

# DISEÑO DE UN MECANISMO RECOLECTOR DE AGUA POR PRECIPITACION

Serrano Mata, Iván (1), Vergara Esparza, Rosalia (2), Salinas Sandoval, Oscar Alberto (3), Rico Martínez, Alejandro (4), Rodríguez Bravo, Humberto (5)

1 [Ingeniería en Sistemas Automotrices, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [ivan\_sm11@outlook.com]

2 [Ingeniería en Sistemas Automotrices, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [rosalia.vergara@itesi.edu.mx]

3 [Ingeniería en Sistemas Automotrices, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [oscar.salinas.sdl@gmail.com]

4 [Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [alrico@itesi.edu.mx]

5 [Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | [hubravo@itesi.edu.mx]

## Resumen

La precipitación pluvial provee un recurso con un alto grado de valor para la humanidad, este recurso es el agua y es un capital utilizado en las diversas actividades diarias del hombre en sus diferentes facetas en la sociedad, como es el riego, la hidratación de los seres vivos, generar electricidad, así como ciertos procesos industriales tales como calefacción, enfriamiento, elaboración de productos, limpieza y aclarado. Aunado a la necesidad del uso del agua como recurso para la realización de la vida humana como se conoce en la actualidad, se encuentra el problema de la variación en frecuencia y periodo de precipitación pluvial, así como las pocas estrategias y métodos para la captación y almacenamiento del agua. Por todo esto en el presente trabajo se propone un diseño mecánico basado en el principio de la biomimética, donde la biomimética ayuda mejorar la eficiencia mecánica en el diseño, además de que ha sido muy poco utilizado para este tipo de aplicaciones. El mecanismo tiene como objetivo la captación y recopilación del agua generada por precipitación pluvial, ofreciendo una solución al problema de captación presentado en temporadas con precipitaciones irregulares. El diseño realizado hace uso de herramientas CAD para su elaboración y análisis de mismo, utilizando acero laminado en caliente para la estructura y geomembrana para el recubrimiento del mecanismo por el que se desliza el agua hasta el fondo del mecanismo captador.

## Abstract

Rainfall provides a resource with a high degree of value for humanity, this resource is water and is a capital used in the various daily activities of man in its different facets in society, such as irrigation, hydration of living beings, as well as certain industrial processes such as heating, cooling, product processing, cleaning and rinsing. In addition to the need to use water as a resource for the realization of human life as we know it today, there is the problem of frequency variation and rainfall, as well as the few strategies and methods for catching and storage of water. For all of this in the present work a mechanical design based on the principle of biomimetics is proposed, where biomimetics helps to improve the mechanical efficiency in the design, besides it has been little used for this type of applications. The mechanism aims at catchment and collection water generated by rainfall, offering a solution to the catchment problem presented in seasons with irregular precipitation. The design made use of CAD tools for its elaboration and analysis, using hot rolled steel for the structure and geomembrane for coating the mechanism by which the water slides to the bottom of the pickup mechanism.

### Palabras Clave

Precipitación; pluvial; estructura; diseño mecánico.

## INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida humana, dado a que gracias a ella se genera la vida en el planeta, y ayuda en diversas formas para el desarrollo y generación de energía y trabajo industrial. En México se cuenta con aproximadamente un 50% de territorio con ambiente árido Clase B siendo esta zona localizada en el norte del país, la cual presenta una escasa y errática precipitación pluvial y donde se asienta alrededor del 18% de la población nacional hasta las lluvias tropicales prolongadas dirigiéndose al sur del país. Por lo antes mencionado es necesario diseñar un mecanismo capaz de recolectar y almacenar la mayor cantidad de agua pluvial posible con el fin de cubrir las necesidades de una persona, apoyar en el riego de la agricultura o bien ayudar en las aplicaciones industriales. Cabe mencionar que la demanda o dotación diaria requerida por persona para cumplir con las funciones físicas y biológicas de su cuerpo puede variar entre 25 litros y 80 litros. Con respecto a la agricultura tener al alcance un mecanismo recolector de agua pluvial apoya para tener un sustento de agua en tiempo de sequía, ya que, en la actualidad, la agricultura es responsable del 70% de las extracciones de agua dulce. Aunado a esto, la agricultura es el sector económico en el que la escasez de agua tiene más relevancia.

El tema que se trata en este trabajo ha sido de gran interés para el ser humano, varios diseños con el mismo objetivo han sido presentados en la literatura sobre recolección de agua pluvial y de rocío, tal es el caso de [1] en el cual se tratan los fundamentos y tecnologías sobre la captación y uso del agua procedente de la lluvia horizontal, las masas de nubes se mueven a través de cadenas montañosas impactándose sobre estructuras cubiertas con mallas condensando las pequeñas partículas de agua. En [2] se muestran los sistemas biomiméticos, donde con un análisis previo se prueban diferentes tipos de telas

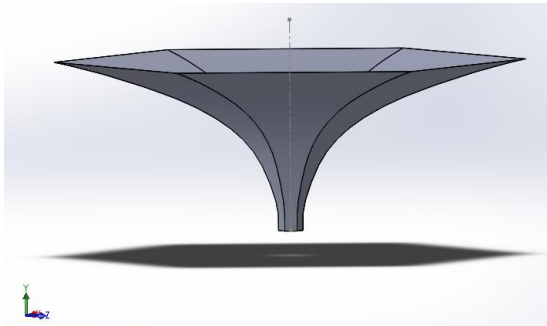
llamadas de araña recolectando agua y probando su humectabilidad. Por otro lado en [3] se muestra el Watree, el cual es una gran estructura móvil en forma de concha, para captación y conductos que guían el flujo del agua para su almacenamiento para su uso en verano, además de estar situado sobre terrenos de juego.

## MATERIALES Y MÉTODOS

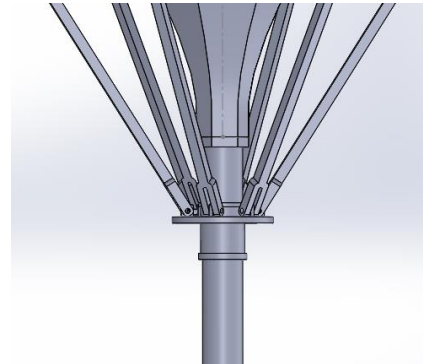
La naturaleza da ejemplos de cómo pueden ser diseñados los sistemas para captar el agua pluvial. Al proceso de estudiar las soluciones que la propia naturaleza a adoptado se le conoce como biomimetismo y la biomimética, la cual se define como la tecnología que imita a la naturaleza. El presente trabajo basa su diseño en el principio de un sistema biomimético de captura de agua pluvial.

Los materiales utilizados en el diseño del mecanismo propuesto en éste documento son: AISI 1010 acero laminado en caliente para la parte de la estructura y geomembrana para su cobertura, teniendo la capacidad de ser moldeados y formado con facilidad, así como alto nivel de impermeabilidad, ofreciendo un excelente nivel de contención y favorecer la conducción del agua hacia los depósitos de almacenamiento.

Con respecto al software de diseño y simulación, se hizo uso de SolidWorks [4], dado a que presenta múltiples beneficios como el diseño de piezas [5], simulación y proporciona datos técnicos de los materiales [6], teniendo una interfaz intuitiva para trabajar y cumpliendo con las expectativas requeridas para la realización del presente trabajo.



**IMAGEN 1:** Geomembrana la cual captara el agua proveniente de la lluvia.



**IMAGEN 2:** Barras situadas por encima de la base

En la imagen 1 se puede observar la geomembrana, en la cual cae el agua para posteriormente llegar a los conductos para ser almacenada, donde se debe considerar la envergadura de la estructura, ángulos de inclinación y profundidad de la superficie.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Posteriormente de hacer un estudio sobre los modelos existente y de los materiales se obtiene un mecanismo captador de agua pluvial que cubriera los requerimientos establecidos. En la imagen 2 se puede apreciar las diferentes barras las cuales ayudaran como principal soporte ya que fijaran los perfiles L con la parte superior del tubo a través de una base circular.

**Tabla 1: Propiedades del modelo**

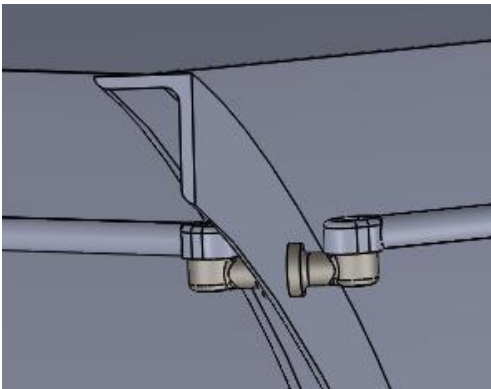
Propiedades	Descripción
Nombre	AISI 1010 Barra de acero laminado en caliente
Tipo	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico	1.8e+008 N/m <sup>2</sup>
Límite de tracción	2e+011 N/m <sup>2</sup>
Coefficiente de poisson	0.29
Densidad	7870 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	1.22e-005 / Kelvin



**IMAGEN 3: Perfiles L**

La membrana se monta sobre la estructura adquiriendo la forma deseada, los perfiles L soportaran el peso de la membrana que es aproximadamente 25 kg, a lo largo de cada perfil se tiene varios puntos de sujeción para que la membrana este rígida y no tienda a deformarse por el peso, tal como se observa en la imagen 3.

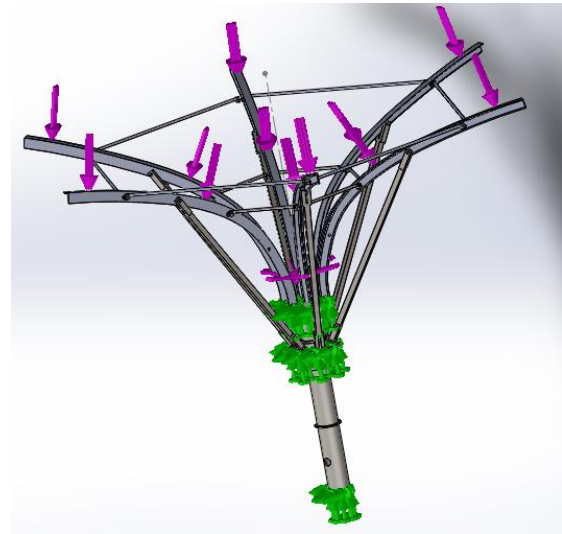
En la tabla 1 se muestran las propiedades obtenidas del modelo en base al material AISI 1010 acero laminado en caliente.



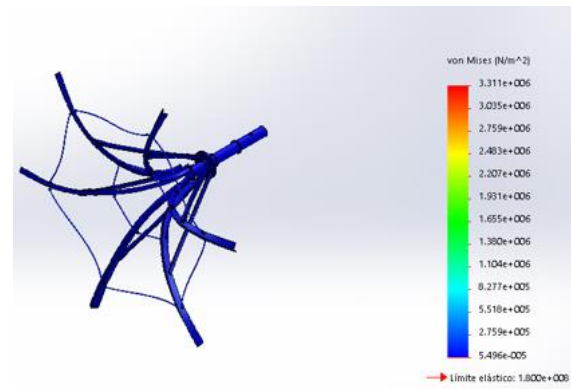
**IMAGEN 4: Sujeciones para las Barras.**

En la imagen 4 se pueden observar las sujeciones, las cuales mantienen unidos a los perfiles L por medio de la barra transversal para que éstos no se deformen ofreciendo una resistencia a la tensión y no cambien la forma de la Geomembrana.

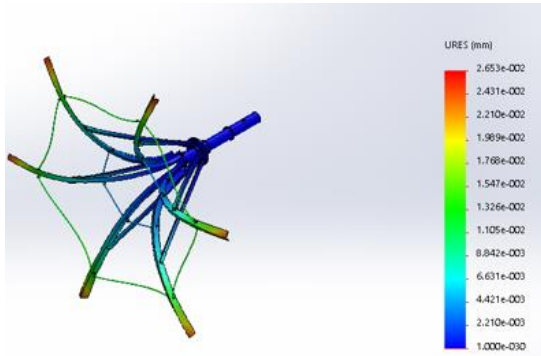
Para la obtención los datos del análisis se hizo uso de una simulación, aplicando una carga en diferentes puntos de la estructura simulando el peso de la geomembrana y del agua. Lo anterior se muestra en la imagen 5.



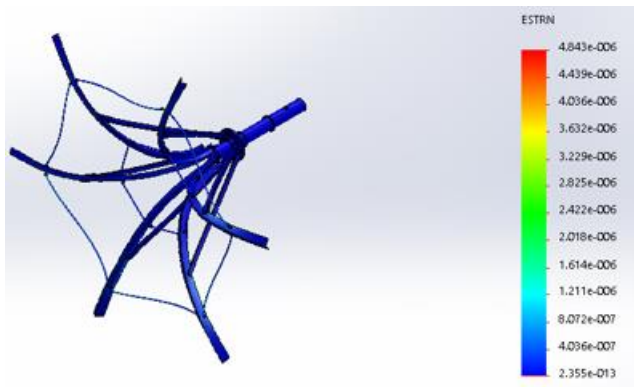
**IMAGEN 5: Distribución de cargas (morado) y sujeciones (verde)**



**IMAGEN 6: Estudio de Tensión de Von Mises**



**IMAGEN 7:** Estudio de Desplazamientos resultantes



**IMAGEN 8:** Estudio de Deformación unitaria equivalente

En la imagen 6 se puede ver como las distorsiones son mínimas en el mecanismo posterior al estudio de tensión de Von Mises aplicado.

En la imagen 7 se observa que existe un desplazamiento en los extremos de la figura posteriormente a aplicar el estudio de desplazamientos resultantes.

Finalmente, en la imagen 8 se observa que existe un ligero movimiento de los elementos respecto a su posición inicial, esto después de aplicar el estudio de deformación unitaria equivalente.

## CONCLUSIONES

Se obtuvo el diseño de un mecanismo capaz de recolectar el agua pluvial, cubriendo el objetivo principal del presente trabajo. Se logró generar el análisis del mecanismo haciendo uso de materiales definidos, dejando la posibilidad de implementar otros materiales que cubran el mismo objetivo.

## REFERENCIAS

- [1] [https://www.researchgate.net/publication/255947442\\_Fundamentos\\_y\\_tecnologias\\_para\\_la\\_captacion\\_y\\_uso\\_del\\_agua\\_procedente\\_de\\_la\\_lluvia\\_horizental\\_en\\_los\\_montes\\_canarios](https://www.researchgate.net/publication/255947442_Fundamentos_y_tecnologias_para_la_captacion_y_uso_del_agua_procedente_de_la_lluvia_horizental_en_los_montes_canarios)
- [2] [https://www.researchgate.net/profile/Aurelio\\_PedrozaSandoval/publication/268576774\\_SISTEMAS\\_DE\\_CAPTACION\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_LLUVIA\\_SCALL\\_Y\\_BIOPRODUCTIVIDAD\\_EN\\_COMUNIDADES\\_MARGINADAS\\_DE\\_ZONAS\\_ARIDAS/links/5470d0a50cf2d67fc0344835/SISTEMAS-DECAPTACION-DE-AGUA-DE-LLUVIA-SCALLYBIOPRODUCTIVIDAD-EN-COMUNIDADES-MARGINADAS-DE-ZONAS-ARIDAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aurelio_PedrozaSandoval/publication/268576774_SISTEMAS_DE_CAPTACION_DE_AGUA_DE_LLUVIA_SCALL_Y_BIOPRODUCTIVIDAD_EN_COMUNIDADES_MARGINADAS_DE_ZONAS_ARIDAS/links/5470d0a50cf2d67fc0344835/SISTEMAS-DECAPTACION-DE-AGUA-DE-LLUVIA-SCALLYBIOPRODUCTIVIDAD-EN-COMUNIDADES-MARGINADAS-DE-ZONAS-ARIDAS.pdf)
- [3] <http://www.tuvie.com/the-watree-will-collect-the-rain-water-and-used-during-the-summer>
- [4] Gómez, Sergio (2008). SolidWorks.El gran libro.
- [5] Gómez, Sergio. Solidworks Simulation (septiembre 2010). Primera Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- [6] Gómez, Sergio (2012). SolidWorks Practico 1. Primera Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V
- [7] <http://www.smn.cna.gob.mx/es/>
- [8] <http://www.fao.org/home/es/>
- [9] <http://www.inegi.org.mx/>
- [10] M. Abouaf, J.-L. Chenot, J.-L. Marcelin A two-dimensional finite element idealization for thermo-elastic deflection in beams Int. J. Numer. Meth. Eng., 19 (1983), pp. 1453-1465
- [11] J.L. Marcelin, M. Abouaf, J.L. Chenot Analysis of residual stresses in hot-rolled complex beams Comp. Meth. Appl. Mech. Eng., 56 (1986), pp. 1-16.