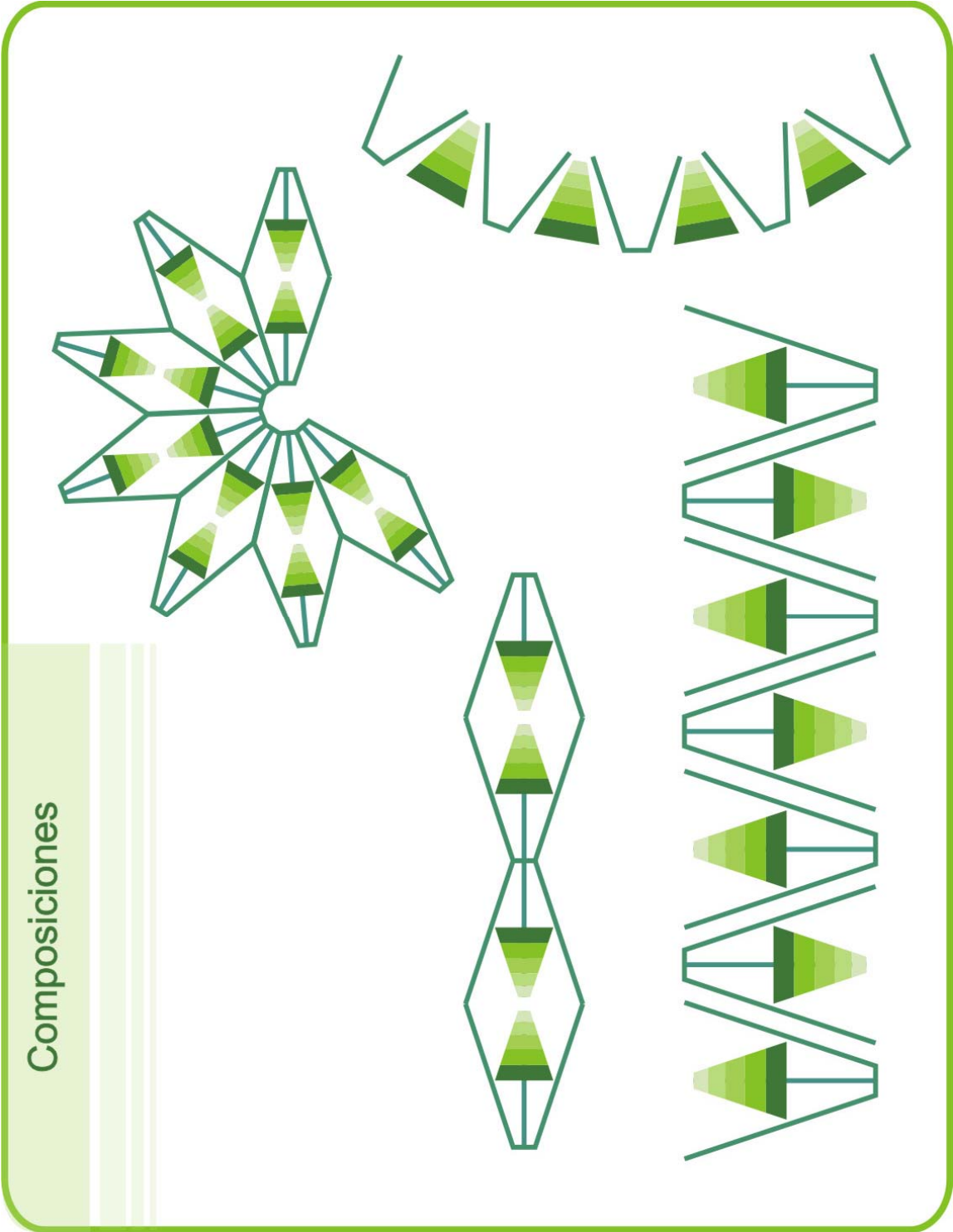
Abstracción de la Forma

Evolución



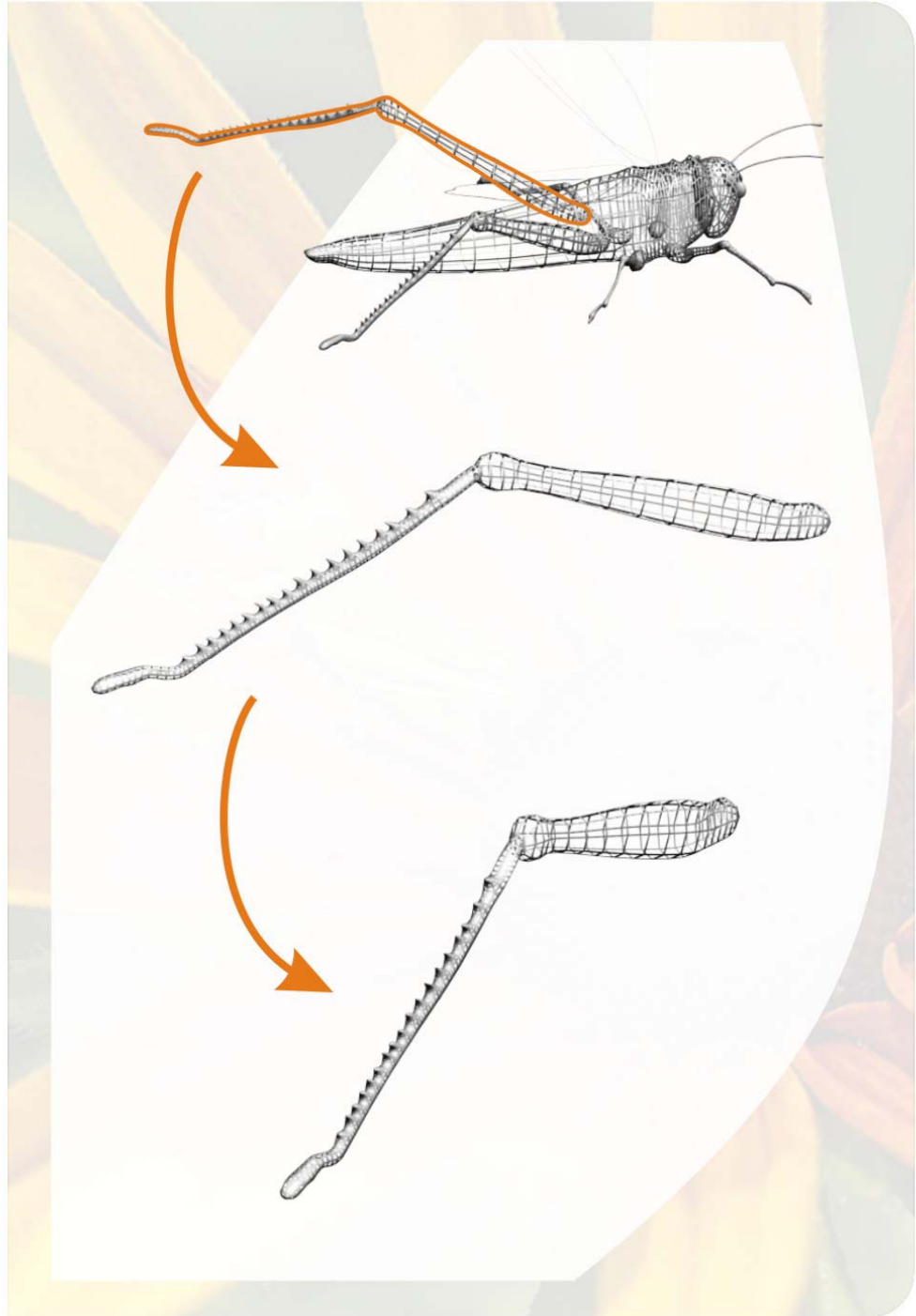






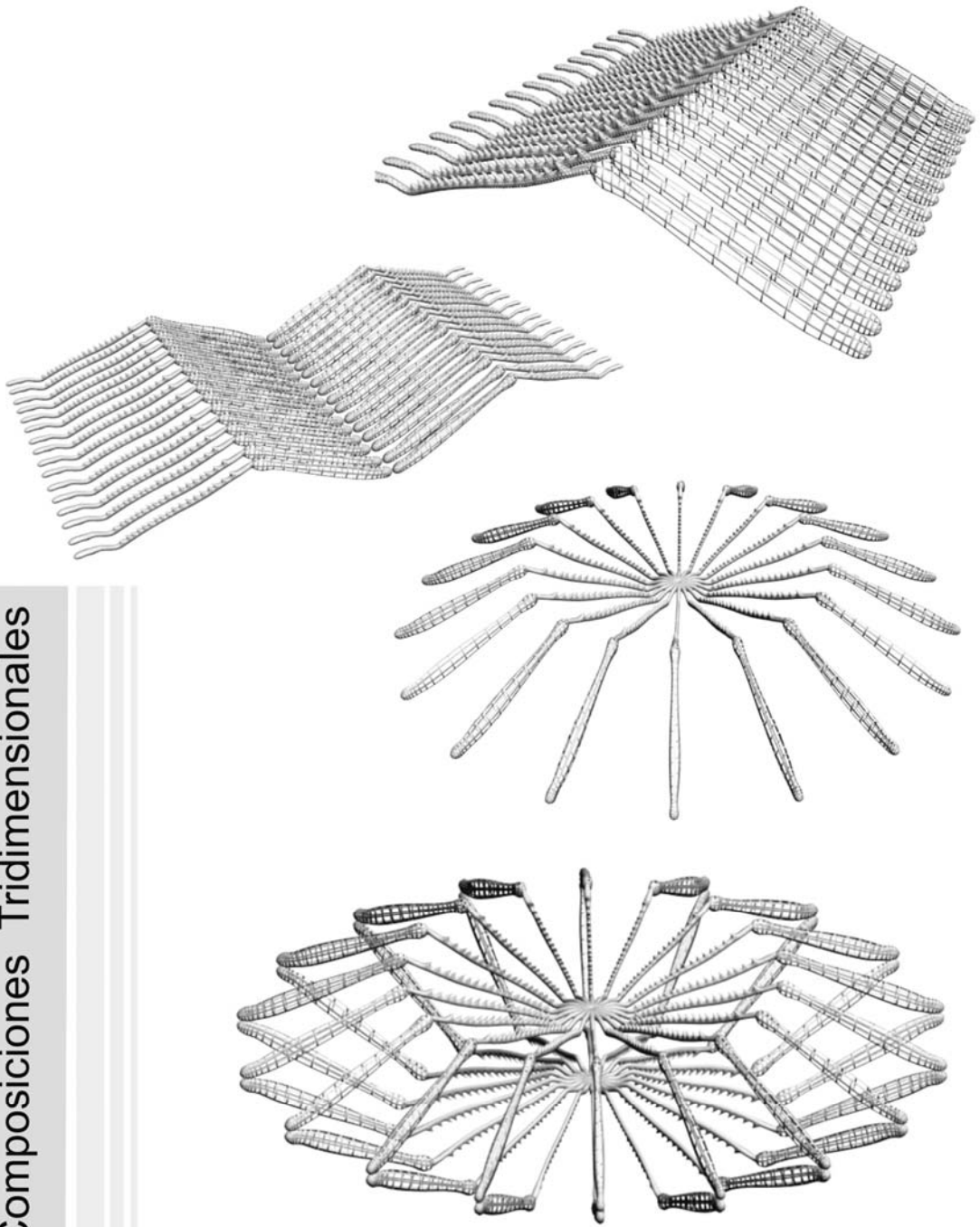


Abstracción del modulo



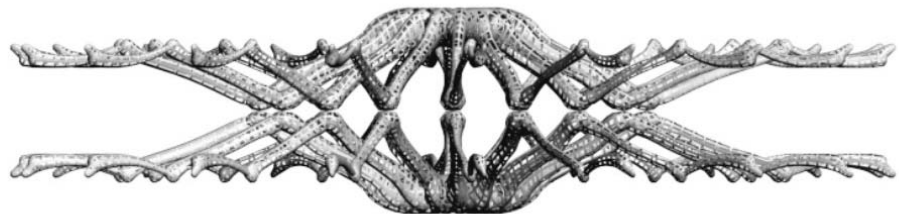
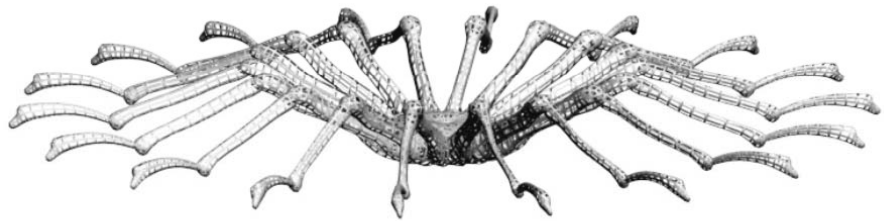
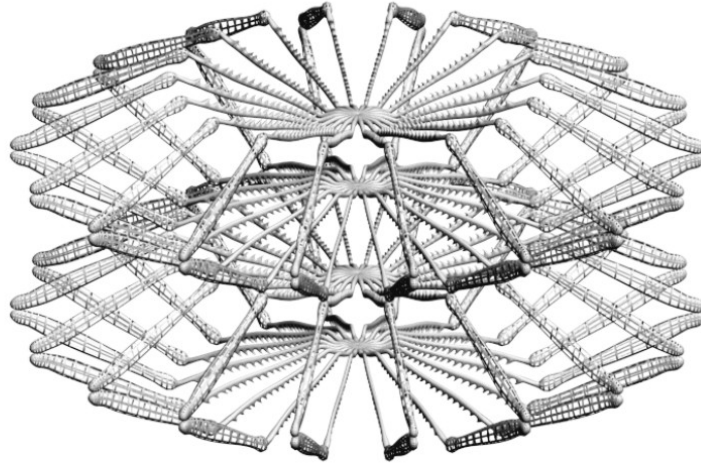


Composiciones Tridimensionales



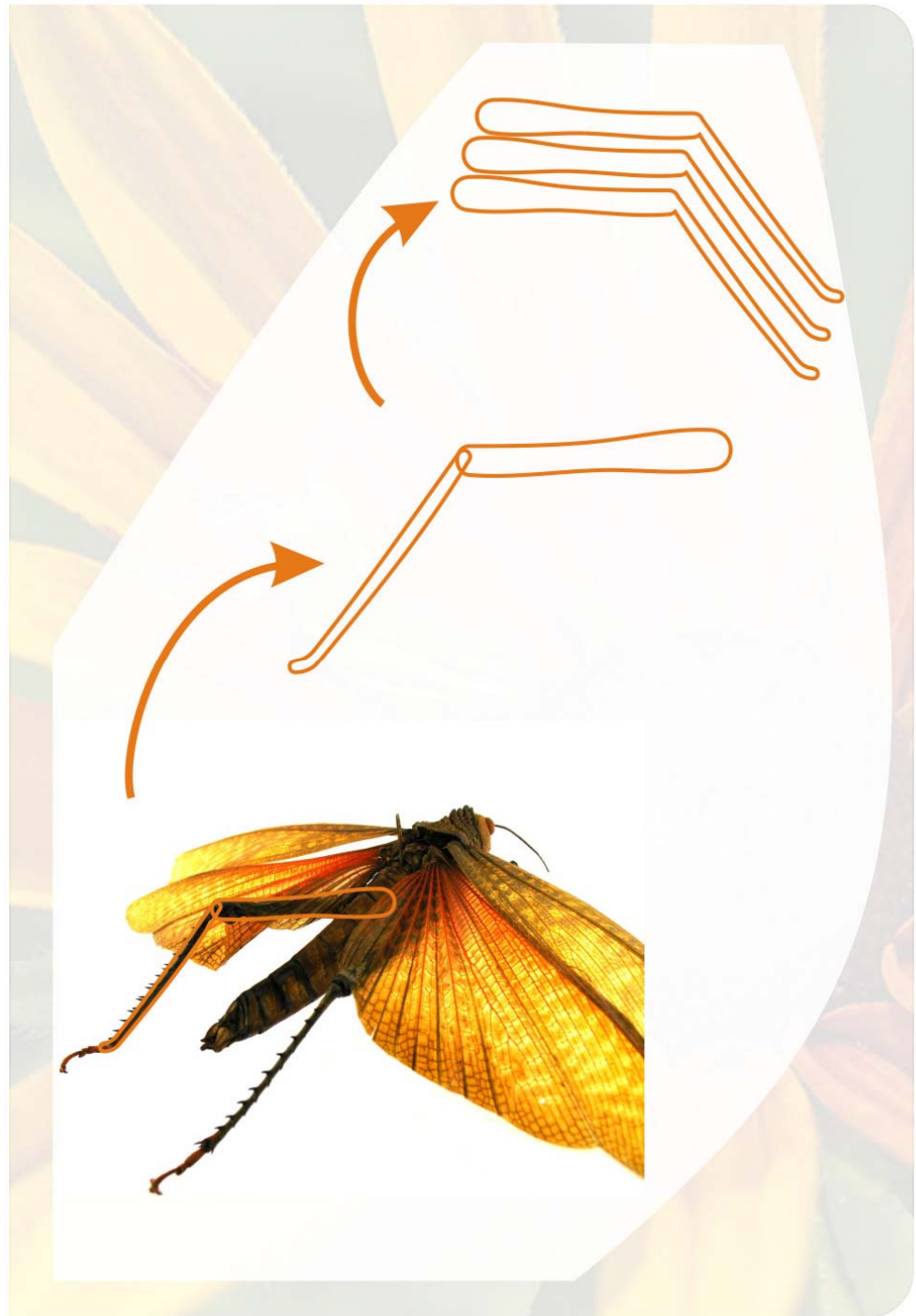


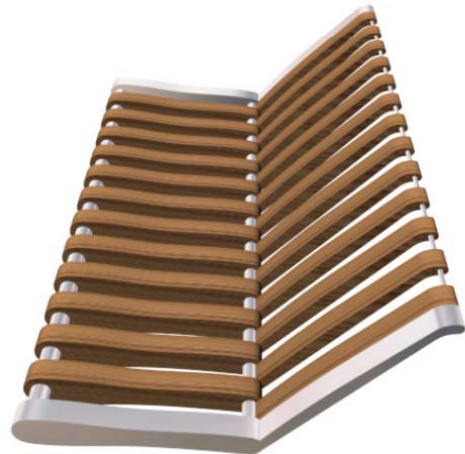
Composiciones Tridimensionales



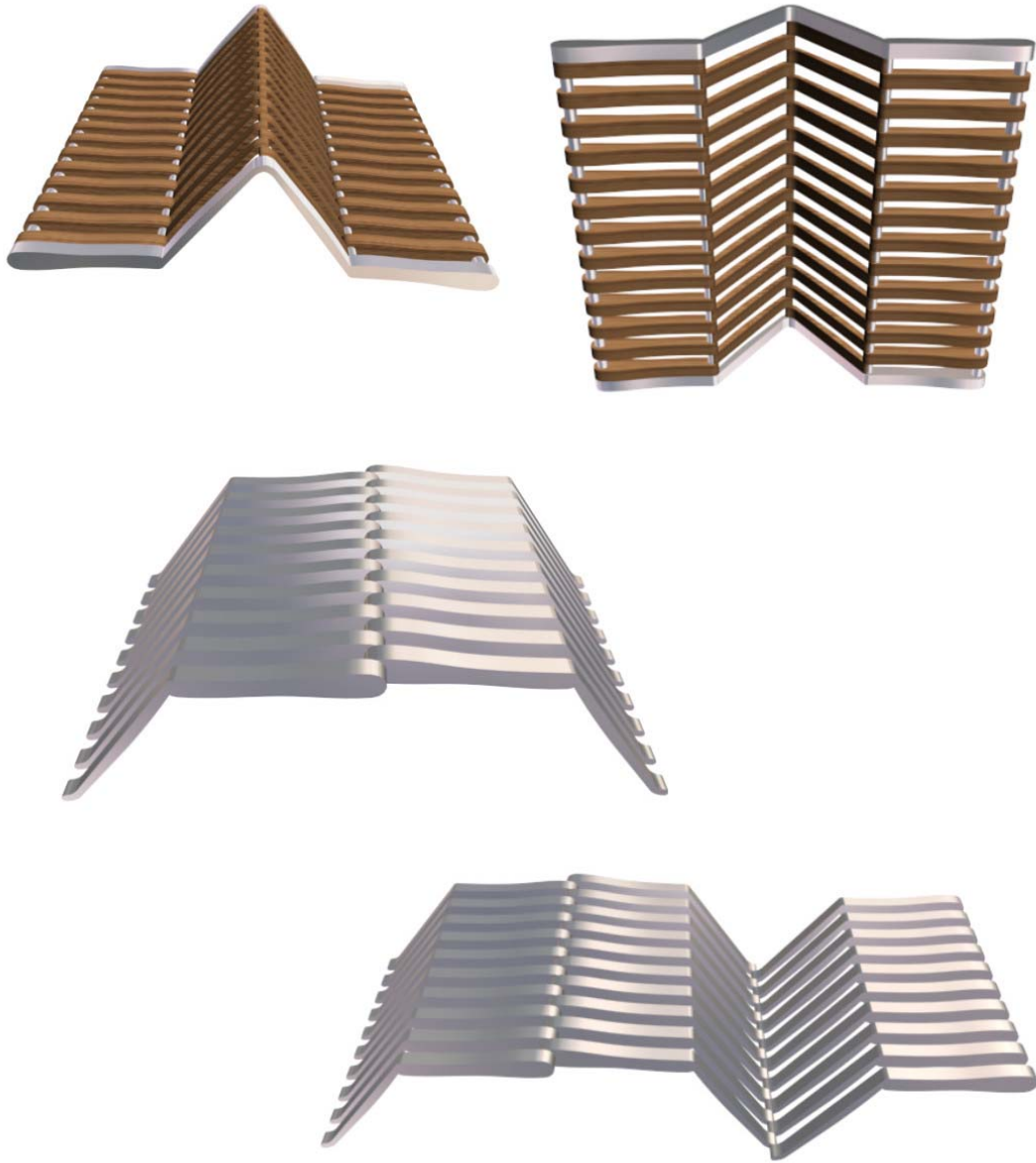


Abstracción del modulo





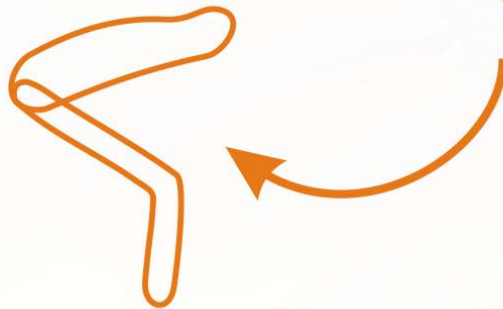
Composiciones Tridimensionales



Composiciones Tridimensionales



Abstracción del modulo





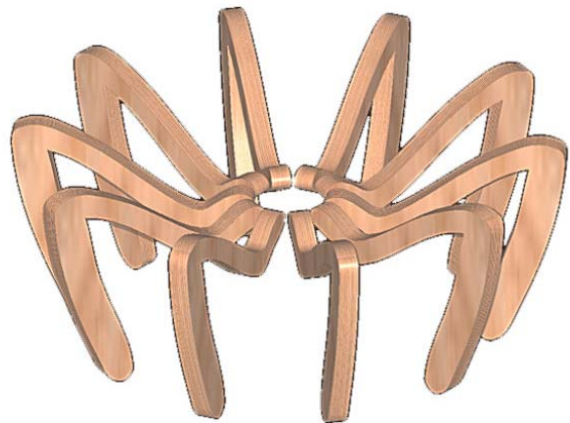
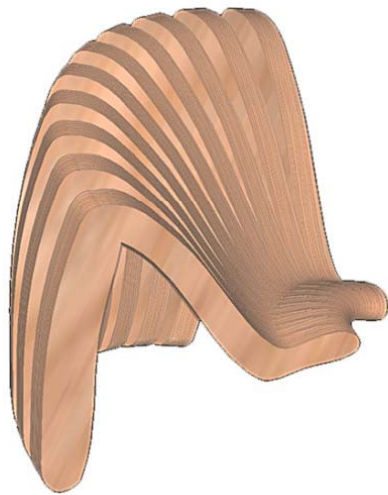
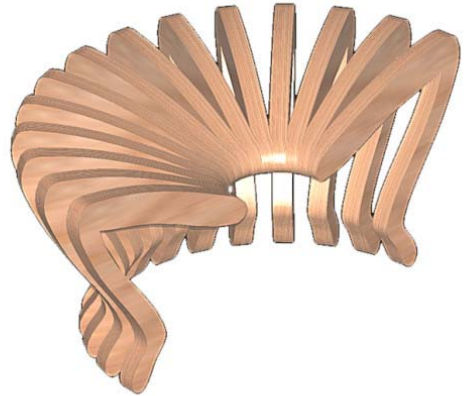
SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE

BIÓNICA DE UNA LANGOSTA



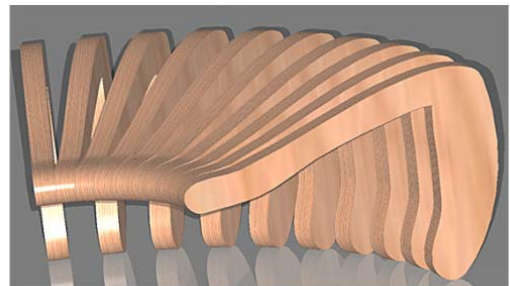
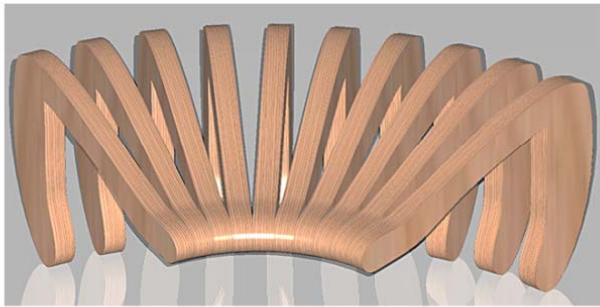
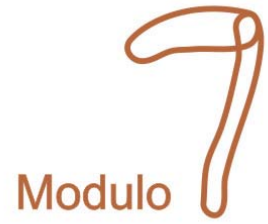
Composiciones Tridimensionales





Composiciones Tridimensionales

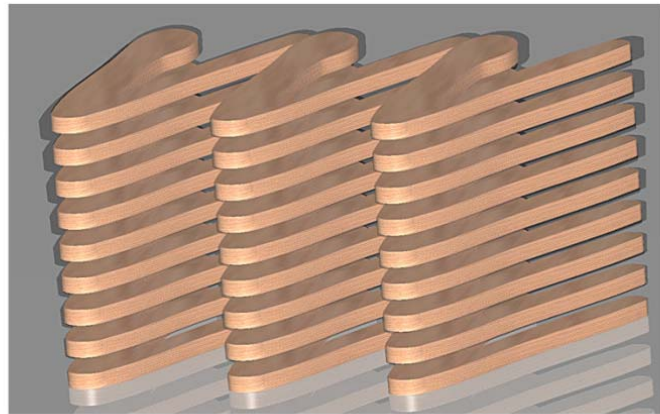
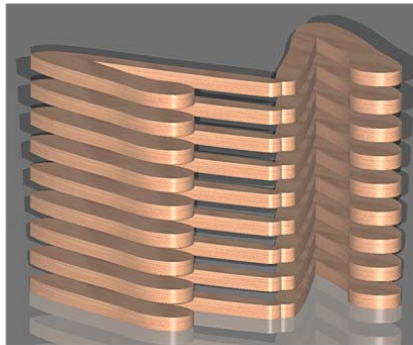
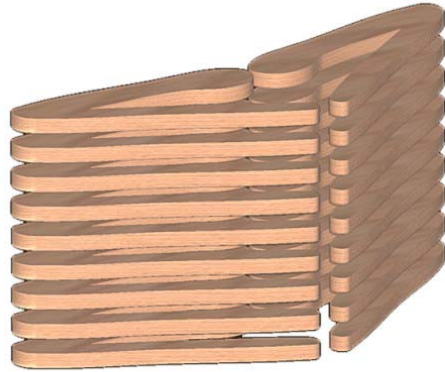




Composiciones Tridimensionales



Modulo



Composiciones Tridimensionales






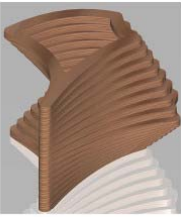
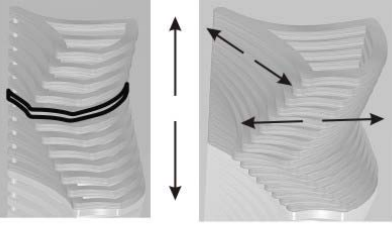
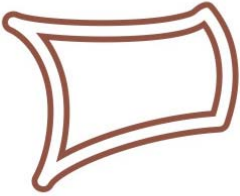


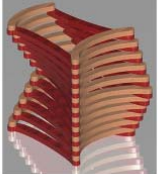
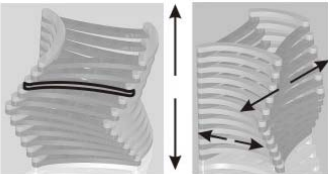
7.7 EVALUACION DE LAS PROPUESTAS TRIDIMENSIONALES

El sistema estructural consta de los componentes que se repiten a lo largo de un eje y los elementos de unión o ensamble.


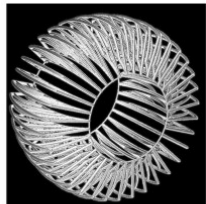
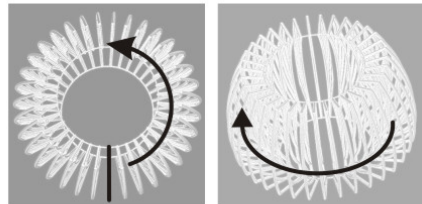
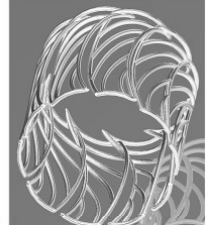
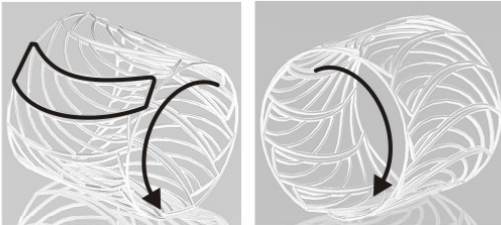


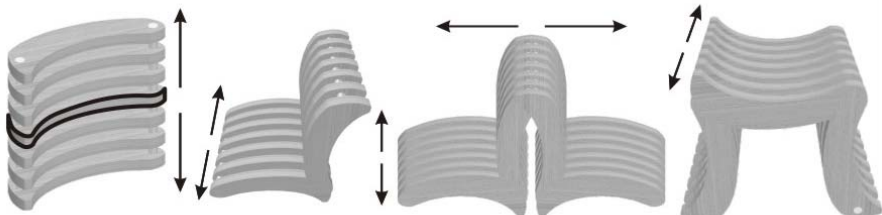


Se realizaron unos cuadros en los cuales se analiza las posibilidades que cada propuesta tridimensional tiene de crecimiento en las diferentes direcciones, y a su vez la versatilidad del modulo en las posibilidades de su disposición lineal o radial.

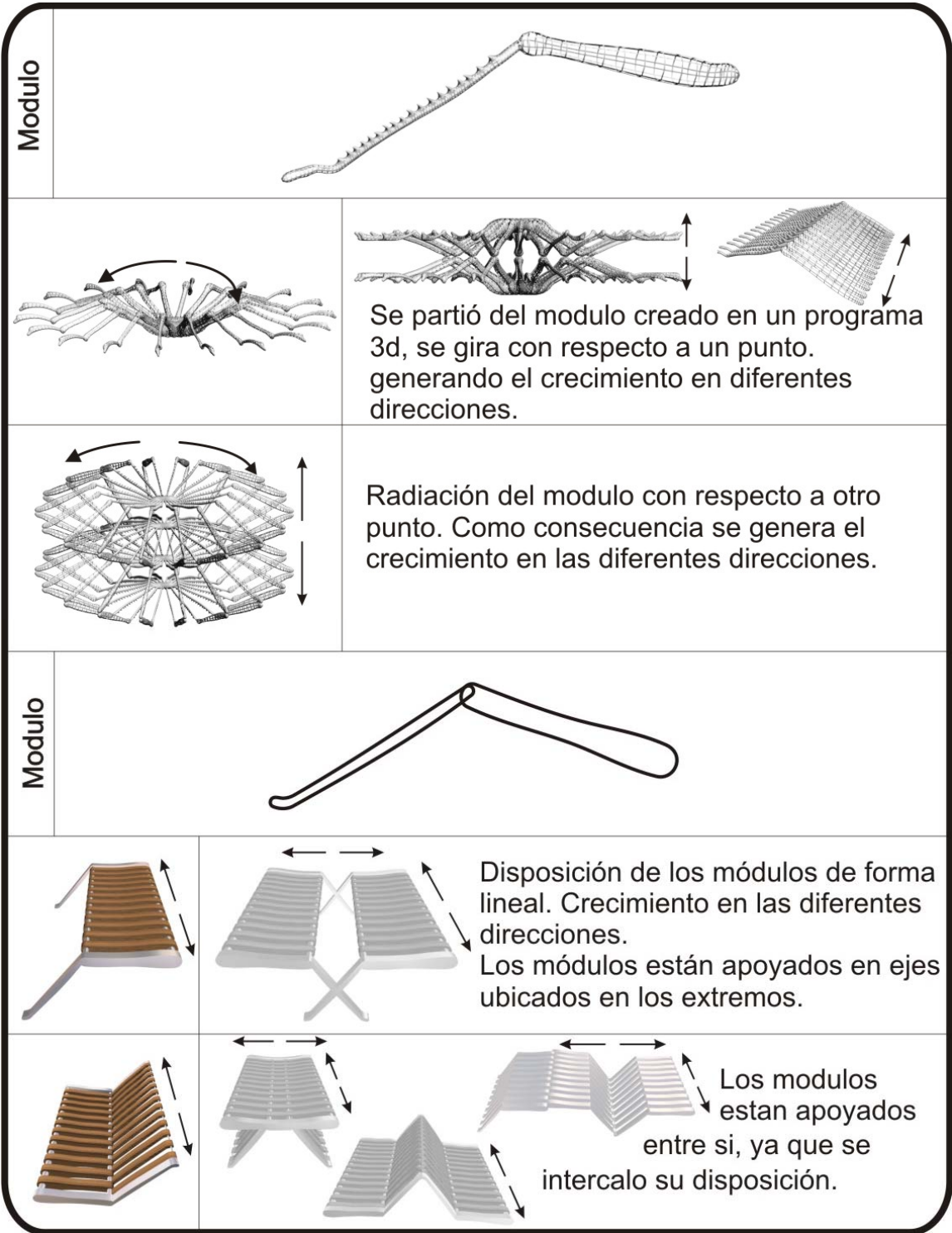


Tabla 2. Análisis direccional de las propuestas

Modulo		
		 <p>↑ Estructura básica, de crecimiento lineal en el eje vertical. Módulos apoyados en ejes verticales ubicados en los extremos del modulo. ↓</p>
	 <p>↑ Módulos alineados en un solo punto y girados con respecto a este creando un efecto de crecimiento en todas direcciones. Apoyo en un solo punto. ↓</p>	
Modulo		
		 <p>↑ Estructura básica, de crecimiento lineal en el eje vertical. Los módulos están soportados entre sí, es una estructura de compresión, donde no es necesario ejes verticales. ↓</p>
	 <p>↑ Los módulos giran con respecto a un punto creando el crecimiento a nivel del de todos los ejes. ↓</p>	



Modulo		
		<p>Estructura de crecimiento radial en las dos direcciones. Los modulo están apoyados en dos puntos por un eje circular.</p>
		<p>Módulos dispuestos de forma lineal de forma consecutiva. Crecimiento en dos direcciones.</p>
Modulo		
		
		<p>Estructura basada en las diferentes disposiciones del modulo, lo cual permite el crecimiento en todas las direcciones.</p>

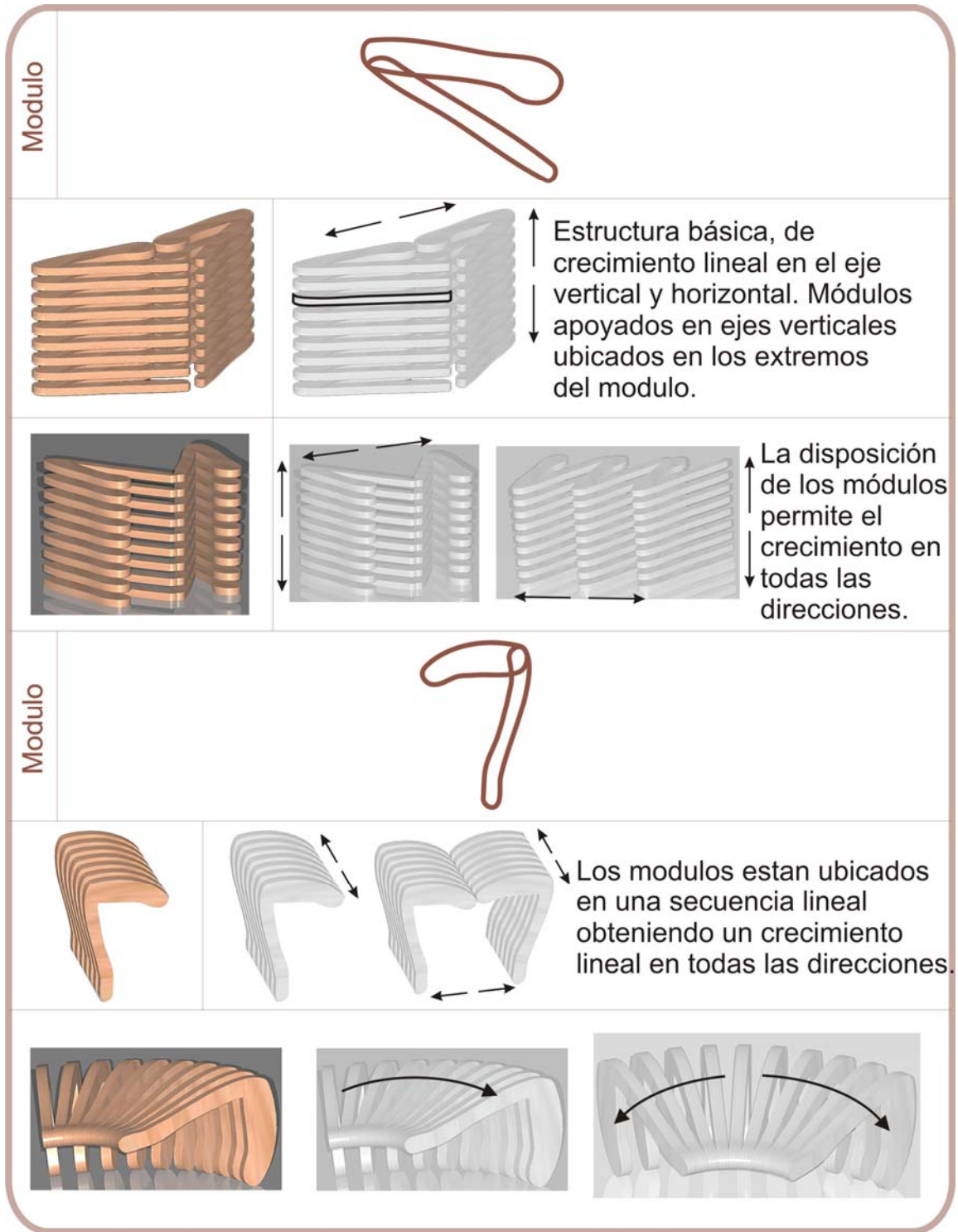




SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE

BIÓNICA DE UNA LANGOSTA

Modulo			
		<p>Estructura básica, de crecimiento lineal en el eje vertical. Módulos apoyados en ejes verticales ubicados en los extremos del modulo.</p>	
Modulo			
		<p>Modulo dispuesto de forma lineal, permite el crecimiento en todas las direcciones. Al girarlo con respecto a un punto, crece en las dos direcciones.</p>	



Fuente: Autor



Luego de el análisis direccional se realizo un cuadro para la evaluación de los módulos y las propuestas tridimensionales basado en el método de evaluación de alternativas que lleva por nombre: “Examen y selección de alternativas o conceptos de diseño”; el cual parte de tener desarrollados algunos conceptos globales de diseño enfocados a la solución del problema planteado y contraponerlos a los criterios que están determinados como requerimientos. Al no tener una aplicación específica del sistema estructural se eligieron criterios básicos que las propuestas realizadas deben cumplir, para en una posterior evolución obtener un sistema estructural de crecimiento multidireccional.

Los criterios que se utilizaron para evaluar las alternativas y los módulos son:

- Crecimiento multidireccional: Cumplimiento del crecimiento en los distintos ejes y direcciones.
- versatilidad: Posibilidades de disposición en el espacio que tienen los componentes de la propuesta.

Paralelo a esto se plantearon alternativas de ensambles, y se realizo la evaluación de estos.

- Versatilidad: variedad de posibilidades que permite la utilización de cada una de las alternativas con respecto a la combinación de materiales y la disposición de los módulos.
- Funcionalidad: esfuerzos que soporta cada alternativa, que lograrán que el sistema estructural se desempeñe como tal.

La forma en que se evaluara cada alternativa se hará concediendo la calificación más alta a la interacción en que se satisfaga de manera más adecuada los criterios anteriormente planteados de la siguiente manera:

0= no cumple 1= cumple medianamente 2= Cumple 3= Cumple adecuadamente



Tabla 3. Evaluación de módulos

Módulo \ Criterio					
Crecimiento	1	1	0	2	2
Versatilidad	0	0	0	1	3
	1	1	0	3	5

Módulo \ Criterio				
Crecimiento	2	2	1	2
Versatilidad	2	1	1	3
	4	3	2	5

Fuente: Autor

Tabla 4. Evaluación de Propuestas

Propuesta \ Criterio					
Crecimiento	1	1	0	2	3
Versatilidad	0	0	0	2	3
	1	1	0	4	6

Propuesta \ Criterio				
Crecimiento	2	2	1	3
Versatilidad	3	1	0	3
	5	3	1	6

Fuente: Autor



Tabla 5. Evaluación de ensambles

Ensamble	 Distanciadores y ejes en acero y aluminio	 Tornillos	 Ensamblaje de madera	 Soldadura
Funcionalidad	3	2	2	3
Versatilidad	3	3	0	0
	6	5	2	3

Fuente: Autor

7.8 ALTERNATIVAS FUNCIONALES

Luego de descomponer nuestro problema en sus dos elementos más representativos, optamos por aplicar la técnica de generación de ideas llamada “Análisis Morfológico”; que consiste en la combinación de las alternativas propuestas para cada elemento por medio de la utilización de una matriz.

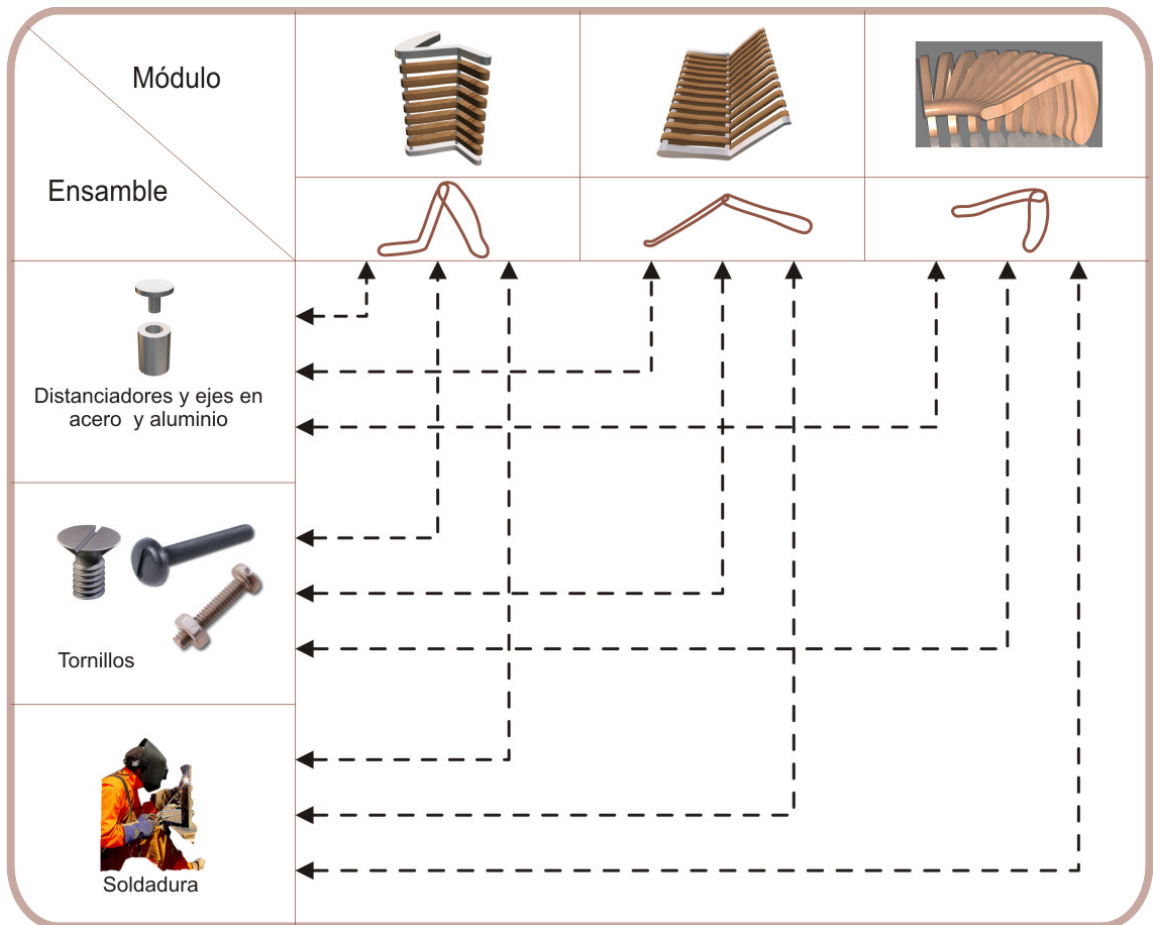
Se eligieron las tres alternativas de cada evaluación que lograron los más altos puntajes, para comenzar a concertarlos.

Al realizar la matriz se obtienen nueve posibilidades a causa de la combinación de las alternativas elegidas.

Es posible que algunas de las conexiones logradas en la matriz no sea viable para la solución adecuada del problema que estamos enfrentando. Por tanto el resultado de la matriz no tiene que ser estrictamente las nueve posibilidades, en este caso serían menos. Existe también la probabilidad de ser más, al mezclar espontáneamente los módulos o sistemas de ensambles.



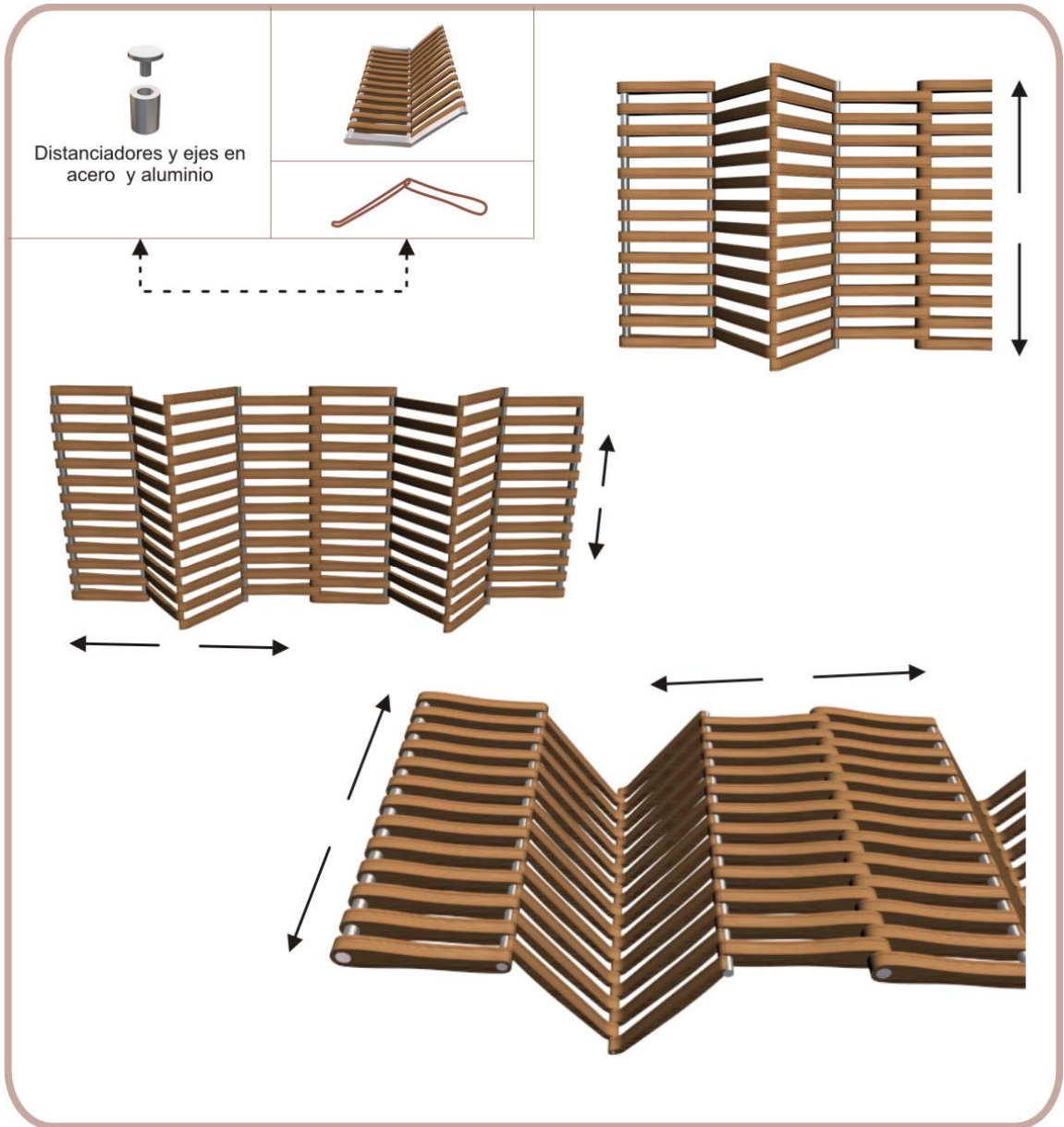
Figura 39. Matriz (Análisis Morfológico)



Fuente: Autor

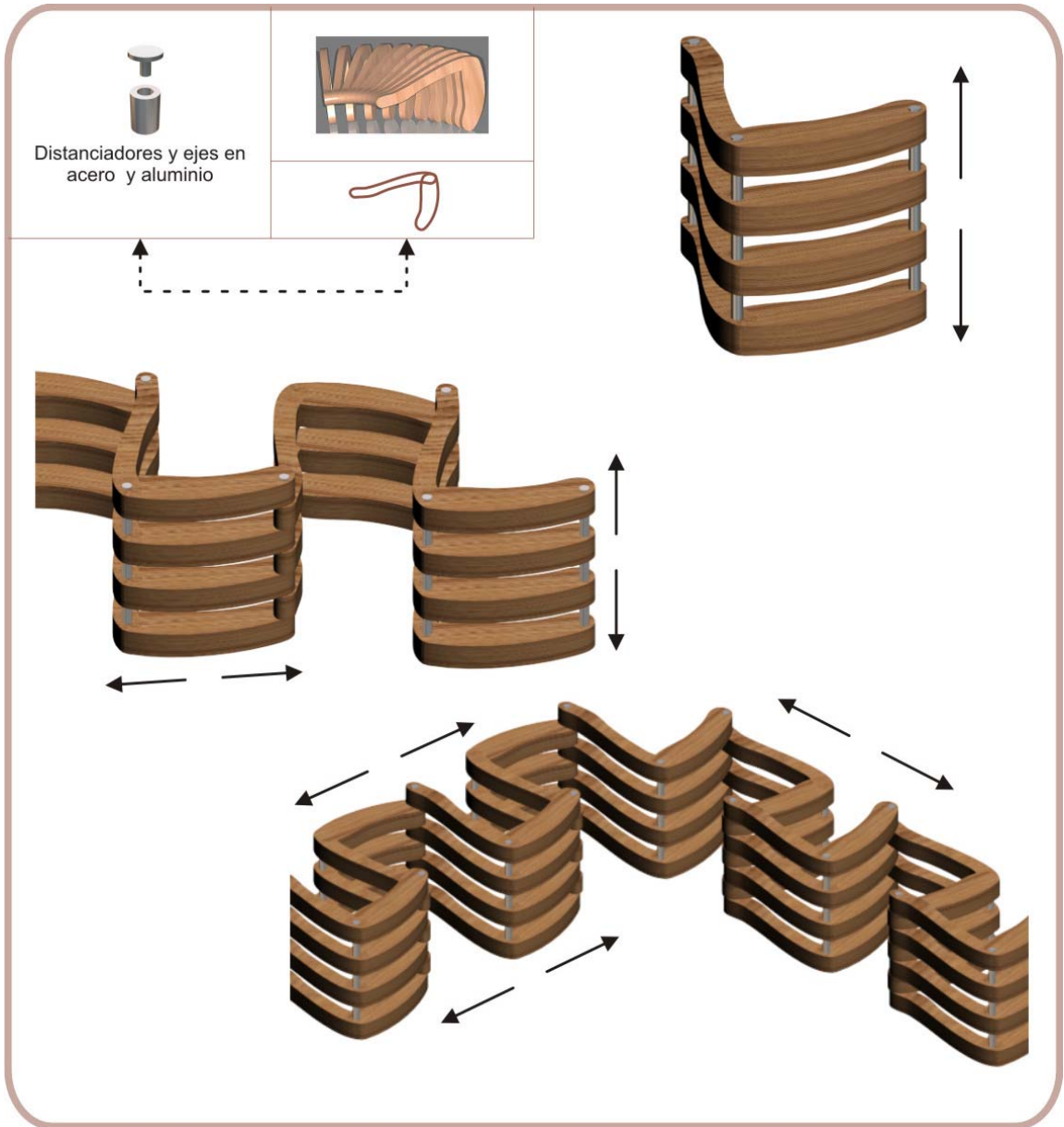


7.8.1 Alternativa 1.



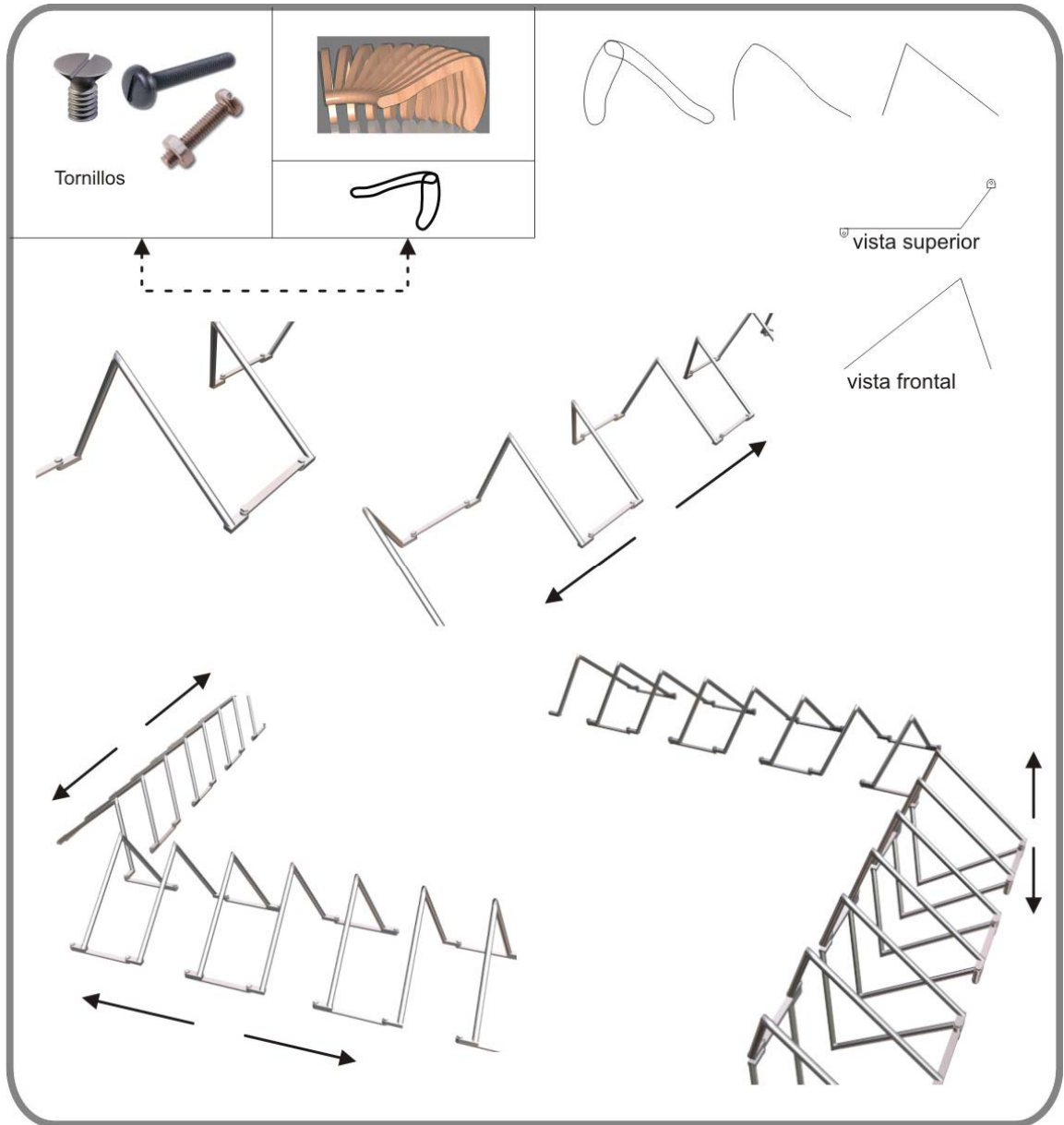


7.8.2 Alternativa 2.



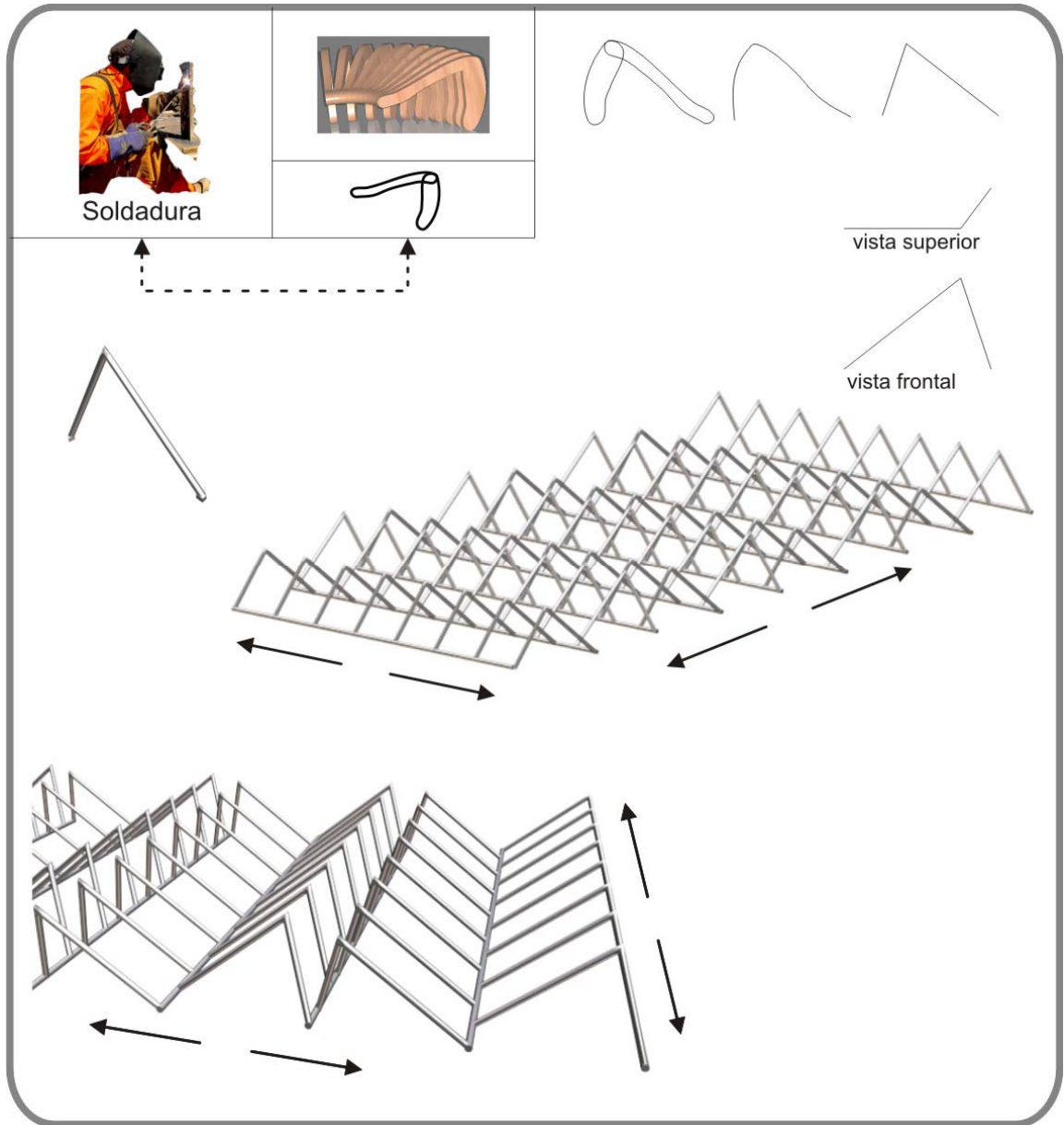


7.8.3 Alternativa 3.



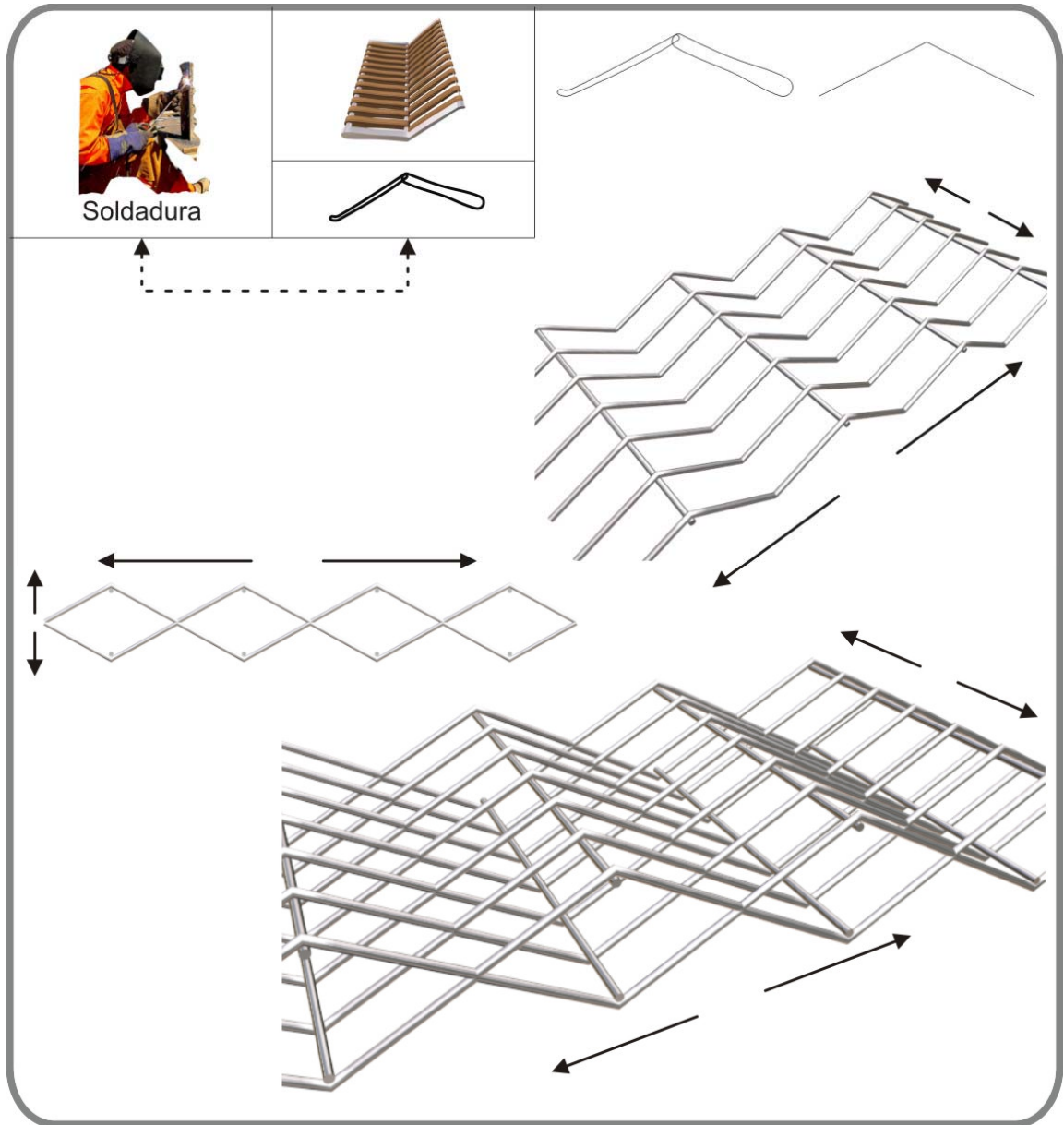


7.8.4 Alternativa 4.



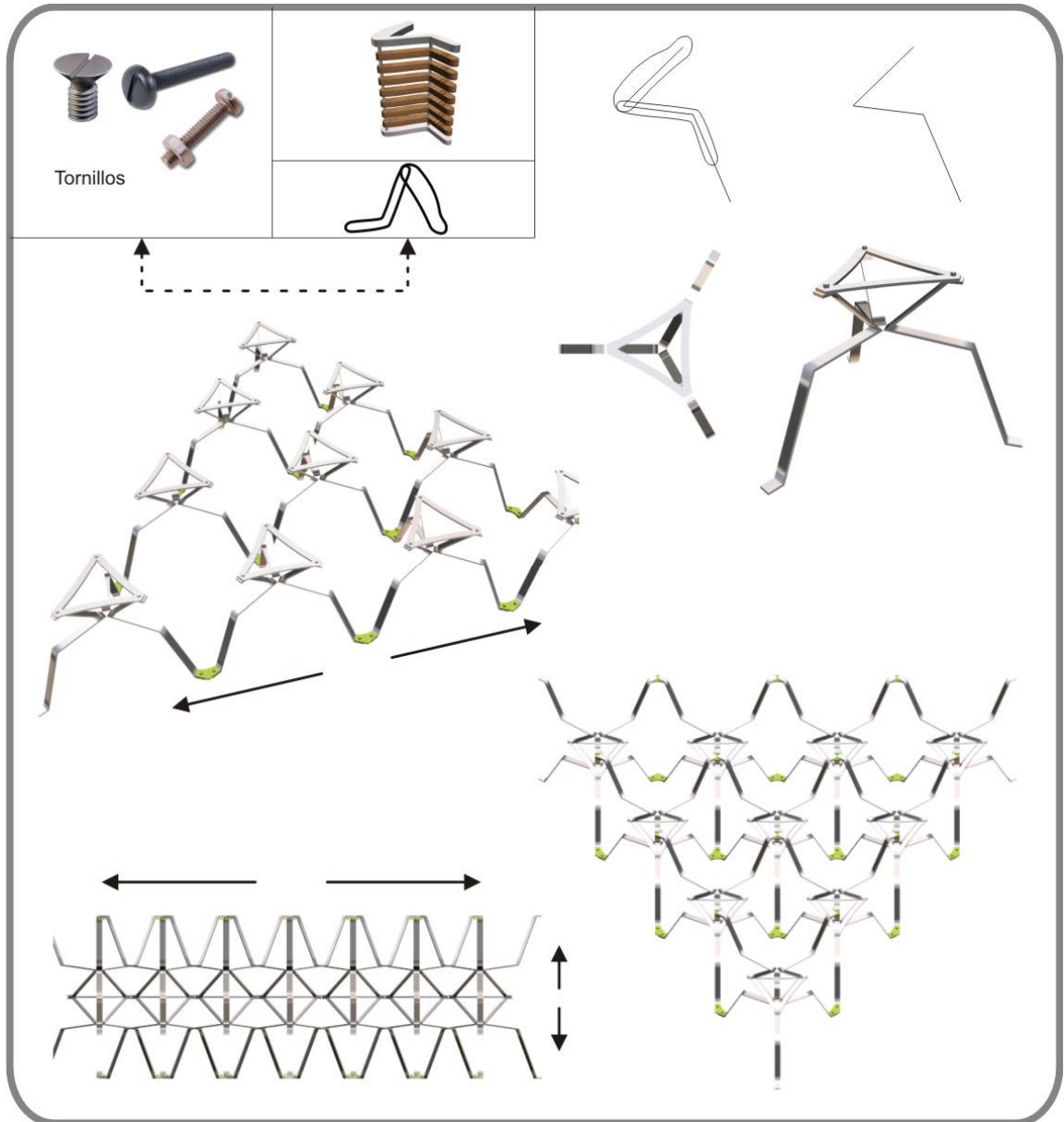


7.8.5 Alternativa 5.





7.8.6 Alternativa 6.





7.9 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS FUNCIONALES

Para evaluar las alternativas se utilizó el método de “Examen y selección de alternativas o conceptos de diseño” anteriormente implementado. Para realizar la evaluación se estructuraron los criterios a los cuales se enfrentaron cada una de las alternativas. Es válido mencionar que el sistema estructural no tiene una aplicación real, en este punto del proceso.

7.9.1 Requerimientos.

7.9.1.1 Mecanismos: El sistema estructural debe contener elementos de ensamble eficientes para soportar cargas y esfuerzos básicos.

7.9.1.2 Confiabilidad: Adicional al buen funcionamiento del sistema estructural, debe contener e inspirar seguridad enfocada a la función para la cual fue diseñado.

7.9.1.3 Versatilidad: En este punto del proceso es posible analizar que sistema tendrá mayor cantidad de posibilidades de aplicación en los diferentes sectores de la industria.

7.9.1.4 Unión: Eficiencia y funcionalidad de los mecanismos de ensambles planteados.

7.9.1.5 Estructurabilidad: Los componentes deben ser funcionales con respecto al principio básico de la estructura que es la optimización del material.

7.9.1.6 Producción: La producción del sistema estructural debe estar dentro de las posibilidades existentes en la industria. Y con el menor número de procesos posibles.



7.9.1.7 Normalización. Tener en cuenta que las materias primas deben estar disponibles dentro del mercado, y emplear de forma adecuada las medidas comerciales existentes en el mercado para obtener el menor desperdicio.

7.9.1.8 Estandarización. La utilización de módulos para mejorar los procesos de producción y posibilitar la versatilidad a nivel funcional.



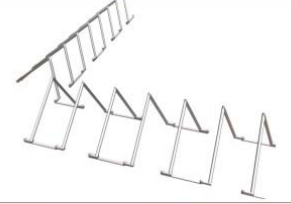
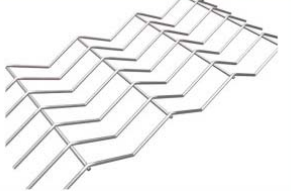


7.9.1.9 Unidad. Lograr que el sistema visualmente sea agradable por medio de la utilización de conceptos básicos como repetición de componentes y la analogía entre estos.

Nuevamente se evaluara cada alternativa concediendo la calificación más alta a la interacción en que se satisfaga de manera más adecuada los criterios anteriormente planteados de la siguiente manera:

0= no cumple 1= cumple medianamente 2= Cumple 3= Cumple adecuadamente



Tabla 6. Evaluación de Alternativas finales

Criterio Alternativa	Mecanismos	Confiabilidad	Versatilidad	Unión	Producción	Normalización	Estandarización	Unidad	Estructurabilidad	
	3	2	3	3	2	2	2	3	1	21
	3	2	3	3	2	2	2	3	0	20
	1	1	2	2	2	2	1	2	1	14
	3	2	1	3	2	2	2	1	3	19
	3	2	1	3	1	2	2	0	1	15
	2	2	3	3	2	2	2	3	3	21

Fuente: Autor



7.10 EVOLUCION DE LAS ALTERNATIVAS FINALES

Luego de realizar la evaluación a las alternativas obtenidas del análisis morfológico se eligen las tres que lograron el más alto puntaje, para realizar con ellas una posterior evolución.

Estas alternativas se han propuesto teniendo en cuenta aspectos muy generales los cuales deben comenzar a definirse de manera más particular para acercarse a la idea final.

Es indispensable comenzar a pensar en posibles aplicaciones para poder especificar aspectos muy singulares como son materiales, proporciones, texturas y como prioridad la identidad con el objeto natural en el cual esta inspirado. También es importante comenzar a solucionar aspectos de producción del objeto final.

Para tener una idea más cercana a la realidad se utilizo programas de modelado en tres dimensiones, que son una herramienta para la solución de los aspectos incongruentes de forma simplificada y rápida.



Sistema Estructural





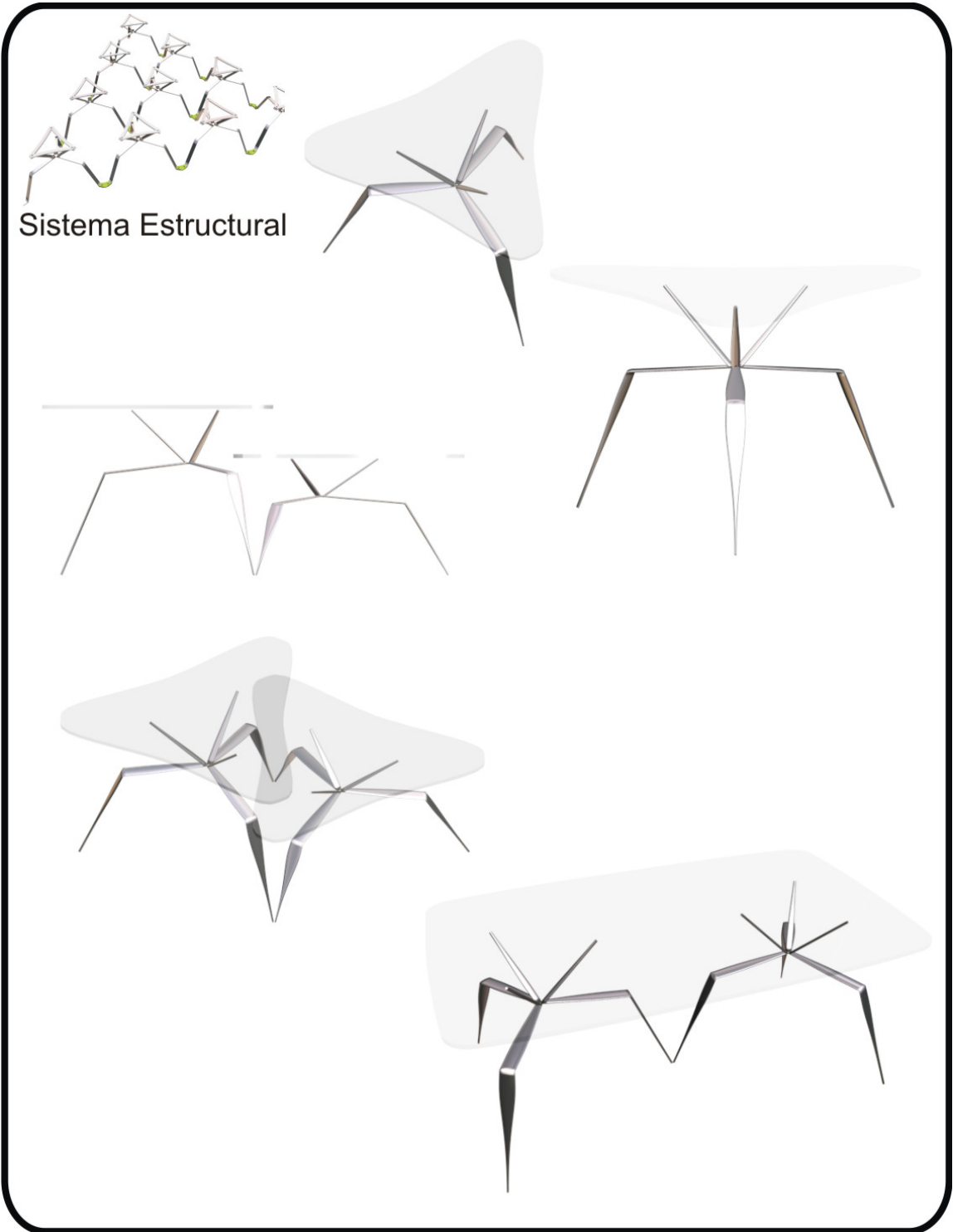
Sistema Estructural





Sistema Estructural



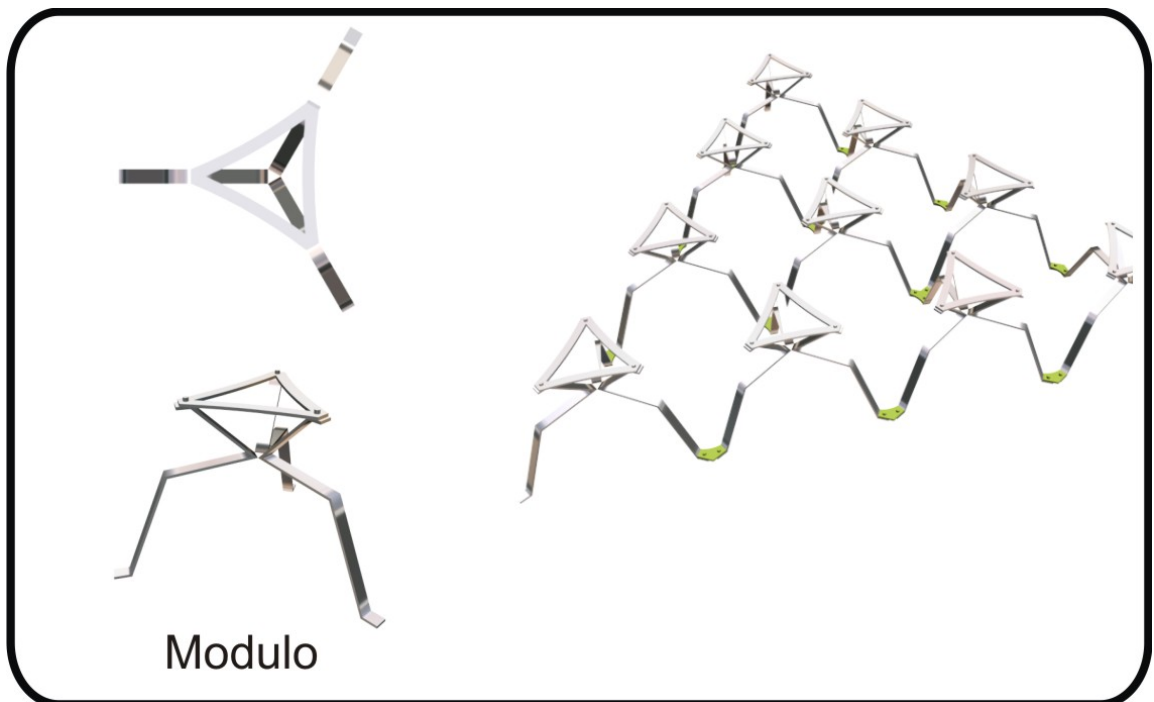




7.11 ALTERNATIVA FINAL

Aunque las tres alternativas de sistema estructural obtuvieron resultados bastantes altos en la evaluación: 20 y 21, donde el mayor puntaje logrado podía ser 27; en sus distintas formas de aplicación en la industria, la que mejor cumple el concepto de optimización de material es la ultima, por tanto a partir de el concepto de esta alternativa se comenzó a evolucionar y a evaluar sus comportamientos según su entorno.

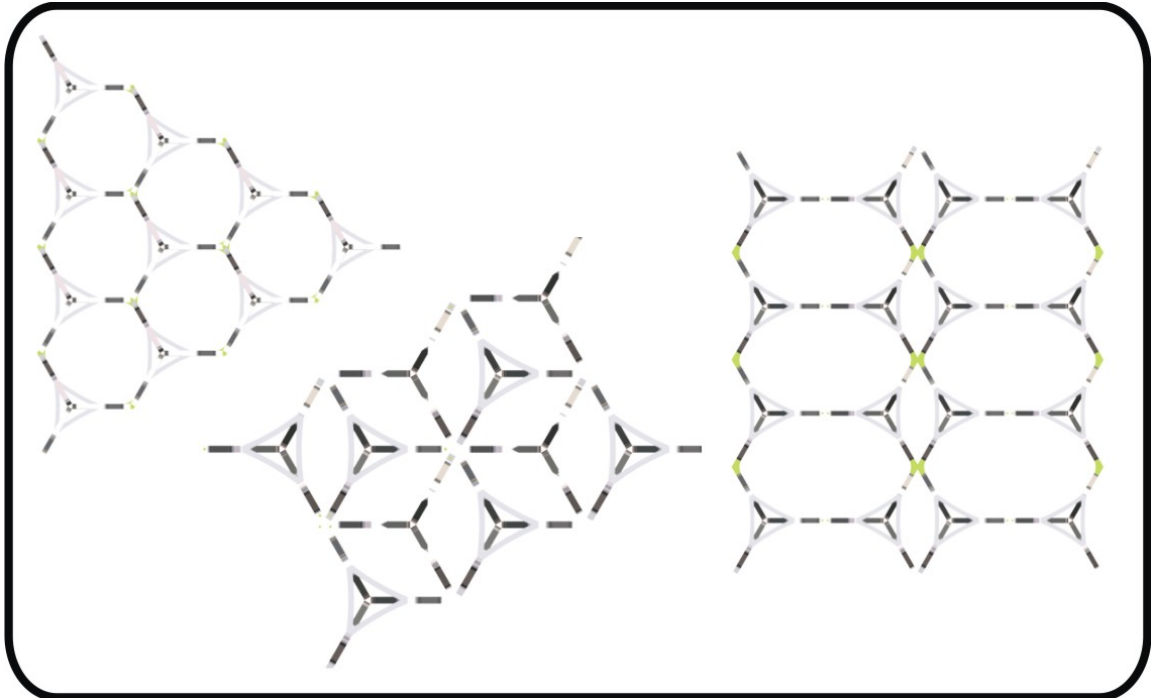
Figura 40. Alternativa Final



Fuente: Autor



Figura 41. Disposiciones del Modulo



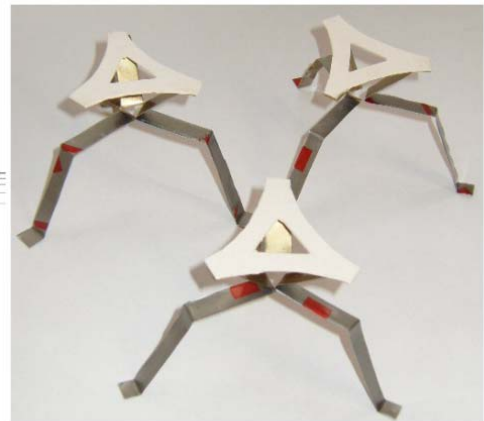
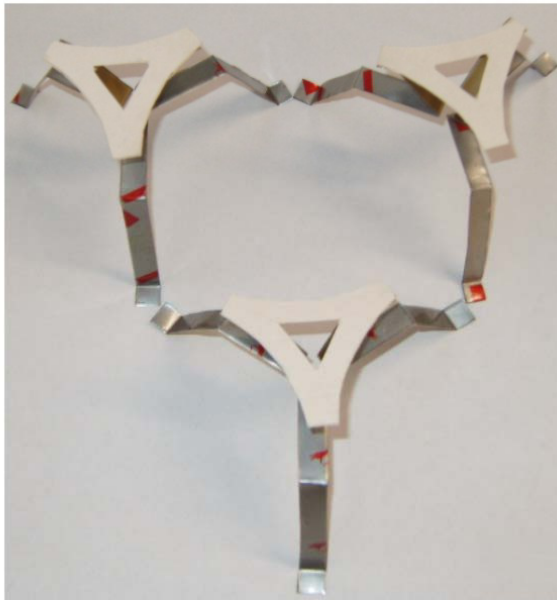
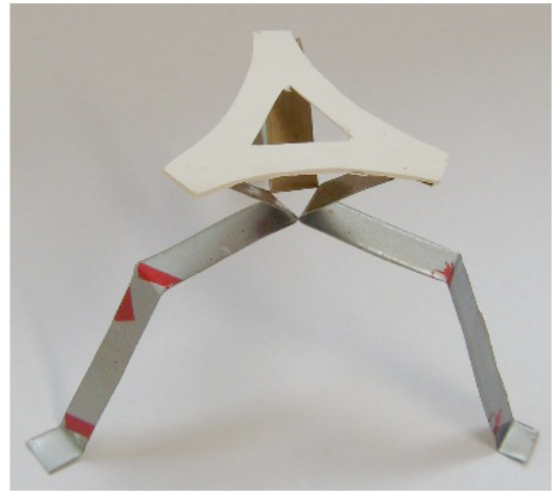
Fuente: Autor

7.11.1 Construcción de Modelos. Luego de tener claro el concepto de la alternativa, se procedió a construir modelos a escala para comenzar a evaluar su comportamiento. Los primeros modelos se realizaron en cartón paja y lamina de aluminio.

Con este primer modelo se analizo que el espesor del aluminio utilizado no era suficiente para lograr evaluar una resistencia, proporcional y dependiente de los materiales utilizados.



SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE
BIÓNICA DE UNA LANGOSTA





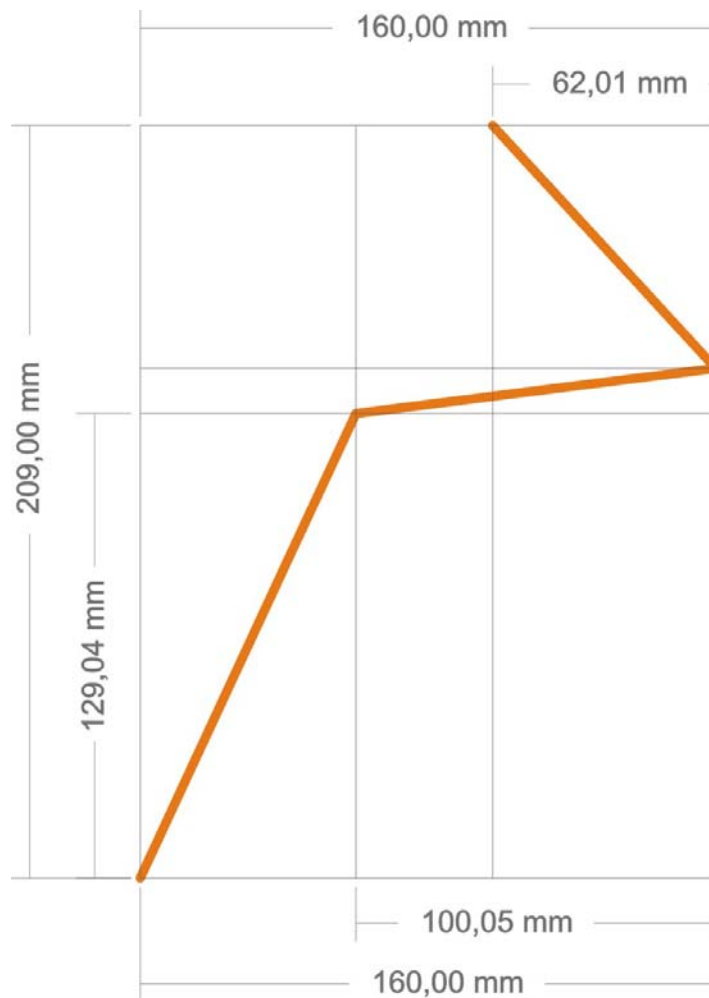
El segundo modelo se realizo en platina de aluminio de $\frac{1}{2}$ pulgada calibre $\frac{1}{8}$ de pulgada, acrílico de tres líneas de espesor, tornillos y tuercas. En este modelo notamos que al aplicarle una fuerza en la parte superior, los módulos se abren en la parte inferior, como consecuencia se planteo como solución la utilización de una guaya en la parte inferior, como elemento de tensión.





7.11.2 Evolución de la Alternativa. Se partió de proporcionar el modulo ya seleccionado, aplicando sección áurea para enriquecer su aspecto formal, también se realizaron algunas evoluciones de forma, para modificar el modulo planteado inicialmente de modo laminar, a uno con volúmenes variables dependiendo de los esfuerzos a los cuales iba a estar sometido.

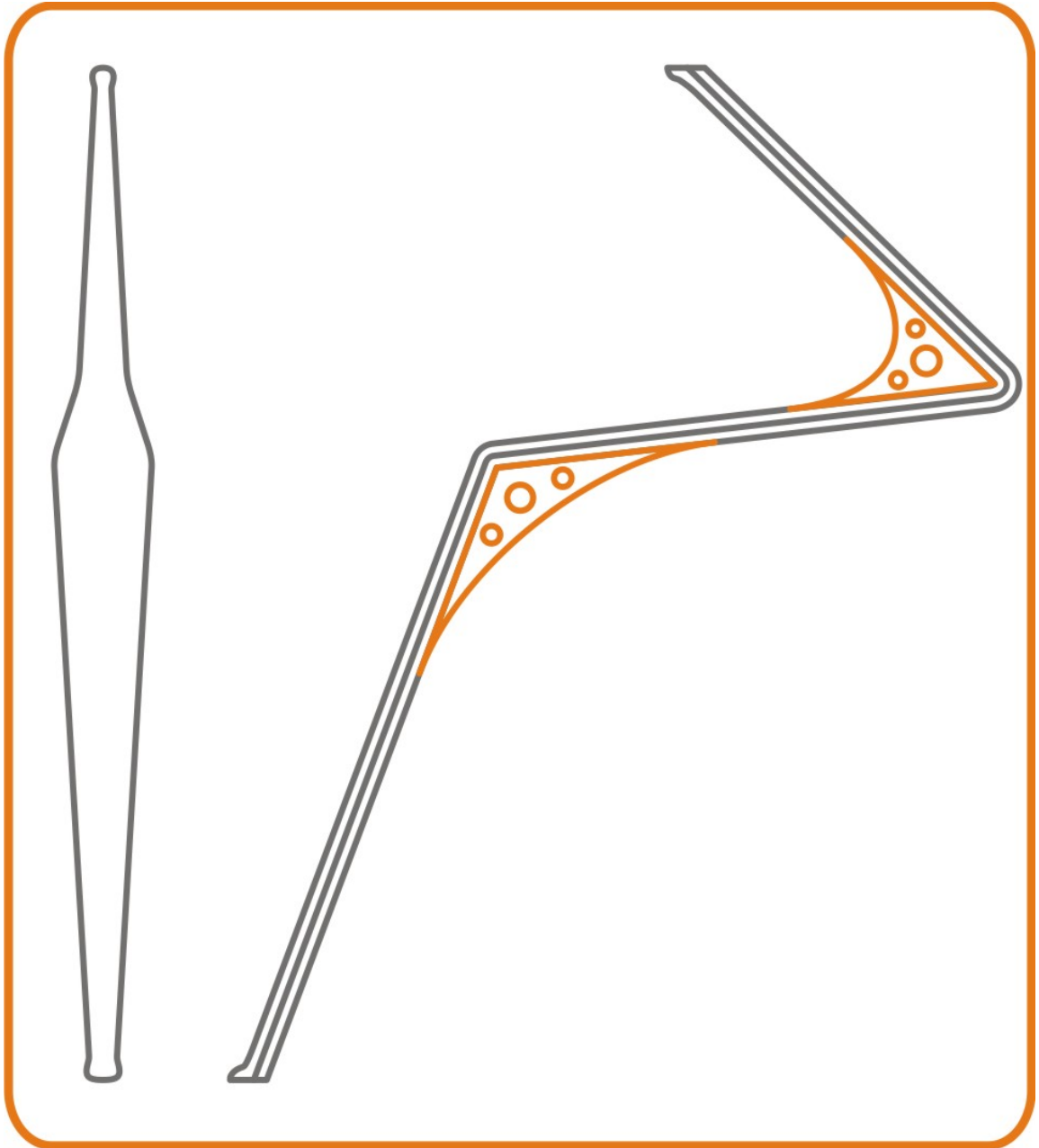
Figura 42. Proporciones del Modulo



Fuente: Autor



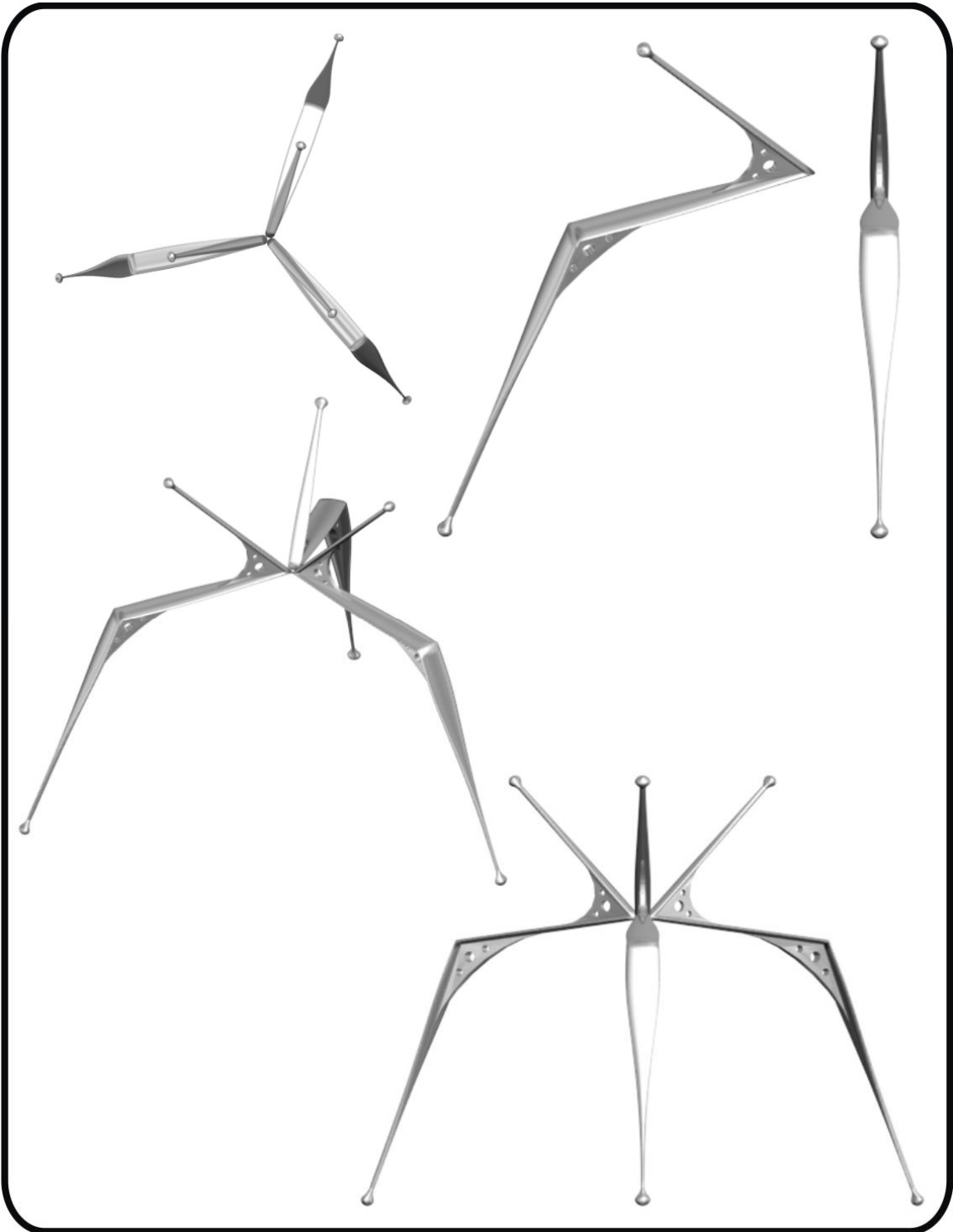
Figura 43. Evolución de la Forma



Fuente: Autor



SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE
BIÓNICA DE UNA LANGOSTA



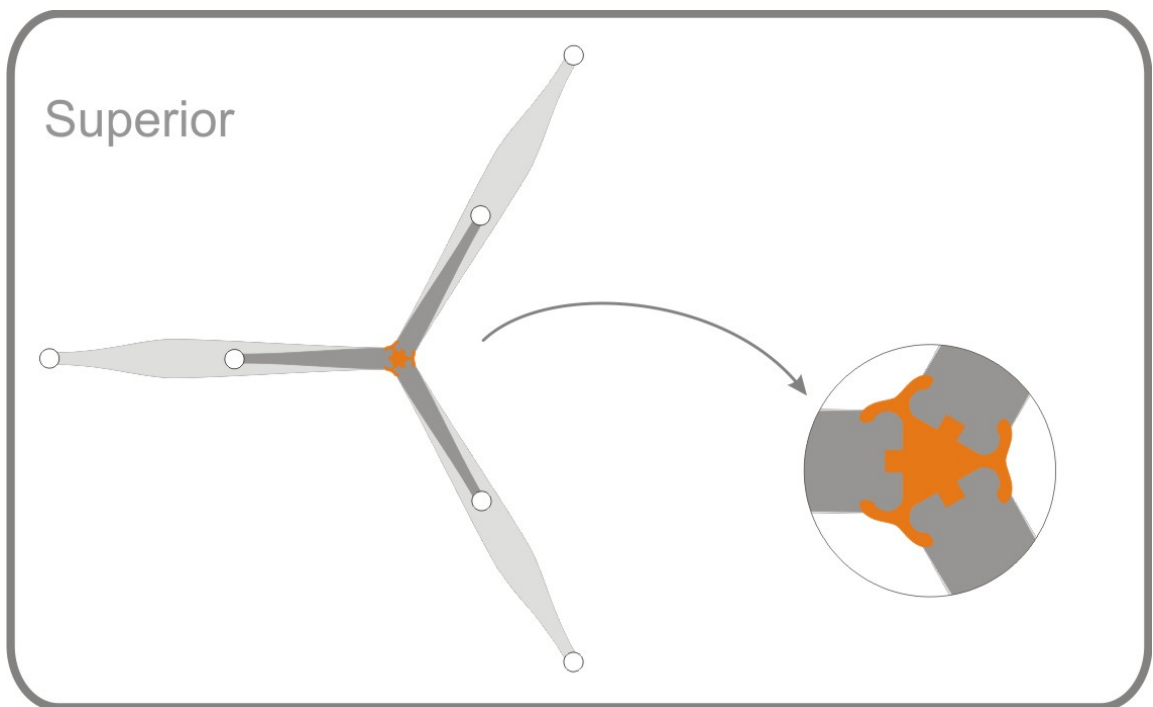


7.11.3 Elementos de sujeción. Consecutivamente a la de la evolución a nivel formal y estructural del modulo se procedió a plantear propuestas de sujeción entre los submódulos y los módulos en sus diferentes disposiciones.

Piezas planteadas en resina poliéster, con refuerzo en fibra de vidrio, material que estará sujeto a la aplicación a seleccionar, ya que de esta depende la resistencia a esfuerzos que debe soportar.

Cuando la estructura crece verticalmente se plantea ensamblar los módulos con tornillos comerciales, que se seleccionaran según la aplicación para la cual será utilizada la estructura, ya que este tipo de elementos han sido analizados soportando diferentes tipos de esfuerzos.

Figura 44. Elementos de sujeción

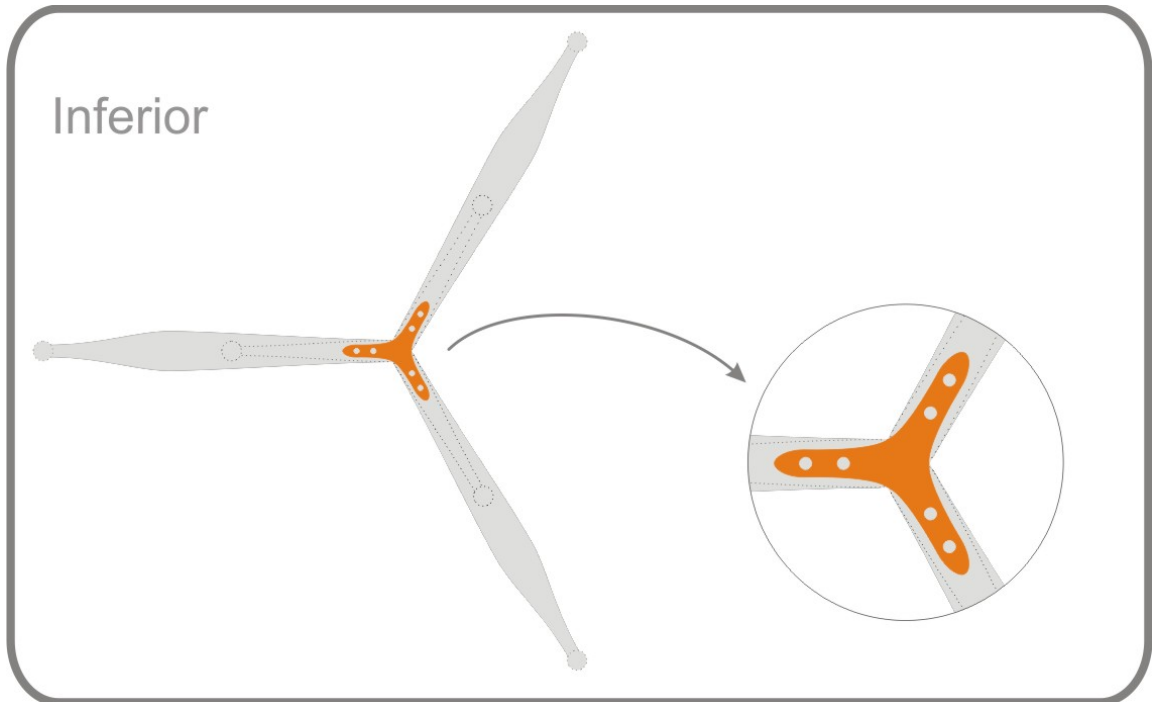


Fuente: Autor



En la figura 44, se muestra una pieza central que tiene un elemento que encajara a presión en cada uno de los submódulos sirviendo como guía mientras se ubica ya con tornillos o remaches el elemento de sujeción mostrado en la figura 45.

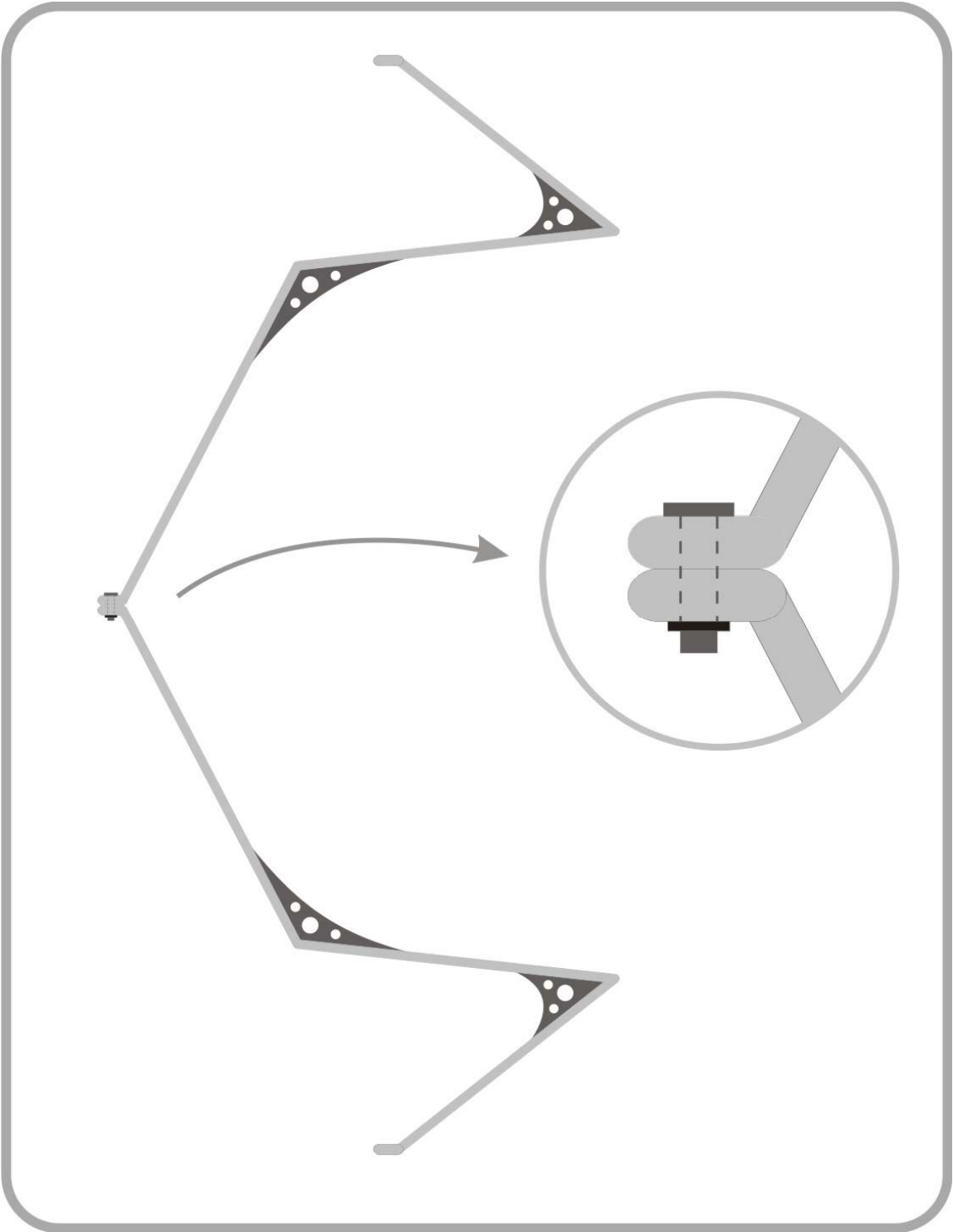
Figura 45. Elementos de Sujeción 1



Fuente: Autor

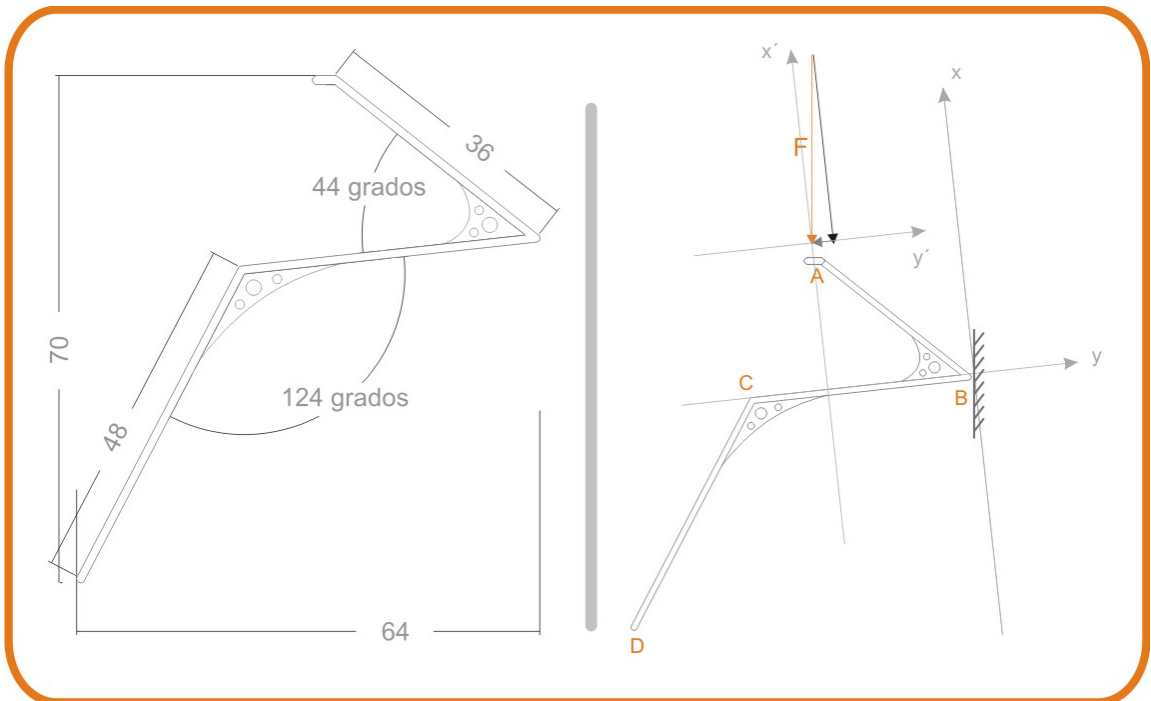
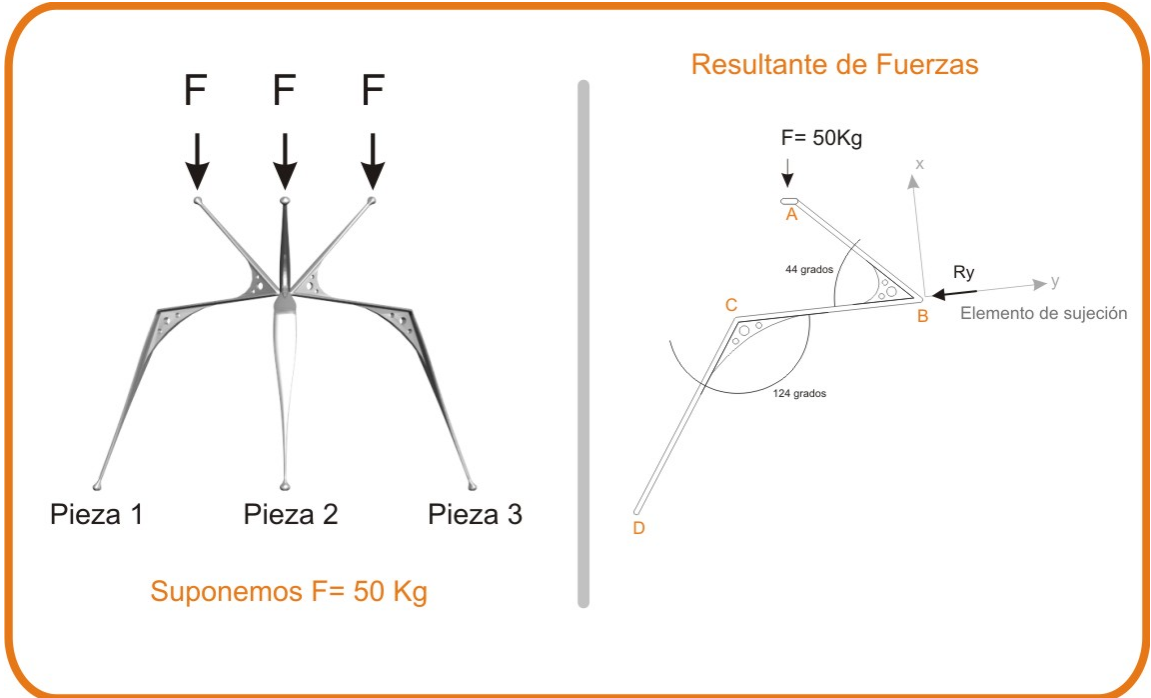


SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE
BIÓNICA DE UNA LANGOSTA





7.11.4 Análisis Estático





$$R_x = \sum x = -F \cos 8^\circ = -50 (\cos 8^\circ) = -49,51 \text{ Kg}$$

$$R_y = \sum y = -F \sin 8^\circ = -50 (\sin 8^\circ) = 6,96 \text{ Kg}$$

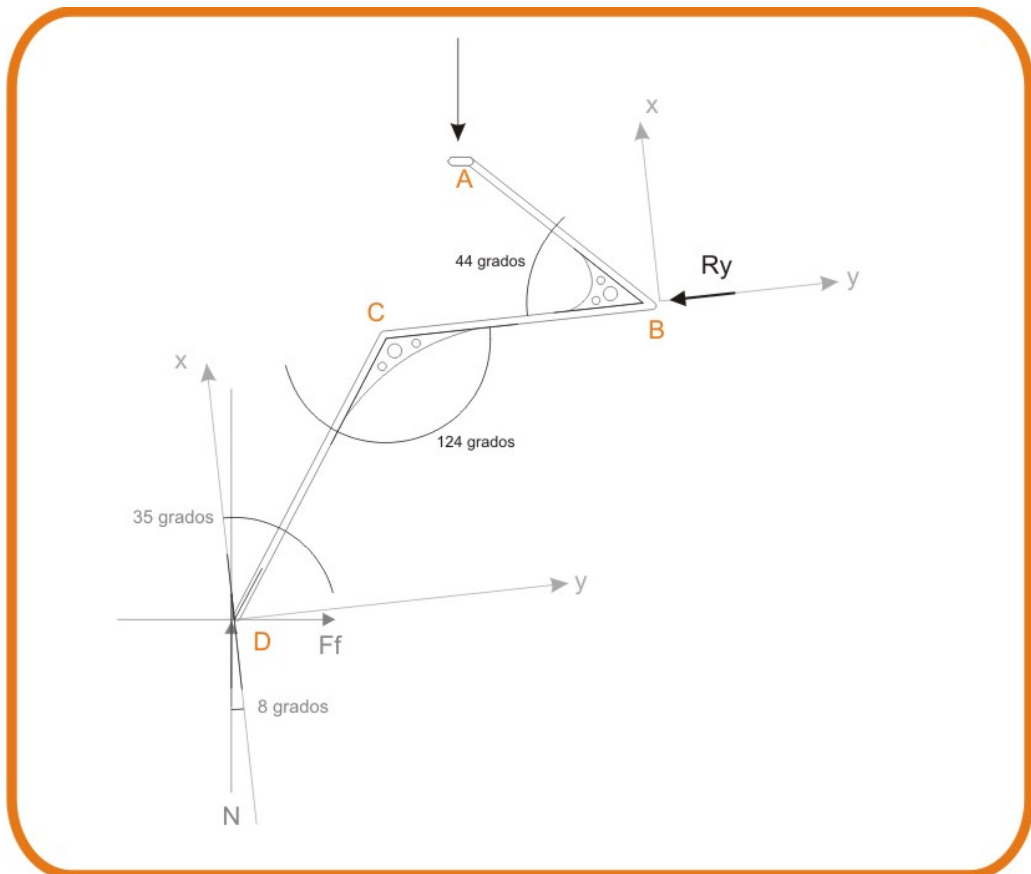
$$+ \sum MB = R_x (36,03 \cos 44^\circ) + R_y (36,03 \sin 44^\circ)$$

$$= 1283,27 + 174,165 = 1457,4 \text{ Kg*cm}$$

El componente AB se comporta a flexión y el momento que se genera induce una carga en el punto B, es decir en el elemento de sujeción.

El elemento de sujeción induce una carga en B por reacción de los remaches.

El componente BC se comporta a tensión y compresión ya que la deflexión que sufre es mínima por que hay libertad en el punto D.





Se hizo sumatoria de fuerzas y momentos para analizar el tramo CD.

$$\sum F_x = N \cos 8^\circ - F_f \sin 8^\circ = 0$$

$F_f = \mu N$ Depende del material del element

Asumimos un $\mu = 0,2$

$$\sum F_y = N \sin 8^\circ + F_f \cos 8^\circ = R_y$$

$$N \sin 8^\circ + \mu N \cos 8^\circ = R_y$$

$$N(0,14) + 0,2N(0,99) = 6,96$$

$$N = 20,638 \text{ Kg}$$

$$F_{xD} = 17,56 \text{ Kg}$$

$$R_y = 48,04 \cos 35^\circ = 39,3521$$

$$M_D = 289,56 \text{ Kg}$$

Por la geometría que el modulo tiene, los análisis realizados en esta parte referentes al estudio estático fueron ejecutados sin tener en cuenta los refuerzos en los ángulos, ni el cambio de espesor según lo evolucionado, por tanto a pese al resultado significativo, es importante decir que las formas, espesores y refuerzos disminuirán notablemente los resultados anteriormente planteados.

7.11.5 Análisis de Resistencia

Se realizo un análisis mediante el método de elementos finitos (MEF) de Artefacto Works, estudio llamado COSMOS express study (-Predeterminado-).

Se utilizaron dos materiales y con cada uno de ellos se realizo un análisis, los materiales fueron aleación de bronce, ya que es el material en el cual se planteo realizar el modelo a escala y acero estructural que es el material con el que se deja planteado la construcción real, realizando previamente un estudio mas especifico de tipo de cargas a resistir según la aplicación a realizar.



Tabla 7. Materiales del Analisis

Nº	Nombre de pieza	Material	Masa	Volumen
1	ARTEFACTO WORKS	[SW]Bronce de aluminio	0.614928 kg	8.30984e-005 m ³

Fuente: Software Cosmos express

Se aplico una fuerza -75 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Alzado utilizando distribución uniforme.

Tabla 8. Resultados de esfuerzos

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Plot1	VON: Tensiones von Mises	12363.1 N/m ²	(0.138134 m, 0.251944 m, 0.00212817 m)	2.71134e+008 N/m ²	(- 0.00331602 m, 0.166062 m, 0.140909 m)

Fuente: Software Cosmos express



Figura 46. Resultados de esfuerzos



Fuente: Software Cosmos Express

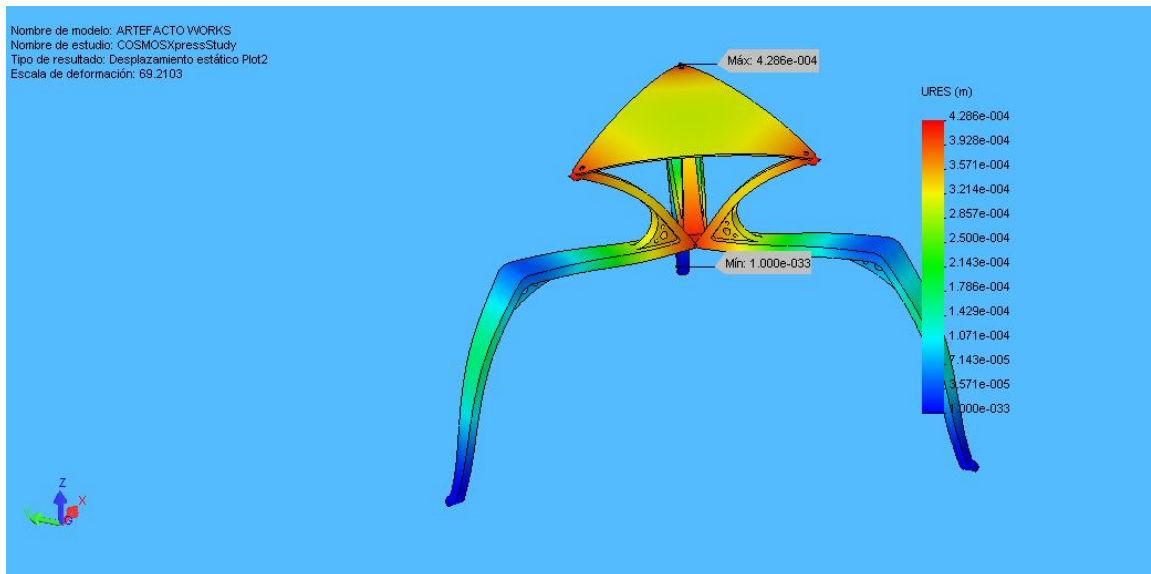
Tabla 9. Resultados de desplazamientos

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Plot2	URES: Desplazamientos resultantes	0 m	(0.131039 m, 0.250342 m, 6.77176e- 005 m)	0.000428556 m	(0.0592094 m, 0.209974 m, 0.208 m)

Fuente: Software Cosmos Express



Figura 47. Resultado de desplazamientos



Fuente: Software Cosmos Express

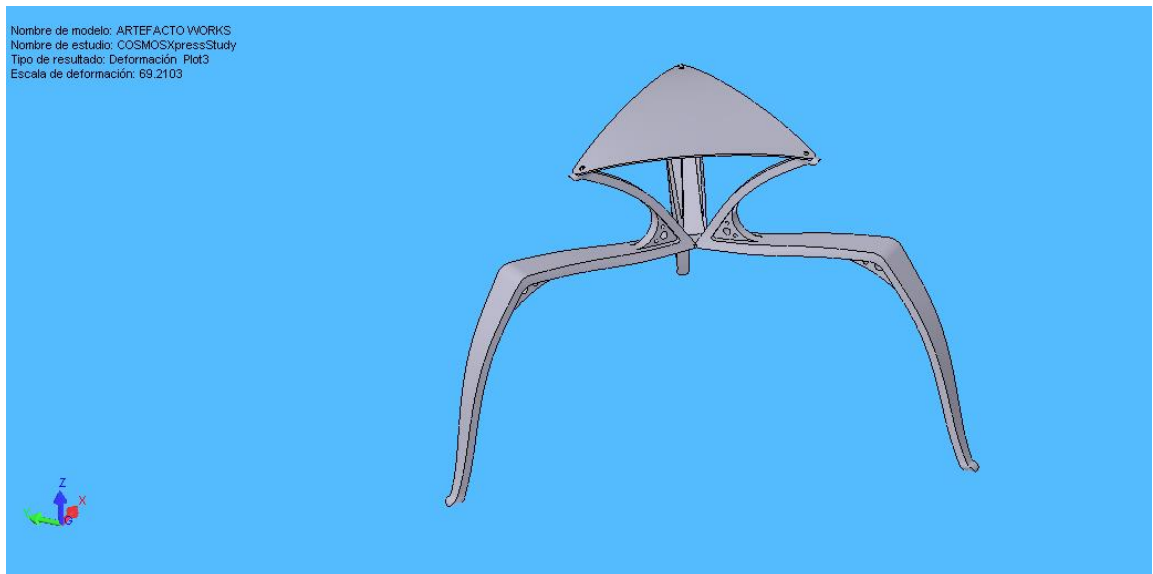
Tabla 10. Resultado de deformaciones

Nº de trazado	Factor de escala
1	69.21

Fuente: Software Cosmos Express

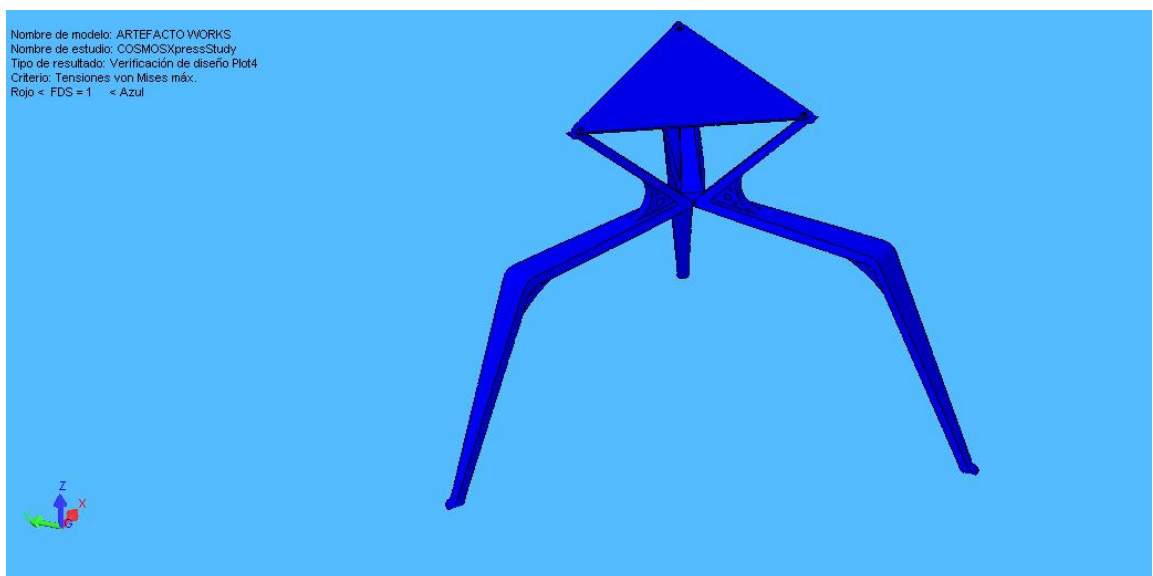


Figura 48. Resultado de Deformaciones



Fuente: Software Cosmos Express

Figura 49. Resultados de Verificación de Diseño



Fuente: Software Cosmos Express



Tabla 11. Apéndice

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	1.1e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.3	NA
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²
Densidad	7400	kg/m ³
Límite de tracción	4.2051e+008	N/m ²
Límite elástico	2.7574e+008	N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica	1.5e-005	/Kelvin
Conductividad térmica	47	W/(m.K)
Calor específico	420	J/(kg.K)

Fuente: Software Cosmos Express

Tabla 12. Material del Analisis

Nº	Nombre de pieza	Material	Masa	Volumen
1	ARTEFACTO WORKS	[SW]Acero aleado	0.639858 kg	8.30984e-005 m ³

Fuente: Software Cosmos Express

Se aplico una fuerza -170 N normal a plano de referencia con respecto a la referencia seleccionada Alzado utilizando distribución uniforme.

Tabla 13. Resultados de esfuerzos

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Plot1	VON: Tensiones von Mises	28508.9 N/m ²	(0.138134 m, 0.251944 m, 0.00212817 m)	6.19614e+008 N/m ²	(-0.00331602 m, 0.166062 m, 0.140909 m)

Fuente: Software Cosmos Express



Figura 50. Resultado de Esfuerzos



Fuente: Software Cosmos Express

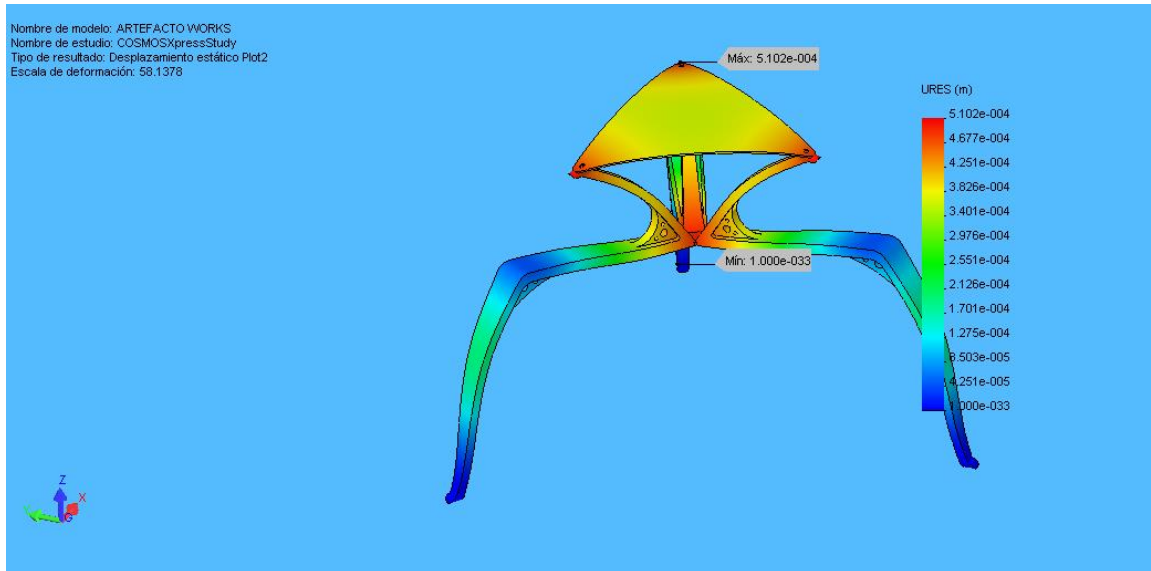
Tabla 14. Resultado de desplazamientos

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Plot2	URES: Desplazamientos resultantes	0 m	(0.131039 m, 0.250342 m, 6.77176e- 005 m)	0.000510175 m	(0.0592094 m, 0.209974 m, 0.208 m)

Fuente: Software Cosmos express



Figura 51. Resultado de desplazamientos



Fuente: Software Cosmos Express

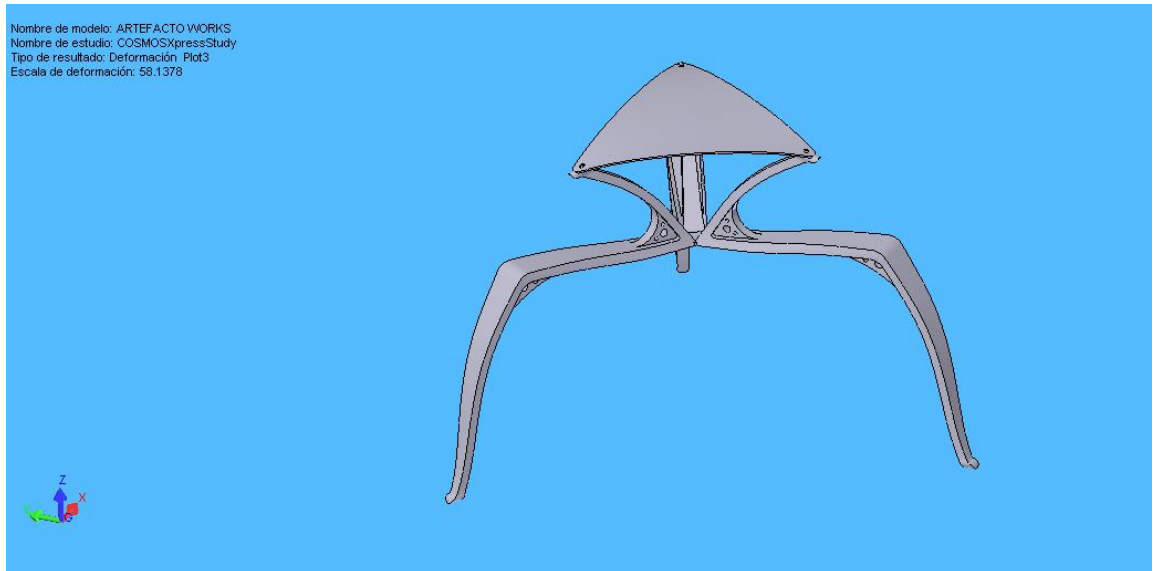
Tabla 15. Resultado de Deformaciones

Nº de trazado	Factor de escala
1	58.138

Fuente: Software Cosmos Express

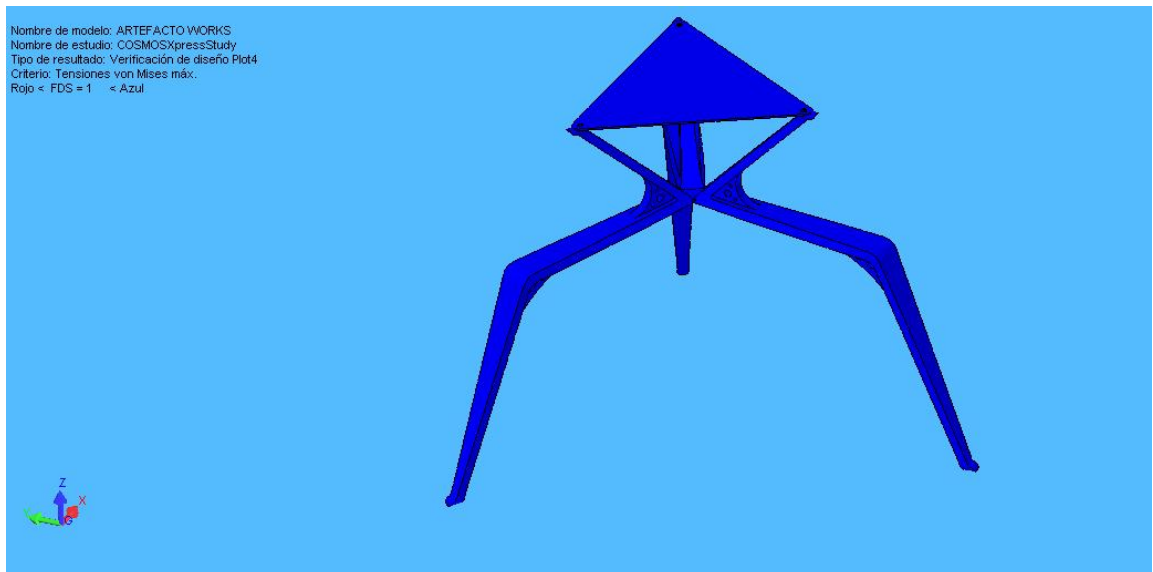


Figura 52. Resultado de deformaciones



Fuente: Software Cosmos Express

Figura 53. Resultado de Verificación de Diseño



Fuente: Software Cosmos Express



Tabla 16. Apendice

Nombre de propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.1e+011	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.28	NA
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²
Densidad	7700	kg/m ³
Límite de tracción	4.2051e+008	N/m ²
Límite elástico	6.2042e+008	N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica	1.5e-005	/Kelvin
Conductividad térmica	47	W/(m.K)
Calor específico	420	J/(kg.K)

Fuente: Software Cosmos express

Los resultados del análisis de diseño están basados en un análisis estático lineal y se asume que el material es isotrópico. El análisis estático lineal presupone que:

- 1) el comportamiento del material es lineal, en consonancia con la ley de Hooke,
- 2) los desplazamientos inducidos son lo suficientemente pequeños como para pasar por alto los cambios en la rigidez debidos a las cargas, y
- 3) las cargas se aplican lentamente para pasar por alto los efectos dinámicos.



7.11.6 Aplicaciones.





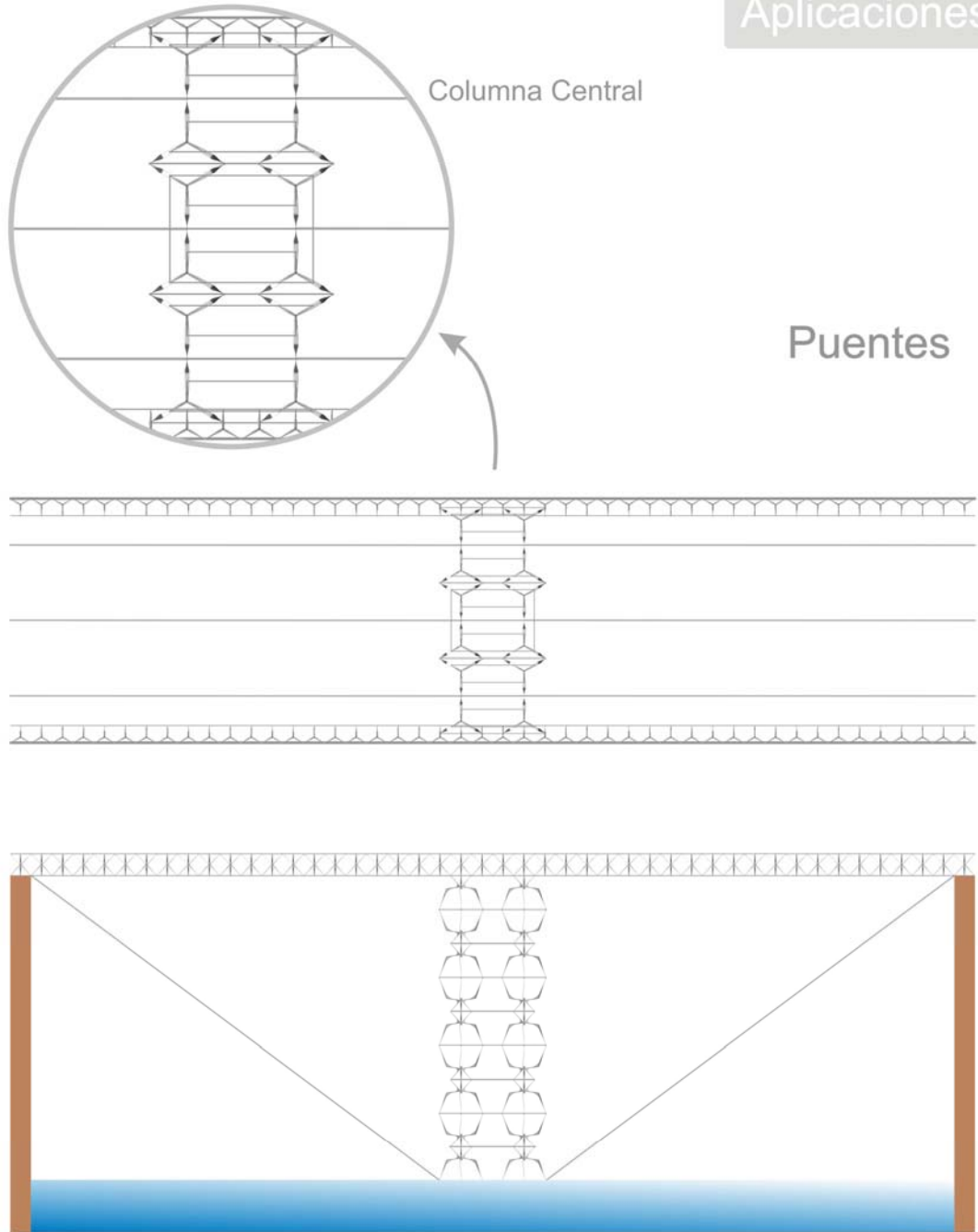
Aplicaciones



Columnas de Apoyo



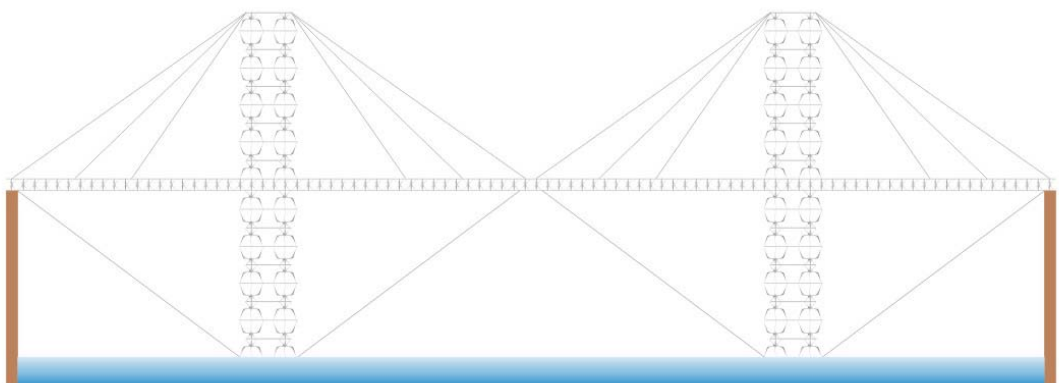
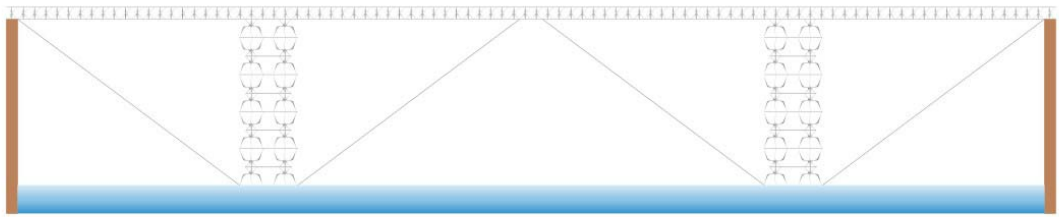
Aplicaciones





Aplicaciones

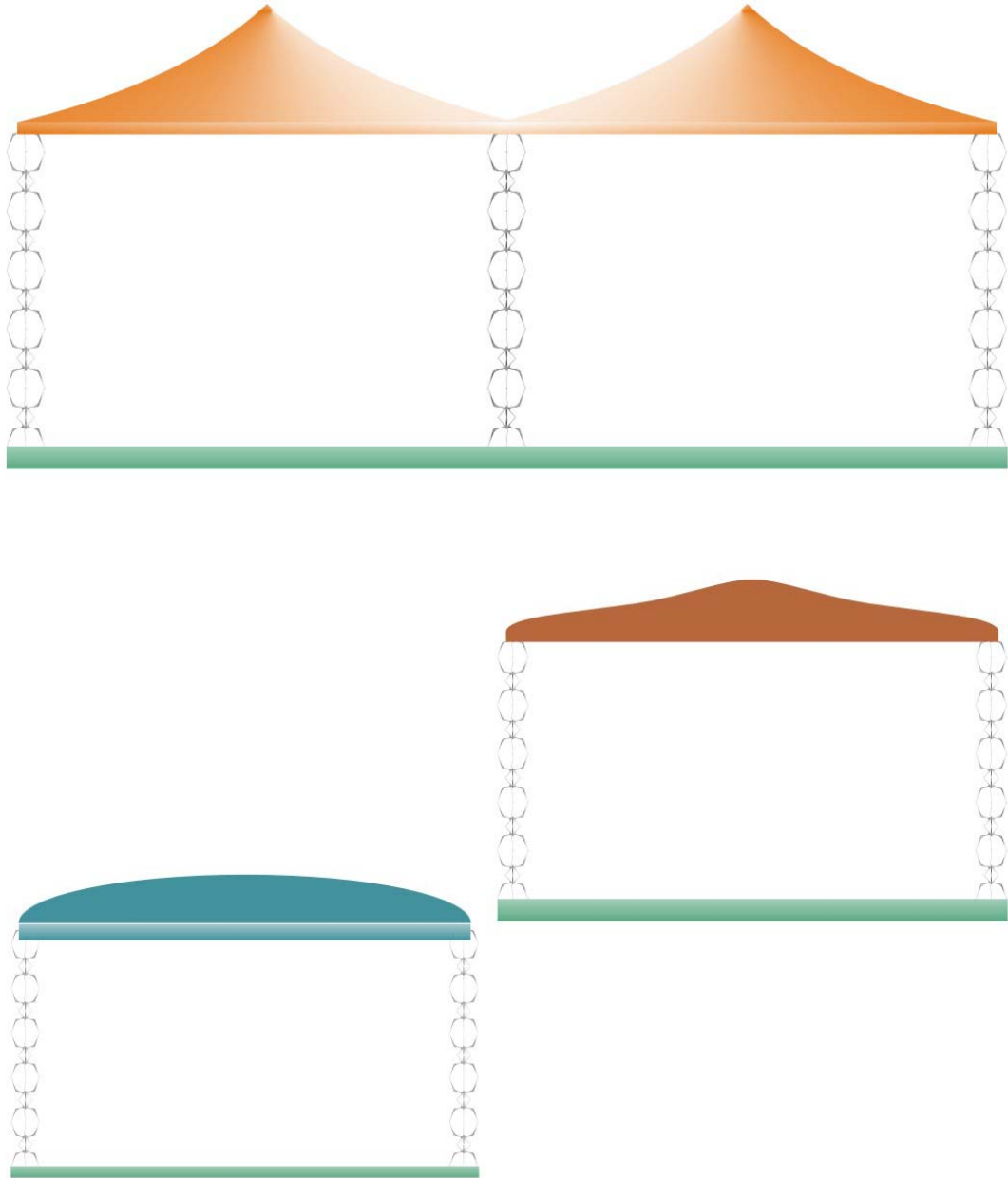
Puentes





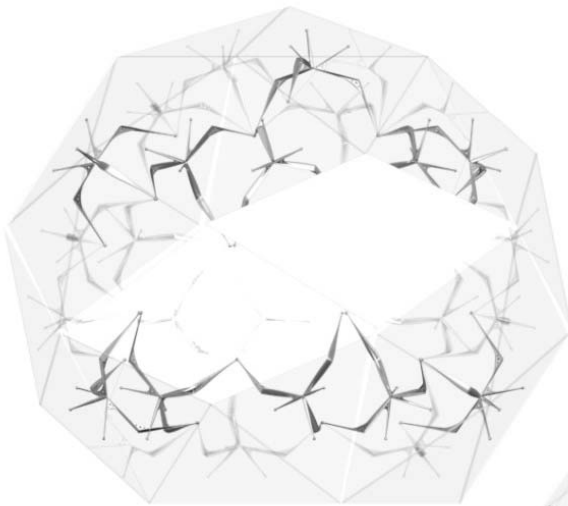
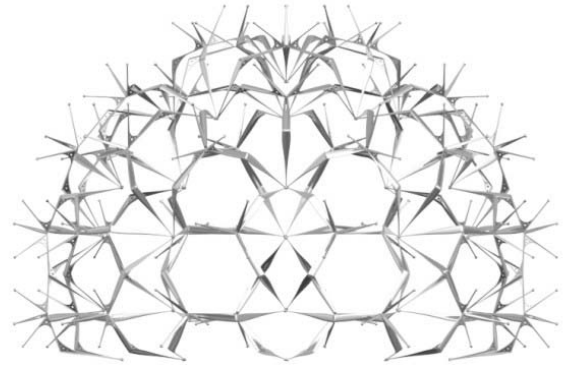
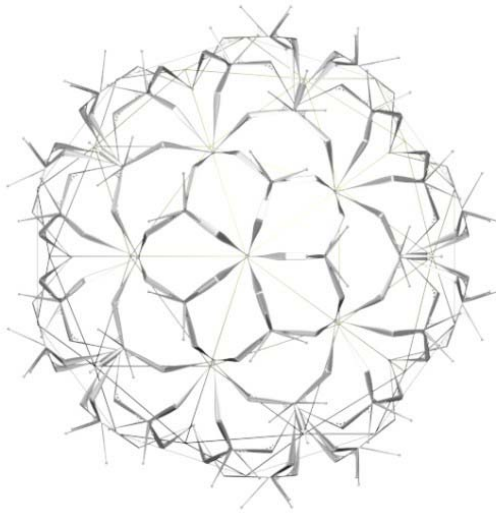
Aplicaciones

Carpas para Eventos





Aplicaciones



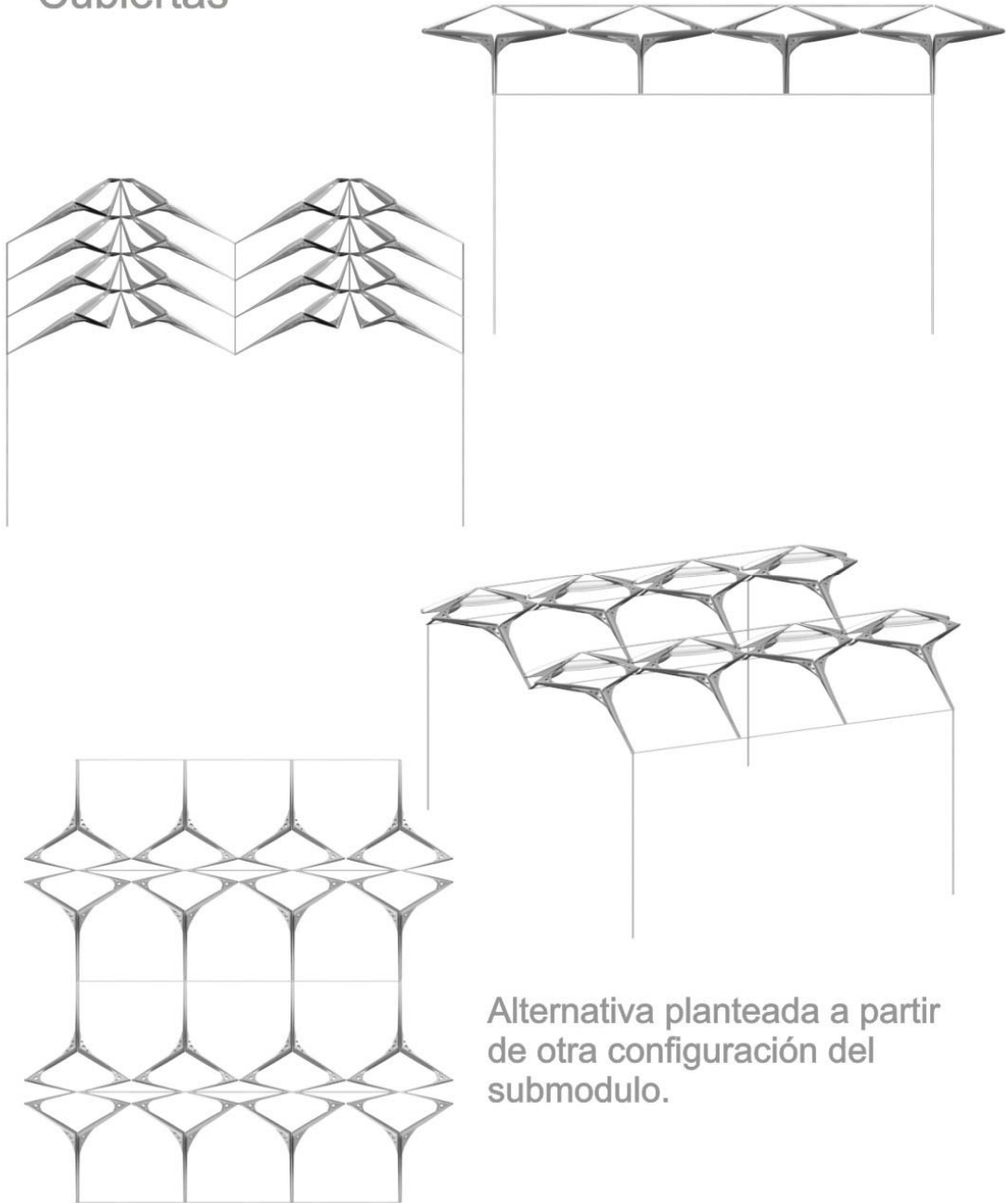
Domo





Aplicaciones

Cubiertas



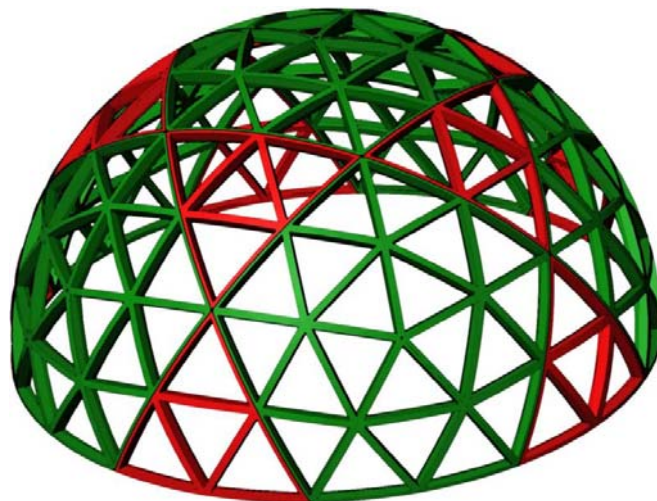
Alternativa planteada a partir de otra configuración del submodulo.



7.11.7 Aplicación Final. La aplicación seleccionada fue la construcción de un domo, por su riqueza formal, y por que permite observar el crecimiento en distintas direcciones del modulo.

7.11.7.1 Domo. Un Domo geodésico es un poliedro irregular generalmente basado en el icosaedro o dodecaedro; pero puede ser basado en cualquiera de los sólidos platónicos. Las caras de un domo geodésico son triángulos. Los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un elipsoide. El número de veces que las caras del icosaedro o dodecaedro son subdivididos en triángulos más pequeños se llama la frecuencia del domo geodésico.²³

Figura 54. Semiesfera geodésica de frecuencia 4 basada en el icosaedro



Fuente: <http://es.wikipedia.org>

El domo fue construido partiendo del dodecaedro; un dodecaedro es un poliedro de doce caras, convexo o cóncavo. Sus caras han de ser polígonos de once lados o menos. Si las doce caras del dodecaedro son pentágonos regulares,

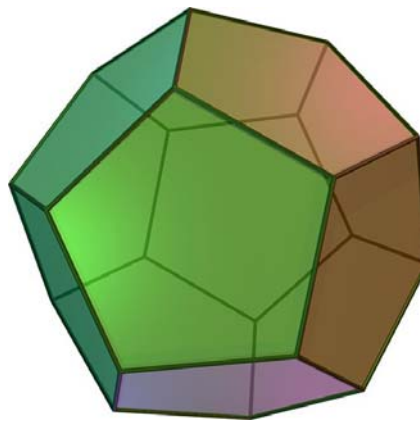
²³ http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%BApula_geod%C3%A9sica



forzosamente iguales entre sí, el dodecaedro es convexo y se denomina regular, siendo entonces uno de los llamados sólidos platónicos.²⁴

Cada uno de los pentágonos que conforman el dodecaedro son regulares y están divididos en cinco triángulos equiláteros, cada triángulo es un modulo, por tanto el domo esta conformado por treinta módulos.

Figura 55. Dodecaedro



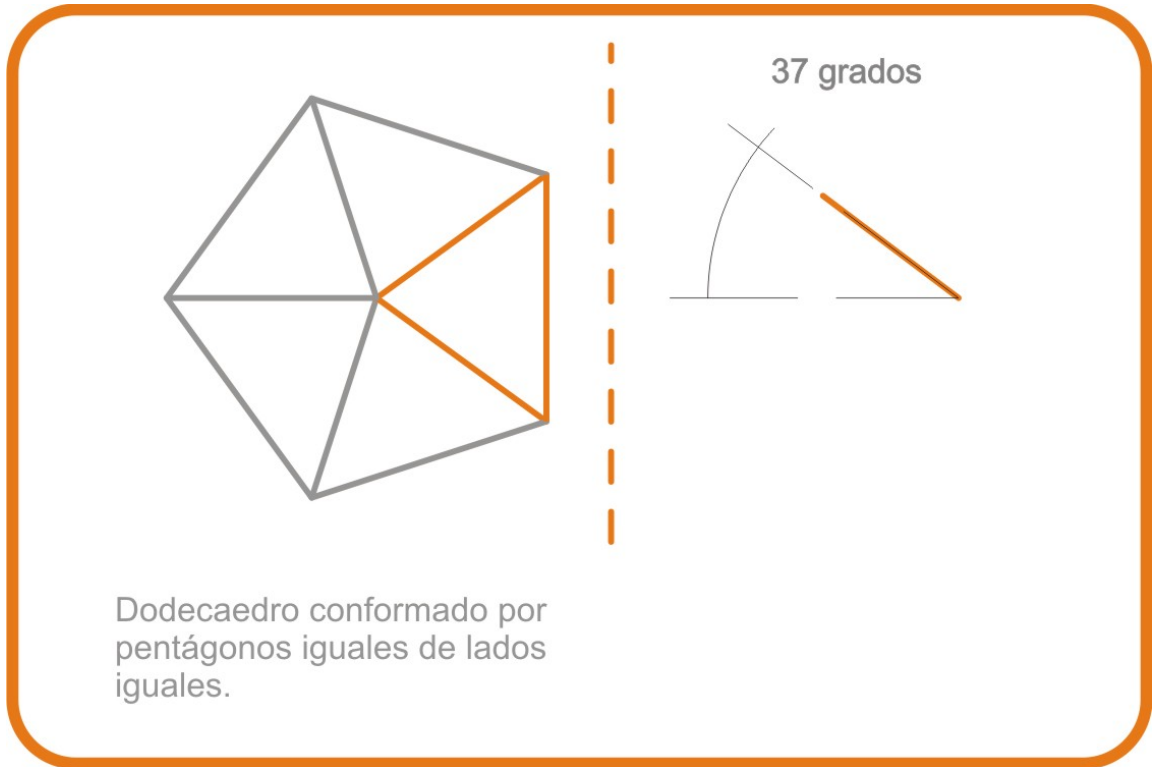
Fuente: Disponible en internet: <http://es.wikipedia.org>

Para poder conformar cada cara del dodecaedro a partir de triángulos equiláteros se debe girar cada modulo a treinta y siete grados. Luego cada unión de cinco módulos será girada sesenta y cuatro grados.

²⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Dodecaedro>

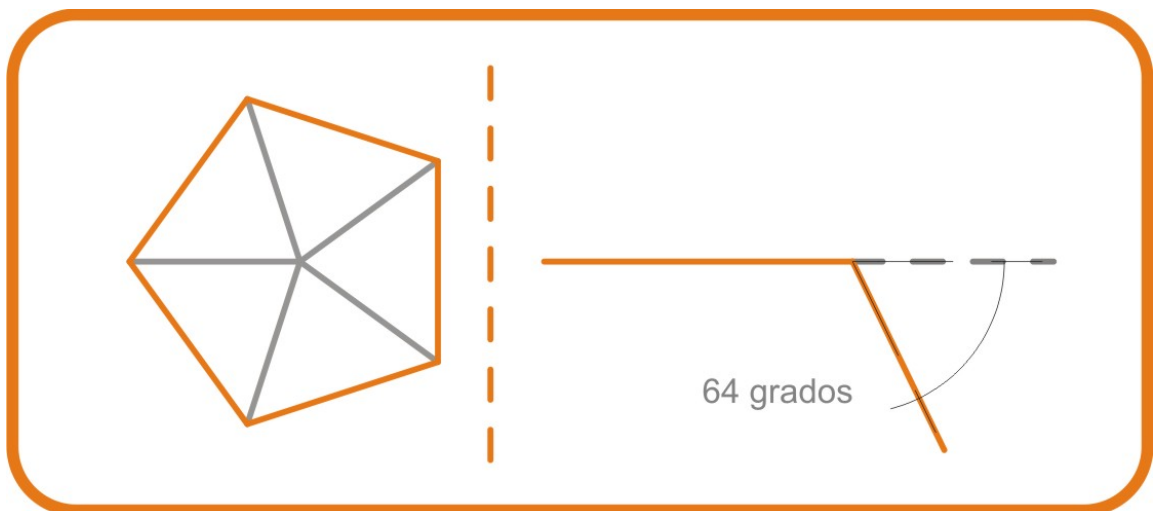


Figura 56. Conformación del Dodecaedro



Fuente: Autor

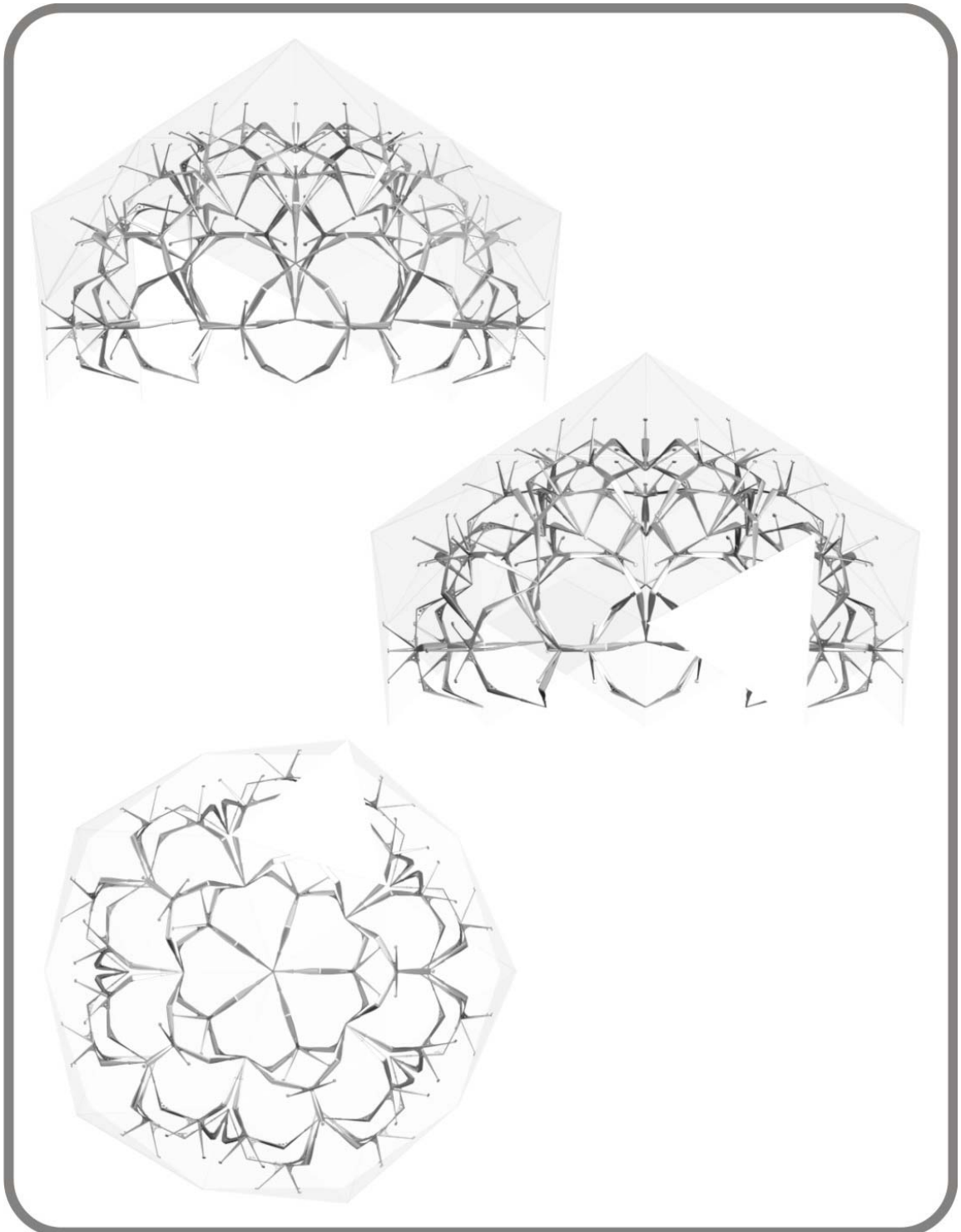
Figura 57. Conformación del Dodecaedro 1



Fuente: Autor



Figura 58. Domo Final

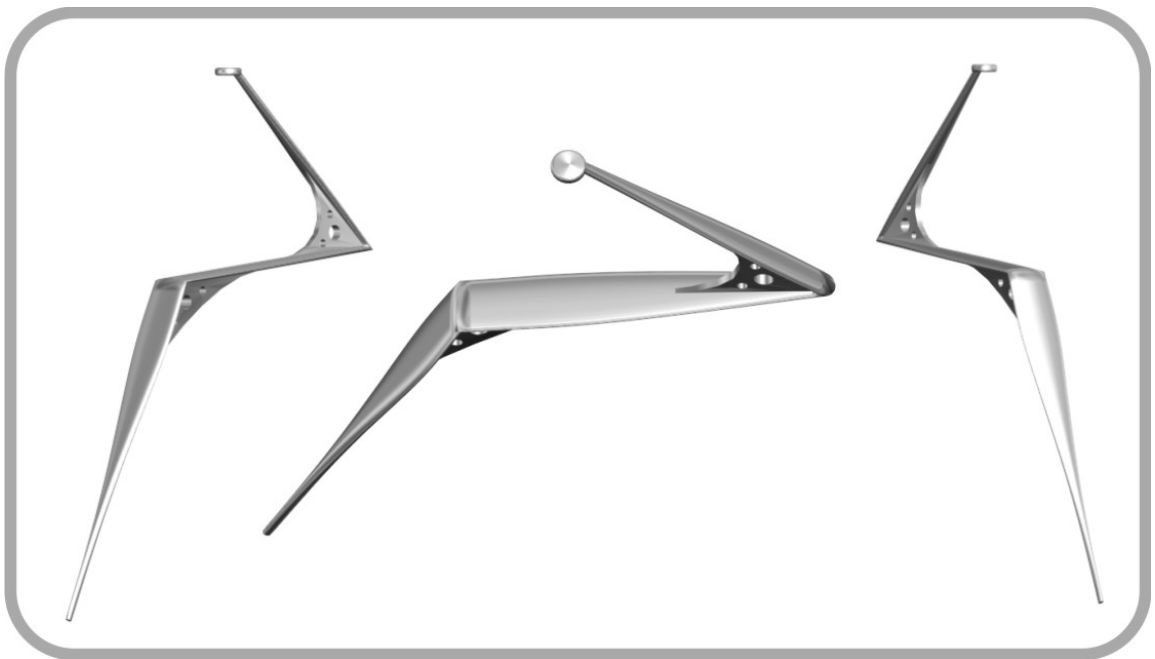


Fuente: Autor



7.11.7.2. Modificación del Modulo para la Aplicación. Al submodulo ya existente se le modifico su geometría al trasformar los extremos superiores de esferas a formas circulares planas, para facilidad al ensamblar con la cubierta, y en la parte inferior simplemente se eliminó la terminación en esfera.

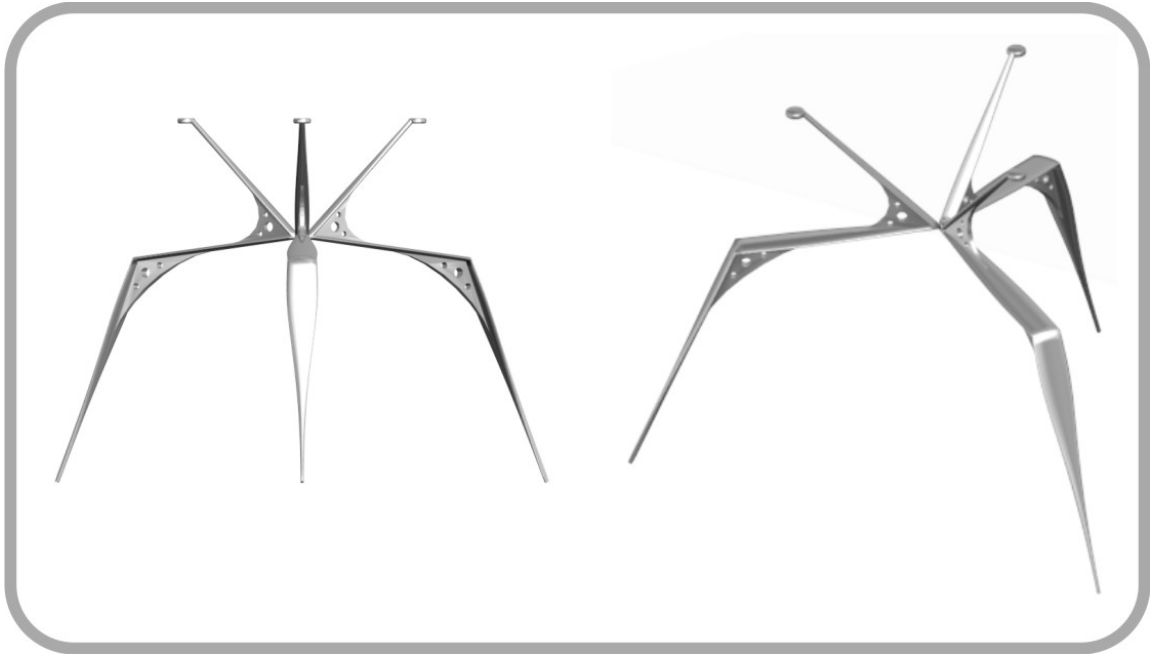
Figura 59. Modificación del submodulo



Fuente: Autor



Figura 60. Modulo Completo

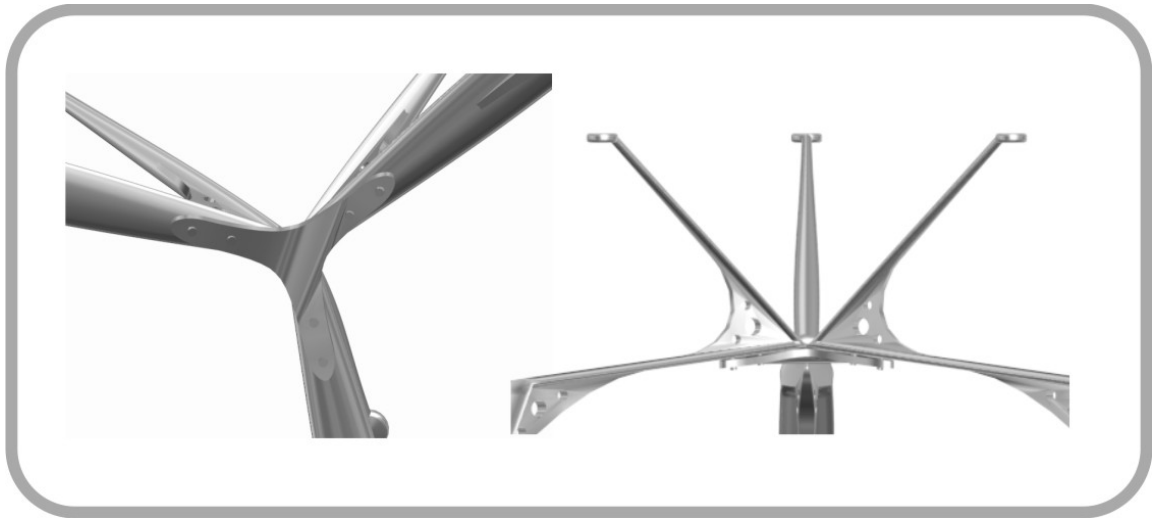


Fuente: Autor

El modulo será ensamblado como anteriormente se había planteado, con una pieza de platina que se unirá a cada submodulo por medio de tornillos autoremachables.



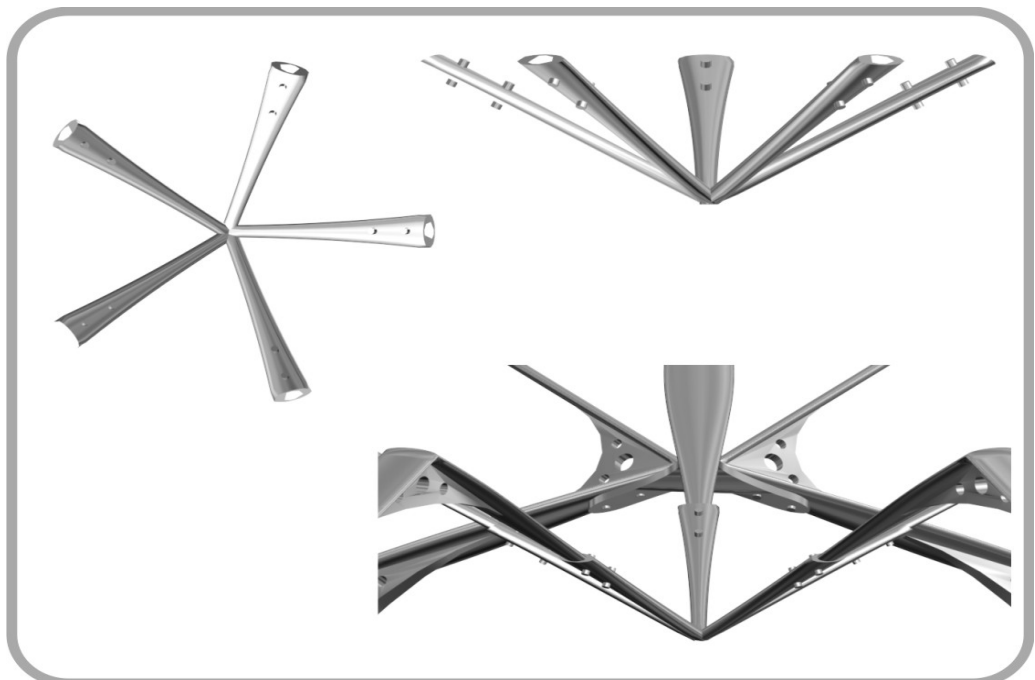
Figura 61. Ensamble de los Submódulos



Fuente: Autor

El ensamble entre módulos se planteo una pieza que encajara en cada extremo y se asegura con tornillos como se observa en la figura 51.

Figura 62. Pieza de ensamble



Fuente: Autor

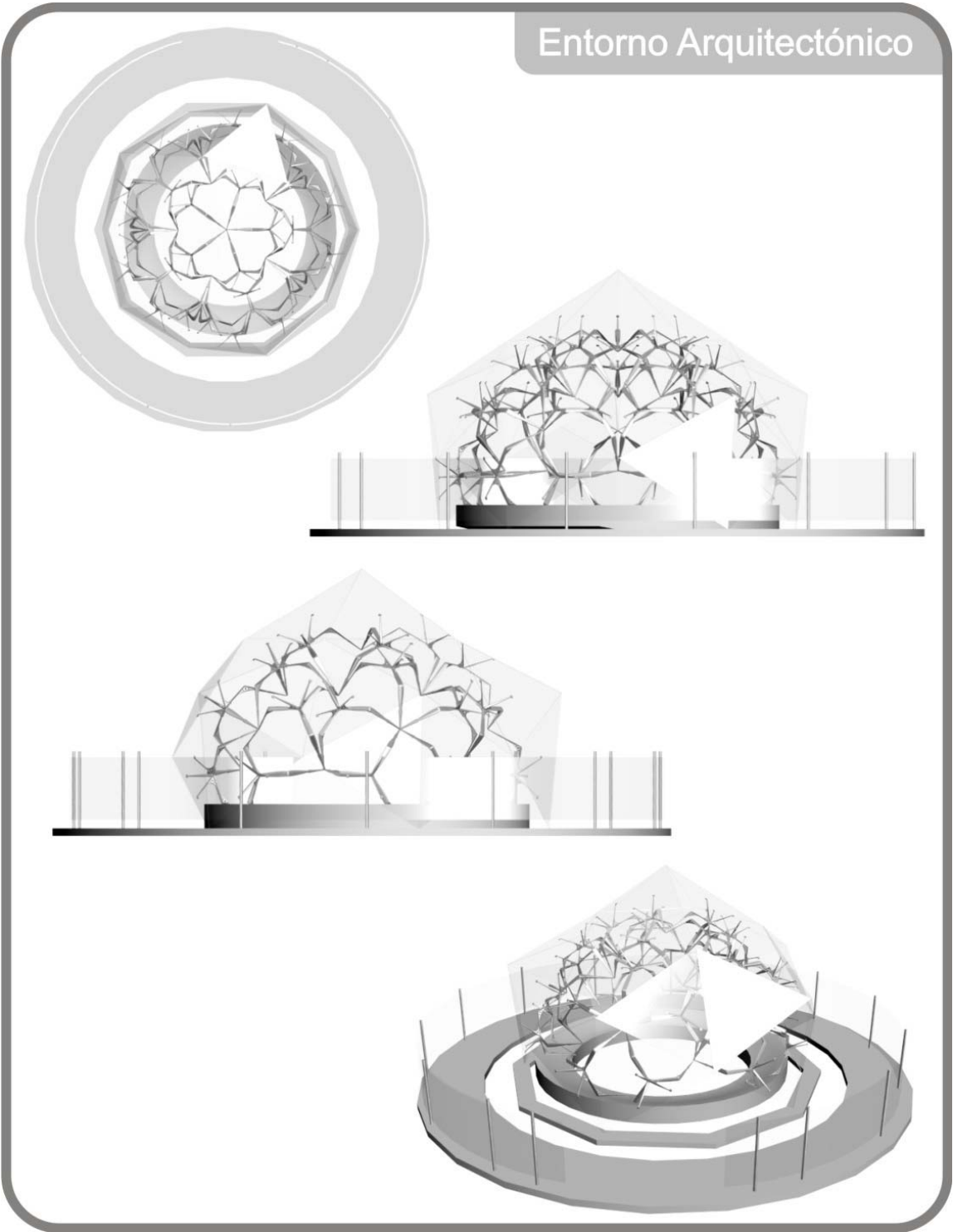


Los procesos de producción planteados para las piezas a escala real es la fundición a presión de aluminio que permitirá una estructura ligera y lo suficientemente resistente a su propio peso y el de la cubierta.

Si la estructura a construir necesita tener un nivel de resistencia mayor se plantea procesos de fundición en acero inoxidable o al carbono por medio del moldeo en arena aglomerada por procedimientos químicos, utilizando para la fusión hornos eléctricos de inducción. Estos hornos pueden llegar a tener la capacidad de producir piezas hasta de 1200 Kg.



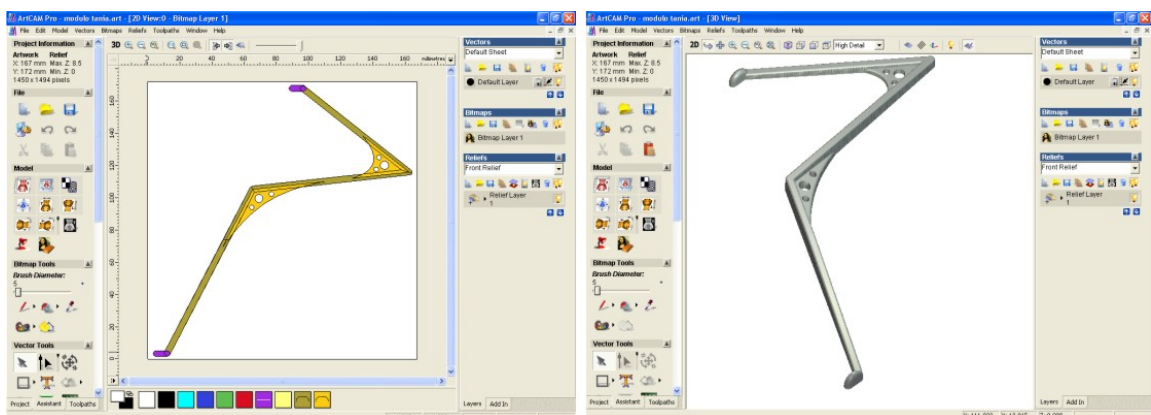
Entorno Arquitectónico





7.11.8 Construcción del Modelo. Se planteo construir el modelo a escala, por medio de un software llamado ArtCam. Pro. El cual permite crear productos en 3D de alta calidad o grabados tridimensionales a partir de dibujos bidimensionales. El programa cuenta con una simulación de mecanizado que es compatible con maquinas cnc, que realizaran el prototipado de a pieza exactamente igual a la modelada.

Figura 63. Modelado de la pieza

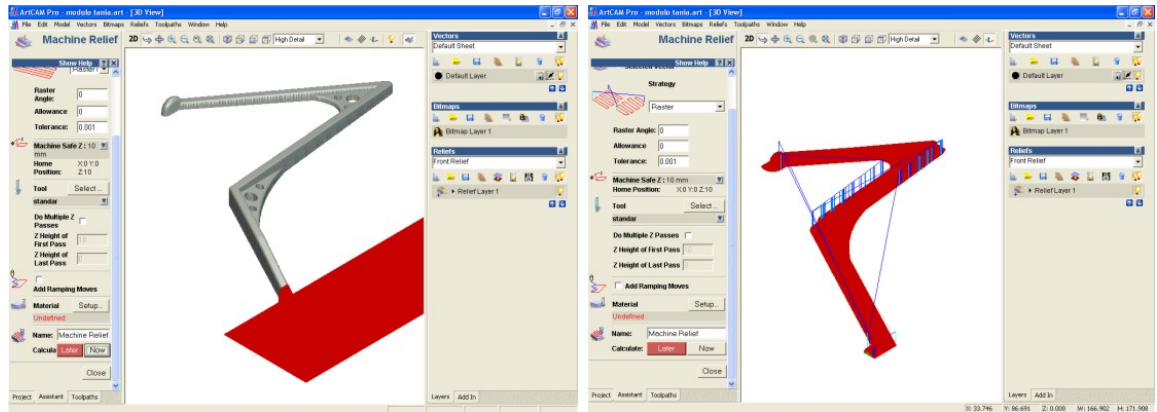


Fuente: Software ArtCam.Pro

Luego de tener la pieza modelada, se le realiza un mecanizado, seleccionando la herramienta (Butil), según el material en el cual se va realizar el proceso, en este caso se utilizo cera para talla de joyería.



Figura 64. Mecanizado de la pieza



Fuente: Software Artcam Pro.

El proceso real de mecanizado se realizó en una máquina CNC, Model Master CNC 1000; es una máquina de prototipado rápido, funcional para joyería, para realización de moldes, procesos de estampado, en diferentes materiales. Como características esta el fresado en tres dimensiones, y el grabado simultáneamente.

Figura 65. Model Master CNC 1000



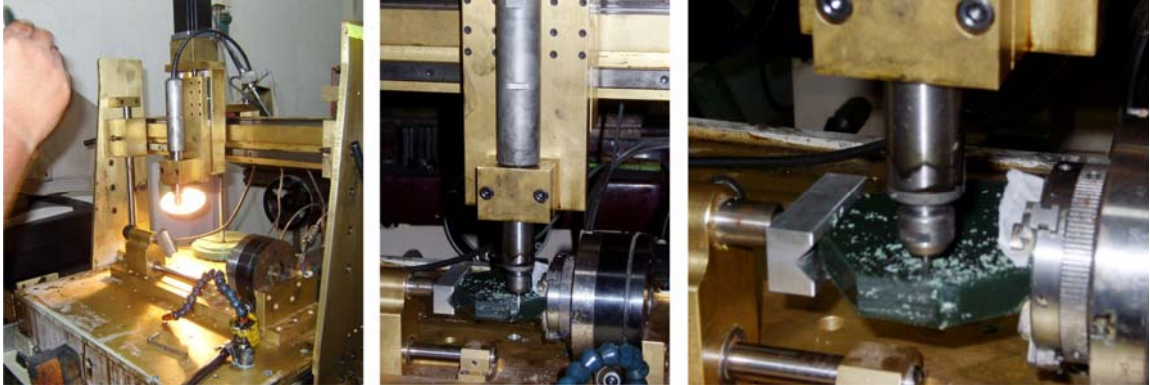
Fuente: <http://www.modelmaster.com>

La pieza fue mecanizada en cera para joyería, en bloque de color verde, color que caracteriza la mayor dureza de las ceras existentes para talla. El proceso se realizó tallando una cara primero y luego gracias a los dos ejes que posee la



maquina, se giro 180 grados para mecanizar la cara contraria, el proceso de mecanizado tardo cerca de cuatro horas cada cara.

Figura 66. Proceso de Mecanizado



Fuente: Autor

A la pieza final obtenida de los procesos anteriormente descritos se le realizara un molde con caucho vulcanizado, proceso bastante frecuente en la industria joyera. A partir de este molde se obtuvo la cantidad de piezas necesaria para realizar el modelo formal a escala de la aplicación elegida y el modelo funcional del sistema estructural.

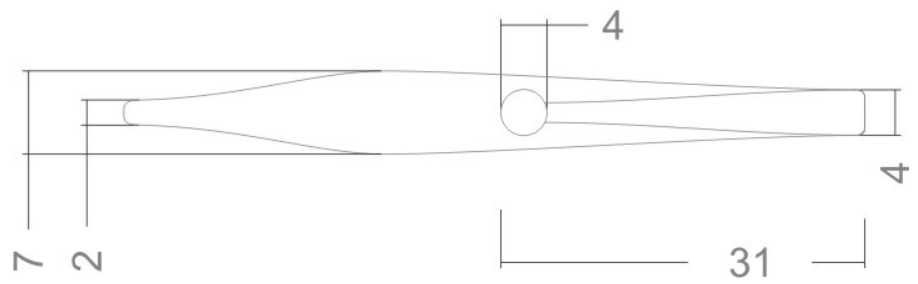
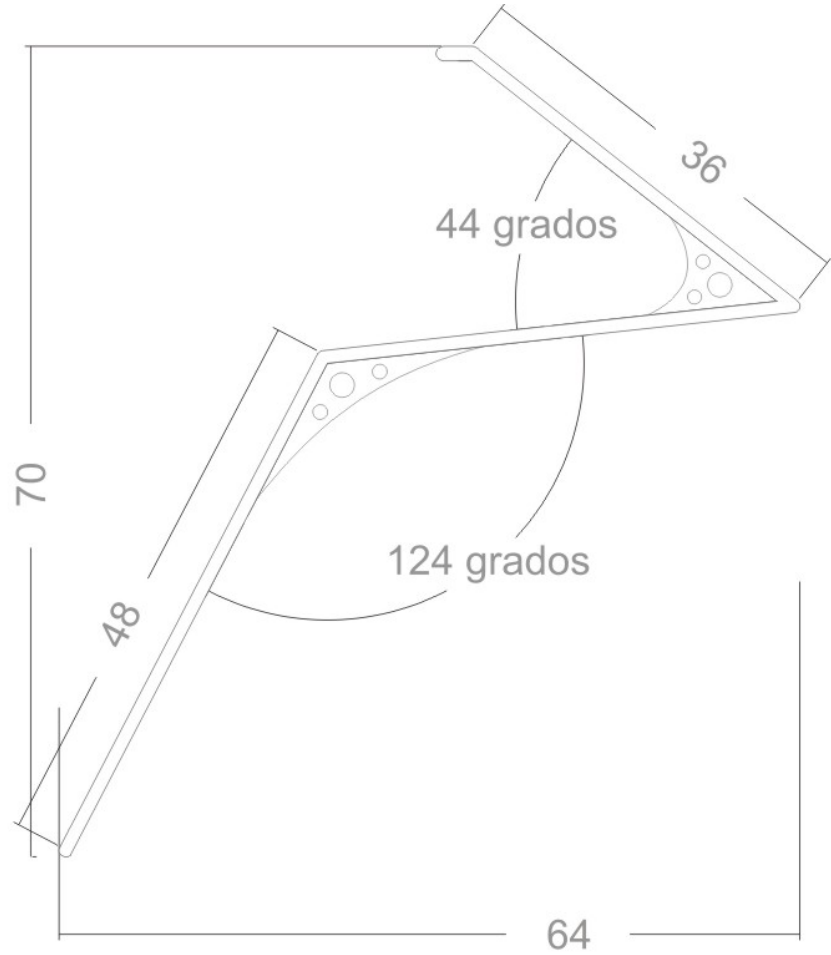
El modelo funcional se planteo realizarlo en fundición de bronce y los elementos de ensamble en resina poliéster, materiales que permitirán la evaluación de su resistencia.



Planos Generales

Modulo Estructural

Dimensiones en centímetros





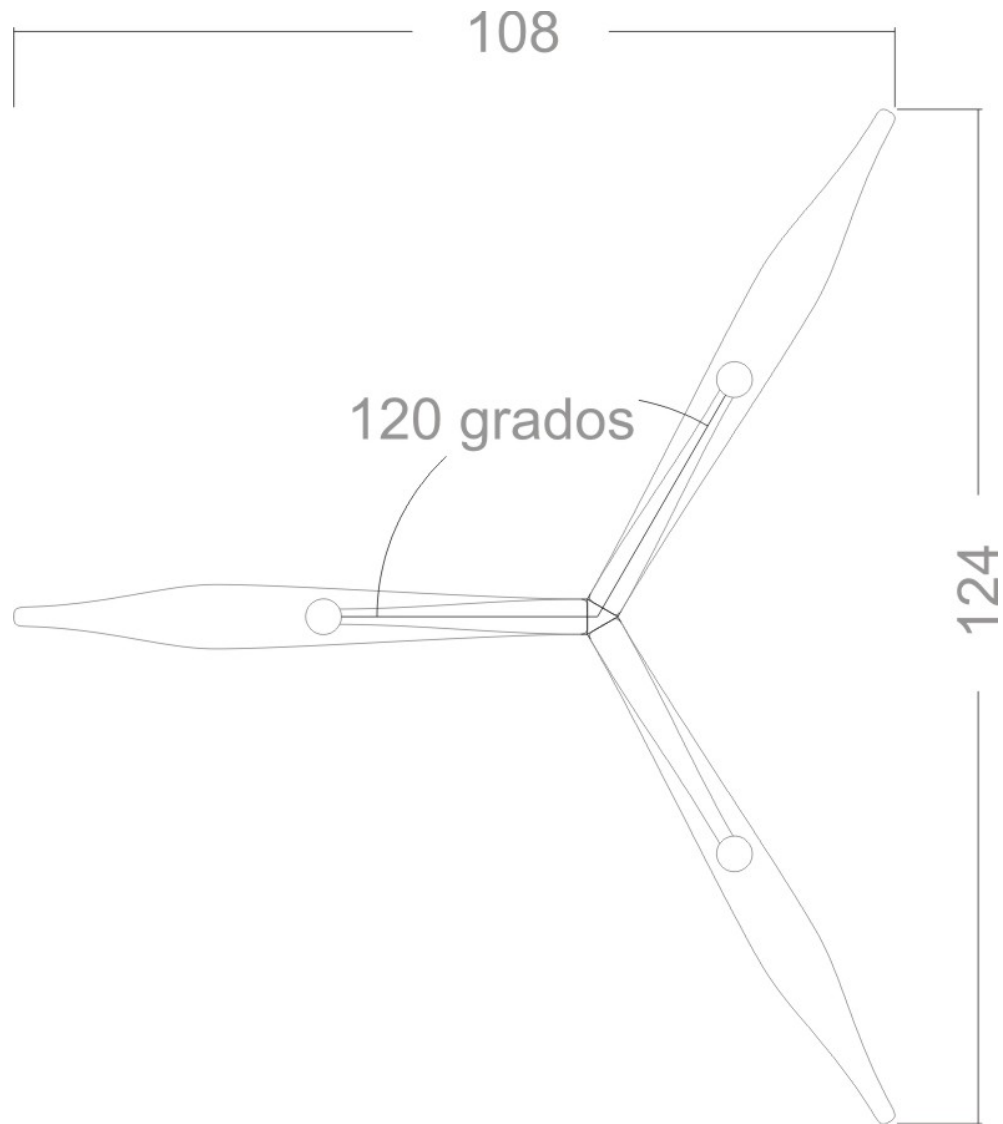
SISTEMA ESTRUCTURAL CRECIENTE

BIÓNICA DE UNA LANGOSTA

Planos Generales

Modulo Estructural

Dimensiones en centímetros

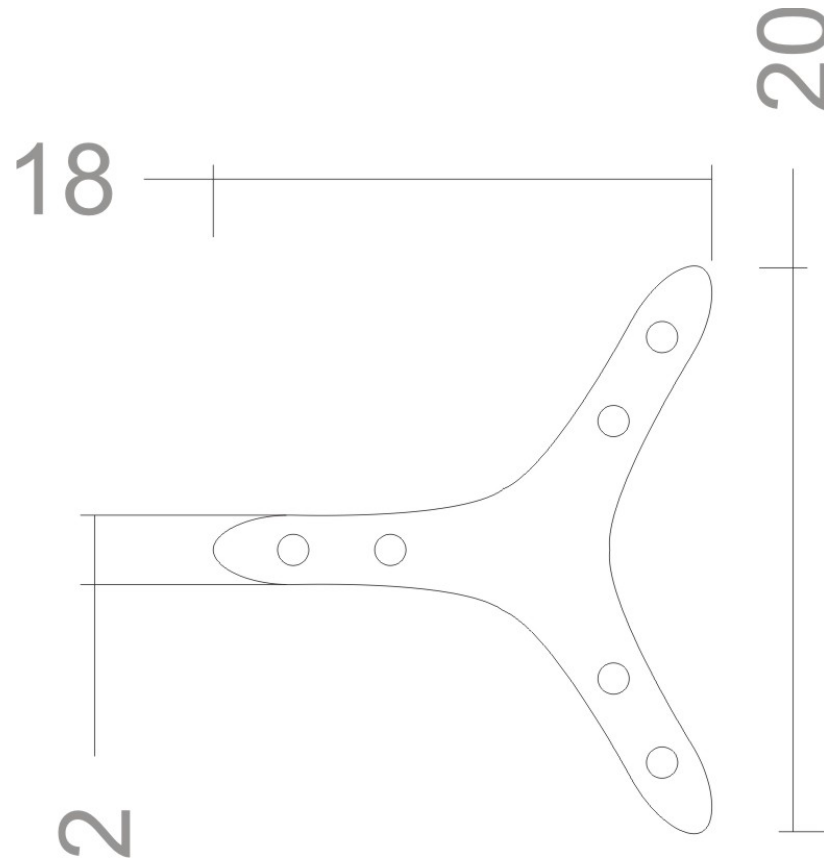




Planos Generales

Ensamble

Dimensiones en centímetros





8. CONCLUSIONES

La investigación es innovación, a través de la obtención de información que permita solucionar un determinado problema.

El diseño busca satisfacer necesidades que reconocemos frecuentemente en un entorno específico, por tanto la investigación hace parte indispensable en el método que se elija según el proyecto a realizar. Al utilizar la investigación como herramienta para facilitar el desarrollo de estos, es necesario tener claro un objeto de estudio y una metodología a seguir, términos que son claramente identificables con la forma en la cual un diseñador realiza el proceso para la solución del problema al cual se está enfrentando.

La Biónica es una técnica de creatividad que puede ser usada para el desarrollo de productos de diseño industrial que parte de una previa investigación, enfocada a un elemento de la naturaleza del cual se obtendrá por analogía un mecanismo, sistema o forma que será parte importante en la solución de un problema existente.

En el desarrollo del este proyecto es de gran importancia la obtención de formas y conceptos a partir de la observación del elemento estudiado que permiten enriquecer el proceso creativo y facilitar la obtención de múltiples alternativas, las cuales podrían ser desarrolladas y enfocadas como productos en diferentes sectores de la industria con una identidad propia y gran riqueza formal.

Por tanto es de gran importancia resaltar la utilidad de la biónica como herramienta durante el proceso metodológico de un proyecto de diseño, recordando siempre que en la naturaleza existen miles de sistemas y mecanismos desconocidos por el hombre que permitirían la evolución de este respetando siempre el entorno el cual se desenvuelve.



BIBLIOGRAFIA

- AVALOS, E. (1998). Construcción para Arquitectos Tomo 2. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- BENYUS, M. Janine; BIOMIMICRY/Innovation Inspired by Nature, Perennial.
- BONELL, Carmen, La divina Proporción, Ediciones UPC. C.V.
- CONSUEGRA, David; En Busca del Cuadrado. 1ª Edición. Editorial Universidad Nacional. Bogotá – 1992.
- Datus ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? Instituto de Biomecánica de Valencia.2003.
- El Diseño Industrial. Salvat Editores S.A. Barcelona 1973.
- Enciclopedia de las Ciencias naturales/ Zoología- Tomo 7. Editorial Nauta.
- Enciclopedia Salvat de la Fauna- Tomo 3. Editorial Salvat.
- GHYKA, Matila C., Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes. 2ª Edición. Editorial Poseidón. 1977.
- GUEVARA MELO, Eduardo; Coherencia Formal. Publicaciones UIS. 1995.
- GUEVARA MELO, Eduardo; Fundamentos de configuración en Diseño Industrial
- ICONTEC: Nuevo Compendio, tesis y otros trabajos. Edición Actualizada.
- LOZANO CRESPO, Pedro; GARCERAN PIQUERAS, Rosa; El diseño natural, aproximación histórica, metodologías, aplicación y consecuencias. Editorial Universidad Complutense de Madrid. 2006.
- Manual de Ergonomía Fundación MAPFRE.. 2ª Edición. 1997.



- MARSHALL, W. y NELSON, H. (1995). Estructuras. México D. F., México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de
- OROZCO, E. (1999). La Estática en los Componentes Constructivos. San Cristóbal, Venezuela: UNET.
- Revista Naturalia/ Reportaje a los animales- No 6. Editorial la Foca.
- SALVADORI, M. (1998). Estructuras para Arquitectos. Buenos Aires, Argentina: Kliczkowski Publisher.
- TOSSINARI, Robert; El Producto Adecuado. Editorial Alfa Omega Marcombo. 1994.
- WONG, Wucius; Fundamentos del Diseño. 5ª Edición. Editorial G.G. S.A. 2002.



WEBGRAFÍA

- http://www.naturalhistorymag.com/0206/0206_biomechanics.html
- www.dw-world.de
- http://www.technologyreview.com/BioTech/wtr_16168,306,p1.html
- <http://www.materialstoday.com/>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://theomai.unq.edu.ar>
- <http://www2.udec.cl>
- <http://cimac.org.mx>
- <http://www.biomimicry.net>
- www.biokon.net
- <http://www.esa.int/gsp/ACT/biomimetics>
- www.correodelmaestro.com
- <http://elcarmelo.aldeae.net>
- <http://es.encarta.msn.com>
- www.aragonesasi.com
- www.dw-world.de
- www.diccionariosdigitales.com
- www.arqhys.com/arquitectura
- <http://www.modelmaster.com>