

Biomimética en el diseño de cubierta para motocicleta adaptable a los cambios climáticos de la sierra ecuatoriana

Daniel Marcelo Acurio M. dacurio@pucesa.edu.ec,

Santiago Alejandro Acurio M. sacurio@pucesa.edu.ec,

Diego Fernando Trávez P. diegotravez@gmail.com

Resumen

Debido a las continuas variaciones climáticas presentes en la región interandina del Ecuador y a los elevados niveles actuales de radiación solar, la población sufre constantemente de afecciones respiratorias, cardiopulmonares y cutáneas, este problema se agrava cuando los ambientes laborales son exteriores y el medio de transporte es descubierto como es el caso del usuario de motocicleta, este versátil medio de transporte de creciente auge en el país requiere una cubierta ligera y funcional que además ocupe el menor espacio, pueda retirarse de ser necesario y no afecte su estructura constitutiva, para generala, en el presente trabajo se analizan sistemas de plegado presentes en organismos vivos que permitan una aplicación en el diseño de una cubierta.

Palabras clave: cubierta, motocicleta, biomimesis, escorpión, diseño

Abstract

Due to the continuous climatic variations in the Ecuadorian Andes and the current high levels of solar radiation, the population suffers constantly from respiratory, cardiopulmonary and cutaneous affections, this problem worsens in external work environments with roofless vehicles such as the user of motorcycles, this versatile vehicle boom in the country requires a compact and functional light cover that can also be removed if necessary and does not affect its structure, to design an analysis of folding systems present in living organisms that allow an application in a desing of a cover Datos de libre acceso del Banco Mundial.

Keywords: cover, motorcycle, biomimicry, scorpion, design

Introducción

El Instituto Oceanográfico de la armada del Ecuador INOCAR, indica que el Ecuador está situado en el sector noroccidente de América del Sur, su capital es la ciudad de Quito, posee cuatro regiones naturales, tres de ellas distribuidas en la zona continental: litoral o costa, interandina o sierra y oriental o amazónica y una zona insular formada por el Archipiélago de Galápagos. La región sierra se encuentra ubicada entre las cordilleras Occidental y central de los Andes y forma un entramado de valles altos y cumbres con una altura promedio de 2.500 m.s.n.m. (INOCAR, 2012).

Debido a su ubicación geográfica precisamente en la mitad del mundo, con costa hacia el Océano Pacífico y cruzada de norte a sur por la cordillera de Los Andes, el Ecuador disfruta de variedad de climas, esta situación presenta variaciones imprevistas en las condiciones atmosféricas, según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI precisamente en la región sierra suelen producirse cambios drásticos en, los que son registrados merced a la red de

vigilancia climatológica que para el 2016 registra un total de 44 estaciones, la mayoría de las cuales están ubicadas en la región sierra (INAMHI, 2016).

Como base para el presente trabajo, se analizan las condiciones climáticas de la serranía ecuatoriana, en específico las continuas variaciones de las precipitaciones y los altos niveles de radiación solar que derivan en afecciones de salud en personas que están continuamente expuestos a estas condiciones por motivos laborales, como son los usuarios de motocicletas. En este contexto se puede ver, por ejemplo, las precipitaciones acumuladas semestrales varían entre alrededor de 300mm en la estación de Latacunga hasta sobrepasar los 2000mm en la estación El Corazón, ambas ubicadas en la provincia de Cotopaxi (Figura 1). (INAMHI, 2016)

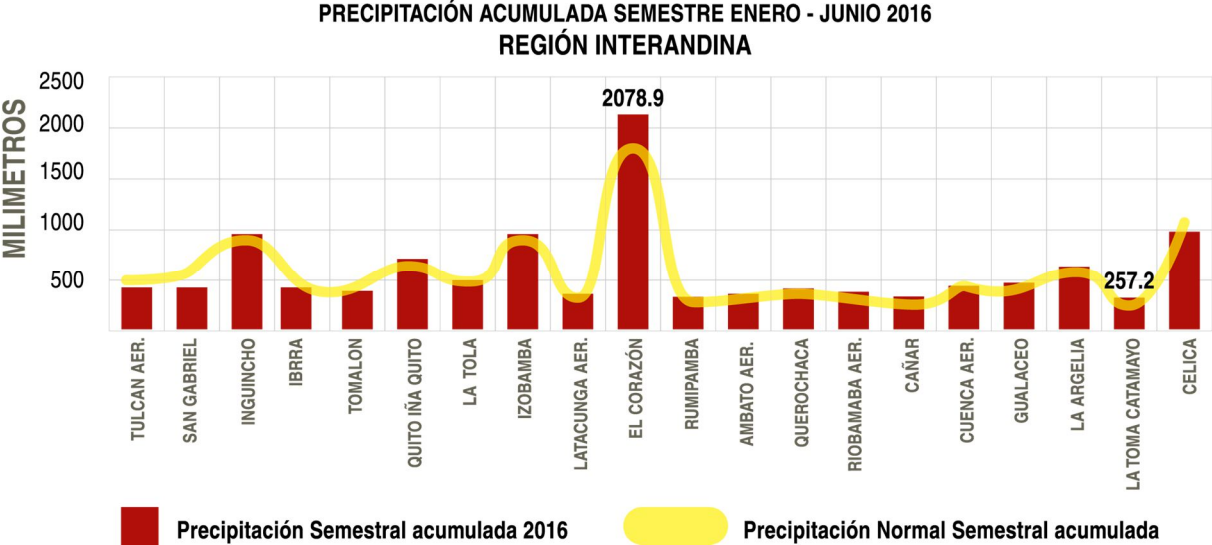


Figura 1. Precipitación normal semestral acumulada vs precipitación acumulada 2016 Región Interandina.

Fuente: INAMHI (2016)

Al mes de agosto 2018, se registran variaciones de precipitación de entre -100% y 140% en las estaciones correspondientes a la región sierra (Figura 2) (INAMHI, 2018a)

VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (%)
RESPECTO A LA NORMAL (1981 - 2010)

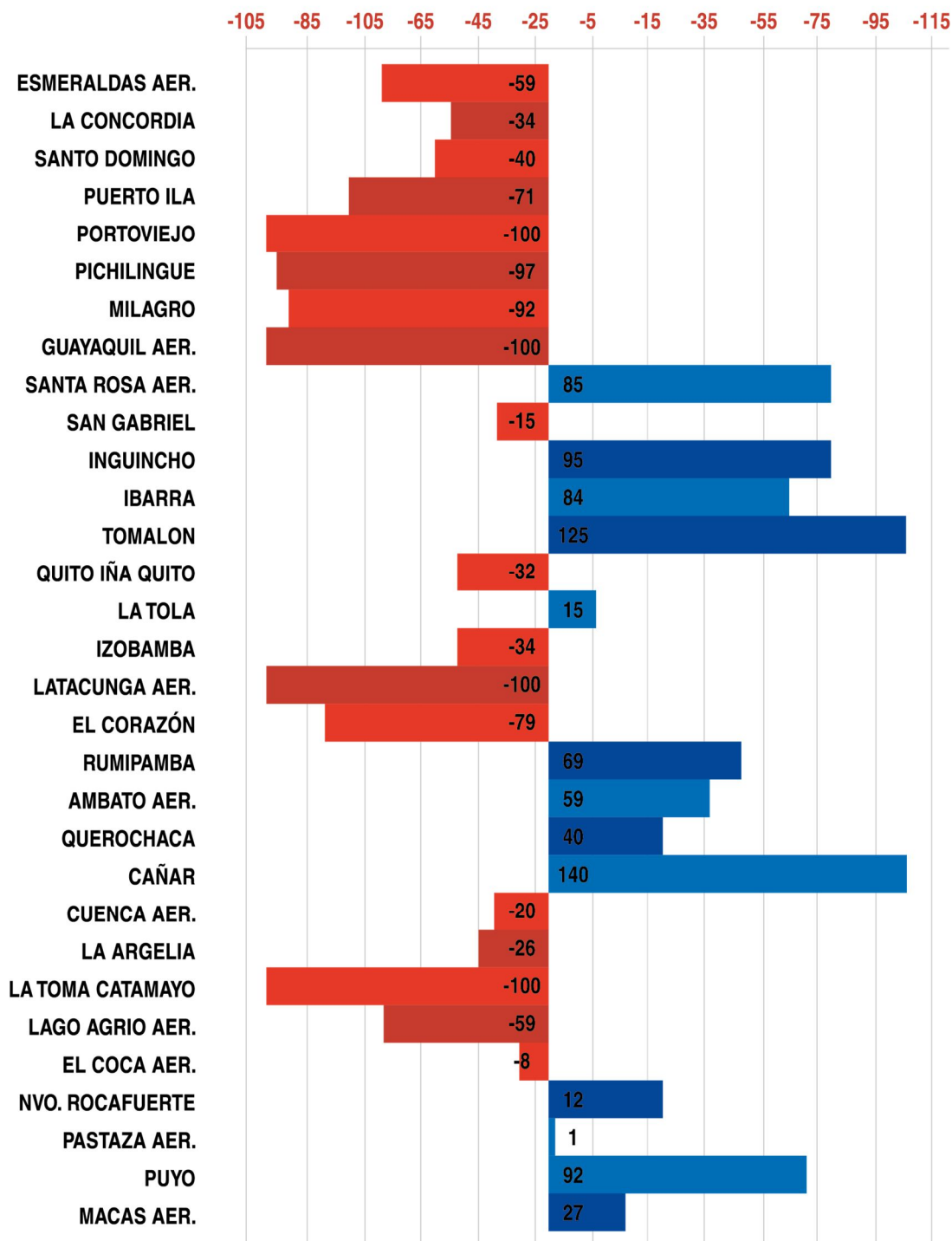


Figura 2. Variación de la precipitación respecto a la normal. Agosto 2018

Fuente: INHAMI (2018a)

A esto se suma el alarmante incremento en la radiación UV que alcanza en la región índices de hasta 14 correspondientes a niveles muy alto, cuyo índice oscila entre 8 y 10 y extremadamente alto cuyo índice supera 11 (INAMHI, 2018b) (Figura 3)

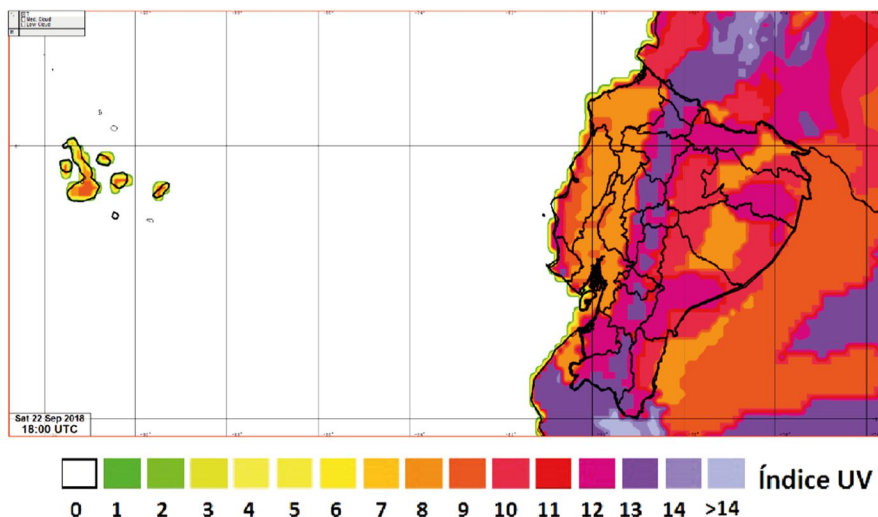


Figura 3. Pronóstico de máximo diario índice UV

Fuente: INAMHI (2018b)

La Organización Mundial de la Salud OMS indica que estas condiciones ocasionan problemas a la salud humana, es así que la exposición a temperaturas extremas del aire contribuyen directamente a trastornos cardiovasculares y respiratorios, en especial en personas de edad avanzada (OMS, 2018), además la exposición frecuente a la lluvia provoca incrementos importantes en infecciones y enfermedades respiratorias en sectores que presentan varios microclimas (Correa, Marthá, & Sarmiento, 2015) estas afecciones son agravadas por la presencia de ceniza volcánica que contiene partículas tan finas que pueden llegar fácilmente al interior de los pulmones provocando molestias en el pecho e irritaciones a nivel nasal, también dolor, irritación escozor y abrasión a nivel ocular, además de que el contacto directo con la piel produce irritación y enrojecimiento como lo menciona la Red Internacional De Peligros Volcánicos para la Salud IVHHN por su siglas en inglés (IVHHN, s.f.). La exposición a los elevados niveles de radiación solar UV, provocan mayor incidencia de cáncer en la piel y lesiones oculares como catarata (Ize Lema, 2002).

El transporte urbano ha crecido notablemente en el Ecuador, la última información estadística presentada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC indica que para el año 2016 la clase de vehículo con mayor crecimiento fueron las motocicletas con un 10,8% respecto al 2015 (INEC, 2016), debido a factores como la construcción de nuevas redes de alrededor de diez mil kilómetros, de los cuales el 95.5% según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP se encuentran en excelente estado (MTOP, 2016), sin embargo el que directamente se ve afectado por los cambiantes factores climáticos es el usuario de motocicleta.

Este medio de transporte está constituido por una estructura fundamental construida en acero estructural llamada marco en la cual se acoplan dos ruedas y el motor (Ministerio del Interior. Dirección General de Tránsito, 2014), la mayor parte de los usuarios de motocicleta la usan como vehículo de trabajo, por lo que están continuamente a merced de los cambios climáticos. El medio de protección usado comúnmente por los motociclista es el casco, el cual se usa debido en mayor medida a restricciones y obligación que por convicción según datos registrados en América Latina (Rodriguez, Santana, & Pardo, 2015), en condiciones especiales se

recomienda el uso de guantes, chaquetas pantalones y botas especiales, sin embargo su uso no es determinante al considerar protección contra agentes ambientales por lo que el usuario comúnmente se ve afectado por afecciones de salud.

Con el fin de brindar una protección efectiva se propone diseñar una cubierta que sea sencilla de montar sobre una motocicleta, pueda retraerse el momento cuando el usuario no requiera protección, además ocupe el menor espacio posible en el vehículo y no afecte la integridad estructural de la motocicleta.

Desarrollo

Con la finalidad de adaptar el sistema diseñado al vehículo es necesario un análisis del mismo, este tiene la finalidad de reconocer características estructurales y dimensionales básicas útiles para el montaje de la cubierta, así como los espacios disponibles para su almacenamiento, en este sentido se toman como referencia tres tipos de motocicleta comúnmente usadas: tipo enduro (Figura 4), tipo ax (Figura 5) y Tipo urbana (Figura 6).



Figura 4. Características motocicleta tipo enduro.

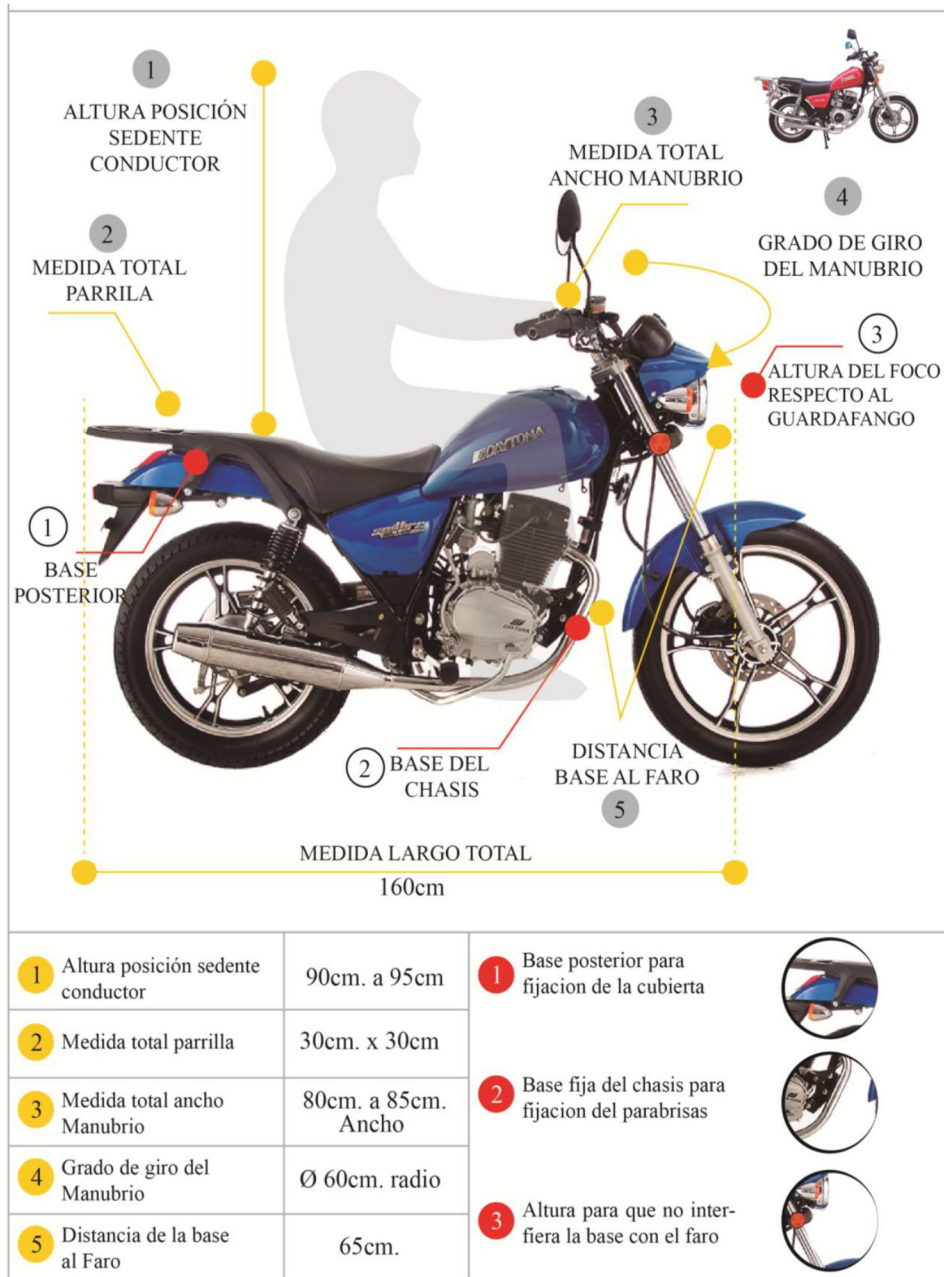


Figura 5. Características motocicleta tipo ax.



Figura 6. Características motocicleta tipo urbana.

Debido a la considerable similitud dimensional de la parrilla en todos los modelos, se determina la factibilidad de montaje en la zona posterior además que se cuenta con base posterior que permite unión emperrada.

Con el fin de producir una cubierta con la capacidad suficiente para albergar al conductor, que tenga como punto de anclaje la parte posterior y se despliegue hasta el manubrio, surge la pregunta, ¿qué haría la naturaleza?, por ello se considera realizar un análisis biomimético de estructuras naturales que presenten la deseada rigidez que permita absorber el impacto de los agentes climáticos y permita el plegado.

La biomimética o biomimesis es un término acuñado hace un par de décadas cuando la bióloga Janine Benyus lo uso para describir el modo en el que los organismos presentes en la naturaleza solucionaban los problemas presentes en su

entorno de un modo original y como el ser humano puede emular este diseño natural en su favor (Benyus, 1997), aunque el término es relativamente nuevo, no lo es el proceso de emular las estructuras naturales en favor del ser humano, ya en la década de los 50's fue patentado el velcro propuesto por el ingeniero George de Mestral (USA Patente nº US3009235A, 1957), sin embargo en la actualidad existe un auge en el desarrollo de productos con enfoque biomimético como: trajes de baño piel de tiburón, sensores anti colisión para vehículos, sensores anti incendios, sistemas de ventilación, recubrimientos hidrofóbicos, entre otros (Favret, 2016). En base al análisis posicional de estas especies de efectúa un desarrollo biomimético, que es un método por el cual se puede determinar cómo estos organismos resuelven el problema de la plegabilidad (Rocha, Rodríguez, Martínez, & López, 2012)

Para el análisis con fines de diseño de la cubierta, se adopta una metodología de análisis biomimético propuesta por Ronny Sánchez (2015), la cual está concebida como un proceso de investigación que permite identificar las aplicaciones de las formas naturales en la esfera del diseño, que consta de tres niveles: Forma, como imitación de rasgos formales. Proceso, como análisis de los procesos naturales y su aplicación, y, Sistema, como integración de las partes en un todo, en un producto capaz de satisfacer las necesidades humanas.

Para abordar estos niveles se ejecuta una secuencia metodológica que consiste en plantear "Desafíos Funcionales", que engloben los requerimientos que se pretenden resolver, es decir los problemas de diseño que se abordan, seguidamente se exponen las "Estrategias" usadas por los organismos vivos para hacerle frente a la situación problemática, es decir la manera en que ellos se han adaptado para responder al desafío funcional, finalmente estas estrategias se transforman en "Funciones" que se adaptan en el producto, para satisfacer la demanda del usuario. (Sanchez, 2015).

En este sentido, para la solución de la problemática se referencia directamente a comportamientos naturales, producto de la adaptación de los organismos vivos al medio circundante como premisa en el desarrollo de la cubierta.

Desafíos Funcionales:

Se plantea como desafío funcional principal la protección. Esta protección contra cambios climáticos, en el caso del usuario de motocicleta se relaciona directamente con la rigidez necesaria para resistir principalmente la lluvia y la radiación UV.

Adicionalmente como desafío funcional secundario es importante considerar la plegabilidad ya que el sistema de protección debe estar disponible para hacer frente a los cambios climáticos adversos como la lluvia, pero no sería útil en el caso de no existir este agente.

Estrategias

Para el análisis de estrategias que usan los organismos vivos para afrontar los dos desafíos: protección y plegabilidad, se seleccionan 3 especies cuyo comportamiento se enmarque en los desafíos: el armadillo, la cochinilla de la humedad y el escorpión, cabe indicar que puede existir otros organismos factibles de análisis, pero este grupo permitirá selección de una estrategia apta para aplicación en el desarrollo del producto.

El armadillo es un animal pequeño que mide entre 70 a 90 centímetros de longitud y pesa alrededor de 6 kilogramos en estado adulto, la parte superior de su cuerpo está formado por numerosos escudetes óseos, este caparazón está dividido en tres zonas (Figura 7):

Zona post cervical que cubre cabeza y hombros.

Zona central conformada por nueve bandas móviles y.

Zona pélvica posterior que abarca la pelvis y la cola. (Escobar Gutierrez & Amezcua de Bernés, 1981)



Figura 7. Caparazón de armadillo

El Armadillidium vulgare o también conocido como cochinilla de la humedad o chanchito de la humedad es perteneciente al grupo de los crustáceos, su cuerpo está dividido en tres partes (Figura 8):

Cefalotórax compuesto por cabeza más el primer segmento torácico

Pereon o tórax compuesto por 7 segmentos en cada uno un par de patas

Pleon o abdomen formado por 5 segmentos (INTA Estación Experimental Agropecuaria Paraná, s.f.).



Figura 8. Armadillidium vulgare o cochinilla de la humedad

El escorpión o alacrán es un invertebrado artrópodo, presentes en el planeta desde hace más de 350 millones de años, su cuerpo está formado de dos zonas (Figura 9):

Prosoma, compuesto por los pedipalpos o pinzas, cabeza

Opitosoma, que se subdivide en mesosoma, compuesto por 7 secciones y cuatro pares de patas articuladas y metasoma o cola compuesto por 5 secciones y el aguijón (Ministerio de Salud. Presidencia de la nación, 2011).

Mesosoma

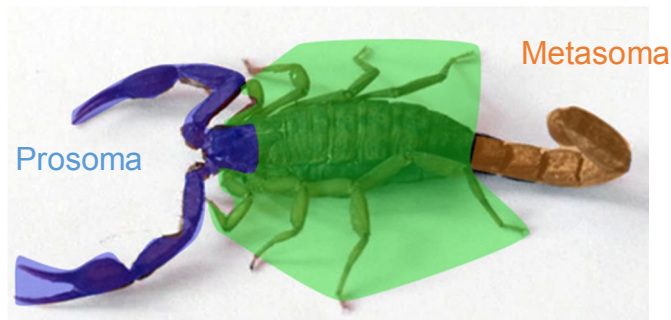


Figura 9. Escorpión o alacrán

Las estrategias de defensa varían en cada especie, en el caso del armadillo realiza un doble movimiento, inicialmente empieza el pliegue desde la zona pélvica posterior gracias a los pliegues de piel que unen las bandas óseas, luego se recogen las extremidades, finalmente se baja la cabeza hasta lograr una forma esférica útil para protegerse o emprender la huida rodando sobre sí mismo, la rigidez de la cubierta formada es parcial ya que es provista por bandas las bandas óseas y aunque la piel es dura no es completamente rígida y ocupa la mayor parte del área externa en posición de defensa.

La cochinilla aprovecha los segmentos de mayor tamaño ubicados en la zona del tórax para obtener también una forma esférica de manera que queda protegida la cabeza, se puede notar que los segmentos correspondientes al cefalotórax y abdomen casi no intervienen en el proceso de plegado, estos segmentos son completamente rígidos dando una total protección en posición defensiva, sin embargo, en condiciones normales deben superponerse unas sobre otras.

El escorpión por su parte al ser un artrópodo más bien depredador no usa el movimiento de su cola o metasoma con fines defensivos, sino que el movimiento permite una apropiada extensión (Figura 10) para el ataque de modo que extendida le da un aspecto más amenazador al hacer parecer al animal más grande, esta sensación de mayor volumen o amplitud se agradece en la aplicación en un vehículo relativamente pequeño, además que al no generar un cierre completo al momento de plegarse, el espacio generado resulta ideal para dar cabida al conductor de la motocicleta.



Figura 10. Movimiento de plegado armadillo, cochinilla, escorpión

Funciones

Para la aplicación se toma como base el análisis derivado del escorpión ya que además de que la zona del metasoma presenta funcionalmente condiciones adecuadas para la protección del motociclista, la morfología contribuye a representar un estilo audaz y agresivo particularmente apreciado por el usuario de motocicleta (Figura 11).

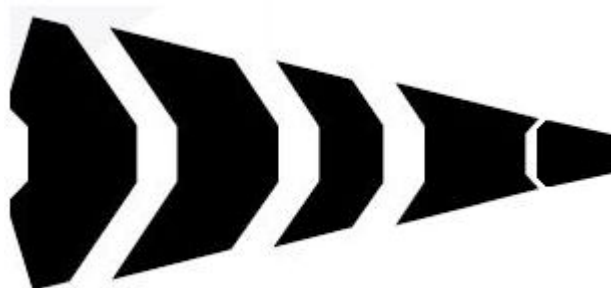


Figura 11. Generación del modelo en base al metasoma

Resultados

El sistema se ajusta en la parrilla posterior, desde donde se despliega hacia el parabrisas fijo en la parte frontal formando los 5 segmentos rígidos del metasoma (Figura 12), el manejo del número de segmentos y sus posiciones genera un espacio adecuado para dar cabida al usuario. Del mismo modo al momento de ser retirado, queda almacenado en un espacio reducido.

Los pasos que se muestran son para la colocación de la cubierta, esta posee un sistema de embone y por dentro tiene una banda elástica que ayuda a templar y autoajustar las partes para que se mantengan firmes además que estas también permiten su guardado mediante pliegues.



Figura 12. Despliegue de la cubierta

Posteriormente se aseguran los extremos en los soportes frontal y posterior de modo que se asegure protección en caso de lluvia o exposición a radiación solar peligrosa (Figura 13).

Hay que encastrar bien los embo-
nes que tiene la cubierta, estos son
100% seguros ya que ejercen pre-
sión y no es capaz de salirse por sí
solo, para el desarmado se sigue
los mismos pasos plegando la
cubierta para su debido guardado
en la parte posterior de la motoci-
cleta.



Figura 13. Asegurado de la cubierta

Conclusiones.

La metodología de análisis biomimético permite no solo definir la estructura funcional del producto relacionada con los movimientos, número de segmentos apropiado y forma de plegado apropiadas para obtener una forma útil del producto, que provea la protección requerida tanto contra lluvia como radiación UV sino que además permite tener criterios relacionados con el aporte estético que resulta apreciado por el usuario.

Para lograr un aporte importante del análisis biomimético, es importante definir los desafíos funcionales ya que solo se puede efectuar un análisis morfológico-funcional de una especie como el caso presente en donde el estudio solo consideró la estructura que ese pliega y sus movimientos, aunque también se podrían incluir estudios fisiológicos, biomecánicos y otros en función de las necesidades específicas

El aporte de la biomimética en el diseño de la cubierta se basó en la estructura y movimiento del metasoma del escorpión, el cual no produce un cierre completo al momento de plegarse y presta condiciones apropiadas para la comodidad del usuario en el manejo con la cubierta montada, además que la rigidez aporta seguridad en su uso.

La sujeción de los soportes principales se realiza directamente en uniones estándar integradas en la estructura del marco de la motocicleta lo que evita la necesidad de modificarlo, esto permite asegurar la integridad estructural del vehículo, dado que la adaptación de partes demandaría un análisis estructural detallado al mismo tiempo que la ligereza de la cubierta no afecta el desempeño de la suspensión.

Las soluciones presentes en la naturaleza, resultado de miles de años de adaptación a las condiciones de diferentes entornos son fuente de soluciones óptimas para la aplicación en productos de diseño.

Referencias

- Benyus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow.
- Correa, M. E., Marthá, J. E., & Sarmiento, R. (2015). Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá. *Biomédica*, 130 - 138.
- Escobar Gutierrez, A., & Amezcua de Bernés, M. (1981). El armadillo: Un nuevo animal de experimentación para el estudio de la zoonosis. *Ciencia veterinaria*, 199 - 229.
- Favret, E. A. (2016). Biomimética, tecnología inspirada en la naturaleza. *Museo*, 25-32.
- Hidalgo Proaño, M. (2017). Variabilidad climática interanual sobre el Ecuador asociada a ENOS. *CienciaAmerica*, 32-37.
- INAMHI. (2016). *Boletín climatológico semestral 2016*. Quito - Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Retrieved from http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf
- INAMHI. (2018a). *Boletín Meteorológico Año:XLII N° 522*. Quito - Ecuador: Dirección de eEstudios, Investigación y Desarrollo Hidrometeorológico.
- INAMHI. (2018b). *Pronóstico del índice Ultravioleta N° 263 AÑO I*. Quito - Ecuador: Dirección de Pronósticos y Alertas Hidrometeorológicas.
- INEC. (2016). *Anuario de transporte 2016*. Quito - Ecuador.
- INOCAR. (2012). *Instituto oceanográfico de la armada*. Retrieved from https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_I.pdf
- Instituto Geofísico EPN. (2017). *Volcán Cotopaxi Breve resumen de su historia, actividad eruptiva y amenazas potenciales*. Quito - Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

- INTA Estación Experimental Agropecuaria Paraná. (s.f.). *Bicho Bolita. Plaga emergente de siembra*. Paraná.
- IVHHN. (s.f.). *Los peligros de las cenizas volcánicas para la salud. Guía para el público*. IVHHN.
- Ize Lema, I. (2002). El cambio climático y la salud humana. *Gazeta Ecológica*, 43-52.
- Mestral, G. (1957). *USA Patent No. US3009235A*.
- Ministerio de Salud. Presidencia de la nación. (2011). *Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica del envenenamiento por escorpiones*. Buenos Aires: Printing Shop S.R.L.
- Ministerio del Interior. Dirección General de Tránsito. (2014). *La motocicleta*. Madrid: Catálogo general de publicaciones oficiales.
- MTOP. (2016). *Plan estratégico de movilidad 2013 -2037*. Quito - Ecuador.
- OMS. (2018, febrero 1). *Cambio climático y salud*. Retrieved from <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Rocha, E., Rodríguez, J., Martínez, E., & López, J. (2012). Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza. *Investigación y Ciencia*, 56-61.
- Rodríguez, D., Santana, M., & Pardo, C. F. (2015). *La motocicleta en América Latina. Caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región*. Bogotá:CAF: Despacio.
- Sanchez, R. (2015). Biomimética: una metodología de diseño sostenible. *Arquetipo*, 25-40.