

B I O T E X - D : Una propuesta de textil 3d desde la biomimética

Danyela Yepes Suarez

PhD. Margarita M. Baena Restrepo

Universidad Pontificia Bolivariana

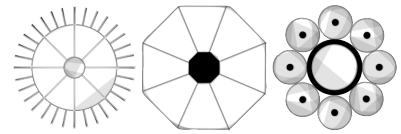
Escuela de Arquitectura y Diseño

Facultad de Diseño de Vestuario

2016



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**



B I O T E X - D : Una propuesta de textil 3d desde la biomimética

Danyela Yepes Suarez

PhD. Margarita M. Baena Restrepo

Trabajo de grado para optar por el título de diseñador de vestuario

Universidad Pontificia Bolivariana

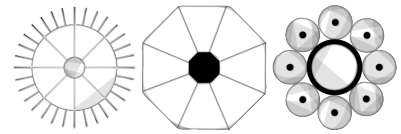
Escuela de Arquitectura y Diseño

Facultad de Diseño de Vestuario

2016



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**



Hoja de aceptación

El presente trabajo que tiene como título **B I O T E X - D : Una propuesta de textil 3d desde la biomimética** fue presentado el día **22** del mes de **noviembre** del **2016**, como requisito para optar por el título de Diseñador de Vestuario, dado por la Universidad Pontificia Bolivariana y fue aceptado por el director y cuerpo docente de la Facultad de Diseño de Vestuario.

Nombre de los docentes

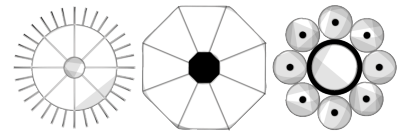
Mauricio Velásquez Posada

Director Diseño de Vestuario

Margarita M. Baena Restrepo

Asesor de trabajo de grado.

Docente Diseño de Vestuario UPB



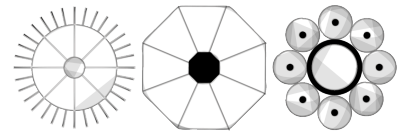
A Papito Dios, el camino no ha sido fácil pero lámpara es a mis pies y lumbrera a mi camino.

Agradezco a mi familia, a Papi y a Mami, a Tati, a Nana, y a Chabe. Ustedes son mi definición de incondicional, de hogar, de amor. Sin ustedes esta etapa de mi vida, seria un imposible en el diccionario de mi existir. Gracias infinitas por ayudarme, a construir mis sueños, y por enseñarme a alcanzarlos.

Papi y Mami, son mi ejemplo a seguir, todo se los debo a ustedes, me enseñaron el significado del amor aquel que es genuino, y verdadero.

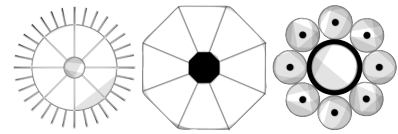
A Margarita, eres el mas fiel ejemplo de un ser humano integro, humano, y excepcional. Transgredes las fronteras de la labor docente. Me dejas enseñanzas mas allá de lo académico, me regalaste enseñanzas de vida. La academia, el mundo, seria un mejor lugar si existieran mas personas como tu.

Danyela Yepes Suarez
2016

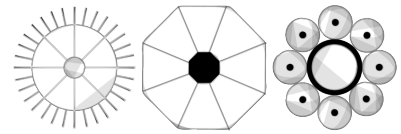


I. Tabla de contenido

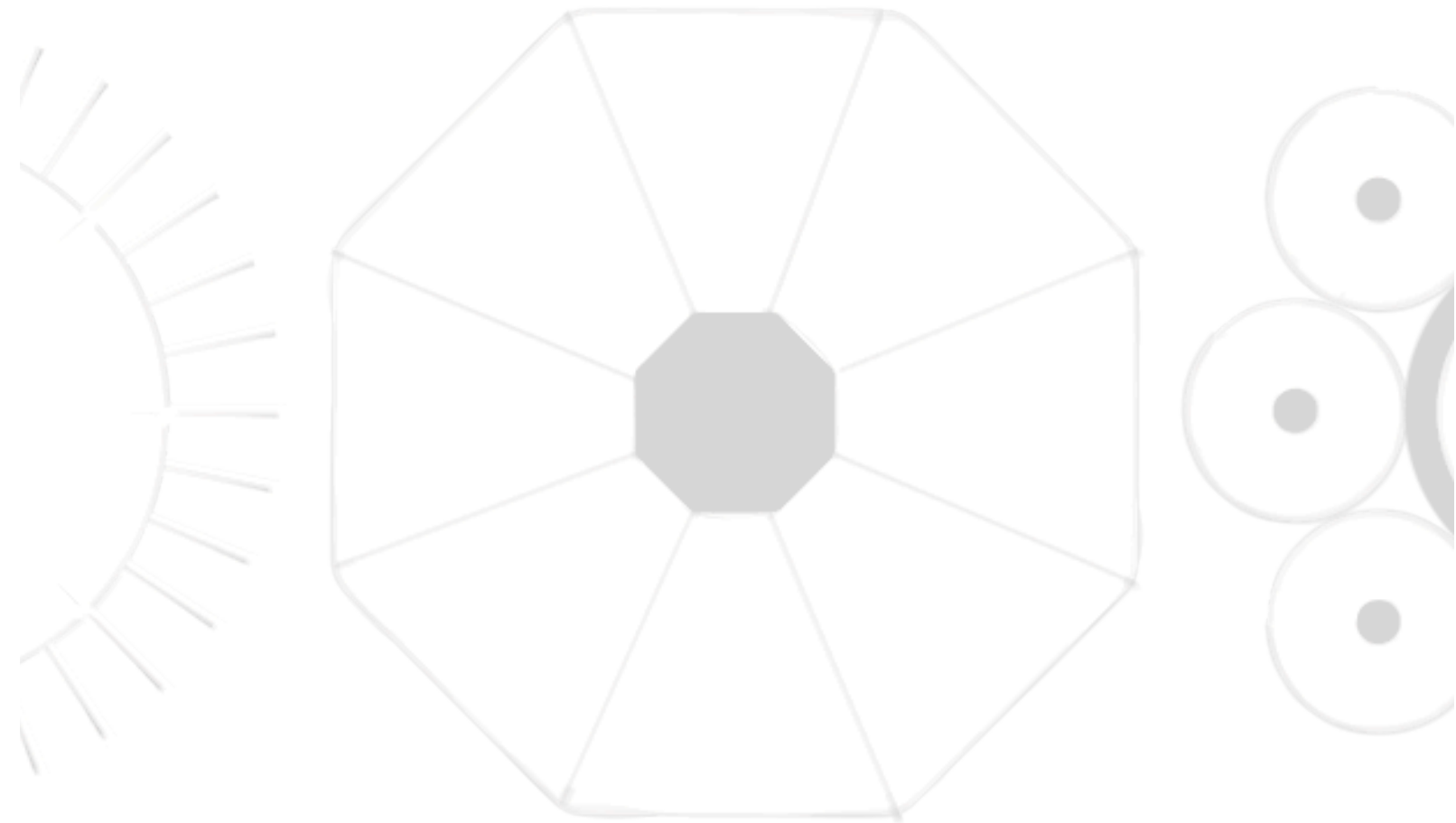
I. Tabla de contenido	5
II. Resumen	8
III. Palabras clave	8
IV. Abstract	9
V. Key words	9
VI. Glosario	10
1. Biomimética	10
2. Base textil	10
3. Modulación.....	10
4. Textura	11
5. Diseño	11
VII. Pregunta del problema	12
VIII. Objetivo general	12
IX. Objetivos específicos	12
X. Justificación	13
XI. Marco Conceptual:	15
Biomimética	15
1. Historia	15
2. Ciencia y academia	16
A. <i>Ask Nature</i>	16
3. Arquitectura	16
A. <i>The Eden Project: The Biomes</i>	17
B. <i>El desarrollo Eastgate</i>	17
C. <i>El edificio Gherkin</i>	18
4. Cultura material	18
A. <i>Tren bala shinkansen</i>	18
B. <i>Synthetic setae</i>	19
5. Vestuario	19
A. <i>Fastskin fsii</i>	19
B. <i>Pangolin – cyclus</i>	20
C. <i>Diseño de vestuario impreso en 3D: Verónica Betancur</i>	20
Impresión 3D	21
1. Definición	21
2. Historia	21
3. Proceso.....	26
4. Etapas del proceso.....	26
A. <i>Modelado</i>	26

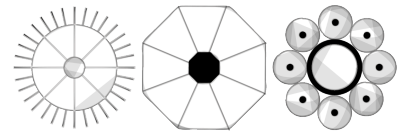


<i>B. Impresión</i>	27
<i>C. Acabado</i>	28
5. Tipos de impresión 3d.....	28
<i>A. FDM</i>	28
<i>B. PolyJet</i>	28
<i>C. Estereolitografía</i>	29
<i>D. Sinterizado por láser</i>	29
<i>F. Sinterizado directo de metal por láser</i>	29
6. Materiales y filamentos.....	30
<i>A. ABS (acrilonitrato butadieno estireno)</i>	30
<i>B. PLA (poliácido láctico)</i>	30
<i>C. Laybrick</i>	30
<i>D. Laywoo-D3</i>	31
<i>E. Filaflex</i>	31
7. Ejemplos de tecnologías de fabricación aditiva.....	31
XII. Marco Referencial	32
1. Conceptos.....	33
<i>A. Coral</i>	33
<i>B. Polipero</i>	33
<i>C. Pólipo</i>	33
<i>D. Octocoralario</i>	34
2. Pólipos.....	34
3. Octocoralario.....	35
4. Tipos de octocoralaria.....	36
XIII. Variables	38
1. Resistencia.....	38
2. Modulo.....	38
3. Unidad.....	39
4. Repite.....	40
5. Secuencia.....	40
6. Material.....	41
7. Composición.....	42
8. Refuerzo.....	43
XIV. Método experimental	44
XV. Herramientas experimentales	45
1. Características formales de diseño desde el octocoralario.....	45
2. Impresión 3d: Datos técnicos de elaboración de prototipo.....	45
3. Testeo para resistencia de materiales.....	46
XVI. Aplicación del experimental	48
1. Módulos escogidos para prototipos.....	50
2. Flujo de proceso.....	51
3. Evidencia de experimentación.....	52
XVII. Resultados	56
XVIII. Aplicaciones	58



1. Características de material.....	58
2. Características técnicas.....	58
3. Posibles aplicaciones.....	60
XIX. Conclusiones	61
XX. Referencias	62
XXI. Anexo 1. Vigilancia tecnológica	65



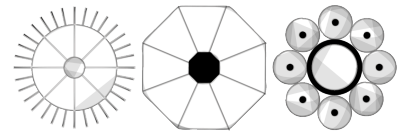


II. Resumen

Este trabajo indaga alrededor de la biomimética como recurso de diseño para generar una propuesta de textil 3d. Este planteamiento, busca ampliar la oferta textil en Colombia, aportando propuestas de innovación para ser aplicadas en distintas industrias. Se extraen elementos de los octocoralarios, para el desarrollo del proyecto cuya forma de textil 3d nace de un modelo como expresión mínima y es posteriormente modulada generando repeticiones. El resultado será un textil industrial para ser aplicado en diferentes ámbitos de la industria. Las características formales de cada modulación, definen sus características funcionales, donde el tema de la resistencia, constituye una de las principales búsquedas y cuestionamientos de este trabajo.

III. Palabras clave

Biomimética, base textil, modulación, textura, diseño.

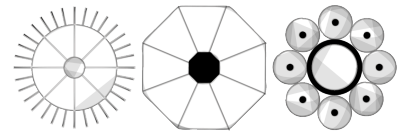


IV. Abstract

This project inquires around biomimetics, as a resource of design for in the development of a 3d textile. This, approach looks to expand the current textile offer in Colombia, providing offers with a high degree of innovation, that can be applied in different industries. Diverse elements of the octocorals, are used as principles in the development of the project, on which its 3d textile form is initially created as a single module which is than modulated creating repetitions. The result of this, will be an industrial textile that can be applied within different industries. The formal characteristics of each modulation, defines its functional characteristics, in which the concept of resistance constitutes one of the main searches to be defined.

V. Key words

Biomimetics, textile base, modulation, texture, design.



VI. Glosario

1. *Biomimética*

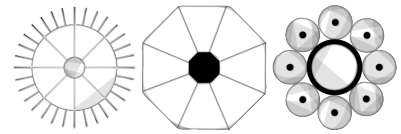
Biomimética (de bios, vida, y mimesis, imitar) es una nueva ciencia que se basa en el estudio de los modelos, sistemas, procesos y elementos naturales con el propósito de imitarlos y así encontrar soluciones prácticas a necesidades humanas, con la condición de que éstas sean sustentables. (Rangel, Rodriguez Garcia, Martinez Peña, & Lopez Hernandez, 2012)

2. *Base textil*

Es una estructura más o menos plana, lo bastante flexible como para poder transformarse en prendas de vestir y en textiles para uso doméstico, así como para usos industriales en donde se requiere cierta flexibilidad. (Hollen, Saddler, & Langford, 1997)

3. *Modulación*

Del latín modulatio, el término modulación está relacionado con el hecho y las consecuencias de modular. Este verbo tiene varias aplicaciones y usos, como alterar las propiedades de un sonido, cambiar los factores que inciden en un procedimiento para lograr diferentes resultados, dejar una tonalidad para apelar a otra o modificar el valor de una frecuencia, fase o amplitud de una onda. (Porto & Gardey, 2012)

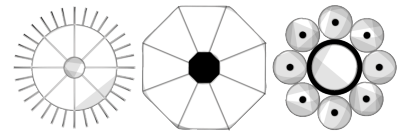


4. Textura

Del latín *textūra*, la textura es la disposición y el orden de los hilos en una tela. En el sector textil, el término también se utiliza para nombrar a la operación de tejer y a la superficie de una prenda. A nivel general, la textura está vinculada a la superficie externa de un cuerpo. Se trata de una propiedad que es captada a través del sentido del tacto. La suavidad, la aspereza y la rugosidad son sensaciones que transmite la textura. (Porto & Merino, 2013)

5. Diseño

Del italiano *disegno*, la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El término también se emplea para referirse a la apariencia de ciertos productos en cuanto a sus líneas, forma y funcionalidades. (Porto & Merino, 2012)



VII. Pregunta del problema

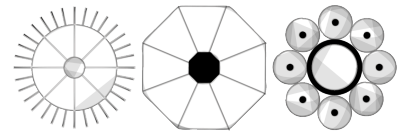
¿Cómo traducir elementos de la biomimética para generar una propuesta de textil 3D?

VIII. Objetivo general

Indagar en el diseño textil y la biomimética para generar una propuesta de textil 3D que pueda ser aplicada en el mundo del vestuario.

IX. Objetivos específicos

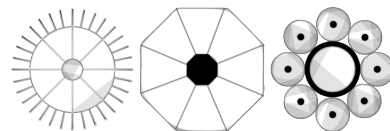
1. Indagar alrededor de la biomimética.
2. Indagar alrededor de los textiles 3d.
3. Generar una propuesta textil en base a la biomimética (Generar texturas textiles con nuevas características y funciones).



X. Justificación

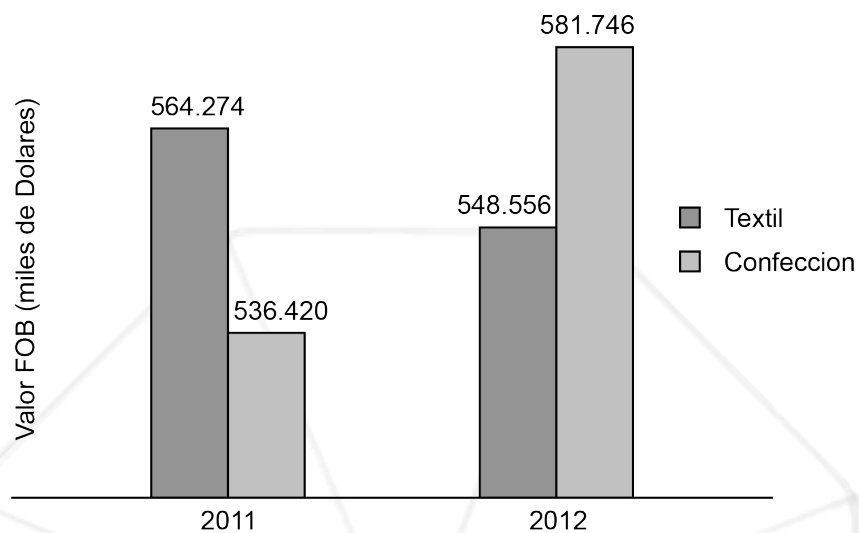
Colombia representa únicamente el 1% de las exportaciones textiles a nivel mundial, donde China ocupa el primer lugar como principal exportador, y el 30.7% del mercado textil global. La industria colombiana debe comenzar a competir con innovación y calidad para comenzar a jugar un papel mas protagónico en la industria, y lograr así reconocimiento mundial a nivel textil al generar innovación y nuevos hallazgos textileros.

Actualmente, en Colombia no se ha indagado alrededor de propuestas textiles mas allá de los ejes 2D, por lo cual una propuesta textil en los ejes 3d a través de módulos y teniendo como columna conceptual la biomimética, propicia una oportunidad de diseño innovadora e enriquecedora para la industria textil colombiana. De esta manera se tiene como objetivo ser creadores de innovación, de nuestro país para el mundo, brindándonos la oportunidad de ser competitivos en el mercado mundial y ser reconocidos como creadores de innovación y avances en la industria textil.



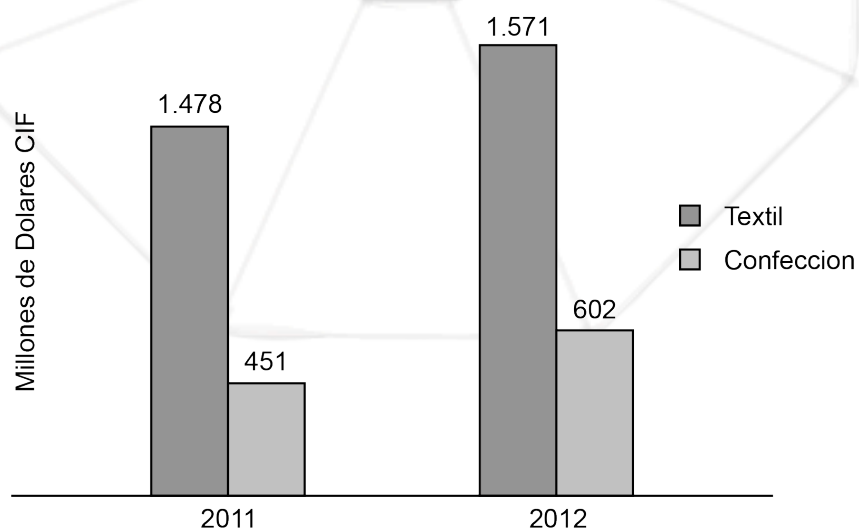
Grafica No.4 comportamiento de las Exportaciones e Importaciones sector Textil - Confeccion

Exportaciones



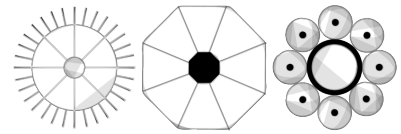
Fuente: DANE - Calculos y Grafica Grupo Estudios Economicos y Financieros

Importaciones



Fuente: DANE - Calculos y Grafica Grupo Estudios Economicos y Financieros

Figura I: Cifras importación – exportación DANE. (Superintendencia de sociedades, 2013)



XI. Marco Conceptual:

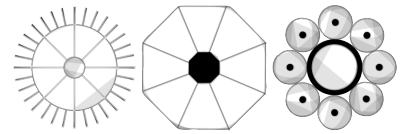
Biomimética

La biomimética se basa en el estudio de los modelos, sistemas, procesos y elementos naturales con el propósito de imitarlos y así encontrar soluciones prácticas a necesidades humanas, con la condición de que éstas sean sustentables.

1. Historia

La biomimética nace como una rama de la biónica cuyo termino fue otorgado por el doctor Americano Dr. Jack E. Steele, quien propuso el termino biónica en el año 1958 y fue aceptado en septiembre del año 1960 tras un simposio científico de tres días. Años mas tarde, en la década de los 90s se propone el termino biomimética como la forma actualizada de la biónica. El término biomimética fue popularizado por Janine Benyus en su libro de 1997 Biomimetismo: Innovación Inspirado por la naturaleza, el cual define como una "ciencia nueva que busca los modelos de la naturaleza los estudia y luego imita o toma inspiración de estos diseños y procesos para resolver los problemas humanos."

Para propósitos de este trabajo de grado, se entiende la biomimética según propuso el arquitecto David Kirkland "el estudio y entendimiento de la naturaleza para transferirlo o aplicarlo en la industria."



2. Ciencia y academia

El Dr. Julian Vincent, Director del Centro para la Biomimética y Tecnologías Naturales de la Universidad de Reading en Inglaterra propone el concepto de las "patentes biológicas". Que pretende resaltar la riqueza de la biomimética, como recursos y características que se encuentran en la naturaleza y que funcionan como aportes que nutren el trabajo científicos, arquitectos, diseñadores, ingenieros y creadores de toda índole. Vincent, propone una base de datos que se llama www.asknature.org la cual recoge todo tipo de elementos, mecanismos y características biológicas para encontrar soluciones naturales a los problemas tecnológicos e industriales.

A. Ask Nature

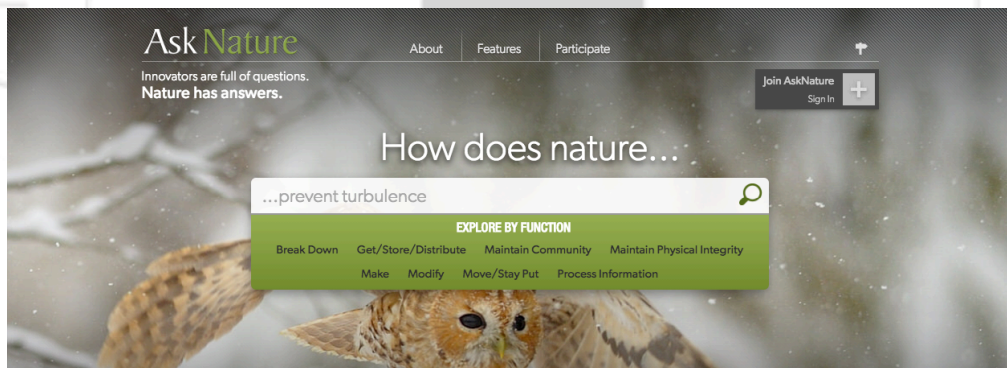
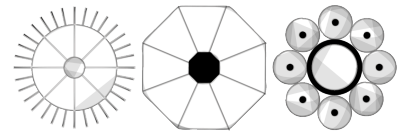


Figura 2: Buscador web para soluciones desde la biomimética. (The Biomimicry Institute, 2016)

3. Arquitectura

La arquitectura se ha convertido en uno de los grandes expositores de la biomimética como concepto de diseño. Grandes arquitectos han aportado al



diseño de estructuras biomiméticas que exhiben la riqueza formal y conceptual que nos brinda esta rama de conocimiento.

A. The Eden Project: The Biomes

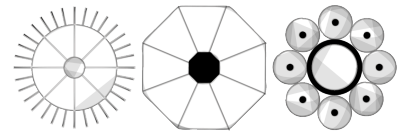


Figura 3: Grimshaw architects - Cornwall, UK – Client, The Eden Project Ltd – Size, 23,000 sq m - Completion Date: 2001 – Credits, Photography by Simon Burt, Apex Photo Agency; Gabriel Kaisers, Apex Photo Agency; Edmund Sumner/View; Perry Hooper. (Grimshaw Architects, 2001)

B. El desarrollo Eastgate



Figura 4: Mick Pearce -centro Eastgate en Harare, Zimbabue. Como referente, la forma en que los insectos utilizan recursos para crear montículos ventilados, infiltrándolos con agujeros en la superficie y como característica destacable la "ventilación pasiva". Los edificios utilizan energías renovables del ambiente que los rodea en lugar de aire acondicionado y sistemas de calefacción. (La Nación, 2015)



C. El edificio Gherkin



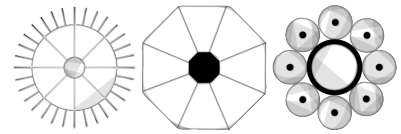
Figura 5: El edificio fue diseñado por Norman Foster, Ken Shuttleworth y por ingenieros de Arup. Fue construido por la empresa sueca Skanska. La torre de 180 metros tiene un sistema de ventilación del aire parecido a las esponjas marinas y las anémonas, el Gherkin se apoya en una estructura exoesquelética, para que la ventilación fluya a través del edificio. (La Nación, 2015)

4. Cultura material

A. Tren bala shinkansen



Figura 6: Tren bala Shinkansen de la empresa ferroviaria japonesa West Japan Railway Company es el tren más rápido del mundo (unos 320 kilómetros por hora). La parte delantera del tren bala se modela como referente en el largo y estrecho pico del pájaro Martin pescador. El diseño ahorró electricidad por ser tan aerodinámico y propicio un viaje mas silencioso. (Urgilez, 2015)



B. Synthetic setae

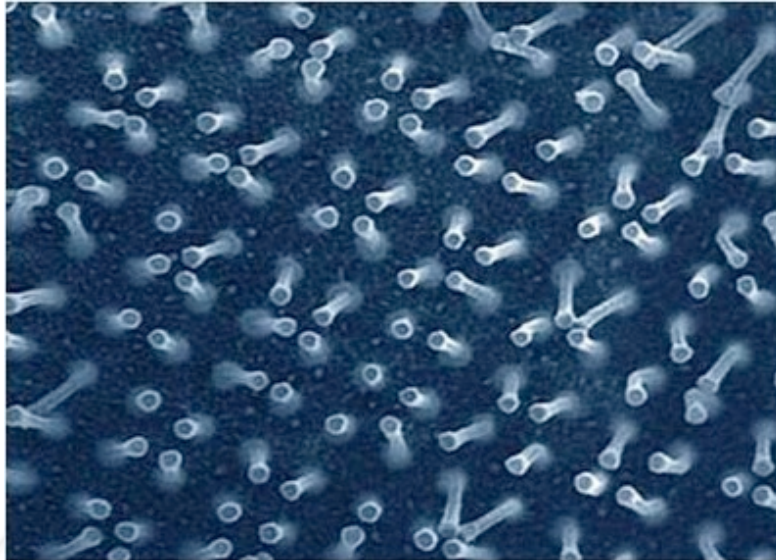


Figura 7: La cinta adhesiva geco es un producto todavía en desarrollo que ha sido desarrollado en la Universidad de Stanford a través del estudio biomimético de la capacidad adherente de la piel del geco y como característica principal la adhesión direccional, un principio adhesivo que pega la cinta aplicándola hacia un lado, y la libera cuando la dirección es revertida intencionalmente. (Boullosa, 2011)

5. Vestuario

A. Fastskin fsii

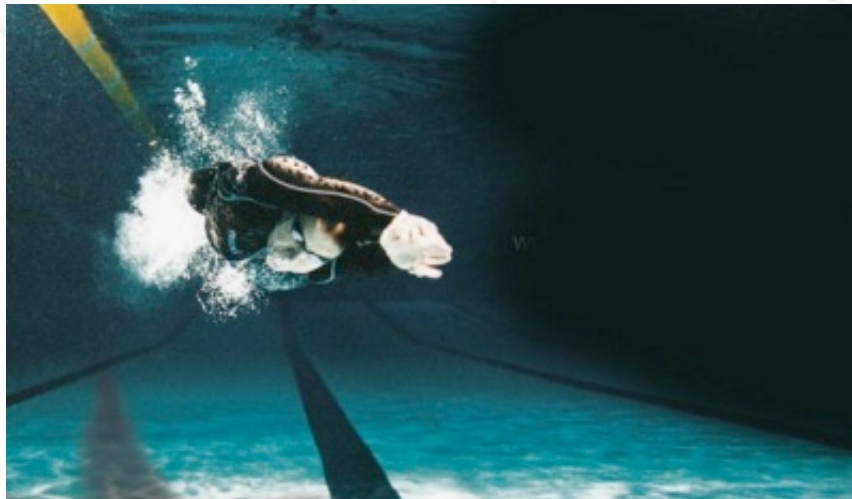
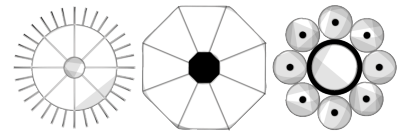


Figura 8: Fastskin FSII de Speedo emulan el variable gramaje de la piel hidrofóbica del tiburón. De diseño aerodinámico y composición hidrofóbica para optimizar la acción de nadar simulando las pieles de los tiburones. (Boullosa, 2011)



B. Pangolin – cyclus

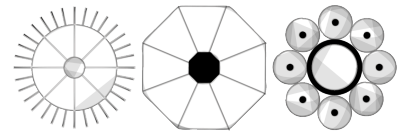


Figura 9: Pangolin: Son maletas de un diseño único inspiradas en el pangolín (un mamífero familiar del armadillo de cuerpo alargado, con la cabeza, el dorso y la cola protegidos por escamas córneas duras y puntiagudas que puede erizar, especialmente cuando se arrolla en bola como defensa). Estas maletas son una forma moderna e innovadora de mostrar un estilo urbano. (Mode Pilar by Pilar Castaño 2016, 2015)

C. Diseño de vestuario impreso en 3D: Verónica Betancur



Figura 10: Verónica Betancur es una estudiante colombiana que quería probar una nueva manera de crear vestuarios con la utilización de impresión 3D. Su diseño se basa en formas marinas y utiliza un material flexible, esto nos recuerda a los diseños de Danit Peleg y su colección de moda con una impresora casera. (3dnatives, 2016)



Impresión 3D

1. Definición

Impresión 3d: La impresión 3D es aquel proceso mediante el cual, un cable de un material generalmente es un plástico o derivado, se moldea por adición para tomar una forma específica que se corresponde a unos planos desarrollados por computadora.

(Definicion abc, 2010)

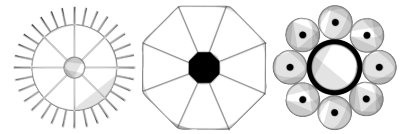
2. Historia

El concepto de impresión 3d nace en 1984, año en que Chuck Hull creó la primera impresora tridimensional por medio de adaptaciones y avances en un modelo evolucionado de la impresión por medio de inyección de tinta y propone la impresión con materiales. En 1986 funda la empresa 3d systems en California y desarrolla la primera impresora tridimensional comercial, basada en la estereolitografía (SLA).

(Escobar, 2013)

1992 - FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS CAPA POR CAPA

La primera máquina de impresión 3D del tipo SLA (estereolitográfico) en el mercado, fue desarrollada por la empresa 3D Systems. El funcionamiento básico de esta máquina consiste en que un láser UV va solidificando un fotopolímero, un líquido con la viscosidad y color parecido al de la miel, el cual va fabricando partes tridimensionales



capa por capa. A pesar de la imperfección, de sobra se demuestra que piezas altamente complejas podían ser fabricadas por la noche. (Escobar, 2013)

1999 - ÓRGANOS DE INGENIERÍA TRAEN NUEVOS AVANCES EN MEDICINA

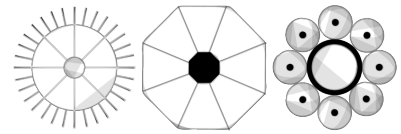
El primer órgano criado en laboratorio que se implementó en humanos fue un aumento de la vejiga urinaria utilizando recubrimiento sintético con sus propias células. La tecnología utilizada por los científicos del Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa, abrió las puertas al desarrollo de otras estrategias para los órganos de la ingeniería, el cual pasaba por la impresión de los mismos. Debido a que están fabricadas con células propias del paciente, el riesgo de rechazo es prácticamente nulo. (Escobar, 2013)

2002 - UN RIÑÓN 3D EN FUNCIONAMIENTO

Los científicos diseñan un riñón en miniatura completamente funcional y con la capacidad de filtrar sangre y producir orina diluida en un animal. El desarrollo llevó a la investigación en el Instituto de Wake Forest de Medicina Regenerativa el objetivo de imprimir los órganos y tejidos con tecnología de impresión 3D. (Escobar, 2013)

2005 - OPEN-SOURCE COLABORA CON LA IMPRESIÓN 3D

EL Dr. Adrian Bowyer funda RepRap, en la Universidad de Bath, una iniciativa de código abierto para construir una impresora 3D que puede imprimir la mayoría de sus propios componentes. La visión de este proyecto es el de democratizar la fabricación



de unidades de distribución de bajo coste RepRap a las personas de todo el mundo, lo que les permite crear productos a diario por su cuenta. (Escobar, 2013)

2006 - EL SLS Y LA PERSONALIZACIÓN EN LA FABRICACIÓN EN MASA

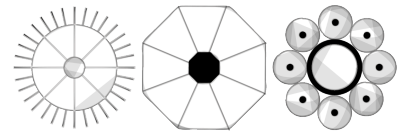
Este año se construye la primera máquina del tipo SLS (Sintetización de laser selectivo) viable. Básicamente, este tipo de máquina utiliza un láser para fundir materiales en el proceso de impresión 3D. Este descubrimiento abre las puertas a la personalización masiva y a la demanda de fabricación de piezas industriales, y más tarde, prótesis. Ese mismo año, Object, un proveedor de materiales e impresoras 3D, crea una máquina con la capacidad de imprimir en múltiples materiales, incluyendo polímeros y elastómeros. La máquina permite que una parte sea fabricada con una gran variedad de densidades y propiedades de material. (Escobar, 2013)

2008 - LA PRIMERA IMPRESORA CON CAPACIDAD DE AUTO REPLICA.

Tras su lanzamiento en 2005, el proyecto RepRap saca a la luz Darwin, la primera impresora 3D con capacidad de imprimir la mayoría de sus propios componentes, permitiendo a los usuarios que ya tienen una, hacer más impresoras para sus amigos o incluso reparar componentes de la suya. (Escobar, 2013)

2008 - LANZAN SERVICIOS DE CO-CREACIÓN.

Shapeways lanza una página web beta privada para ofrecer un nuevo servicio de co-creación entre la comunidad permitiendo que artistas, arquitectos y diseñadores presenten sus diseños en 3D como objetos físicos baratos. (Escobar, 2013)



2008 - GRAN AVANCE EN LA PRÓTESIS.

La primera persona que camina sobre una pierna de prótesis impresa en 3D, con todas las partes, rodilla, pie, etc, impresa en una misma compleja estructura sin ningún tipo de montaje. Este tipo de avances permiten que los fabricantes de prótesis realicen desarrollos a medida en el sector de las prótesis. (Escobar, 2013)

2009 - KITS DE IMPRESORAS 3D DIY ENTRAN EN EL MERCADO.

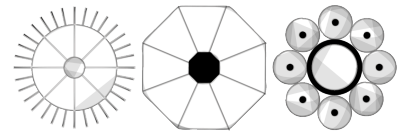
Industrias MakerBot, una compañía de hardware de código abierto para las impresoras 3D, comienza la venta de kits de montaje que permiten a los compradores fabricar sus propias impresoras 3D y productos. (Escobar, 2013)

2009 - DE CELULAS A VASOS SANGUÍNEOS.

Llega la bio-impresión, con la tecnología del Dr. Gabor Forgacs, que utiliza una bio-impresora 3D para imprimir el primer vaso sanguíneo. (Escobar, 2013)

2011 - PRIMER AVIÓN IMPRESO EN 3D.

Los ingenieros de la Universidad de Southampton diseñaron y planearon el primer avión impreso en 3D. Este avión no tripulado se construye en siete días, con un presupuesto de 7.000€. La impresión 3D permite que sus alas tengan forma elíptica, una característica normalmente cara que ayuda a mejorar la eficiencia aerodinámica y reduce al mínimo la resistencia inducida. (Escobar, 2013)



2011 - PRIMER COCHE IMPRESO EN 3D.

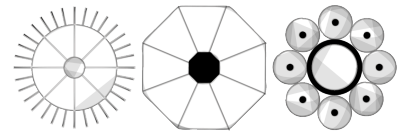
Kor Ecologic nos presenta Urbee, un prototipo de coche que trata de ser lo más eficiente posible con el medio ambiente, siendo toda su carrocería diseñada e impresa en 3D. Trata de ser un coche eficiente en cuanto a consumo de gasolina y en cuanto a su coste de producción. Su precio oscilará entre los 12.000€ y 60.000€ siempre y cuando sea comercialmente rentable. (Escobar, 2013)

2011 - IMPRESIÓN 3D EN ORO Y PLATA.

La empresa materialise ha sido la primera empresa en ofrecer un servicio de impresión 3D de oro de 14 Kilates y plata de ley. Esta opción va a permitir abrir un nuevo mercado a los joyeros con diseños más económicos utilizando este material. (Escobar, 2013)

2012 - PRIMER IMPLANTE DE PRÓTESIS DE MANDÍBULA IMPRESA EN 3D.

Doctores e ingenieros holandeses trabajan con una impresora 3D especialmente diseñada por la empresa LayerWise, la cual permite imprimir prótesis de mandíbulas personalizadas. Este grupo ha podido implantar una mandíbula a una mujer de 83 años de edad que sufría una infección de hueso crónica. Esta tecnología se está estudiando más profundamente con el objetivo de poder promover el crecimiento de nuevo tejido óseo. (Escobar, 2013)



3. Proceso

La impresión 3D es un proceso que permite hacer objetos tridimensionales sólidos a partir de un modelo digital. La impresión 3D se consigue utilizando procesos aditivos (con aporte de material), donde se crea un objeto mediante las capas sucesivas de material. La impresión 3D difiere de los tradicionales mecanizados (técnicas de procesos sustractivos), que se basan principalmente en la eliminación de material por métodos tales como fresado, torneado, corte y perforación.

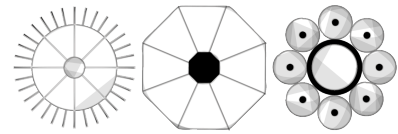
Los procesos aditivos se realizan, generalmente, por una impresora de materiales utilizando la tecnología digital. (Fantastico S.A, 2013)

4. Etapas del proceso

A. Modelado

La impresión 3D tiene planos virtuales de diseño asistido por ordenador (CAD) o animación de software de modelado como guías para la impresión. Dependiendo de la máquina que se utiliza, el material o vinculante se deposita sobre el lecho de compilación o de la plataforma hasta que la capa de material/aglutinante se completa y el modelo 3D final ha sido "impreso". (Fantastico S.A, 2013)

Los datos estándar de interfaz entre el software CAD y las máquinas de impresión es el formato de archivo STL. Un archivo STL se aproxima a la forma de una pieza o un ensamblaje con facetas triangulares. Pequeñas facetas producen una superficie de mayor calidad. El PLY es un formato de archivo de entrada generado por escáner, y archivos VRML (o WRL) se utilizan a menudo como entrada para las



tecnologías de impresión 3D que son capaces de imprimir a color. (Fantastico S.A, 2013)

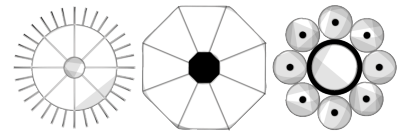
B. Impresión

Para realizar una impresión, la máquina lee el diseño y establece las capas sucesivas de líquido, polvo o material de lámina para construir el modelo a partir de una serie de secciones transversales. Estas capas, que corresponden a las secciones transversales virtuales a partir del modelo CAD, se unen o fusionan automáticamente para crear la forma final. La principal ventaja de esta técnica es su capacidad de crear casi cualquier forma o característica geométrica. (Fantastico S.A, 2013)

La resolución de la impresora describe espesor de la capa y la resolución X-Y en dpi (puntos por pulgada), o micrómetros. El espesor típico de la capa es de alrededor de 100 micras (0,1 mm), aunque algunas máquinas, tales como la Objet Connex y la 3D Systems ProJet pueden imprimir capas tan delgadas como 16 micrómetros. La resolución XY es comparable a la de las impresoras láser. Las partículas (puntos 3D) son de alrededor de 50 a 100 micrómetros (0,05-0,1 mm) de diámetro. (Fantastico S.A, 2013)

La construcción de un modelo con métodos contemporáneos puede tardar de varias horas a varios días, dependiendo del método utilizado, el tamaño y la complejidad del modelo, tipo de máquina utilizada y del tamaño y número de los modelos de fabricación simultánea. (Fantastico S.A, 2013)

Las técnicas tradicionales tales como el moldeo por inyección puede ser menos costoso para la fabricación de productos plásticos en altas cantidades, pero la fabricación por impresión 3D puede ser más rápido, más flexible y menos caro cuando



se producen cantidades relativamente pequeñas de piezas. Las impresoras 3D ofrecen a los diseñadores la capacidad de producir piezas y modelos conceptuales utilizando una impresora de tamaño de escritorio. (Fantastico S.A, 2013)

C. Acabado

Aunque la resolución del impreso producido es suficiente para muchas aplicaciones, una mayor resolución se puede lograr mediante la impresión de una versión ligeramente sobredimensionada del objeto deseado en resolución estándar y luego retirar material con un proceso de mayor resolución sustractivo. (Fantastico S.A, 2013)

Algunas técnicas de fabricación son capaces de utilizar múltiples materiales en el curso de la construcción de las piezas. Algunos también utilizan soportes durante la construcción. Los soportes son extraíble o soluble tras la finalización de la impresión, y se utilizan para apoyar voladizos durante la construcción. (Fantastico S.A, 2013)

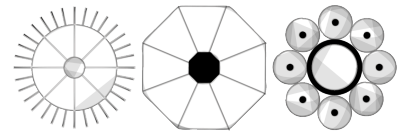
5. Tipos de impresión 3d

A. FDM

Crea las piezas capa por capa mediante termoplásticos de nivel de ingeniería. Se suele emplear para generar geometrías complejas y piezas funcionales, como prototipos, piezas de producción de escaso volumen, útiles de fabricación y guías y fijaciones. (Stratasys.Ltd, 2016)

B. PolyJet

Es un proceso de impresión 3D que inyecta y endurece capas finas de fotopolímero líquido con energía ultravioleta. Puede imprimir en capas de 16 micras, en



varios durómetros y en muchos colores, lo que permite crear piezas con múltiples materiales. PolyJet constituye una opción excelente para lograr modelos y prototipos realistas y de alta resolución, moldes por inyección de tirada corta y patrones maestros para el forjado en uretano. (Stratasys.Ltd, 2016)

C. Estereolitografía

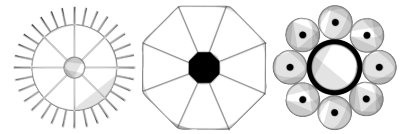
(También denominada SL o SLA) crea las piezas capa por capa mediante un láser ultravioleta que solidifica resinas de fotopolímero líquido. Suele emplearse para producir modelos de concepto, patrones maestros, prototipos de gran tamaño y patrones de moldeado a la cera perdida. (Stratasys.Ltd, 2016)

D. Sinterizado por láser

(También conocido como sinterizado selectivo por láser, SLS o LS) utiliza un láser de CO₂ para calentar y fundir polvo termoplástico duradero y crear piezas versátiles con una gran elongación a la rotura. Las piezas de producción y prototipos creados con LS aportan soluciones ligeras y resistentes al calor y a los productos químicos. (Stratasys.Ltd, 2016)

F. Sinterizado directo de metal por láser

(DMLS) funde materiales de metal y aleaciones en polvo con un láser de alta potencia para producir piezas resistentes de metal. El DMLS crea piezas de metal totalmente acabadas, como herramientas y piezas de producción para distintos sectores. (Stratasys.Ltd, 2016)



6. Materiales y filamentos

A. ABS (acrilonitrato butadieno estireno)

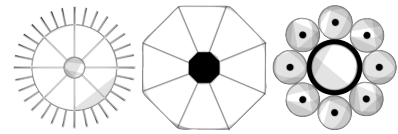
Es un plástico muy tenaz, duro y rígido. Aguanta altas temperaturas y es fácil pintar sobre él. Es muy resistente y presenta una cierta flexibilidad. La impresión con este material necesita de una cama caliente o base de impresión caliente donde se deposita la pieza, para conseguir la estabilidad necesaria. Se pueden obtener bobinas de filamento a partir de los restos de impresión, pero ojo durante la impresión se debe tener una buena ventilación ya que genera gases nocivos. No es biodegradable. Este material es capaz de soportar altas temperaturas. Un rollo de 1Kg de este tipo suele costar unos 18€, Aquí tienes un ejemplo: Nunus 3d. (Area Tecnologia, 2013)

B. PLA (poliácido láctico)

Es un material que se obtiene a partir de materiales naturales como el almidón del maíz o la caña de azúcar. Es biodegradable y no emite gases tóxicos durante la impresión. No necesita base caliente. No resiste temperaturas tan altas como el ABS, a partir de los 60°C empieza a descomponerse. No es muy fácil de pintar. También suelen costar unos 18€ el kilo. Un ejemplo: PLA Rosa. (Area Tecnologia, 2013)

C. Laybrick

Es una mezcla de varios materiales plásticos y yeso. A partir de él se obtienen piezas con aspecto de piedra arenisca. Se puede pintar y lijar fácilmente. Es más caro que los anteriores, unos 20€ pero los 250 gramos. (Area Tecnologia, 2013)



D. Laywoo-D3

Formado por un polímero y un 40% de polvo de madera. Se obtienen piezas con cierto parecido a la madera. Las piezas obtenidas se pueden lijar, serrar y pintar. Cuesta como el laybrick. (Area Tecnologia, 2013)

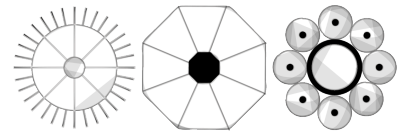
E. Filaflex

Es un filamento elástico con una base de poliuretano y otros aditivos que le confieren una gran elasticidad. La impresión con este material es lenta. Se utiliza para imprimir zapatillas, prótesis, carcasas para teléfonos móviles, etc. 500 gramos sobre los 27€. Un ejemplo: filaflex FGO. (Area Tecnologia, 2013)

7. Ejemplos de tecnologías de fabricación aditiva

Tipo	Tecnologías	Materiales
Extrusión	Modelado por deposición fundida (FDM)	termoplásticos (por ejemplo, PLA, ABS), aleaciones eutécticas de metales, productos comestibles
Granular	Sinterizado láser directo de metal (LMD)	Casi cualquier aleación de metal
	Fusión por haz de electrones (EBM)	Aleaciones de titanio
	Sinterización selectiva por calor (SHS)	Termoplástico en polvo
	Sinterización selectiva por láser (SLS)	termoplásticos , metales en polvo , polvos cerámicos
	impresión 3D con cabezal de inyección de tinta sobre lecho en polvo	Yeso
Laminado	Fabricación objeto laminado (LOM)	Papel, hoja metálica, película de plástico
Foto-polimerizado	Estereolitografía (SLA)	fotopolímero
	Procesamiento digital de luz (DLP)	resina líquida

Figura 11: Ejemplos de tecnologías de fabricación aditiva (Fantastico S.A, 2013)



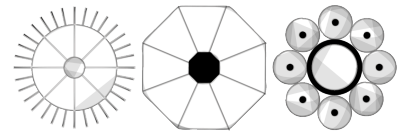
XII. Marco Referencial

Este trabajo de grado busca indagar alrededor de elementos de los sistemas en la naturaleza, para el diseño de una base textil 3d, a través de módulos, y que tengan diferentes características y funciones del textil para optimizar las aplicaciones en el vestuario cargando las propuestas de gran valor e innovación.

Para el desarrollo de este proyecto se profundizara alrededor de las formas de corales y arrecifes. Se estudiaran las formas de construcción, las características de los materiales usados, y las funciones de los hábitats construidos. Se busca generar funcionalidad y movimiento a través del diseño, donde los módulos y formas de repetición, construcción y crecimiento juegan un rol fundamental en conjunto con las estructuras multifuncionales y adaptativas.

Se tomara como variable principal las estructuras corales y arrecifes del cual se buscara extraer elementos que se traducirán al diseño. Los corales pertenecen a Phylum Cnidaria, y todos con excepción de los corales de fuego, están divididos en dos grande categorías: los hexacoralaris y los octocoralaris cuya diferencia radica en sus estructuras de forma y divisiones.

Este trabajo de grado, estará enfocado en las características y formas estructurales de los octocoralaris , los cuales tienen 8 tentáculos y divisiones principales, y abarcan los corales blandos, abanicos de mar, corales azules, y corales organpipe entre otros.



1. Conceptos

Para el proceso de diseño es necesario, definir los siguientes conceptos, de los cuales se derivaran los elementos de diseño.

A. Coral

Del fr. ant. coral, este del lat. tardío corallum, y este del gr. κοράλλιον korállion.

1. m. Celentéreo antozoo, del orden de los octocoralarios, que vive en colonias cuyos individuos están unidos entre sí por un polípero calcáreo y ramificado de color rojo o rosado.

2. m. Polípero del coral, que, después de pulimentado, se emplea en joyería.

(Real Academia Española, 2001)

B. Polípero

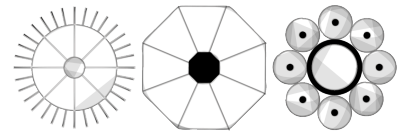
De pólipe y -ero.

1. m. Zool. Masa de naturaleza calcárea, generalmente ramificada, producida por los pólipos de una misma colonia de antozoos y en la cual están implantados aquellos. La acumulación de políperos calcáreos, en cantidades enormes, llega a formar en los mares tropicales escollos, arrecifes y aun islas de considerable extensión. (Real Academia Española, 2001)

C. Pólipo

Del lat. polýpus, y este del gr. πολύπους polýpous.

2. m. Zool. Una de las dos formas de organización que se presenta en los celentéreos cnidarios, bien como tipo único, como en las actinias y restantes antozoos, bien en alternancia con una forma medusa, como ocurre en el ciclo



reproductor alternante de muchos cnidarios. El pólipo vive fijo en el fondo de las aguas por uno de sus extremos, y lleva en el otro la boca, rodeada de tentáculos. (Real Academia Española, 2001)

D. Octocoralario

De octo- y coralario.adj. Zool.

Dicho de un celentéreo: Del grupo de los antozoos cuya boca está rodeada por ocho tentáculos; p. ej., el alción. U. t. c. s. m., en pl. como taxón. Subclase de organismos, que siempre son coloniales, de la clase Anthozoa, del phylum de los Cnidarios (Cnidaria), los pólipos de los Octocorales están conectados por hilos o láminas de tejido, llamadas estolones, cada pólipo tiene 8 tentáculos, que generalmente son pinnados. (Diclib, 2016)

2. Pólipos

La matriz de los corales se conoce como el pólipo. Son de estructura sencilla formadas de dos capas de tejidos y entre estas un material gelatinoso. Los pólipos tienen forma cilíndrica y están cerrados en la parte inferior con un disco basal de fijación y en la parte superior se encuentra el disco oral que es rodeado por tentáculos. Estos, tienen una serie de seis tentáculos o múltiplos de seis alrededor de la boca central. También, existen corales córneos que tienen ocho tentáculos o múltiplos de ocho. Los tentáculos funcionan como un mecanismo para atrapar animales pequeños con los cuales se alimenten.

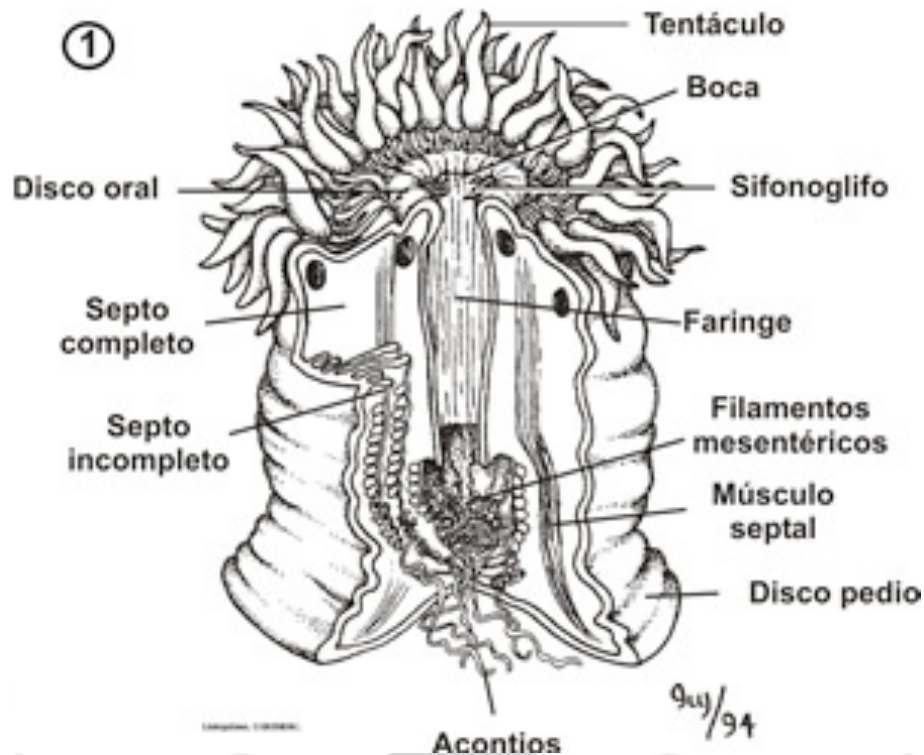
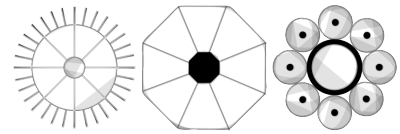


Figura 12: Estructura de pólipos. (AsturnaturaDB, 2016)

3. Octocoralario

Los octocoralario a pesar de la gran variedades y especies existentes, todos tienen una características bases que los definen. Se describen al tener una simetría de ocho dobles u ocho ramas de tentáculos en su estructura de polipero. También son conocidos por ser la categoría coral mas suave y flexible comparado con los corales rocosos. Pueden tener gran variedad de formas y desarrollos, como ramificación, incrustación, apariencia de pluma, apariencia látigo, apariencias carnudas, y hasta apariencias de calcificación.

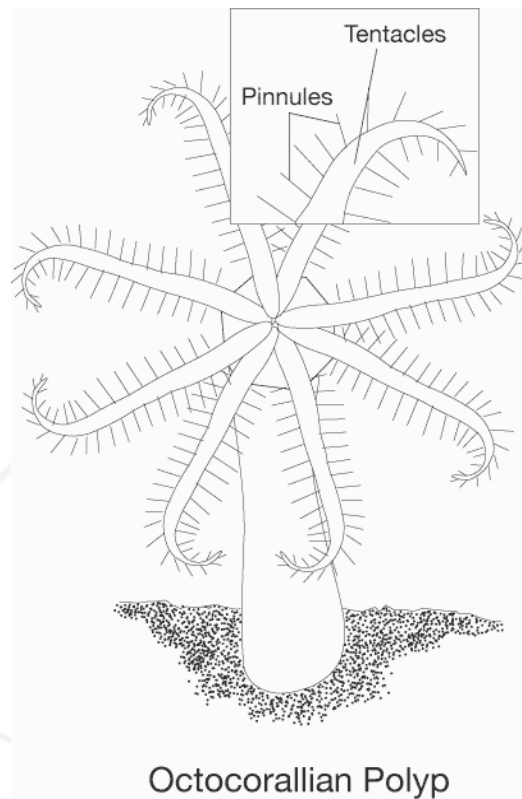
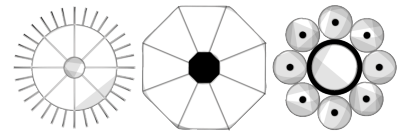
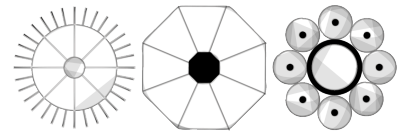


Figura 13: Illustration of an Octocorallian Polyp. (modified from Humann, 1993) (USGS Coastal, 2013)

4. Tipos de octocoralaria

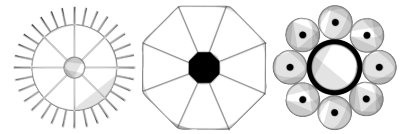
- Soft corals
- Leather corals
- Gorgonians o horn corals
- Sea fans
- Blue coral
- Organ pipe corals
- Green star polyps
- Sea pens



Los octocoralaria tienen pólipos con ocho tentáculos, que contienen proyecciones del semblante de plumas. Los siguientes taxos de esta subclase son:

- Order Gorgonacea (Gorgonians)
- Order Pennatulacea (Sea pens)
- Briarium asbestinum (Corky sea finger)
- Ellisella barbadensis (Devil's sea whip)
- Erythropodium polyanthes (Incrusting gorgonian)
- Eunicea calyculata (Warty Eunicea)
- Eunicea fusca (Doughnut sea rod)
- Eunicea tourneforti (Tournefort's Eunicea)
- Gorgonia ventalina (Common sea fan)
- Muricea elongata (Orange spiny sea rod)
- Muricea muricata (Spiny sea fan)
- Muricea pinnata (Long spine sea fan)
- Muriceopsis flavida (Rough sea plume)
- Plexaura flexuosa (Bent sea rod)
- Plexaura homomalla (Black sea rod)
- Plexaurella dichotoma (Double-forked Plexaurella)
- Plexaurella grisea (Gray Plexaurella)
- Plexaurella nutans (Giant slit-pore sea rod)
- Pseudoplexaura flagellosa (Flagellate false Plexaura)

(ETI Bioinformatics, 2012)



XIII. Variables

1. Resistencia

Del lat. tardío *resistentia*.

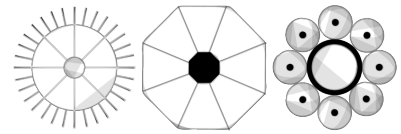
1. f. Acción y efecto de resistir o resistirse.
2. f. Capacidad para resistir.
3. f. Conjunto de las personas que, generalmente de forma clandestina, se oponen con distintos métodos a los invasores de un territorio o a una dictadura.
4. f. En el psicoanálisis, oposición del paciente a reconocer sus impulsos o motivaciones inconscientes.
5. f. Electr. Dificultad que opone un circuito al paso de una corriente.
6. f. Electr. Elemento que se intercala en un circuito para modificar el paso de la corriente o para producir calor.
7. f. Fís. Fuerza que se opone a la acción de otra fuerza.
8. f. Fís. Magnitud que mide la resistencia y cuya unidad en el sistema internacional es el ohmio.
9. f. Mec. Fuerza que en una máquina dificulta su movimiento y disminuye su efecto útil; p. ej., el rozamiento, los choques, etc.

(Real Academia Española, 2001)

2. Modulo

Del lat. *modulāri*.

1. tr. Variar con fines armónicos las cualidades del sonido en el habla o en el canto.



2. tr. Modificar los factores que intervienen en un proceso para obtener distintos resultados; p. ej., aumentar la temperatura para acelerar una reacción.

3. tr. Electr. Variar el valor de la amplitud, frecuencia o fase de una onda portadora en función de una señal.

4. intr. Mús. Pasar de una tonalidad a otra.

(Real Academia Española, 2001)

3. Unidad

Del lat. *unītas, -ātis*.

1. f. Propiedad de todo ser, en virtud de la cual no puede dividirse sin que su esencia se destruya o altere.

2. f. Singularidad en número o calidad.

3. f. Unión o conformidad.

4. f. Cada uno de los elementos de una serie o conjunto.

5. f. Cada uno de los elementos que forman un convoy, un tren, etc.

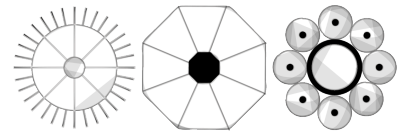
6. f. Cualidad de la obra literaria o artística en que solo hay un asunto o pensamiento principal, generador y lazo de unión de todo lo que en ella ocurre, se dice o representa.

7. f. Mat. Cantidad que se toma por medida o término de comparación de las demás de su especie.

8. f. Mil. Fracción, constitutiva o independiente, de una fuerza militar.

9. f. Ur. Apartamento en un edificio.

(Real Academia Española, 2001)



4. Repite

Del lat. *repetĕre*.

Conjug. actual c. *pedir*.

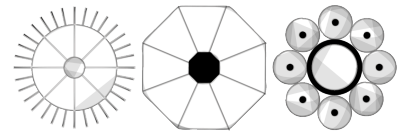
1. tr. Volver a hacer lo que se había hecho, o decir lo que se había dicho.
2. tr. En una comida, volver a servirse de un mismo guiso. U. t. c. intr.
3. tr. Der. Reclamar contra tercero, a consecuencia de evicción, pago o quebranto que padeció el reclamante.
4. tr. desus. Pedir muchas veces o con instancia.
5. intr. Venir a la boca el sabor de lo que se ha comido o bebido.
6. intr. En las universidades, efectuar la repetición.
7. prnl. Dicho de una persona: Hacer o decir siempre las mismas cosas. *¿No te das cuenta de que te repites continuamente?*
8. prnl. Dicho de una cosa: Volver a suceder regularmente. *Los atascos se repiten en esa zona todos los días.*
9. prnl. Esc. y Pint. Dicho de un artista: Insistir en sus obras en las mismas actitudes, perspectivas, grupos, etc.

(Real Academia Española, 2001)

5. Secuencia

Del lat. *sequentia* 'continuación', de *sequi* 'seguir'.

1. f. Continuidad, sucesión ordenada.
2. f. Serie o sucesión de cosas que guardan entre sí cierta relación.
3. f. En una película, plano o serie de planos que constituyen una unidad argumental.



4. f. Prosa o verso que se dice en ciertas misas después del gradual.
5. f. Biol. Ordenación específica de las unidades que constituyen un biopolímero; p. ej., la de los aminoácidos en las proteínas.
6. f. Mat. Conjunto de cantidades u operaciones ordenadas de tal modo que cada una está determinada por las anteriores.
7. f. Mús. Progresión o marcha armónica. Plano secuencia.

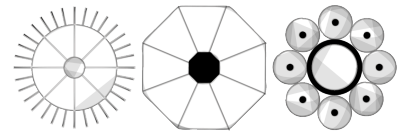
(Real Academia Española, 2001)

6. Material

Del lat. *materiālis*.

1. adj. Perteneciente o relativo a la materia.
2. adj. Opuesto a lo espiritual.
3. adj. Grosero, sin ingenio ni agudeza.
4. m. Elemento que entra como ingrediente en algunos compuestos.
5. m. Cuero curtido.
6. m. Cada una de las materias que se necesitan para una obra, o el conjunto de ellas. U. m. en pl.
7. m. Documentación que sirve de base para un trabajo intelectual.
8. m. Conjunto de máquinas, herramientas u objetos de cualquier clase, necesario para el desempeño de un servicio o el ejercicio de una profesión. *Material de guerra, de incendios, de oficina, de una fábrica.*

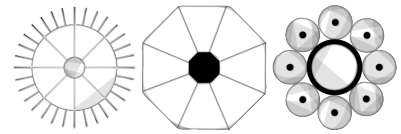
(Real Academia Española, 2001)



7. Composición

Del lat. *compositio*, *-ōnis*.

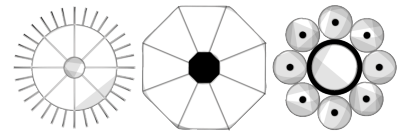
1. f. Acción y efecto de componer.
2. f. Obra musical o literaria.
3. f. Poema, texto de sentido unitario, normalmente en verso.
4. f. Escrito en que un alumno desarrolla un tema dado, para ejercitar su dominio del idioma, su habilidad expositiva, su sensibilidad literaria, etc.
5. f. Ajuste, convenio entre dos o más personas.
6. f. compostura (ll modestia).
7. f. Der. Arreglo, generalmente con indemnización, que permitía el derecho antiguo sobre las consecuencias de un delito, entre el delincuente y la víctima o la familia de esta.
8. f. Esc., Fotogr. y Pint. Arte de agrupar las figuras y combinar los elementos necesarios para conseguir una obra plástica lo más armoniosa y equilibrada posible.
9. f. Gram. Proceso morfológico por el cual se forman palabras a partir de la unión de dos o más vocablos, de dos o más bases compositivas cultas o de la combinación de palabra y base compositiva. *Se forman por composición rompeolas, neuralgia y nefrotóxico.*
10. f. Impr. Conjunto de líneas, galeradas y páginas, antes de la imposición.
11. f. Mús. Parte de la música que enseña las reglas para la creación de una obra.
12. f. Transp. Conjunto de los vagones que forman un tren.



13. f. desus. Oración que el maestro de gramática dictaba en romance al discípulo para que la tradujera a la lengua que aprendía. (Real Academia Española, 2001)

8. Refuerzo

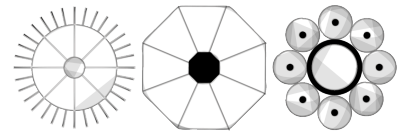
1. m. Acción y efecto de reforzar.
 2. m. Pieza o reparo que se pone para hacer más sólido o resistente algo.
 3. m. Ayuda, socorro o complemento. *Clases de refuerzo. Refuerzo vitamínico.*
 4. m. Persona o conjunto de personas que se unen a otras para aportar su fuerza o eficacia. U. m. en pl.
 5. m. El Salv. refacción (ll alimento moderado para reparar las fuerzas).
 6. m. coloq. Ur. Panecillo o trozo de pan relleno con fiambre, queso u otro alimento.
- (Real Academia Española, 2001)



XIV. Método experimental

Durante el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta un proceso experimental con los siguientes pasos, donde tuvieron lugar todas las etapas de un proceso de diseño, desde la etapa de conceptualización hasta la etapa de materialización.

1. Definición e identificación del problema
2. Justificación del proyecto
3. Conceptualización biomimética del proyecto
4. Investigación de los corales para desarrollo proyectual
5. Investigación técnica de herramientas para el desarrollo del proyecto
6. Elaboración de abstracciones graficas de los referentes escogidos
7. Elaboración de módulos y repites a modelar
8. Escogencia de tres referencias para prototipos físicos
9. Modelado de render para impresión 3d
10. Definir especificaciones de grosor para definir prototipos
11. Materialización por impresión 3d
12. Caracterización sin refuerzo
13. Caracterización con refuerzo de fibra para resistencia
14. Pruebas de laboratorio para definir resistencia
15. Resultados y conclusiones



XV. Herramientas experimentales

1. Características formales de diseño desde el octocoralario

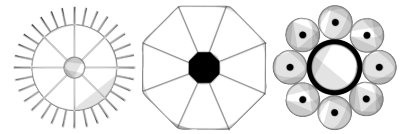
- Formas cilíndricas
- Divisiones de ocho
- Capas
- Ramificaciones
- Tentáculos
- Apariencias de calcificaciones
- Poros
- Ensanduchados
- Modulos que parten de ocho
- Punto de partida del cual se desprenden partes

2. Impresión 3d: Datos técnicos de elaboración de prototipo

Material de prototipo: PLA (ácido poliláctico)

Técnica de impresión 3d: FDM (modelado por deposición fundida)

Máquina: Impresora Da Vinci 1.0A



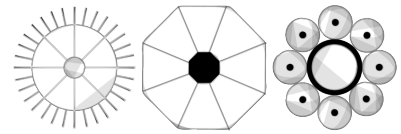
3. Testeo para resistencia de materiales

Se denomina tensión de rotura,^{1 2} a la máxima tensión que un material puede soportar al ser traccionado antes de que se produzca necking, que es cuando la sección transversal del espécimen se comienza a contraer de manera significativa.

La tensión de rotura se obtiene por lo general realizando un ensayo de tracción y registrando la tensión en función de la deformación (o alargamiento); el punto más elevado de la curva tensión-deformación es la tensión de rotura. Es una propiedad intensiva; por lo tanto su valor no depende del tamaño del espécimen de ensayo. Sin embargo, depende de otros factores, tales como la preparación del espécimen, la presencia o no de defectos superficiales, y la temperatura del medioambiente y del material.

Las tensiones de rotura rara vez son consideradas en el diseño de elementos dúctiles, pero sin embargo son muy importantes en el diseño de elementos frágiles. Las mismas se encuentran tabuladas para los materiales más comunes tales como aleaciones, materiales compuestos, cerámicos, plásticos, y madera.

La tensión de rotura es definida como una tensión que se mide en unidades de fuerza por unidad de área. Para algunos materiales no homogéneos se la indica como una fuerza o una fuerza por unidad de espesor. En el sistema internacional, la unidad es el pascal (Pa) (o un múltiplo del mismo, a menudo el megapascal (MPa), utilizando



el prefijo Mega); o, equivalente al Pascal, Newton por metro cuadrado (N/m²).

Tracción PLA Muestra de círculos: 40,1 MPa

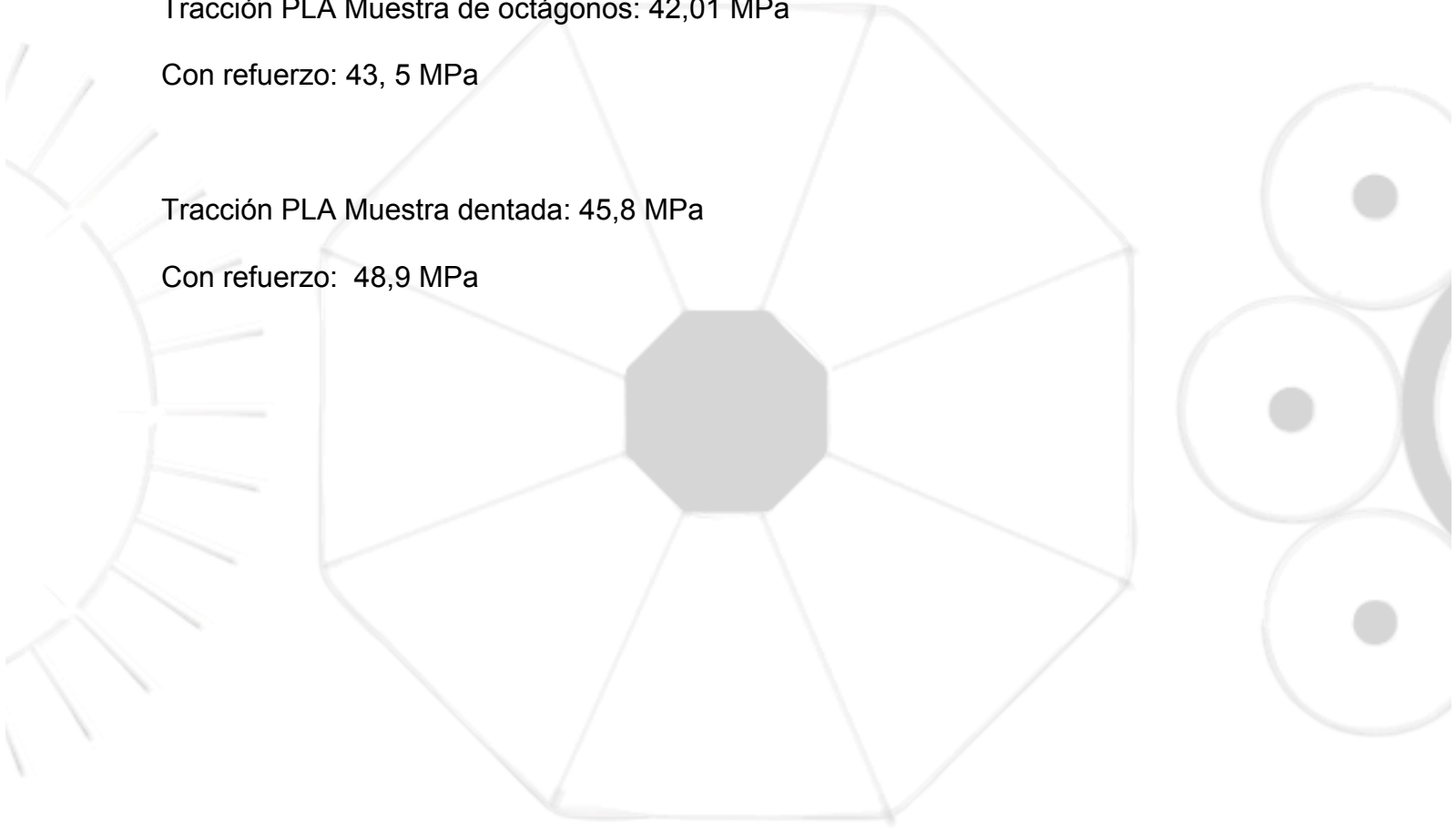
Con refuerzo: 40,83 MPa

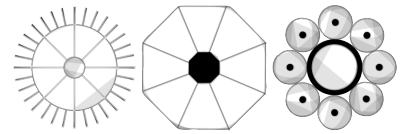
Tracción PLA Muestra de octágonos: 42,01 MPa

Con refuerzo: 43, 5 MPa

Tracción PLA Muestra dentada: 45,8 MPa

Con refuerzo: 48,9 MPa





XVI. Aplicación del experimental

Se elaboran unas fichas técnicas con abstracciones modulares de corales para el desarrollo de prototipos a materializar.

BIOTEX-D
UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA

Devil's sea whip
Ellisella barbadensis
(Duchassaing & Michelotti, 1864)

Description:
Unbranched, flagelliform colonies reaching a size up to 2.4 meter. Stalks taper slightly from the base to the tip. Calyces upturned, prominent, biserial or in multiple lateral bands.

Color:
Stem and calyces orange-red to red; polyps white.

Habitat:
Inhabit deep, clear water environments, especially on steep slopes and walls. Attached to rocky substrates.

Distribution:
Common to occasional Florida, Bahamas and Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&selected=beschrijving&menueentry=soorten&record=Ellisella%20barbadensis

IMAGEN 1:
<http://c8.alamy.com/comp/EEBNPC/devils-sea-whip-ellisella-barbadensis-bonaire-caribbean-netherlands-EEBNPC.jpg>

IMAGEN 2:
<http://www.coralreefphotos.com/wp-content/uploads/2011/07/Devils-Whip-Open.jpg>

Modulo:

Modulacion:

Figura 14: Propuesta de módulo "devil's sea whip".

BIOTEX-D
UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA

Incrusting gorgonian
Erythropodium polyanthus
(Duchassaing & Michelotti, 1860)

Description:
This is one of the two incrusting species of gorgonians in the Caribbean. It forms lumpy masses on rocks and dead coral or may incrust other species of living gorgonians, slowly killing them as it grows upward. The apertures and polyps are very large. When the polyps are retracted, this species is very inconspicuous and resembles an incrusting sponge. The thickness of the mat is about 1.0 cm.

Color:
The polyps are gray or brownish. The surface of the colony is purplish brown.

Habitat:
Primarily restricted to the patch reef environment.

Distribution:
Off Florida, Lesser Antilles.

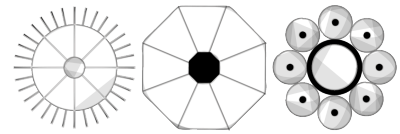
http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&selected=beschrijving&menueentry=soorten&record=Erythropodium%20polyanthus

IMAGEN 1:
http://www.gorgonian-lexikon.com/files/images/erythropodium_polyanthus1.jpg

Modulo:

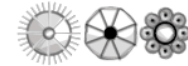
Modulacion:

Figura 15: Propuesta de módulo "Incrusting gorgonian".



BIOTEX-D

UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA



Sea-pens
Virgularia spp.

Description:
Long slender sea pen with crowded leaves composed of autozooids of nearly equal size; leaves bilaterally arranged along the rachis.

Habitat:
Anchored in the soft bottom in sheltered areas.

Distribution:
Probably widespread throughout the Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=caribbean_diving_guide&selected=beschrijving&menuentry=soorten&record=Virgularia%20spp.

IMAGEN 1:
http://www.seawater.no/fauna/cnidaria/imagenes/CRW_9658.jpg

IMAGEN 2:
<http://cdn2.arkive.org/media/CB/CBB2-CB5B-4F59-4B65-BA57-0E6-BF677CFA1/PresentationLarge/Close-up-of-tall-sea-pen-showing-skeleton-and-polyps.jpg>

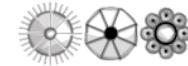
Modulo:

Modulacion:

Figura 16: Propuesta de módulo "Sea pens."

BIOTEX-D

UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA



Virgularia spp.
Bipinnate sea plume
Pseudopterogorgia bipinnata
(Verrill, 1864)

Description:
Colonies up to 57 cm and nearly as broad, usually growing in a single plane. Primary and secondary branches bear short, stiff branchlets about 2.5-4.0 cm long and 1-1.5 mm in diameter. These paired branchlets extend from the branches at regularly spaced intervals, 4-10 mm. Apertures quite small and slit like, arranged in a single or staggered double row on each side of the branches.

Color:
Purple to violet, occasional bright yellow to whitish.

Habitat:
Inhabit moderate to deep, clear water patch reefs.

Distribution:
Common Florida, Bahamas and Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=caribbean_diving_guide&menuentry=soorten&id=363&tab=beschrijving

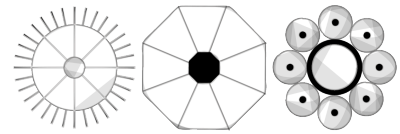
IMAGEN 1:
<http://www.kpaquatics.com/wp-content/uploads/2007/02/p-272-Purple-Feather-Octo.jpg>

IMAGEN 2:
[http://4.bp.blogspot.com/-aFl55ekptk/UOX5-FmxYfs/AAAAAAB-B/TH22FfcIOGM/s1600/Expo+Sunrise+\(25\).JPG](http://4.bp.blogspot.com/-aFl55ekptk/UOX5-FmxYfs/AAAAAAB-B/TH22FfcIOGM/s1600/Expo+Sunrise+(25).JPG)

Modulo:

Modulacion:

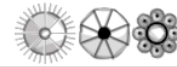
Figura 17: Propuesta de módulo "Virgularia spp".



1. Módulos escogidos para prototipos

BIOTEX-D

UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA



Doughnut sea rod
Eunicea fusca
Duchassaing & Michelotti, 1860

Description:
Colony low, bushy, shrub-like, occasionally tall with widely spaced branches, up to 50 cm in height. Calyces low, circular, somewhat swollen, with round, central apertures.

Color:
Rods light to dark gray; polyps yellow-brown to brown.

Habitat:
Inhabit shallow, hard bottoms and patch reefs.

Distribution:
Common to occasional Florida, Bahamas and Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&selected=beschrijving&menuentry=soorten&record=Eunicea%20fuscaT

IMAGEN 1:
http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&selected=beschrijving&menuentry=soorten&record=Eunicea%20fusca

IMAGEN 2:
http://www.snorkelstj.com/picture-library/coral/octo-corals/-doughnut-sea-rod_1402.JPG

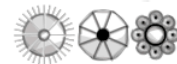
Modulo:

Modulacion:

Figura 18: Propuesta de módulo "Doughnut sea rod".

BIOTEX-D

UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA



Shallow-water starlet coral
Siderastrea radians
(Pallas, 1766)

Description:
Hemispherical heads on fringing reef, but also as small round pebbles (up to 2.5 cm in diameter) in silty water (Turtle grass beds) or as small, flat discs in rocky shallows. Cups angular rather than round; deep and narrow, with 30-40 septa per cup.

Color:
Gray or tan heads with black dot like cups.

Habitat:
Common in shallow water, scattered down to a depth of 25 m.

Distribution:
Common Florida, Bahamas and Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&menuentry=soorten&id=333&tab=beschrijving

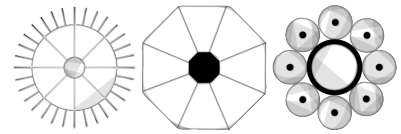
IMAGEN 1:
<https://fossilady.files.wordpress.com/2014/03/starlet-coral-radians-httpcoral-aim-s-gov-aufactsheet-jspspeciescode0613.jpg>

IMAGEN 2:
https://c1.staticflickr.com/7/6181/6077229012_4a7a595eec_b.jpg

Modulo:

Modulacion:

Figura 19: Propuesta de módulo "Shallow-water scarlet coral".



BIOTEX-D

UNA PROPUESTA DE TEXTIL 3D DESDE LA BIOMIMÉTICA



Mat zoanthid
Zoanthus pulchellus
Duchassaing & Michelotti, 1860

Description:
These zoanthids grow in mat-like colonies. When the circular oral discs are fully expanded, they are often packed so tightly together that they become polygonal (Z. pulchellus close-up). The oral disc is up to 1.5 cm in diameter and bears two rows of stubby tentacles around the outer edge. If the tentacles retract, the colony forms a dome-shaped column (Z. pulchellus-closed polyps).

Color:
Colors and patterns vary, usually mottled in earth tones or greenish to bluish.

Habitat:
Inhabit reef tops, down to 20 m.

Distribution:
Common Bahamas and Caribbean.

http://species-identification.org/species.php?species_group=-caribbean_diving_guide&menuentry=-soorten&id=343&tab=beschrijving

IMAGEN 1:
<http://previews.123rf.com/images/vilainecrevette/vilainecrevette/15060003/11084835-Underwater-marine-life-colony-of-Mat-zoanthid-Zoanthus-pulchellus-Caribbean-sea-Stock-Photo.jpg>

IMAGEN 2:
<http://media.gettyimages.com/photos/colonial-zoanthid-or-sea-mat-under-natural-light-similans-islands-picture-id106454676?e=68m=106454676&rs=170667&w=800&h=1147&Nf=31WCzoe8MDivOte2Ms2ddmeigt703HqEUL8Q=>

Modulo:

Modulacion:

Figura 20: Propuesta de módulo "Mat zoanthid"

2. Flujo de proceso

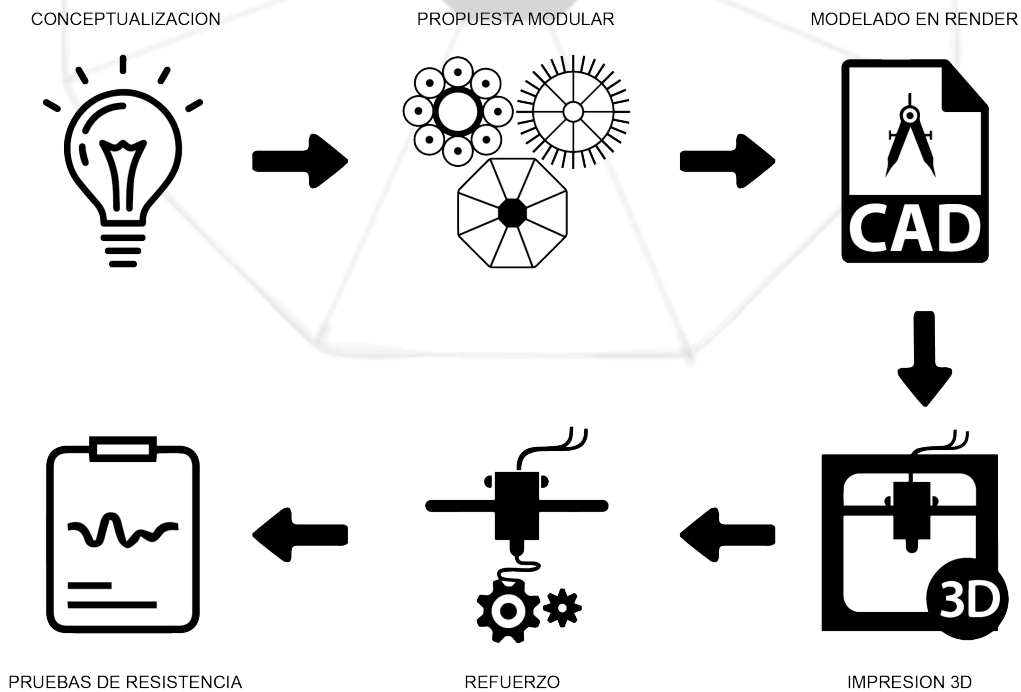
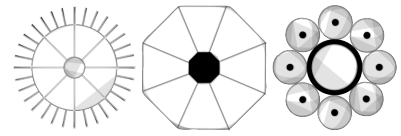


Figura 21: Flujo de proceso



3. Evidencia de experimentación

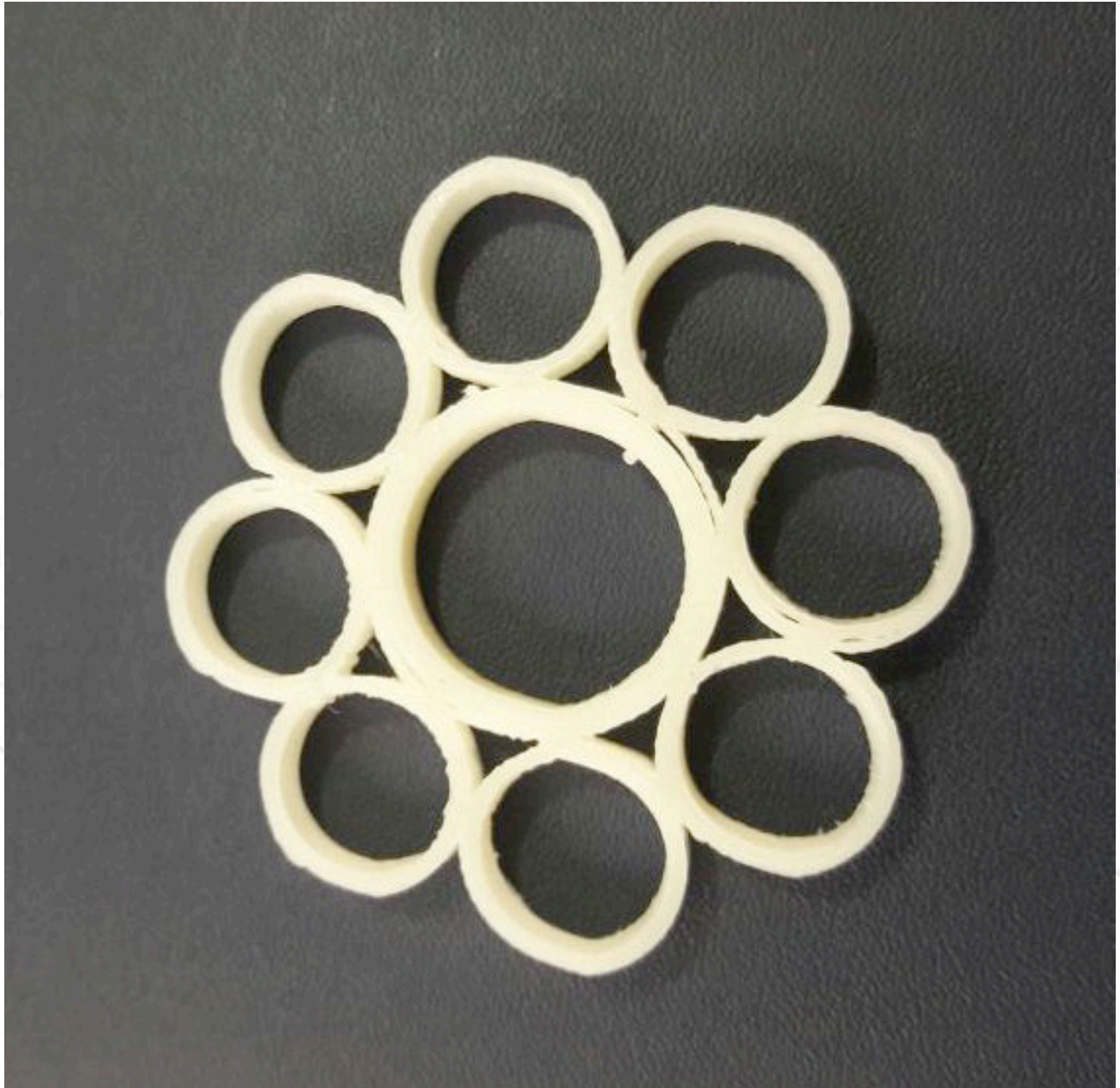


Figura 22: Ensayo módulo Doghnut sea rod/ Eunicea Fusca (Círculos)

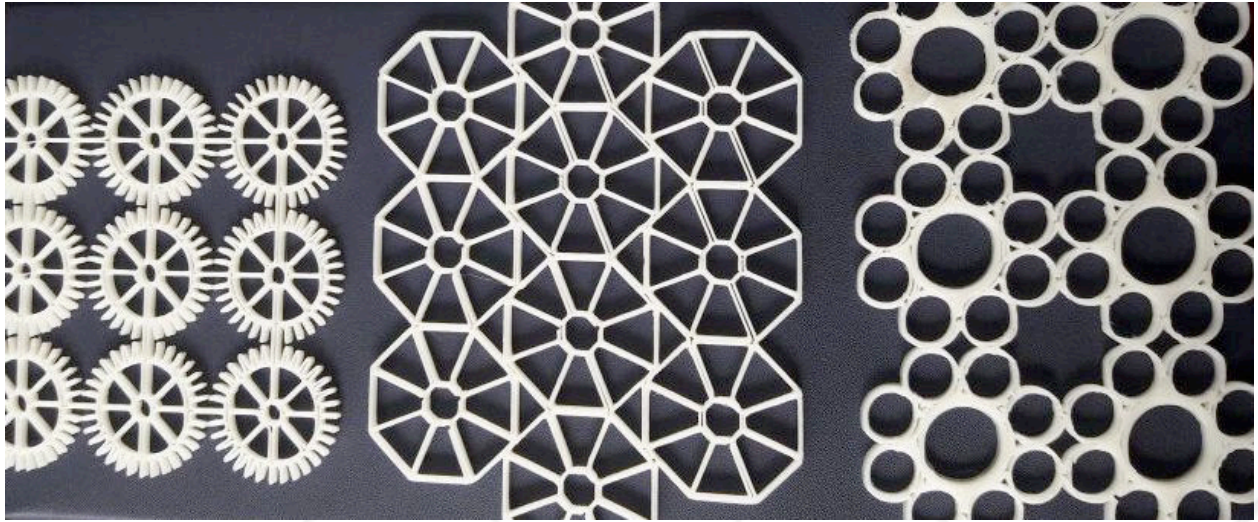
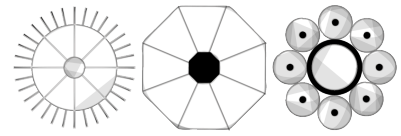


Figura 23: Prototipos de modulaciones por impresión 3d FDM con PLA

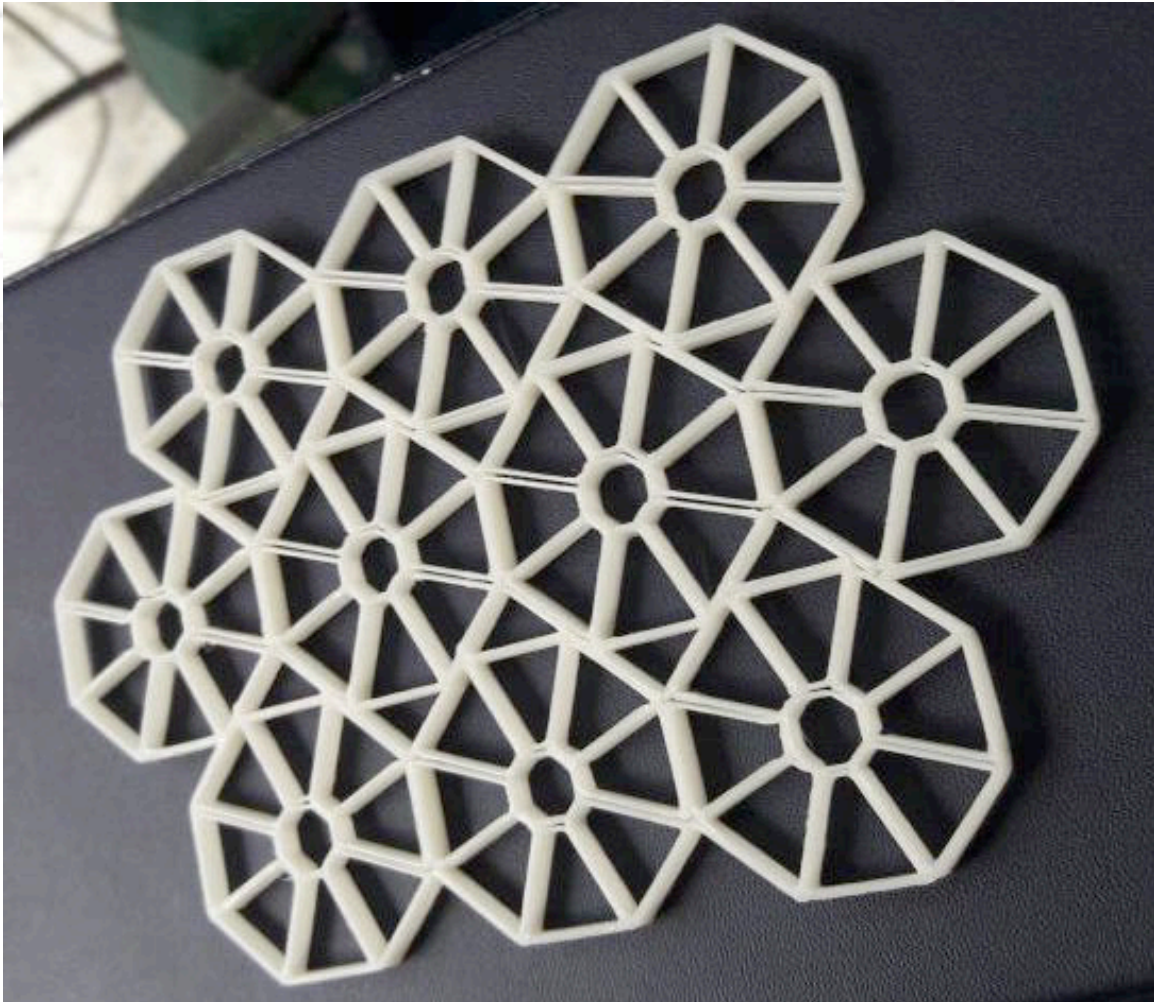


Figura 24: Ensayo de modulación Shallow-water starlet coral/ Siderastrea radians (Octágonos)

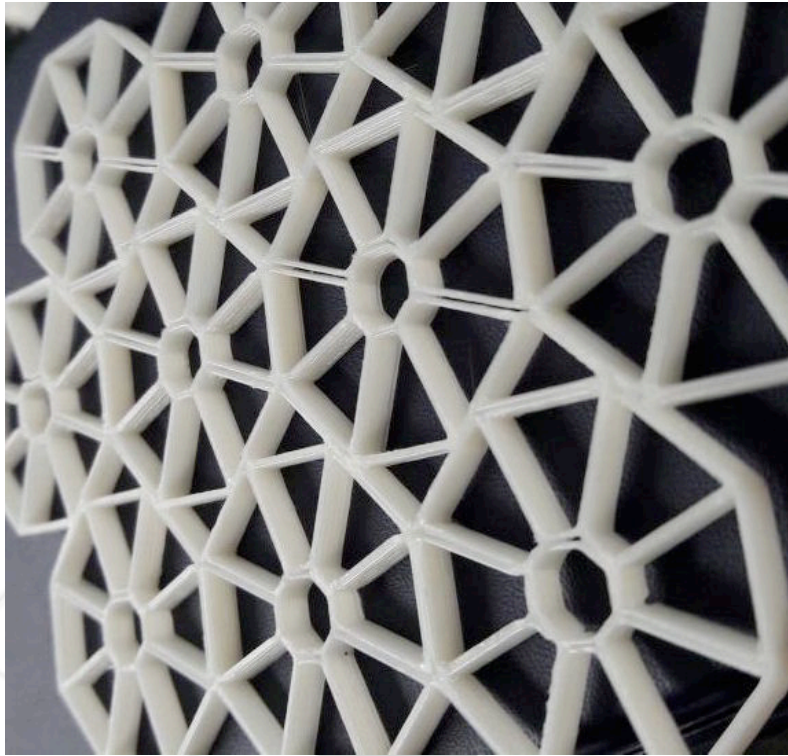
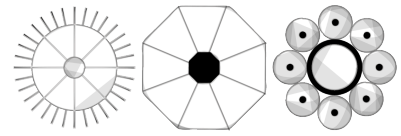


Figura 25: Close up de modulación Shallow-water starlet coral/ Siderastrea radians (Octágonos)

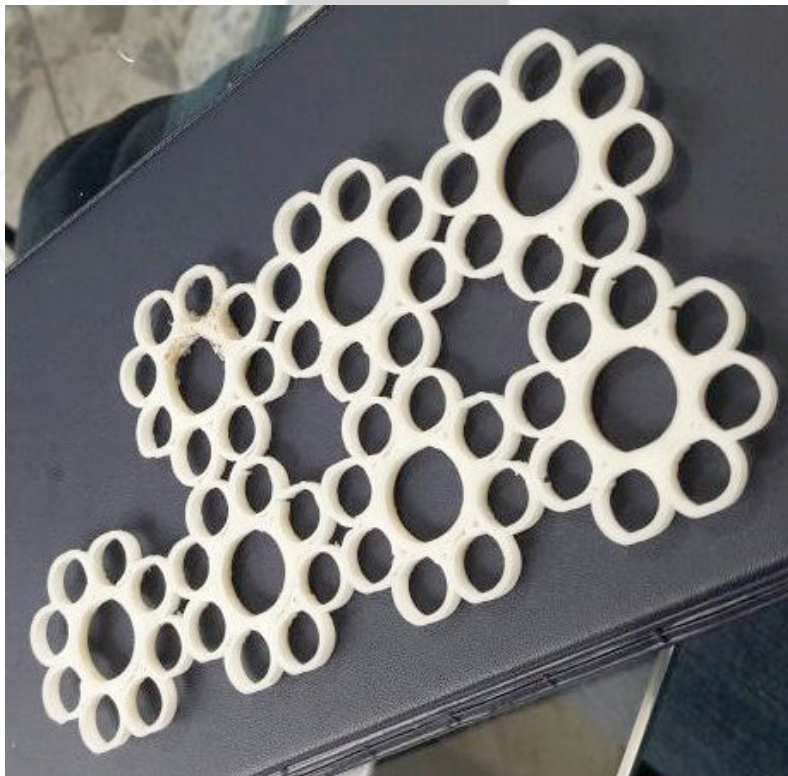


Figura 26: Ensayo de modulación Doghnut sea rod/ Eunicea Fusca (Círculos)

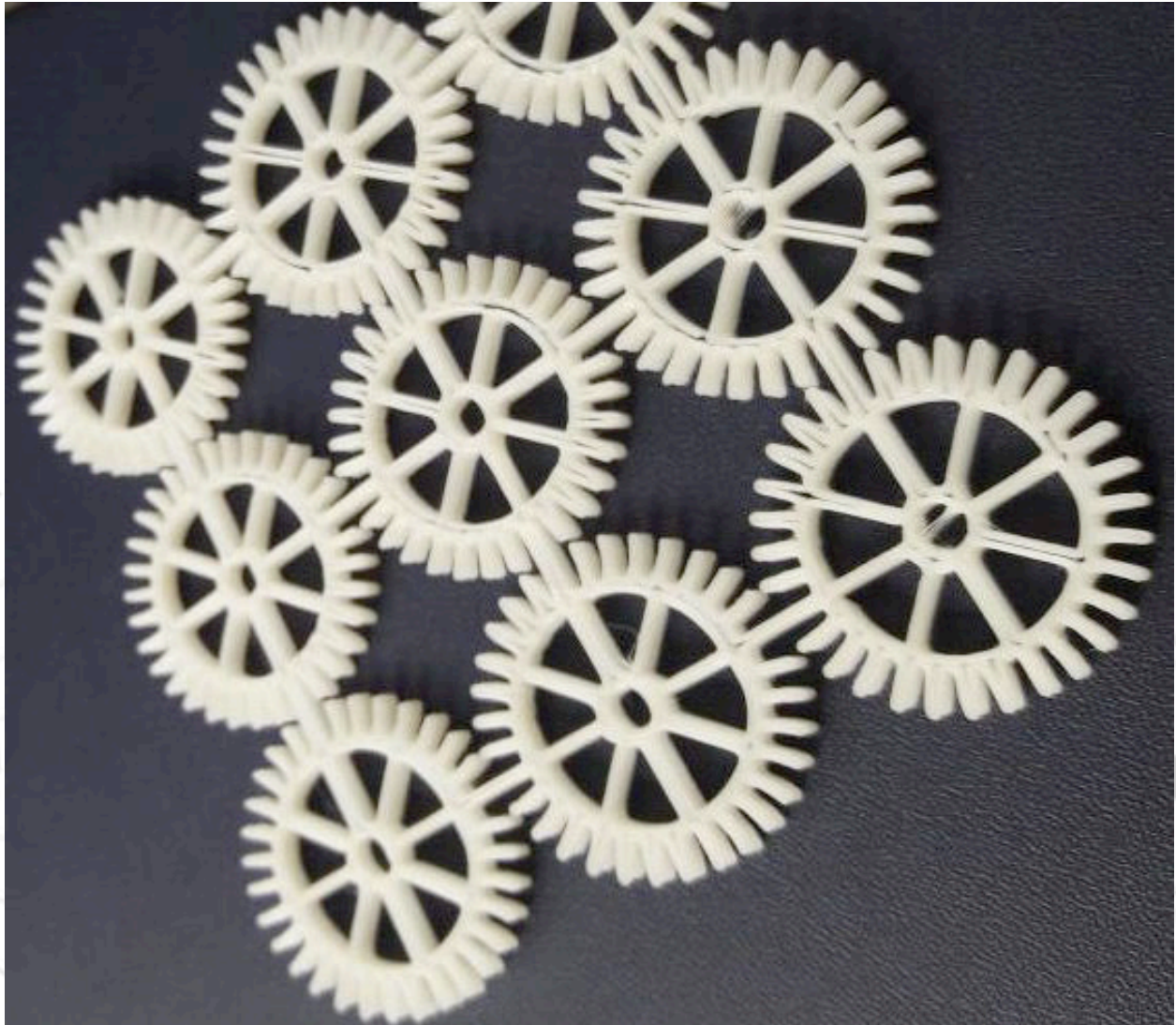
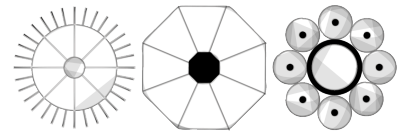
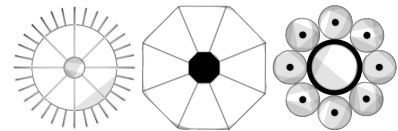


Figura 27: Ensayo de modulación Mat zoanthid/ Zoanthus Pulchellus (Dentado)

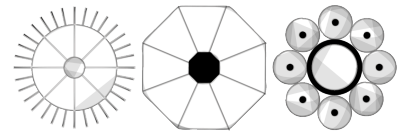


XVII. Resultados

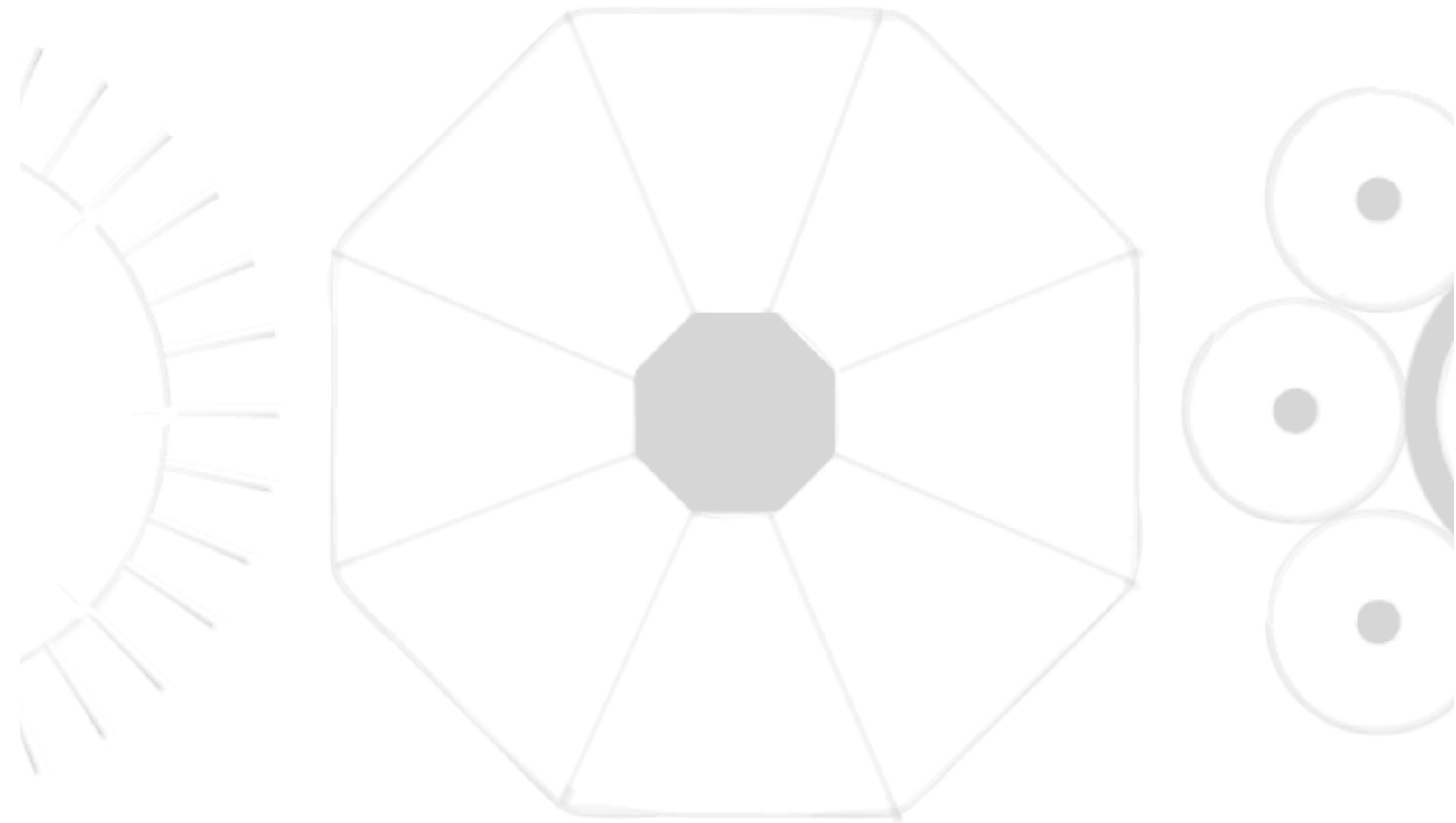
Tabla de resistencia de prototipos

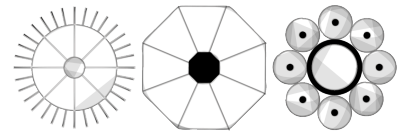
Modulo/prototipo	Tracción PLA	Con Refuerzo
Doghnut sea rod/ Eunicea Fusca (Círculos)	40,1 MPa	40,83 MPa
Shallow-water starlet coral/ Siderastrea radians (Octágonos)	42,01 MPa	43,5 MPa
Mat zoanthid/ Zoanthus Pulchellus (Dentado)	45,8 MPa	48,9MPa

Al hacer las pruebas de resistencia en laboratorio se define la tensión de rotura de cada uno de los prototipos, con y sin refuerzo. Esto, genera unos resultados en unidades de fuerza por unidad de área que se miden en MPa (megapascal). Se observa como el prototipo denominado Doghnut sea rod/ Eunicea Fusca (Círculos) genera los resultados de menor resistencia con un resultado obtenido de 40,1MPa de tracción en PLA y de 40,83MPa con fibra de refuerzo. El prototipo denominado Shallow-water starlet coral/ Siderastrea radians (Octágonos), evidencia un aumento entre 2-3MPa comparado con el primer prototipo, con un resultado obtenido de 42,01MPa de tracción en PLA y de 43,5MPa con fibra de refuerzo. El prototipo denominado Mat zoanthid/ Zoanthus Pulchellus (Dentado), es el prototipo con mayor



resistencia por tensión de rotura con un resultado obtenido de 45,8MPa de tracción en PLA y de 48,9MPa con fibra de refuerzo. Estos resultados definen resistencias de material y prototipo de construcción dando lugar a posibles aplicaciones de uso como textiles 3d industriales, que pueden tener lugar en distintas industrias.





XVIII. Aplicaciones

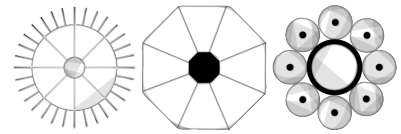
1. Características de material

Para definir las aplicaciones de la propuesta se deben definir las características de material, con el fin de entender sus categorías de uso, y funciones que aportan a propuestas de diseño.

- 100% Biodegradable, viene del almidón de maíz entre otros.
- Se puede formular para ser rígido o flexible.
- Resistente a la luz ultravioleta
- Ignífugo
- Poca decoloración

2. Características técnicas

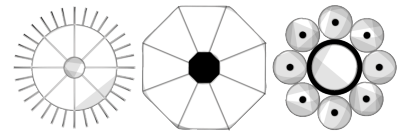
“El PLA o ácido poliláctico es uno de los materiales más usados en el mundo de la impresión 3D gracias a popularización de las impresoras de escritorio con tecnología de extrusión FDM. El ácido poliláctico es un polímero biodegradable derivado del ácido láctico. Se fabrica a partir de recursos renovables al 100%, como son el maíz, la remolacha, el trigo y otros productos ricos en almidón. Este termoplástico tiene muchas características equivalentes, e incluso mejores, que muchos de los plásticos derivados del petróleo, lo que hace que sea eficaz para una gran variedad de usos.



El PLA es en su forma normal un polímero permanente e incoloro. Es resistente a la humedad y a la grasa. Tiene características de barrera del sabor y del olor similares al plástico de polietileno tereftalato, el famoso PET, que es usado como envase para bebidas no alcohólicas y para otros productos no alimenticios.” (HXX, 2015)

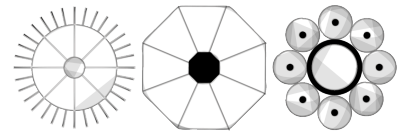
- Densidad: 1,25 g/cm³
- Módulo de elasticidad (Young): 3.5 GPa
- Elongación a la rotura: 6%
- Módulo de flexión: 4 GPa
- Resistencia a la flexión: 80 MPa
- Temperatura de transición vítrea: 60°C
- Temperatura de deflexión del calor (a 455 kPa): 65°C
- Comienzo de fusión: 160°C
- Módulo de corte: 2,4 GPa
- Capacidad calorífica específica: 1800 J/kg-K
- Relación fuerza-peso: 40 kN-m/kg
- Resistencia a la tracción (UTS): 50 MPa
- Conductividad térmica: 0,13 W/m-K

(HXX, 2015)



3. Posibles aplicaciones

Dadas las características de la propuesta textil, se puede pensar en el textil como un textil industrial a encajar en distintos ámbitos e industrias. Entre estas la industria alimentaria con un material no tóxico y biodegradable que puede reemplazar el PET y puede ser usado en empaques, la industria médica, y la industria textil proponiendo un textil ignífugo sin decoloración y con una propuesta añadida de resistencia. (Bolsos, textiles industriales, marroquinería y calzado entre otros, donde se requiera resistencia y flexibilidad como una de los principales requerimientos de diseño.

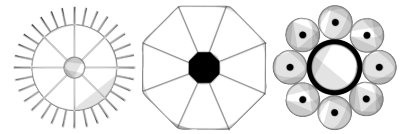


XIX. Conclusiones

La biomimética, propone un banco de diseño por excelencia, donde los elementos de la naturaleza pueden llegar a tener soluciones estéticas, funcionales y técnicas. La riqueza de los corales, específicamente el octocoralario como objeto de estudio, proponen soluciones textiles que se pueden traducir en propuestas de textil 3d, cuyas decisiones de diseño le otorgan distintas características y funciones que se pueden aplicar en la industria.

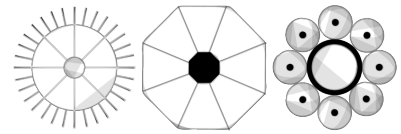
Las composiciones de diseño que se extraen de los octocoralarios definen las características funcionales de los textiles propuestos. Según los prototipos desarrollados y los resultados de laboratorio, se puede deducir que aquellos módulos con mayor dentaduras, y que por su modulación la unión constituía menos puntos de contacto, tienen mayor flexibilidad y resistencia, siendo ambas, cualidades que pueden encajar en distintas industrias. El PLA posibilita la mezcla de materiales permitiendo así generar una propuesta con mezcla de fibra, esto genera un valor agregado alrededor de la resistencia, optimizando la propuesta de textil inicial con un solo material como componente.

Generar este tipo de propuestas que indagán alrededor del textil 3d y aquellos valores agregados que generan, amplían las posibilidades textiles aportando a la oferta de la industria textil colombiana.

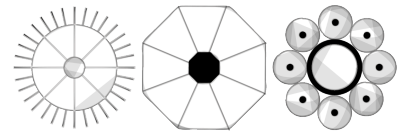


XX. Referencias

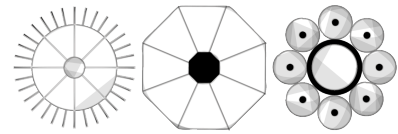
1. 3dnatives. (19 de Junio de 2016). *Actualidad: 3dnatives*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de 3dnatives: <http://www.3dnatives.com/es/top-5-impresion-3d-19062016/>
2. Area Tecnologia. (1 de Enero de 2013). *Impresion 3d: Area Tecnologia*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Area Tecnologia: <http://www.areatecnologia.com/informatica/impresoras-3d.html>
3. AsturnaturaDB. (14 de Noviembre de 2016). *Las Anemonas y corales: AsturnaturaDB*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de Asturnatura: <http://www.asturnatura.com/articulos/cnidarios/anemonas.php>
4. Boullosa, N. (9 de Marzo de 2011). *Biomimetica: 10 diseños que imitan la naturaleza : Fair companies*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de Fair Companies: <https://faircompanies.com/articulos/biomimetica-10-disenos-que-imitan-la-naturaleza/>
5. Definicion abc. (1 de Enero de 2010). *Impresion 3d: definicion abc*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Definicion ABC: <http://www.definicionabc.com/tecnologia/impresion-3d.php>
6. Diclib. (15 de Junio de 2016). *Octocorallia: Diclib*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Diclib: http://www.diclib.com/Octocorallia%20/show/en/es_wiki_10/0/1620/180/0/0/73744#ixzz4Movmt0xu
7. Escobar, C. (23 de Marzo de 2013). *Blog- breve historia de la impresion 3d: Impresoras3d*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Impresoras 3d: <https://impresoras3d.com/blogs/noticias/102825479-breve-historia-de-la-impresion-3d>
8. ETI Bioinformatics. (1 de Enero de 2012). *Octocorals: ETI Bioinformatics*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de species identification de ETI informatics: http://species-identification.org/species.php?species_group=caribbean_diving_guide&id=74&menuentry=groepen
9. Fantastico S.A. (17 de Febrero de 2013). *Impresion 3d: Fantastico S.A*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Tecnologia de los plasticos de Fantastico S.A: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2013/02/impresion-3d.html>



10. Grimshaw Architects. (1 de Enero de 2001). *Eden project: the biomes Grimshaw*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de Grimshaw Architects: <http://grimshaw-architects.com/project/the-eden-project-the-biomes/>
11. Hollen, N., Saddler, J., & Langford, A. L. (1997). *Introduccion a los textiles*. Limusa.
12. HXX. (12 de Marzo de 2015). *Materiales de impresión 3D (I): PLA (ácido poliláctico): HXX*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de hxx.es: <http://hxx.es/2015/03/12/materiales-de-impresion-3d-i-pla-acido-polilactico/>
13. La Nacion. (1 de Enero de 2015). *Edificios increíbles inspirados por la naturaleza: La nacion*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de La Nacion: Foro Ambiental: <http://www.foroambiental.net/index.php/noticias-ambientales/cultura/832-edificios-increibles-inspirados-por-la-naturaleza>
14. Mode Pilar by Pilar Castaño 2016. (5 de Febrero de 2015). *Lifestyle: Mode Pilar*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de Pilar Mode: <http://pilarmode.com/neumatico-hecho-accesorio/>
15. Porto, J. P., & Gardey, A. (1 de Enero de 2012). *Definicion de Modulacion: Definicion.de*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de Definicion.de: <http://definicion.de/modulacion/#ixzz4KA0oMxlO>
16. Porto, J. P., & Merino, M. (1 de Enero de 2012). *Definicion de diseño: Definicion.de*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de definicion.de: <http://definicion.de/disenio/>
17. Porto, J. P., & Merino, M. (1 de Enero de 2013). *Definicion de textura: Definicion.de*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de Definicion.de: <http://definicion.de/textura/#ixzz4KA25xYNf>
18. Rangel, E. R., Rodriguez Garcia, J. A., Martinez Peña, E., & Lopez Hernandez, J. (1 de Mayo de 2012). *Universidad Autonoma de Aguascalientes*. Recuperado el 1 de Agosto de 2016, de uaa: <http://www.uaa.mx/investigacion/revista/archivo/revista55/Articulo%207.pdf>
19. Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22 edicion ed., Vol. 22). Madrid, España: Real Academia Española.
20. Stratasys.Ltd. (1 de Enero de 2016). *Tecnologias de impresion: Stratasys*. Recuperado el 1 de Octubre de 2016, de Stratasys: <http://www.stratasys.com/es/impresoras-3d/technologies#sthash.PRARsIdi.dpuf>

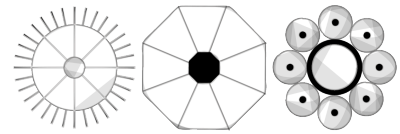


21. Superintendencia de sociedades. (1 de Agosto de 2013). *supersociedades.gov*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de supersociedades.gov:
<http://www.supersociedades.gov.co/Documents/Informe-Sector-Textil-Oct152013.pdf>
22. The Biomimicry Institute. (1 de Enero de 2016). *Biological strategies: The Biomimicry Institute*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de Ask Nature:
<https://asknature.org/>
23. Urgilez, K. F. (2015 de Enero de 2015). *Universidad Politecnica salesiana: monografias*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de Monografias biomimetica:
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/biomimetica-tecnologia-partir-naturaleza/biomimetica-tecnologia-partir-naturaleza.shtml#ixzz4Kfucf4T8>
24. USGS Coastal. (6 de Mayo de 2013). *Pulley ridge: coastal.er*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de USGS Coastal and marine geology program:
<http://coastal.er.usgs.gov/pulley-ridge/octocorals.html>

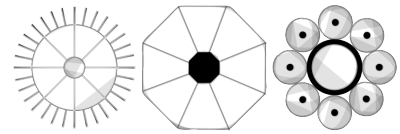


XXI. Anexo 1. Vigilancia tecnológica

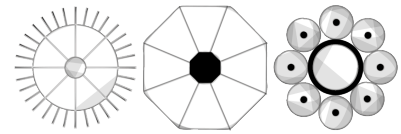
Nombre del artículo	Metodología seguida	Resultados	Conclusiones
<p>Application of textile technology in developing biomimetic textiles.</p> <p>Colourage. Oct2011, Vol. 58 Issue 10, p37-46. 10p.</p>	<p>The biomimetics process is ver)' transdisciplinar)', encompassing approximately seven different fields of bionic research:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Architecture and design; 2. Lightweight construction and materials; 3. Surface and interfaces; 4. Fluid dynamics, swimming, and flying; 5. Biomechanics and robotics; 6. Communication and sensorics; and 7. Optimization. 	<p>The field of Biomimetics involves the understanding of biological functions, structures and principles of various objects found in nature by biologists, physicists, chemists and material scientists, and the design and fabrication of various materials and devices of commercial interest by engineers, material scientists, chemists and others. Our ancestors looked to nature for inspiration and development of various materials and devices many centuries ago and</p>	<p>Nature has evolved and optimized a large number of materials and structured surfaces with rather unique characteristics.</p> <p>As we understand the underlying mechanism, we can begin to exploit them for commercial applications. The textdles can play a good role in this.</p> <p>Technical textiles and fibrous composite materials offer a brilliant opportunity for transferring ideas inspired by biological models via biomimedc approaches into innovadve technical structures, because composite materials based</p>



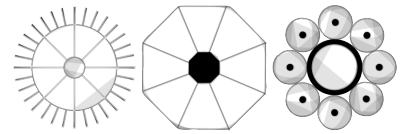
		<p>hence could develop materials such as synthetic fibres, planes, etc. Different methods of fibre processing, fibre orientation and functional finishing are suitable for transferring such biological functions to technical textile products.</p> <p>Inspired by furs of the polar bear, artificial furs and textiles have been developed. Lotus leaf effect on water resistant and water proof materials, swim suits inspired from shark skin, chameolonic fabrics, irridescent textiles inspired from peacockfeathers, etc.</p> <p>Biomimetics cannot and shall not replace</p>	<p>on technical textiles allow producdon process (construcdon from small to large: increase in complexity' by hierarchical composidon) comparable to those used by nature. For composites, the way into the future is already predetermined by nature; combining the lightweight nature and energy-saving potendal in producdon and use of composites with a better recycling ability. Improving the recycling abilitj' e. g., with the use of biodegradable natural fibres and biomatrix systems, the future of composites win quickly increase. With the increasing</p>
--	--	--	---



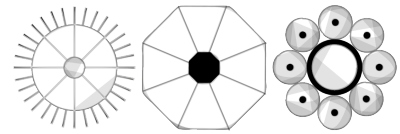
		<p>the established and well tested approach. But, new developments, whenever possible and ingenious, should be simulated by solutions from nature and equalized with nature's wisdom, thus generating a pool of ideas and knowledge for further use. Technical textiles and fibrous composite materials offer a brilliant opportunity for transferring ideas inspired by biological models via biomimetic approaches into innovative technical structures.</p>	<p>industrialisadon and deforestadon many of the species and so their special quaMdes are vanishing, thus with the help of biomimedc textiles it may be possible to mimic them for the generadons to come.</p>
<p>Cocoon of the silkworm Antheraea pernyi as an example of a thermally</p>	<p>The commercial computational fluid dynamics (CFD) code CFX 14.5 from</p>	<p>Biological materials are hierarchically organized complex composites, which</p>	<p>The thermal insulation properties of silkworm cocoons in both hot and cold</p>



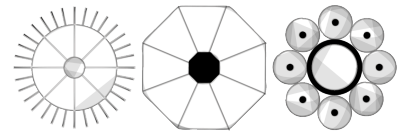
<p>insulating biological interface</p> <p>Biointerphases.</p> <p>Sep2014, Vol. 9 Issue 3, p1-11. 11p.</p>	<p>ANSYS Inc.27 was used for simulating the heat transfer process through the wild A. pernyi cocoon wall in the flow field. The model aims at understanding how the microstructure of cocoon wall affects the heat transfer process through it. Due to the complexity of the fibrous microstructure of the cocoon wall, the use of a twodimensional cross section of a cylinder would consume great amount of simulation time in mesh and calculation. A twodimensional model based on a rectangular piece of the A.</p>	<p>embrace multiple practical functionalities. As an example, the wild silkworm cocoon provides multiple protective functions against environmental and physical hazards, promoting the survival chance of moth pupae that resides inside. In the present investigation, the microstructure and thermal property of the Chinese tussah silkworm (Antheraea pernyi) cocoon in both warm and cold environments under windy conditions have been studied by experimental and numerical methods. A new</p>	<p>environments under windy conditions were investigated. The wild A. pernyi cocoon exhibits superior thermal buffer over the domestic B. mori cocoon. To study the heat transfer mechanism of this unique fibrous structure of the wild A. pernyi cocoon, a two dimensional CFD model of the A. pernyi cocoon was generated, the prediction of which agreed reasonably well with the experimental data. Based on the findings from both experiments and modeling, it can be shown that the structure of the A. pernyi cocoon wall can promote the</p>
---	--	--	--



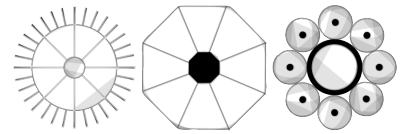
	<p>pernyi cocoon wall using its geometrical configuration [Fig. 3(a)] was therefore built to simulate the heat transfer process through the cocoon wall, with reduced requirement of simulation time and operational capability. The cross section of the cocoon wall is composed of three main sections, i.e., the outer section, the middle section and the inner section. The cross-sectional dimensions of silk fibers in each section were defined according to the average values of measured data from the SEM image</p>	<p>computational fluid dynamics model has been developed according to the original fibrous structure of the Antheraea pernyi cocoon to simulate the unique heat transfer process through the cocoon wall. The structure of the Antheraea pernyi cocoon wall can promote the disorderness of the interior air, which increases the wind resistance by stopping most of the air flowing into the cocoon. The Antheraea pernyi cocoon is wind-proof due to the mineral crystals deposited on the</p>	<p>disorderness of the interior air; by prohibiting the air flowing from outside toward inside, the cocoon can reduce most of the heat flux by thermal convection. The existence of mineral crystals in the outer layers and the lower porosity and higher tortuosity in the middle and inner layers of the cocoon wall account for this unique function, which promotes the survival chance of the A. pernyi pupa under extreme weather conditions.</p>
--	---	---	--



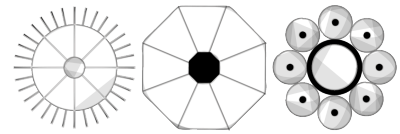
	<p>[Fig. 3(b)].</p> <p>In the model, the silk fibers in each section have identical geometrical configuration and are arranged in a regular manner.</p> <p>The cross section of silk fibers was simulated with an ellipse shape. The parameters to define the cocoon wall structure include the length and the width of the silk fiber cross section, the gap between two adjacent fibers along the length direction (x-axis) and along the width direction (y-axis), the location offset values between the adjacent rows and the total number</p>	<p>outer layer surface and its hierarchical structure with low porosity and high tortuosity. The research findings have important implications to enhancing the thermal function of biomimetic protective textiles and clothing.</p> <p>VC 2014 American Vacuum Society. [http://dx.doi.org/10.1116/1.4890982]</p>	
--	---	--	--



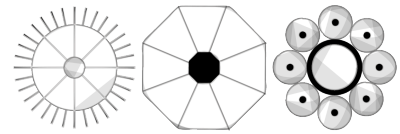
	<p>of rows in each section. Table I gives the geometrical parameter inputs into the model. The porosity of the 2D cocoon model is 0.66, which is in accordance with the tested data 0.67 6 0.030.28 The thickness of the 2D cocoon model (the distance along the y-axis direction) is 450 μm, which is similar to the data 430 6 70 μm recorded from the <i>A. pernyi</i> cocoon in Ref. 18. The length of the cocoon model (the distance along the x-axis direction) is 600 μm. To model the surroundings inside the cocoon, a</p>		
--	---	--	--



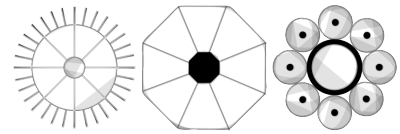
	<p>space with thickness of 100 μm was extended from the inner surface of the cocoon. To model the surroundings outside the cocoon, a space with the thickness of 310 μm was extended from the outer surface of the cocoon. To connect the mesh in the cocoon wall and the main flow domain, a transition</p> <p>FIG. 2. Experimental set-up for thermal measurement of silkworm cocoons.</p> <p>031013-3 Jin et al.: Cocoon of the silkworm <i>Antheraea pernyi</i> 031013-3 Biointerphases, Vol. 9, No. 3, September</p>		
--	---	--	--



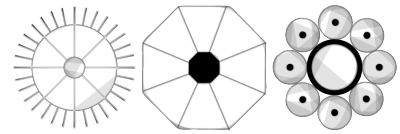
	<p>2014</p> <p>domain with a thickness of 10 μm was built between these two regions. The mesh of the model is shown in Fig. 4. The model does not distinguish the silk fibroin from sericin and the silk fibers were treated as a whole in the model.</p> <p>The thermal conductivity of silk is more than 0.54 $\text{W}/(\text{m K})$,²⁹ while the thermal conductivity of crystals is about 0.22 $\text{W}/(\text{m K})$.²³ It is apparent that the crystals have higher thermal resistance over the silk. Since the crystals are located on the surface of cocoon</p>		
--	---	--	--



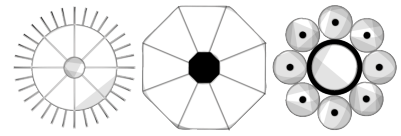
	<p>outer layer, the roughness of the silk fibers is increased, which therefore increases the flow resistance along the silk fiber.³⁰ In order to study the effects of crystals on the heat transfer process, embossment was created on the silk fiber surface in the outer layers of A. pernyi cocoon. For simulation, the following assumptions were introduced:</p> <p>(1) The A. pernyi cocoon wall is homogeneous in terms of fiber arrangement and material properties;</p> <p>(2) The air is ideal gas and the main direction of flow is</p>		
--	---	--	--



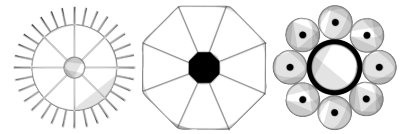
	<p>along the outer surface of the cocoon;</p> <p>(3) No shrinking, expansion or movement of the cocoon structure occurs during heat transfer;</p> <p>(4) The air channels are much larger than the mean free path of the fluid molecules thus the continuum hypothesis holds.</p>		
<p>Nature's R&D: Duplicating the Mysteries of Natural Design.</p> <p>AATCC Review. Mar/Apr2014, Vol. 14 Issue 2, p28-32. 4p.</p>	<p>Amazing at the time, those inventions set the stage for a new generation of textile products that, based on design ideas from nature, offer a multitude of amazing capabilities.</p> <p>One example is Mincor TX TT, a self-cleaning nanobased</p>	<p>The article reports on the growing popularity of biomimetics which pertains to designers' reliance on nature to develop innovative designs and engineering ideas. Topics discussed include the application of biomimicry in textiles, textile companies that have</p>	<p>Despite the challenges, textile chemists around the world are beginning to develop a wide variety of products that mimic many of nature's more mysterious properties. One biosystem that scientists most hope to replicate is nature's ability to do its work without depleting resources or harming the immediate environment.</p>



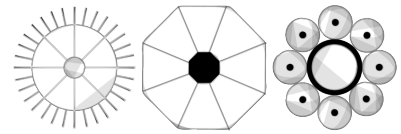
	<p>coating for textiles made by BASF and used on awnings, sunshades, sails, and tents. Tiny nano-scale nubs on a lotus leaf prevent water and dirt droplets from adhering to the leaf. Fabrics treated with Mincor reportedly have the same self-cleaning effects as the lotus leaf.</p> <p>Another recent example of biomimetic design is a Teijin fiber called Morphotex. According to Veronika Kapsali, a partner with the textile design firm, Inotek, Morphotex provides coloration without dyes.</p>	<p>achieved success in producing products with biomimetic designs and history of the development of biomimetics in textile designing. Also discussed are the challenges association with duplicating nature in textile designs.</p>	<p>Every leaf, for example, is a fully operational, highly efficient chemical plant, says Dorfman. In addition to doing its work, it does so in a way that is harmonious to its surroundings. Nature adapts and evolves, he says, and that is a good example to follow.</p>
--	--	---	---



	<p>Says Kapsali, Morphotex “is based on the natural mechanism for structural coloration (found) in nature, like the brilliant blue of the morpho butterfly wing. In other words, the color is generated by structures positioned in a way to reflect the blue rays of white light. It’s what Teijin calls optically developing colors.”</p> <p>Kapsali describes Morphotex as an amazing product but says it was withdrawn by Teijin from the market in 2005 “because there was not enough interest from</p>		
--	--	--	--



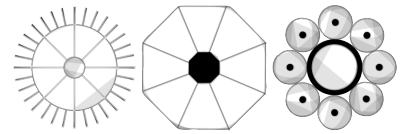
	<p>industry at the time.”</p> <p>One company that has found a way to successfully commercialize products based on biomimetic design is Schoeller. Over the years, Schoeller has introduced a long list of products inspired by nature. Says Tom Weinbender, president of Schoeller Textil USA, “You can’t beat nature. [Plants and animals have] found ways to respond to environmental and temperature change [as well as ways to] defend themselves, or get energy, or have protection.”</p>		
--	--	--	--



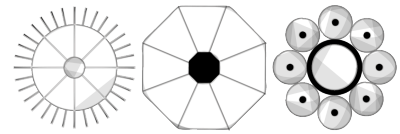
	<p>A few recent examples from the Schoeller R&D labs include Nanosphere, a lotus leaf-inspired finish that makes textiles self-cleaning; c-change, an adaptable textile membrane that is waterproof and windproof but also responds to ambient body temperature and moisture by opening and closing as necessary to maintain a comfortable interior climate; solar+, a textile technology that absorbs the sun's rays to create a warmer garment; and</p>		
--	---	--	--

B I O T E X - D

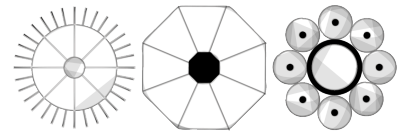
Una propuesta de textil 3d desde la biomimética



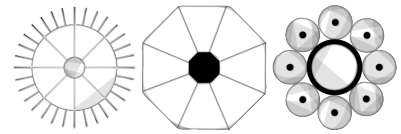
	<p>ecorepel, described by Schoeller as a “fully ecological water repellent finish” inspired by duck feathers.</p> <p>“Our R&D team always looks first to nature for inspiration,” says Weinbender. “For example, we look to human skin to [design] membrane technology,” or cork to develop light weight insulation that works by holding air. The goal, he says, is to develop “cleaner, safer, functional fabrics” that are produced with little or no pollutant by-product.</p>		
<p>Textiles 3-D: La Diferente es la Profundidad.</p>	<p>El artículo presenta a la forma de review, diferentes</p>	<p>El artículo presenta información sobre la tecnología textil</p>	<p>La profundidad es verdaderamente la diferencia. La longitud,</p>



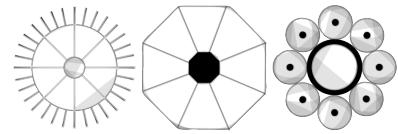
<p>Textiles Panamericanos. jul/ago2016, Vol. 76 Issue 4, p36-41. 4p.</p>	<p>acercamientos de la industria a los textiles 3d.</p>	<p>tridimensional (3-D). Se informa que el reconocimiento específico de profundidad en 3-D textil lo separa del textil tradicional de punto y tela no tejida de dos dimensiones. Se discute un crecimiento significativo en el uso de los textiles en 3-D, en particular por la industria de los compuestos y más recientemente en prendas de moda y otras aplicaciones.</p>	<p>ancho y profundidad — o espesor si se prefiere — es lo que representa a las tres dimensiones inherentes a la perspectiva visual humana. Afortunadamente, estas son también las características distintivas de los textiles 3-D o tridimensionales, una categoría que está creciendo en importancia a través de la industria textil y otras. El reconocimiento específico de la profundidad es lo que separa los textiles 3-D de los tradicionales textiles planos, tricotados y no tejidos tipo 2-D (de dos dimensiones). Se</p>
--	---	--	---



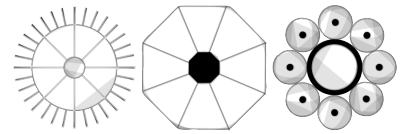
			<p>puede argumentar que todo, efectivamente, tiene una longitud, ancho y profundidad.</p> <p>Pero puesto que los textiles planos, tricotados y no tejidos tradicionales tienen una profundidad muy nominal en comparación con su longitud y ancho, la tercera dimensión es a menudo considerada irrelevante, y por lo tanto, se consideran solo 2-D.</p> <p>Cada vez más, durante los últimos 20 años, la adición de profundidad en los textiles se ha vuelto más importante para los ingenieros y diseñadores.</p> <p>El resultado de esto es un crecimiento significativo en</p>
--	--	--	--



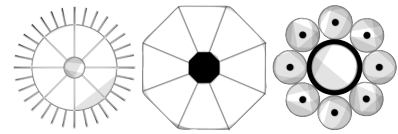
			<p>el uso de textiles 3-D, particularmente por parte de la industria de compuestos, y más recientemente en otras aplicaciones técnicas, así como en el mercado de prendas full-fashioned o formadas. Para clarificar, junto con su longitud y ancho, los tejidos 3-D tienen una profundidad muy distinta y claramente definida, así como una forma notable, cada una de las cuales es visualmente aparente y se puede medir. Sin embargo, en los verdaderos tejidos 3-D, se entiende que la profundidad cada y complejas</p>
--	--	--	--



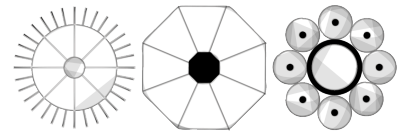
			formas, diseños y geometrías en los tejidos planos o tricotados.
<p>PRODUCTION WITH 3D PRINTERS IN TEXTILES</p> <p>Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork. 2015, Vol. 16 Issue 2, p47-50. 4p.</p>	<p>3D printing process involves three steps: production of the 3D model file, conversion of the 3D model file into G-code and printing the object. Production of the 3D model file might be done using 3D scanners or via softwares either private or open source. The conversion time depends on the object size; and the conversion time takes longer as the object has asymmetries, complex surfaces or hollow surfaces. The conversion time takes minutes for a 0,2m x</p>	<p>3D printers are gaining more attention, finding different applications and 3D printing is being regarded as a 'revolution' of the 2010s for production. 3D printing is a production method that produces 3-dimensional objects by combining very thin layers over and over to form the object using 3D scanners or via softwares either private or open source. 3D printed materials find application in a large range of fields including aerospace, automotive, medicine and material science.</p>	<p>3D printing finds a large variety of applications in many fields; however, textile applications of 3D printing remain rare [23]. Although 3D printing looks like a new breath in production as it makes it possible to produce prototypes of almost any product, 3D printing needs improvements to make it a faster and more versatile method to produce flexible textile materials. In literature, we could not find any research on the comfort properties of 3D printed textiles.; therefore, comfort properties of 3D printed materials are opportunities</p>



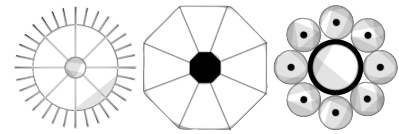
	<p>0,2m x 0,1 m object while it takes more than 1 week for a 1m x 1m x 0,8m object [22]. There are several 3D printing methods such as fused deposition modeling (FDM), stereolithographic apparatus (SLA), selective laser sintering (SLS), inkjet 3D printing and laminated object manufacturing (LOM). The fused deposition modelling (FDM) technique uses a plastic filament which is pushed through a heated extrusion nozzle that melts the material, most inexpensive 3D printers use the FDM process</p>	<p>There are several 3D printing methods such as fused deposition modeling (FDM), stereolithographic apparatus (SLA), selective laser sintering (SLS), inkjet 3D printing and laminated object manufacturing (LOM). 3D printing process involves three steps: production of the 3D model file, conversion of the 3D model file into G-code and printing the object. 3D printing finds a large variety of applications in many fields; however, textile applications of 3D printing remain rare. There are several textile-like 3D printed products mostly for</p>	<p>for future research studies. There are some applications of 3D printed fabrics mostly used for fashion designs and research [23, 30, 31, 32]. Still those structures are not strong enough for textile applications as they tend to break easily and even though they have the drape of a textile material, they still lack the flexibility of textiles. 3D printing technology has to gain improvement to produce materials that will be an equivalent for textile materials; and yet has to be a quick production method since traditional textile manufacturing methods are already in mass production stage. However, 3D printing seems to be a promising method for</p>
--	--	---	---



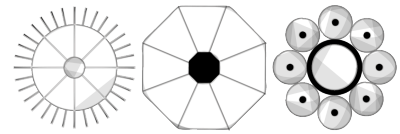
	<p>[23]. Stereolithographic apparatus (SLA) has a UV laser which cures the liquid polymer used and prints parts layer by layer [24]. Selective laser sintering (SLS) uses a variety of materials including polymers, ceramics and metal materials; SLS forms parts layer by layer from bottom to the top using a laser beam which selectively sinters the powdered material layer [25, 26].</p> <p>In inkjet 3D printing, layers are formed by depositing a powder and selectively solidifying the powder with a liquid sprayed through the</p>	<p>use in fashion design, for research purposes, for technical textile applications and for substituting traditional textiles such as weft-knitted structures and lace patterns. 3D printed textile-like structures are not strong enough for textile applications as they tend to break easily and although they have the drape of a textile material, they still lack the flexibility of textiles. 3D printing technology has to gain improvement to produce materials that will be an equivalent for textile materials, and has to be a faster method to compete with traditional textile production methods.</p>	<p>producing prototypes of textile materials such as medical textiles, which will save time and money to predict the properties of the end-product.</p>
--	---	--	---



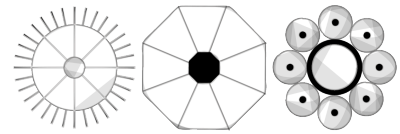
	<p>inkjet printhead to print the object [27].</p> <p>Laminated object manufacturing (LOM) is capable of producing objects at a large variety of materials such as paper, cellulose, plastics, metals and fiber reinforced materials. LOM produces 3D objects by stacking layers of sheet material using a deposition tool; layers are bonded on top of the previous layers and then cut to a specific shape according to the cross-sections of this layer from the software model [28].</p>		
<p>3D warp-knitted reinforcements for</p>	<p>3D warp-knitted textiles basically</p>	<p>Textile-reinforced composites made from</p>	<p>By reinforcing hard PUR foams with warpknitted</p>



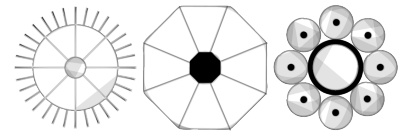
<p>new qualities of sandwich core materials</p> <p>Technical Textiles / Technische Textilien. feb2016, Vol. 59 Issue 1, pE25-E29. 5p.</p>	<p>consist of 2 textile surfaces, which are usually joined together a defined distance apart by monofilaments. The textile specialists interpreted and evaluated their structure and associated compressive and mechanical characteristics [2-4]. 2 compact, 3D warp-knitted textiles were selected for carrying out the further work. The table gives details of the constructions of the textiles. Both spacers were made from polyester yarns and had similar</p>	<p>3D warp-knitted textiles and polyurethane (PUR) foams offer innovative solutions as new types of lightweight construction materials. The potential offered by innovative composites has already been illustrated by studying warp-knitted spacer textiles and soft, elastic foams [1]. The scientific/technical research has been continued at the TU Chemnitz as part of the BMBF project, "PaFaTherm II", in order to investigate the processing conditions and resulting material characteristics of composites made from 3D warp-knitted</p>	<p>spacer textiles, absolute and specific improvements in the parameters were verified using standardized flexural and compression tests. The warp-knitted textile/hard foam composites showed considerably higher mechanical performance levels for a simultaneously better failure behavior, and these were obtained even at a fiber volume content of less than 5% of the complex 3D textile structures. Better lightweight construction characteristics were obtained by using single-layer, 3D warp-knitted textile reinforcements. If thick composites are needed,</p>
---	--	---	--



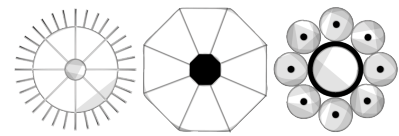
	<p>constructions, 3D structures and 3D yarn densities. As a result of the comparable textile/technical parameters, the fiber volume contents (FVG) of less than 5% were almost the same. ComparaFig. 1</p> <p>Warp-knitted textile 1 (AG1)</p> <p>tively low volumes per unit area (RG) support the potential of 3D warp-knitted textiles for use as reinforcing structures in lightweight construction applications. The spacers selected had very different thicknesses - warp-</p>	<p>textiles and hard PUR foams.</p>	<p>multilayer assemblies also produce high-performance, 3D warp-knitted textile/hard foam composites.</p> <p>As far as the structural/mechanical characteristics are concerned, the reinforcing effect in the composite is based on restricting the flexural buckling of the spacer yarns by the space taken up by the PUR foam. A good fiber/matrix adhesion between the spacer yarns and the PUR foam is therefore an advantage. It was possible to verify this on the basis of the adapted deformation behavior of the composite structures in relation to the 3D warpknitted textile and by light-</p>
--	---	-------------------------------------	--



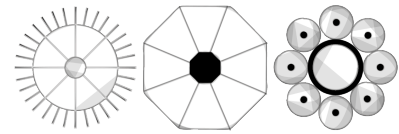
	<p>knitted spacer textile 1 (AG1) was 40 mm thick and warp-knitted spacer textile 2 (AG2) was 20 mm thick. Samples having a thickness of 40 mm were produced in order to test comparable composite materials, in which 3D warp-knitted textile AG1 was used as a single layer and 3D warp-knitted textile AG2 was used as a double layer for reinforcing hard PUR foam (Figs. 1 and 2). FHard PUR foams are produced under virtually the same conditions as soft foams by the</p>		<p>microscopy images. Fig. 11 shows polyester fibers removed from the composite structure to which, despite mechanical influences, large amounts of PUR foam remain stuck. The research work in the field of textile-reinforced PUR foams is currently being continued. The latest work deals with the effect of foam expansion on the fiber volume content and the architecture of the 3D reinforcing textiles, as well as the effect of textile microstructures on the production of the composites. The results obtained are being transferred to a scientific/technical description</p>
--	---	--	---



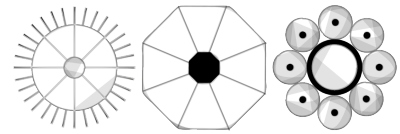
	<p>chemical reaction between the liquid starting materials, polyol and isocyanate. Whether a soft, elastic foam or a rigid, hard PUR foam is produced depends largely on the specific chemical composition of the starting components.</p> <p>Hard PUR foams have a higher degree</p> <p>Fig. 2</p> <p>Warp-knitted textile 2 (AG2)</p> <p>of cross-linking than soft foams. Among other things, they therefore have much higher stiffness and strength values, but react to mechanical overloading by brittle</p>		<p>of the processing behavior in a process simulation model. The structure and component variable simulation model is being validated and verified by experimental comparison. The potential of the composite materials in lightweight construction applications can be further exploited by adapting the ratios of the volume contents of 3D textile reinforcements and the volumes per unit area of the foams to suit the process and end-use.</p> <p>Based on these results, the 3D warp-knitted textile/foam composites, as components having an influence on the structure and</p>
--	--	--	---



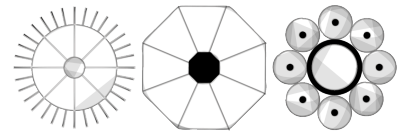
	fracturing and catastrophic failure [5],		characteristics, are being transferred to the multi-material designing of innovative lightweight construction components.
<p>A theoretical analysis of deformation behavior of an innovative 3D auxetic textile structure</p> <p>Journal of the Textile Institute. 2015, Vol. 106 Issue 1, p101-109. 9p.</p>	<p>Description of structure and assumptions</p> <p>The cross-section of the 3D auxetic structure to be analyzed is shown in Figure 1. It consists of two sets of orthogonal yarns (weft and warp yarns) and a set of stitch yarn, which is used to bind the orthogonal yarns together. The idea of the structure is from an orthogonal woven structure, but with a special arrangement of the warp yarns as shown</p>	<p>This paper reports a theoretical analysis of deformation behavior of an innovative 3D auxetic structure. Both bending deformation and cross-sectional deformation of the yarns in a representative unit of the structure were first analyzed to establish the relationships among different geometrical parameters and yarn modulus. Then, the Poisson's ratio values of the structure under different compression strains were</p>	<p>A theoretical analysis of a 3D auxetic textile structure was conducted based on the elastic theory and contact theory. Its Poisson's ratio values as a function of compression strain were calculated and compared with experimental results. The effects of different structural parameters and elastic moduli of yarns were predicted and discussed. According to the analysis, the following conclusions could be obtained.</p> <p>(1) The theoretical analysis could well predict the</p>



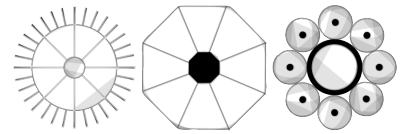
	<p>in Figure 1. The fabric formation method can be found in Hu and Zhang (2013), Ge and Hu (2013) and Ge, Hu, and Liu (2013). The rectangle marked in Figure 1 is a unit cell. As the void spaces are created among the warp yarns, the compression in the fabric thickness direction will cause crimping of the weft yarns, which results in shrinking of the structure along the horizontal direction. Therefore, a negative Poisson's ratio of the structure in the weft direction is realized.</p> <p>However, in the warp</p>	<p>theoretically calculated and compared with the experimental results. Based on the validation of the theoretical analysis, the effects of different structural parameters and yarn modulus on the negative Poisson's ratio behavior of the structure were finally predicted and discussed. The results obtained from the analysis would be very useful for the optimization of the negative Poisson's ratio behavior of 3D auxetic structure.</p>	<p>deformation behavior of the 3D auxetic structure.</p> <p>Its Poisson's ratio values for given compression strains could be theoretically calculated from given initial structural parameters and yarn modulus.</p> <p>(2) The 3D auxetic structure proposed has an obvious negative Poisson's ratio effect and this effect is not constant. It increases with the increase in compression strain.</p> <p>(3) Each structural parameter and yarn modulus has different effect on the negative Poisson's ratio of the 3D auxetic structure. While the radius and elastic modulus of the warp yarn have a positive effect, i.e. the negative</p>
--	--	---	--



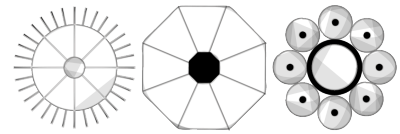
	<p>direction, as the warps yarns are kept straight and do not shrink under compression, the Poisson's ratio is zero in this direction. The aim of this study is to analyze the deformation behavior of the structure under compression load in order to theoretically predict its Poisson's ratio in the weft direction under compression.</p> <p>Before conducting the analysis, the following assumptions were first made.</p> <p>(1) All the unit cells have the same geometrical shape and size. They have the same</p>		<p>Poisson's ratio effect of the structure increases with the increase in their values, the radius and elastic modulus of the weft yarn as well as the spacing of two adjacent warp yarns in the horizontal direction have a negative effect, i.e. the negative Poisson's ratio effect of the structure decreases with the increase in their values.</p> <p>Although the weft bending ratio has a positive effect, it is undesirable to increase the weft bending ratio to achieve a high negative Poisson's ratio effect due to reduced variation range of compression strain.</p> <p>(4) The negative Poisson's ratio behavior of the 3D auxetic structure can be optimized based on the theoretical model</p>
--	---	--	--



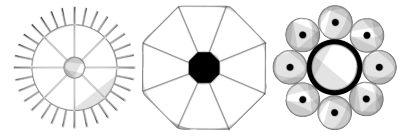
	<p>deformation under compression of the structure.</p> <p>Therefore, a unit cell is sufficient to represent the deformation behavior of the structure.</p> <p>(2) The stitch yarn is totally flexible and cannot withstand the compression load. Therefore, its effect on the deformation behavior of the structure under compression can be omitted from the analysis.</p> <p>(3) The warp yarns are totally straight at the initial state and they are still kept straight during the whole compression</p>		<p>developed.</p>
--	---	--	-------------------



	<p>process. However, the weft yarns are not straight at the initial state and have an initial curvature.</p> <p>(4) There exists no internal tension in the yarns at the initial state.</p> <p>(5) No slippage occurs at the initial contacting points of the weft and warp yarns during the compression process.</p> <p>(6) All the yarns are considered as axially inextensible, but transversally compressible elastic materials under compression.</p>		
<p>Experimentation in 3D printing and textiles</p>	<p>Methodology consists of close studies surrounding different experimentations of companies around 3d</p>	<p>The article focuses on 3D printing in textile industry, highlighting its ability to produce objects of any shape,</p>	<p>3D printing shops are expected to become part of the urban landscape, the prospect of seeing 3D</p>



<p>WSA: Performance & Sports Materials. Jan/Feb2015, Vol. 21 Issue 1, p22-27. 4p.</p>	<p>printing in the fashion industry.</p>	<p>on the spot and as needed. It notes that fabric and garment manufacturing rarely has the flexibility and customisation possibilities of 3D printing, and features a technology talk at the trade show Performance Days in Munich, Germany in November 2014 which discussed the possible links between 3D knitting and 3D printing.</p>	<p>knitting shops open around the corner may also be forthcoming. Such a project is actually currently in operation in London, at Somerset House, where Knyttan, a start up, has installed a Stoll flat-bed knitting machine. This “Factory of the Future” allows consumers to create personalised designs and have them knitted into merino wool scarves or jumpers on site. Joerg Hartmann, from Stoll, helped the team, headed by Ben Alun-Jones, set up the machine and learn how to programme it. Examples of</p>
---	--	---	--



			<p>knitting-to-measure shops have existed in the past, says Mr Hartmann, but with little success. That was before the maker movement emerged promoting a very 21st century ethos of empowering individuals to make their own products. The concept of manufacturing to shape, with little or no waste, and the countless customisation options of 3D printers may yield novel products and manufacturing techniques in both sportswear and performance materials.</p>
--	--	--	---

