

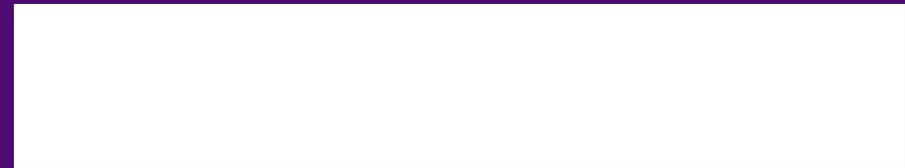


CONCURSO

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MEMORIAS, INVESTIGACIONES PATENTES,
PROYECTOS DE TÍTULOS

La VII Versión del Concurso, tiene como objetivo destacar a aquellos alumnos de las carreras de ingeniería y construcción civil que hayan desarrollado o se encuentren desarrollando memorias de título, proyectos de título, investigaciones o patentes en torno a la madera.



A decorative graphic on the left side of the slide. It features a series of concentric circles in a lighter shade of purple, centered in the upper-left quadrant. A thick white L-shaped line starts from the bottom of the circles and extends horizontally to the right, then vertically down to the bottom edge of the slide.

EQUIPO ING1163

Formulación de un Sistema de Panelizado Regular en Flexión Activa

Antonio Henríquez

Formulación de un Sistema de Panelizado Regular en Flexión Activa

El proyecto busca formular un sistema de panelizado regular que sea capaz de construir una envolvente habitable de forma libre, es decir, de geometría curva y fluida.

El resultado es el “panel flector”, un panel construido por flejes de madera que adquiere volumen resistente al ser tensado sobre sí mismo, pudiendo ensamblarse con otros idénticos para producir una envolvente objetivo.

El sistema se pone a prueba con dos prototipos, uno de escala y otro de forma.



Panelización

En la arquitectura contemporánea encontramos una variedad de edificios de forma compleja que usan la panelización como método constructivo: la aproximación de una superficie compleja y continua por una colección de superficies discretas, simples y únicas.



Esta técnica tiene problemas como la logística involucrada en la creación de una gran cantidad de piezas únicas e irrepetibles, así como su eventual mantenimiento y reemplazo.

En reacción al estado del arte, este proyecto busca formular un sistema simple de panelizado.

La idea base es que en lugar de producir piezas específicas, los paneles sean regulares entre sí, pero con capacidad de reaccionar formalmente a los esfuerzos aplicados, adaptándose según la posición en un ensamble.

Pabellón BUGA Wood por ICD/ITKE 2019

Un pabellón panelizado en madera que alcanza 30m de luz. Para su fabricación se emplearon robots, garantizando una precisión submilimétrica de las piezas.

Imágenes recuperadas de metalocus.es/es/noticias/pabellon-buga-wood-por-icditke-university-stuttgart

Flexión Activa

Para incorporar la capacidad resistente a los paneles se recurre a la flexión activa, “estructuras que usan activamente la flexión como un proceso de auto-formación” (Liendhard et al, 2013), es decir, objetos que reaccionan formalmente a la fuerza aplicada.



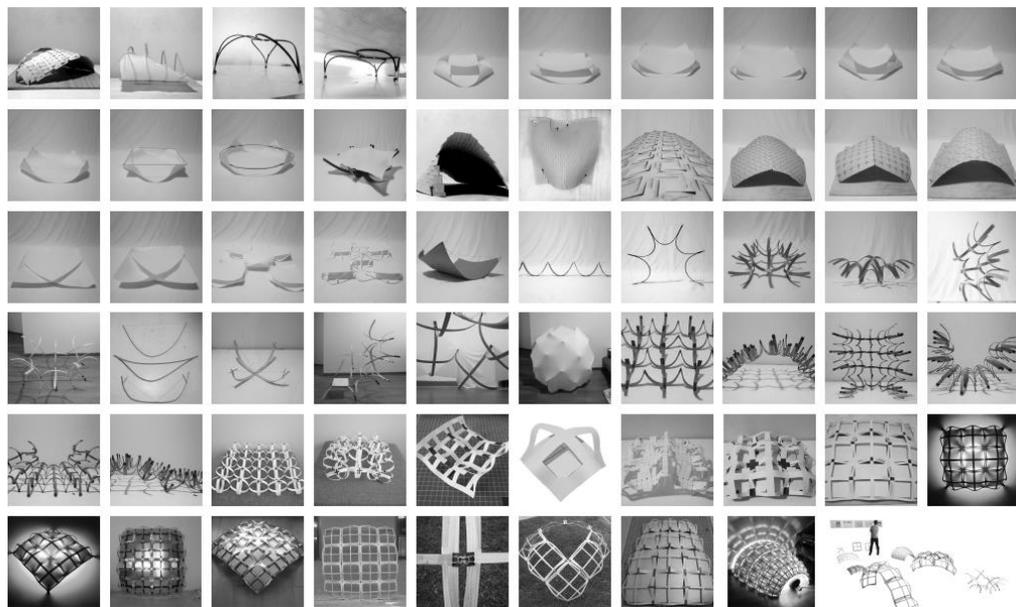
El principio consiste en construir paneles regulares y planos, los que adquieren volumen resistente al ser tensados individualmente sobre sí mismos. Esta colección de paneles se conecta para construir la geometría objetivo, y cada uno se adapta formalmente a los esfuerzos que recibe dependiendo de su posición en el arreglo.

Chozas Mudhif, Irak.

Un ejemplo donde la estructura de la choza son arcos de madera fijados al piso. Rescatado de “Active bending, a review on structures where bending is used as a self-formation process”, Lienhard et al (2013).

Modelos Estructurales

Al basarse en el comportamiento, la formulación del sistema nace de la compresión de la flexión de la materia. Así, el proyecto se enmarca como una investigación empírica de “modelos estructurales”, objetos que dan instancias de comportamiento físico.



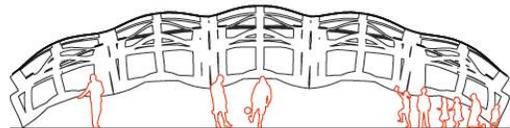
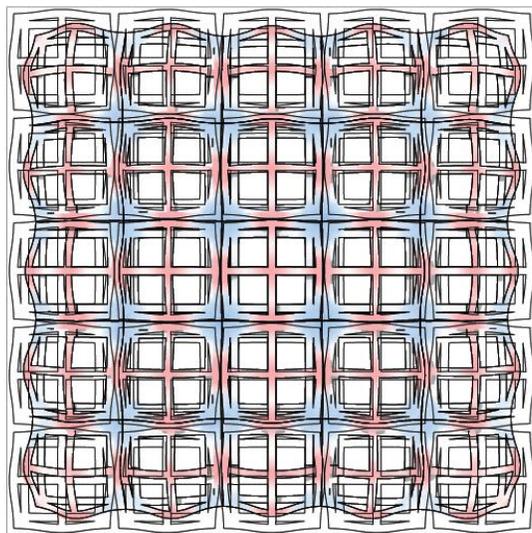
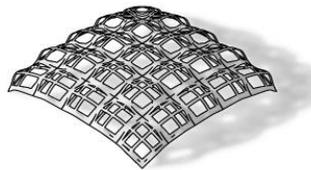
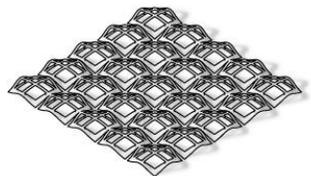
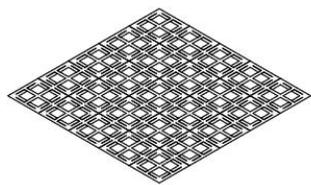
Los modelos prácticos son objetos tangibles que se usaron para la formulación del sistema utilizando una variedad de materiales: papel, cartón, madera, PVC, zinc, aluminio, entre otros.

El objetivo de estos modelos es extraer y poner a prueba nociones respecto al comportamiento de la materia bajo flexión, así como los alcances materiales.

Modelos prácticos
Colección de modelos prácticos desarrollados para la formulación del sistema.

Modelos Digitales

Una vez que los experimentos prácticos se vuelven demasiado complejos, se recurre a modelos digitales, simulaciones físicas realizadas en rhinoceros+grasshopper+kangaroo.



Los modelos digitales permiten poner a prueba nociones más complejas del sistema.

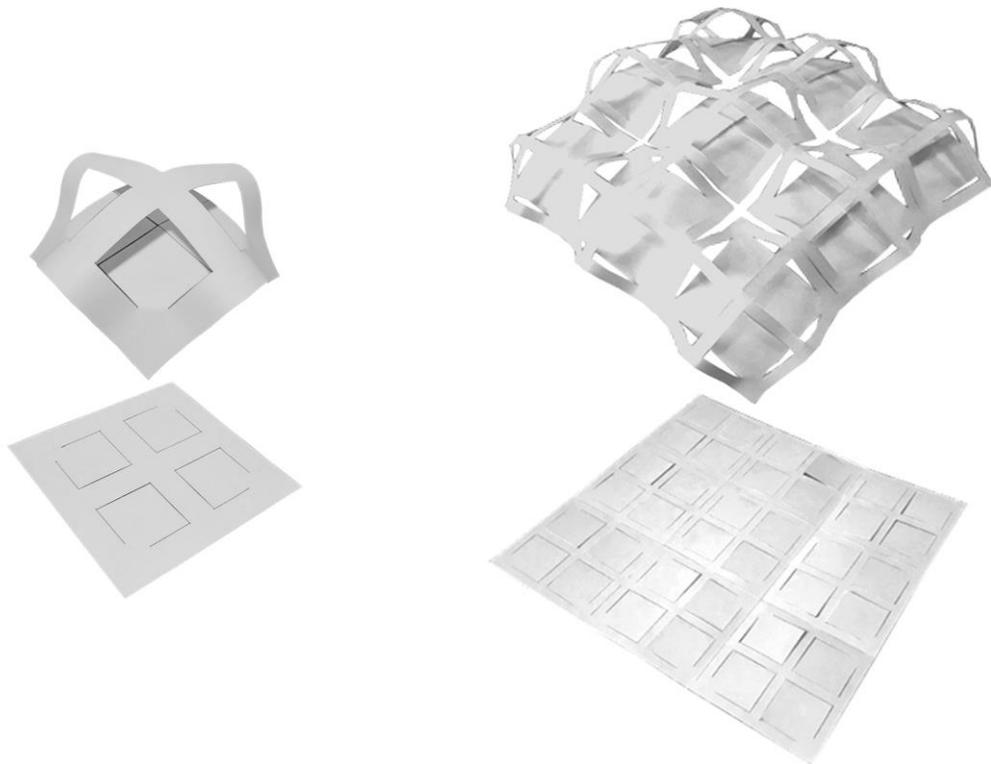
Siendo la panelización una técnica que implica multiplicidad de unidades, el modelo digital resulta valioso para entender las interacciones entre elementos.

Simulación del armado de un domo

El programa simula el proceso de armado de cada panel y la unión entre ellos para dar lugar a la formación de un domo. Como resultado, se obtiene información de los puntos de tensión (azul) y flexión (rojo), así como modelos geométricos de la estructura.

Panel Flector

El concepto básico al que se llega es una placa flexible que se corta sin pérdida de material, formando tensores y arcos. Al unir los tensores, los arcos generan un volumen resistente a la compresión.



Para probar el alcance de la idea, se realizan dos prototipos, uno de escala y otro de forma.

Apelando a la intención de hacer este un sistema simple, se escoge la madera como material de construcción debido a su accesibilidad, economía, cualidades físicas y facilidad de manufactura.

Modelos de papel

A la derecha, un panel flector que se produce al cortar y ensamblar un cuadrado. A la izquierda, nueve paneles flectores producidos al cortar y ensamblar un cuadrado, produciendo un domo.

Prototipo de Escala

Se busca poner a prueba la capacidad del sistema de conformar un espacio habitable.

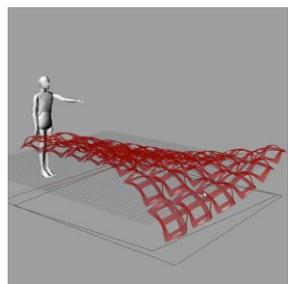


Consiste en un domo rectangular de 25 paneles cuadrados de 120cm de lado, los que se fabrican con flejes de terciado de 120cm×6cm×3.2mm. El domo se construyó exitosamente en febrero de 2019, estando armado durando 20 días hasta la defensa del título. El domo alcanzó un peso de 27kg, una luz máxima de 5.7m y una altura máxima interior de 2.3m, utilizando 9 planchas de terciado multiuso de 3.2mm. El costo total del prototipo fue de CLP\$ 200.000, incluyendo uniones (móviles, encoladas y apernadas), soportes, cerramiento con tela y ensayos. Las herramientas utilizadas para su construcción fueron prensas, cuchillo cartonero, taladro, destornillador y llave de tuercas.

Prototipo de escala

Prototipo de Forma

Se busca poner a prueba la capacidad del sistema de configurar una superficie de forma libre. Para esto se escribe un programa que ajusta los paneles a una superficie objetivo y simula el comportamiento de éstos, entregando las uniones necesarias para alcanzar la forma.



Consiste en una superficie de doble curvatura conformada por 36 paneles cuadrados de 50cm de lado, los que se fabrican con flejes de raulí de 50cm×2cm×1mm. El modelo se construyó en febrero de 2019, estando armado durante dos semanas hasta la defensa del título. El modelo alcanzó una luz máxima de 3m y una altura máxima de 1.2m, utilizando 360 palitos de maqueta de raulí. El costo total del prototipo fue de CLP\$ 120.000, incluyendo uniones (poligonales, encoladas y apernadas), soportes y ensayos. Las herramientas utilizadas para su construcción fueron prensas, cuchillo cartonero, taladro y destornillador.

Simulación que genera el prototipo y su construcción.