

**XII CONGRESO NACIONAL DE PROFESORES DE EXPRESIÓN GRÁFICA  
EN INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y ÁREAS AFINES**

**EGraFIA 2015**

**Río Cuarto, Córdoba, ARGENTINA**

8 y 9 de octubre de 2015

**NICASIO, Cecilia**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

Departamento De Diseño. Facultad De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales

Av. Vélez Sarsfield – CP. 5000 – Ciudad universitaria

Córdoba - Argentina

**GENERACION GEOMETRICA A PARTIR DE LA DEFORMACION**

Arquitectura, Ingeniería

Investigación. Gráfica analógica y gráfica digital

**ABSTRACT**

It refers to the fact geometric generation from the generating element geometry as the structural form using computational tools and resources that allow generating first and then analyzed graphically the behavior of the structures in space. Using these tools also enables spatially visualize how generated and make adjustments quickly, implying an advantage of the virtual models against real models.

Then working interest lies not only in the resulting shape, but also in the process that generates geometry has always been one of the instruments that guide the design process the architect.

The aim of this paper is to show a new design strategy based on the use of a software that would enable optimization of the structure by generating geometry from physical laws (the geometry as an expression of the action of loads ). The kangaroo Plug-In is designed by Daniel Piker for Structural Engineering, Physics, Modeling, Fishnet, Analysis and Simulation grasshopper, it is a live physics engine for interactive deformation simulation, optimization and constraint solving. In which it is designed on the basis of the physical behavior of laminar structures represented by meshes, looking for an architectural form of optimal structural efficiency. From the simulated deformation of a flat sheet, by Kangaroo use as structural design tools, it is possible to obtain complex shapes, generated from relaxation or deformation until that structure that is more efficient in its behavior from the point in view of different variables, material deformation or leaving limit constant tension element lengths

**RESUMEN**

Se entiende a la generación geométrica el hecho de partir de la geometría como elemento generador de la forma estructural mediante la utilización de recursos y herramientas computacionales, que permiten primero generar y luego analizar gráficamente el comportamiento de las estructuras en el espacio.

El uso de estas herramientas posibilita también visualizar espacialmente la forma generada y realizar los ajustes necesarios con celeridad, lo que implica una ventaja de los modelos virtuales frente a maquetas reales.

El interés del trabajo reside entonces no sólo en la forma resultante, sino también en el proceso que la genera.

La geometría ha sido siempre uno de los instrumentos que guía el proceso de diseño del arquitecto.

El objetivo de este trabajo es mostrar una nueva estrategia de diseño a partir de la utilización de un software, que posibilitara la optimización de la estructura mediante la generación de su geometría a partir de leyes físicas (la geometría como expresión de la acción de las cargas).

El Plug-In kangaroo es diseñado por Daniel Piker, para: Ingeniería Estructural, Física, Modelado, Mallas, Análisis y Simulación en grasshopper, el mismo es un motor de física en vivo para la simulación interactiva deformación, optimización y resolución de restricciones. En el cual se diseña sobre la base del comportamiento físico de superficies representadas por mallas, en busca de una forma arquitectónica de óptima eficiencia estructural. A partir de la deformación simulada de una lámina plana, mediante la utilización Kangaroo como herramientas de diseño estructural, es posible la obtención de formas complejas, generadas a partir de relajación o deformación hasta obtener aquella estructura que resulte más eficiente en su comportamiento desde el punto de vista de distintas variables, deformaciones de materiales tensiones límite o dejando constantes las longitudes de los elementos.

## 1 - INTRODUCCIÓN

Las nuevas estrategias proyectuales destacan el rol fundamental de las estructuras en el desarrollo de un planteo arquitectónico-tecnológico sustentable, como respuesta a nuevos paradigmas en cuanto a materiales, y posibilidades de conformación de los tipos estructurales, partiendo de la geometría como elemento generador de la forma arquitectónica-estructural mediante la utilización de recursos y herramientas computacionales, que permiten primero generar y luego analizar gráficamente el comportamiento de las estructuras en el espacio.

El concepto que rige a la sustentabilidad desde el área de las estructuras es el material con que lo llevamos a cabo y la eficiencia de la estructura, en la que está presente la forma adecuada para resistir esfuerzos, el uso del plugin kangaroo es un elemento que deforma para conseguir resultados eficientes según la variable que queramos optimizar

El uso de estas herramientas posibilita también visualizar espacialmente la forma generada y realizar los ajustes necesarios con celeridad, lo que implica una ventaja de los modelos virtuales frente a maquetas reales. El interés del proyecto reside entonces no sólo en la forma resultante, sino también en el proceso que la genera

## 2 - METODOLOGÍA

En esta línea se presentan trabajos cuyo proceso de diseño surge a partir de las primeras ideas de Gaudí, sobre el funicular de las cargas, transferidas a métodos y modelos actuales. El objetivo de estos trabajos fue ensayar una nueva estrategia de diseño a partir de la utilización de un software en realidad un plugin de grasshopper, que posibilita la incorporación de fenómenos físicos a la geometría y así conseguir la optimización de la estructura.

Entonces mediante la generación de su geometría a partir de leyes físicas (la geometría como expresión de la acción de las cargas) en el cual se diseña sobre la base del comportamiento físico de estructuras.

A partir de la deformación simulada de una lámina plana, mediante la utilización de software específico como herramientas de diseño estructural, es posible la obtención de formas complejas, en sucesivos ajustes de la geometría hasta obtener aquella estructura que resulte más eficiente en su comportamiento desde el punto de vista de deformaciones y tensiones límite. El método permite además examinar rápidamente muchas variaciones del mismo sistema con el fin de generar una rápida retroalimentación dentro del proceso de diseño, convirtiéndolo en un proceso evolutivo integrador.

Los ejemplos presentados han sido realizados como medio para el estudio de dicho programa.

Estos, de diverso origen y concepción, tienen en común el carácter exploratorio en lo referido a la generación de la forma que establece la relación entre Arquitectura y Tecnología, utilizando las geometrías complejas y los nuevos programas para resolver el problema de proyecto.

## 3 – DESARROLLO

Como trabaja kangaroo? Es un motor de física, el cual se acopla perfectamente bien a rinho siendo un plugin de grasshopper. Lo primero que debemos realizar es una superficie en rinho plana de cualquier forma y se la transforma en una malla ver figura 1 luego asignarle una capsula mesh en grasshopper que la convierte en malla.

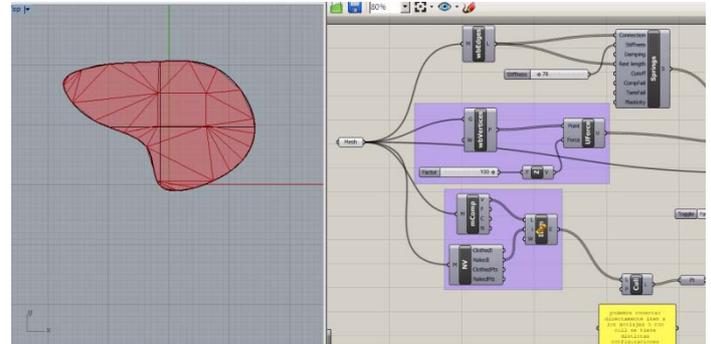


Figura 1

A esa malla tenemos con ayuda de otro plugin wb, el cual tiene sentencias que nos permiten extraer líneas y nudos de las mallas anteriormente generadas.

Las líneas serán conectadas con un primer bloque que se ocupa de dar las características mecánicas a la malla, matriz springs, la cual le da a esas líneas propiedades de rigidez, criterio de longitud después de la deformación aplicada, amortiguamiento, etc.

Luego se conecta la misma malla al segundo bloque el cual extrae nudos y se le pueden aplicar cargas o fuerzas verticales en cada nudo, en realidad cualquier tipo de fuerza viento, presiones etc.

Y el tercer bloque nos identifica nudos para definir cuales están anclados, por lo cual, se explota la malla, se identifican vértices que limitan mallas y con un criterio de orden se eligen dos de por medio en el borde ver figura 2

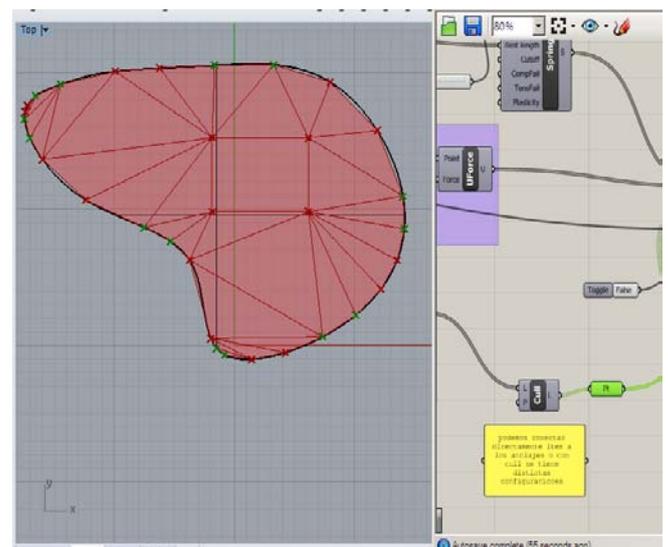


Figura 2

Por último, del esquema típico de kangaroo debemos conectar los dos primeros bloques springs y fuerzas al ítem de fuerzas y el de apoyos o anclajes, se activa la

simulación y como salida colocamos otra malla la cual será deformada por acción de cargas. En este caso hemos colocado de 100 nw. en dirección del eje z, o sea vertical, y además activamos el timer y seteamos la rigidez en 0

Obtendremos grandes deformaciones ver figura 3

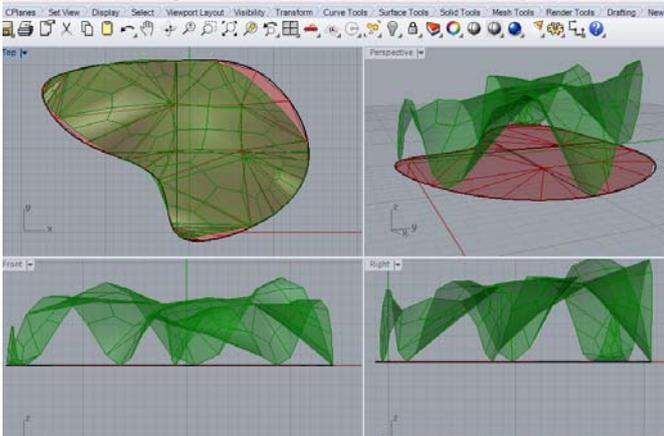


Figura 3

Aquí tenemos la superficie o malla original plana y la nueva deformada, conservando las longitudes iniciales de las barras de la malla si anulamos esto y aumentamos la rigidez será otra la configuración obtenida que respondería a relajación total y pura en la que varía los largos de las barras de la malla figura 4

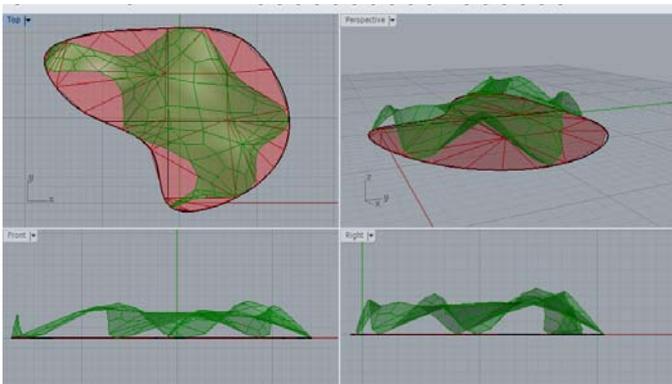


Figura 4

Así en este caso volviendo a fijar los largos de barras y aumentando aun más la rigidez obtenemos otra configuración, así seguiríamos con muchas más ver figura 5

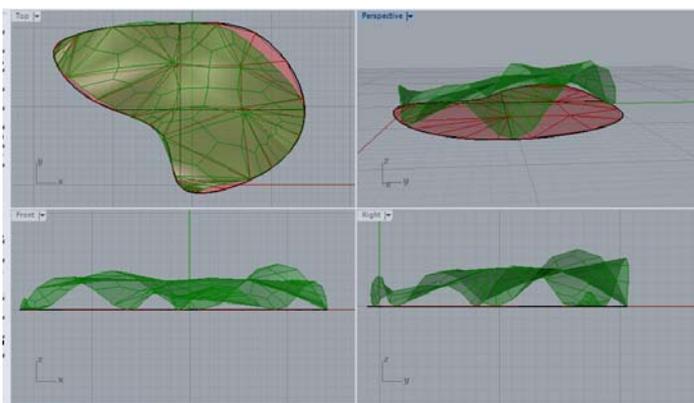


Figura 5

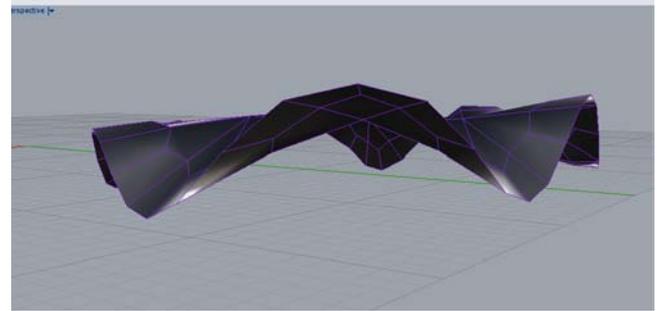


Figura 6

Así podemos aplicar la misma estructura a distintas configuraciones por ejemplo es posible obtener distintas geometrías como carpas, correspondiendo a una situación de relajación. Ver figura 7

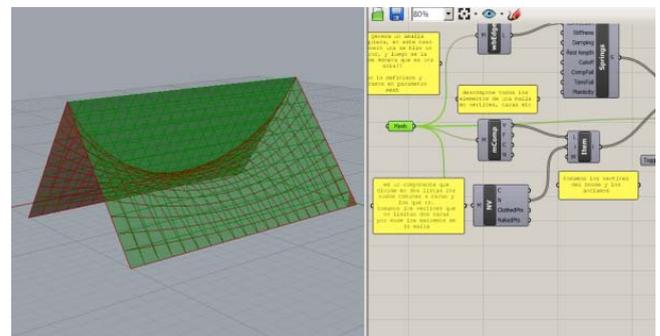


Figura 7

O situaciones más complejas como muestra la figura 8y 9.

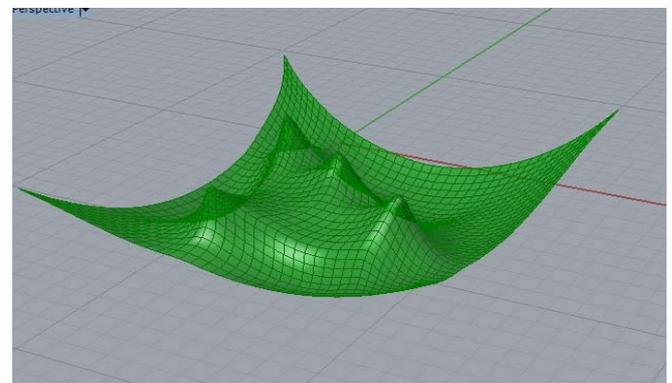


Figura 8

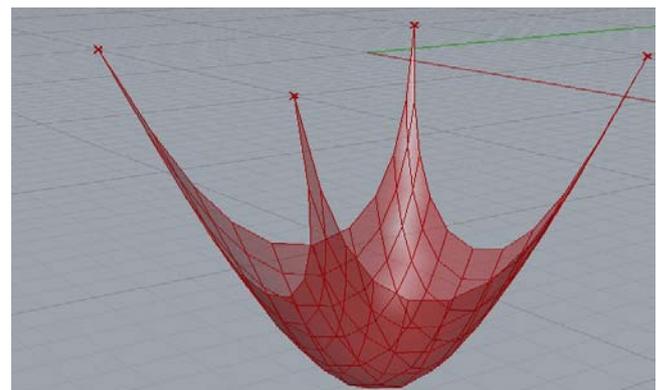


Figura 9

En el caso de la figura nueve, a una superficie plana cualquiera la que ha sido previamente convertida en una malla en este caso se le activo el modulo de carga de viento, simulado una bandera, la cual cambia su configuración geométrica en cada instante, nosotros tomamos un momento el cual es representado en la figura 9

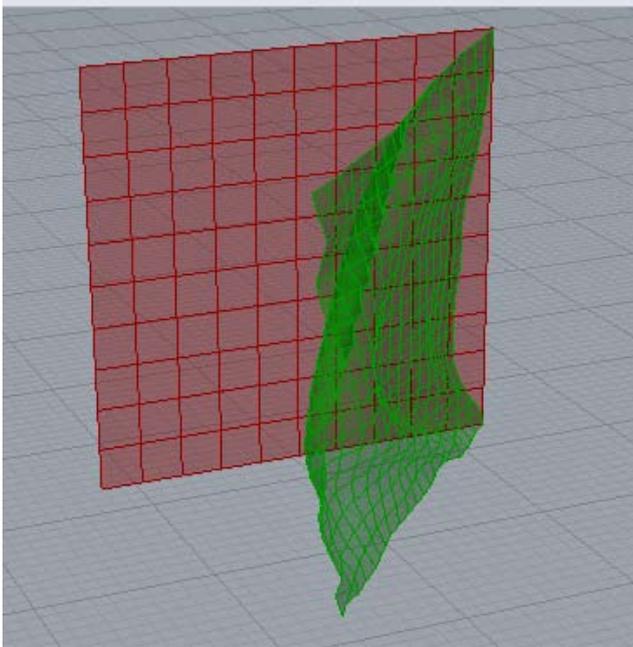


Figura 9

## CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue mostrar las configuraciones o transformaciones que puede tener una superficie plana frente a la deformación generada por cargas

Las cargas pueden modificarse, en cuando a modulo o efecto es decir cargas gravitatorias o cargas de viento en estos casos analizados, obteniendo distintas configuraciones que responden al criterio de eficiencia estructural

Dichas configuraciones pueden ser aplicadas en obras de arquitectura o ingeniería obteniendo generaciones geométricas por un camino diferente.

Las configuraciones geométricas obtenidas muchas veces son impensables y esta herramienta nos permite producir geometrías afectadas por distintos tipos de fuerza que muchas veces son inimaginables por un método tradicional

Creemos que el desarrollo de este trabajo contribuye a mostrar cómo se pueden construir formas por otros caminos de los tradicionales y conservar eficiencia y así hacer de este mundo uno más sostenible

Mostrar el uso de nuevos programas que permiten una simulación en tiempo real y el poder articular y modificar con las propuestas de una manera activa y dinámica

## REFERENCIAS

MOUSSAVI, F. (2009). The function of Form. Ed. Actar. Harvard Univ. Graduate School of Design.

- [2] BERNABEU LARENA, A. (2007) Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea.
- [3] El trabajo de Cecil Belmond. Univ. Politécnica de Madrid. E T S A. On line.
- [4] Revista C3 N°313. Septiembre de 2010. C3 Publishing Co. www.c3p.kr
- [5] Terzidis, K. (2006), Algorithmic Architecture. Oxford, UK, Architectural Press Elsevier.
- [6] Krauel, J. (2010). Arquitectura Digital - Innovación y Diseño. Editorial Links, Barcelona.
- [7] Sakamoto, T. (2008). From Control to Design. Parametric/Algorithmic Architecture. Ed. Actar