

## PRODUCTO

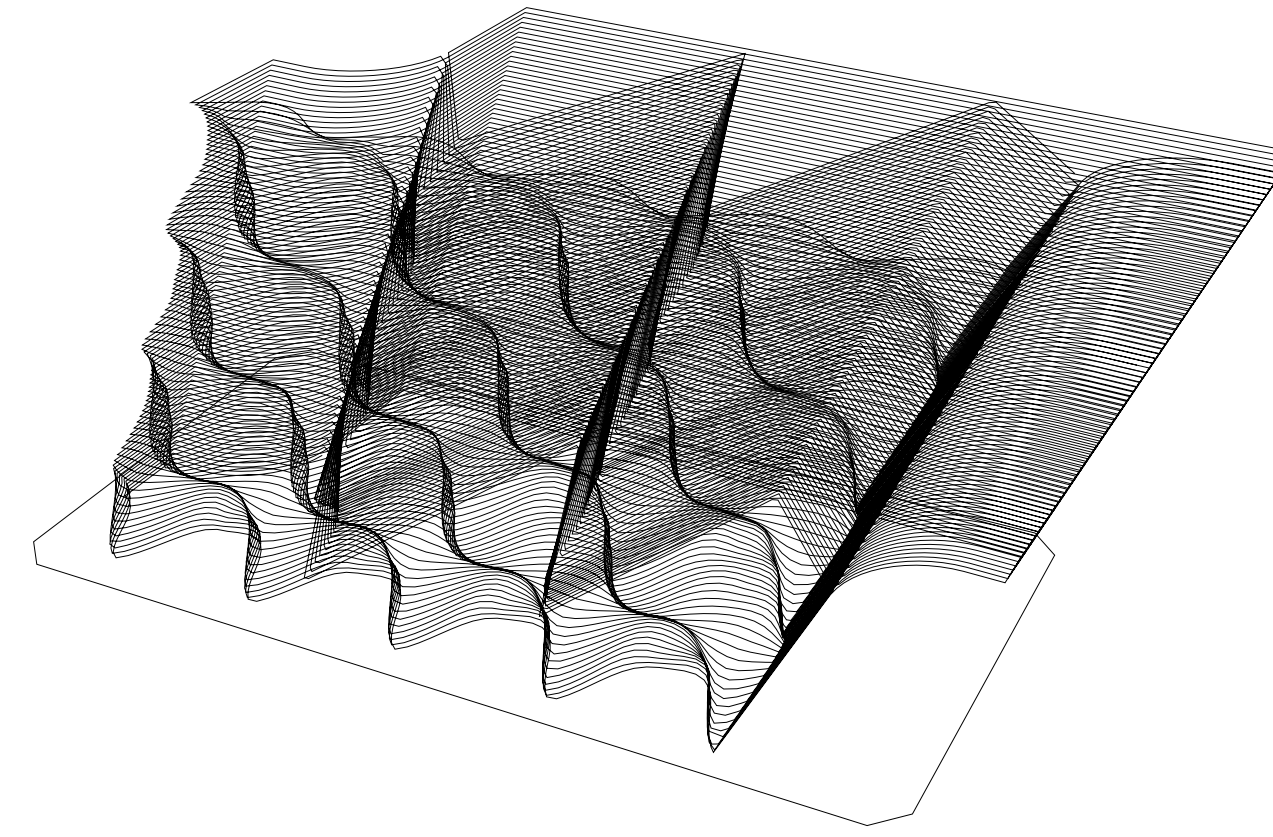
ASCER CEVISAMA  
www.ascer.es

La Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos, ASCER, en el marco de la colaboración que mantiene con la GSD de Harvard (Graduate School of Design) para la investigación sobre el uso de impresión 3D cerámica, ha desarrollado un prototipo para la fabricación aditiva de componentes de construcción de cerámica a escala industrial, y ha presentado en la Feria Cevisama 2017 una instalación temporal del mismo.

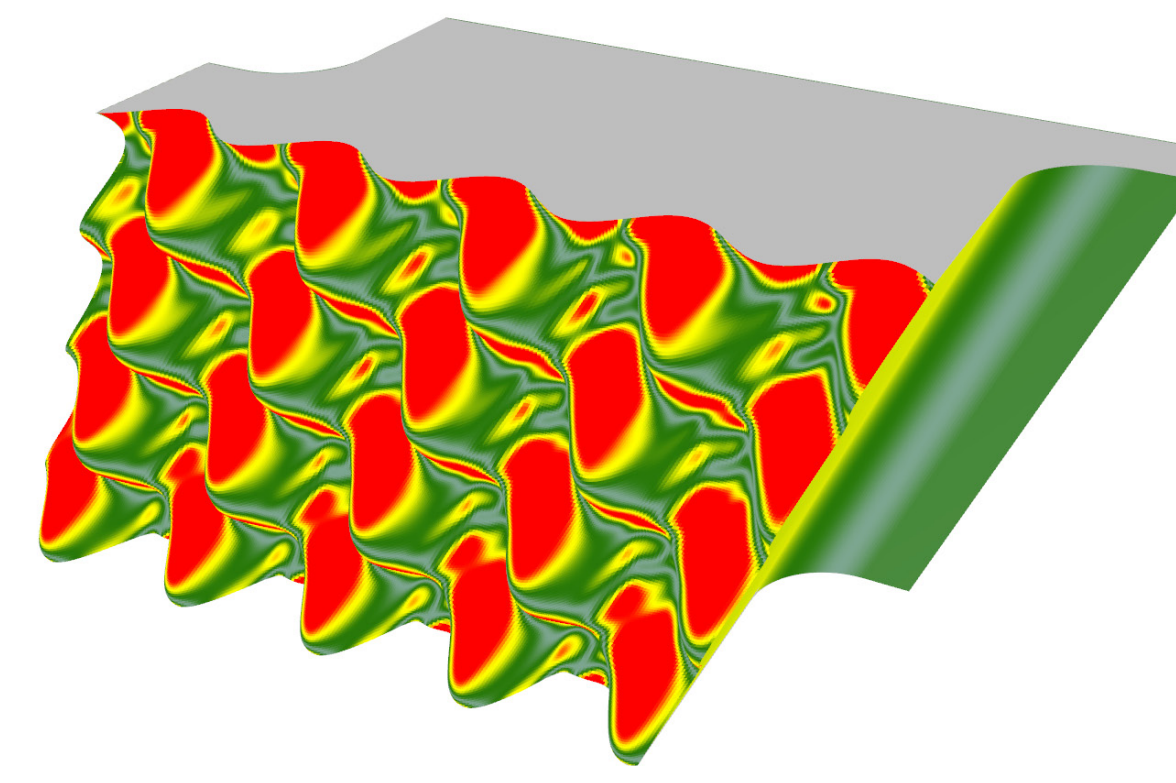
El objetivo de este proyecto es destacar el potencial que la tecnología de la impresión 3D tiene para la cerámica, y probar la adaptación que los principios del calor termodinámico le confieren a la geometría de la impresión 3D.

El proyecto pretende reducir las limitaciones de las técnicas de producción en masa existentes y ampliar el espacio de diseño de la construcción de mampostería.

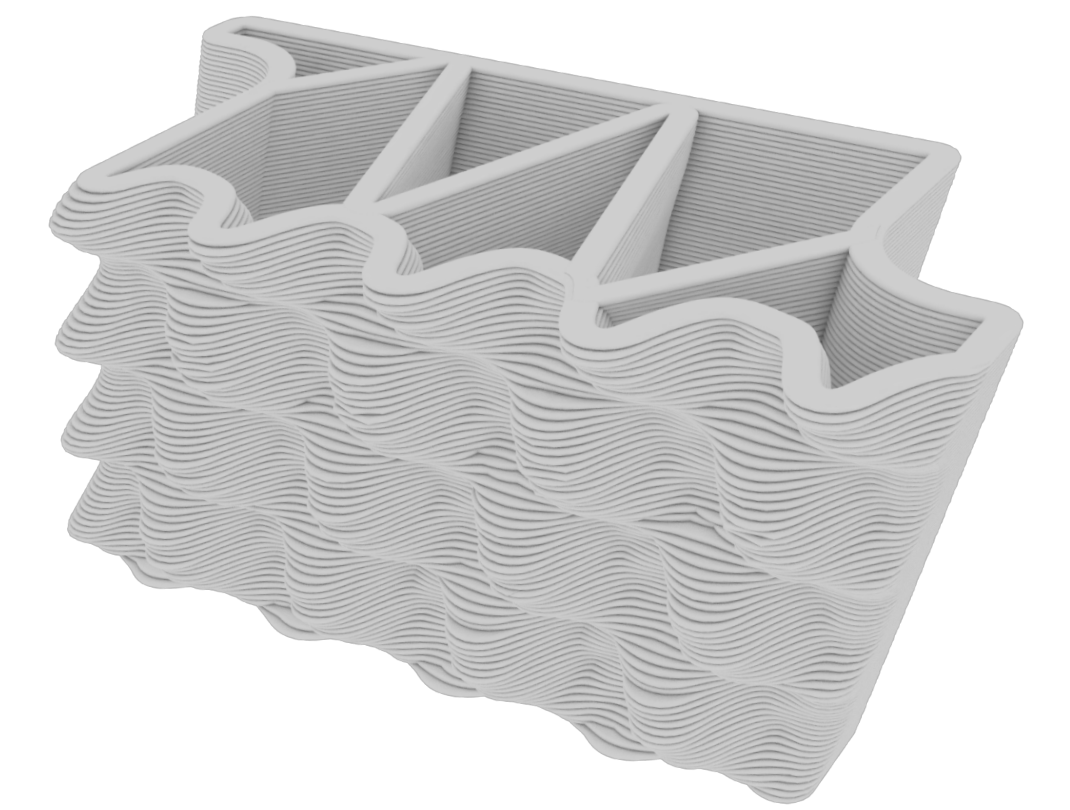
## Pabellón en 3D



El mecanizado de los bloques sigue criterios de eficiencia estructural del elemento y optimización de la producción. © MaP+S



Optimización de la geometría de los bloques para la impresión en 3D © MaP+S



Bloque final impreso en 3D. El patrón interior en zigzag refuerza la estructura del elemento con el mínimo consumo de material. © MaP+S

## PROYECTO

research.gsd.harvard.edu

Prototipo de Pabellón con tecnología 3D.

**Autores:** The Material Processes and Systems (MaP+S) Group @ The Harvard Graduate School of Design.

**Equipo de diseño del proyecto:**

**Professor Martin Bechthold, Director**

**Salmaan Craig, Lecturer in Environmental Technology,**

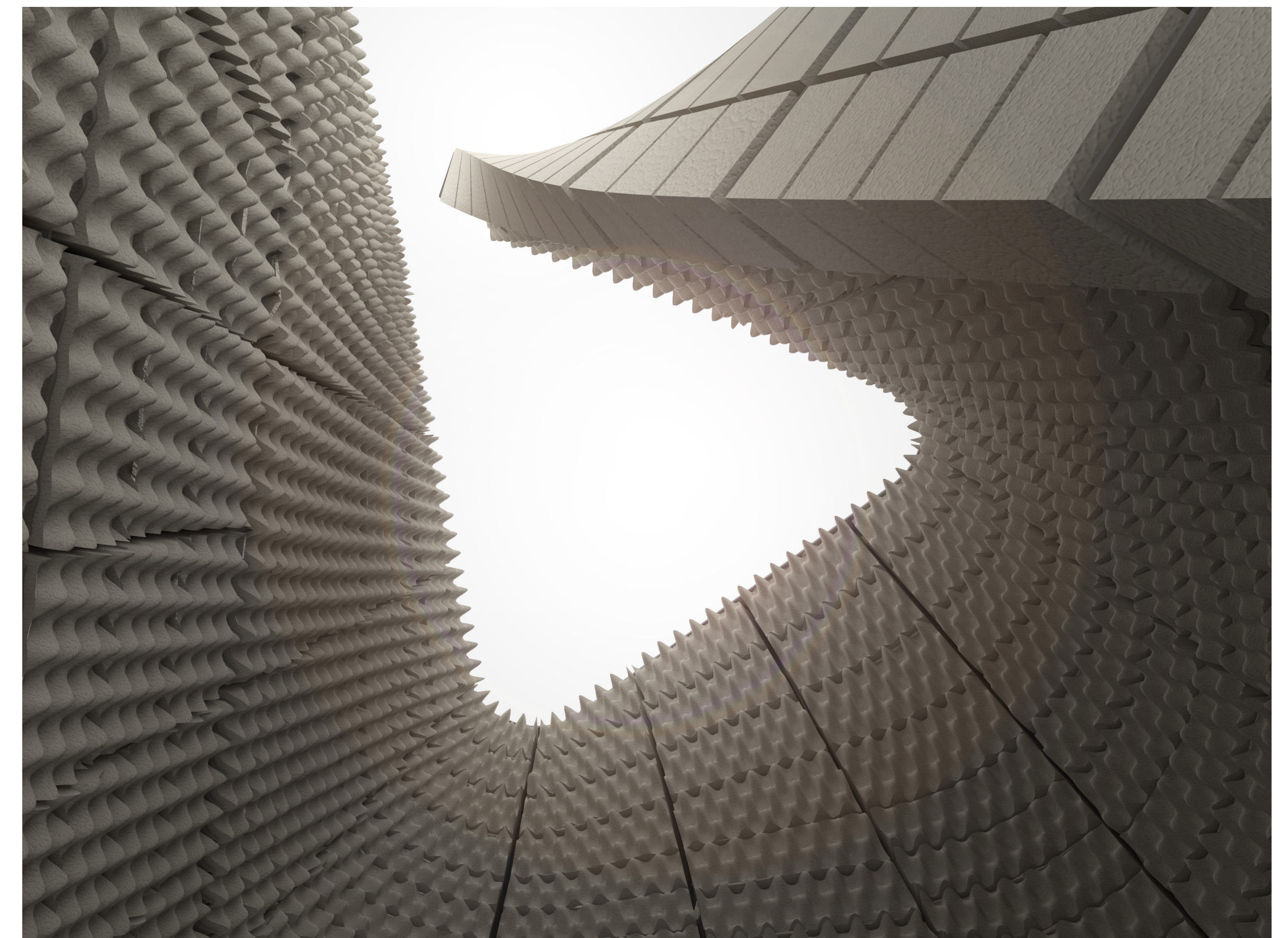
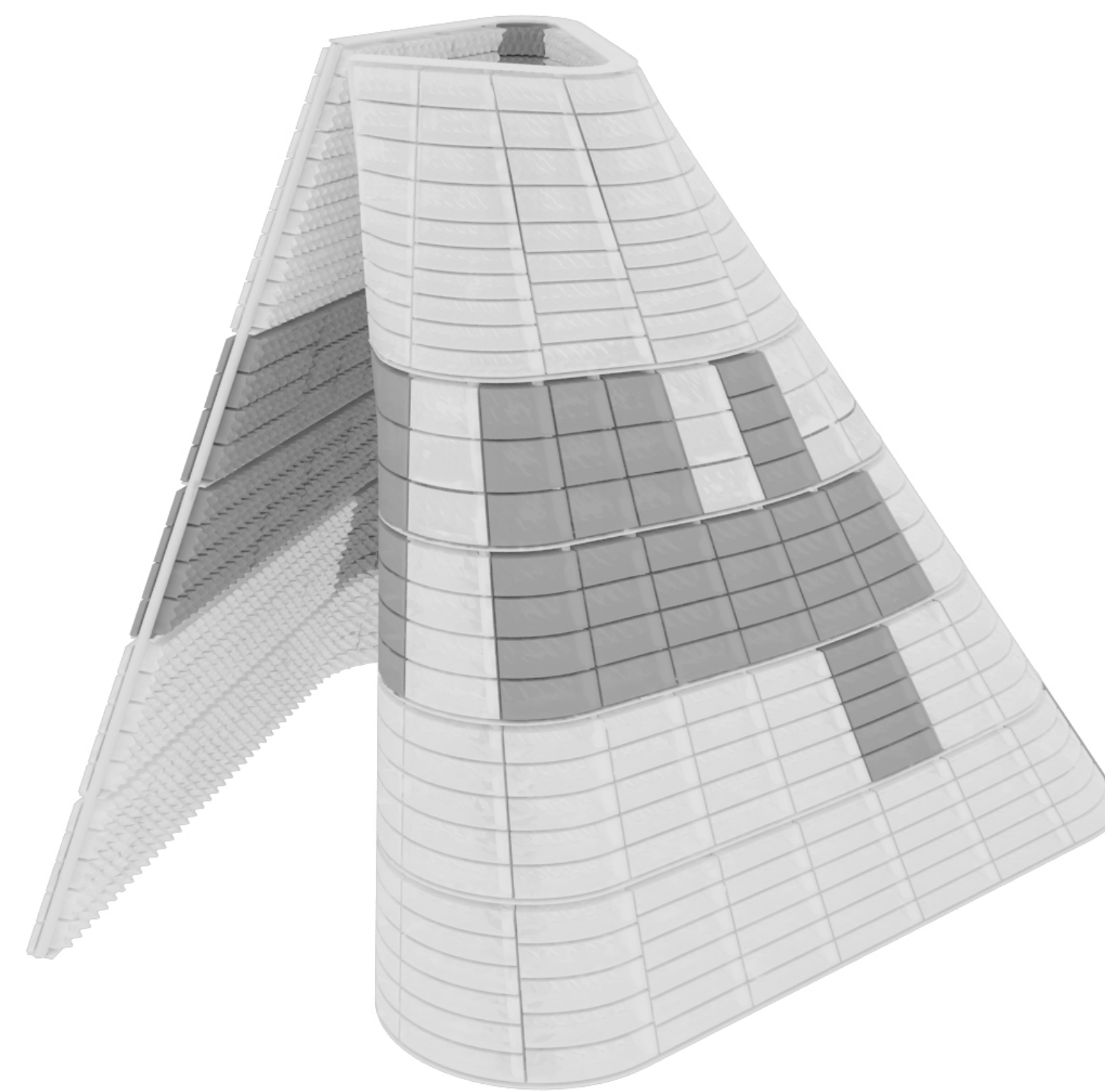
**Nono Martínez Alonso; Jose Luis Garcia Del Castillo; Tiffany Cheng; Kevin Hinz; Namju Lee, Zhiwei Liao; Matan Mayer; Saurabh Mhatre; Zach Seibold; Santiago Serna González; Juan Pablo Ugarte.**

**Documentación:** Fernando García del Castillo López

La forma y el diseño del proyecto, un pabellón piramidal, son producto de la investigación sobre el comportamiento térmico de espacios ventilados de forma natural, realizada por MaP+S en colaboración con Salman Craig y Matan Mayer del Harvard Center for Green Buildings and Cities.

Su forma piramidal facilita que el aire se mueva ascendentemente, y la geometría interior afecta al intercambio térmico entre el aire del ambiente y la superficie interior. La geometría de esta superficie ondulada está relacionada con la investigación sobre dimensiones óptimas para la transferencia de calor termodinámico, además de crear una relación única entre el espacio interior y exterior. Para predecir el comportamiento térmico del sistema se han creado modelos matemáticos.

La geometría de la superficie de las piezas también se ha analizado y optimizado para la impresión 3D. Las piezas se generan paramétricamente a partir de una geometría superficial simple, y se subdividen en base a la cantidad de arcilla requerida para imprimir cada elemento.



© MaP+S

## PUESTA EN OBRA

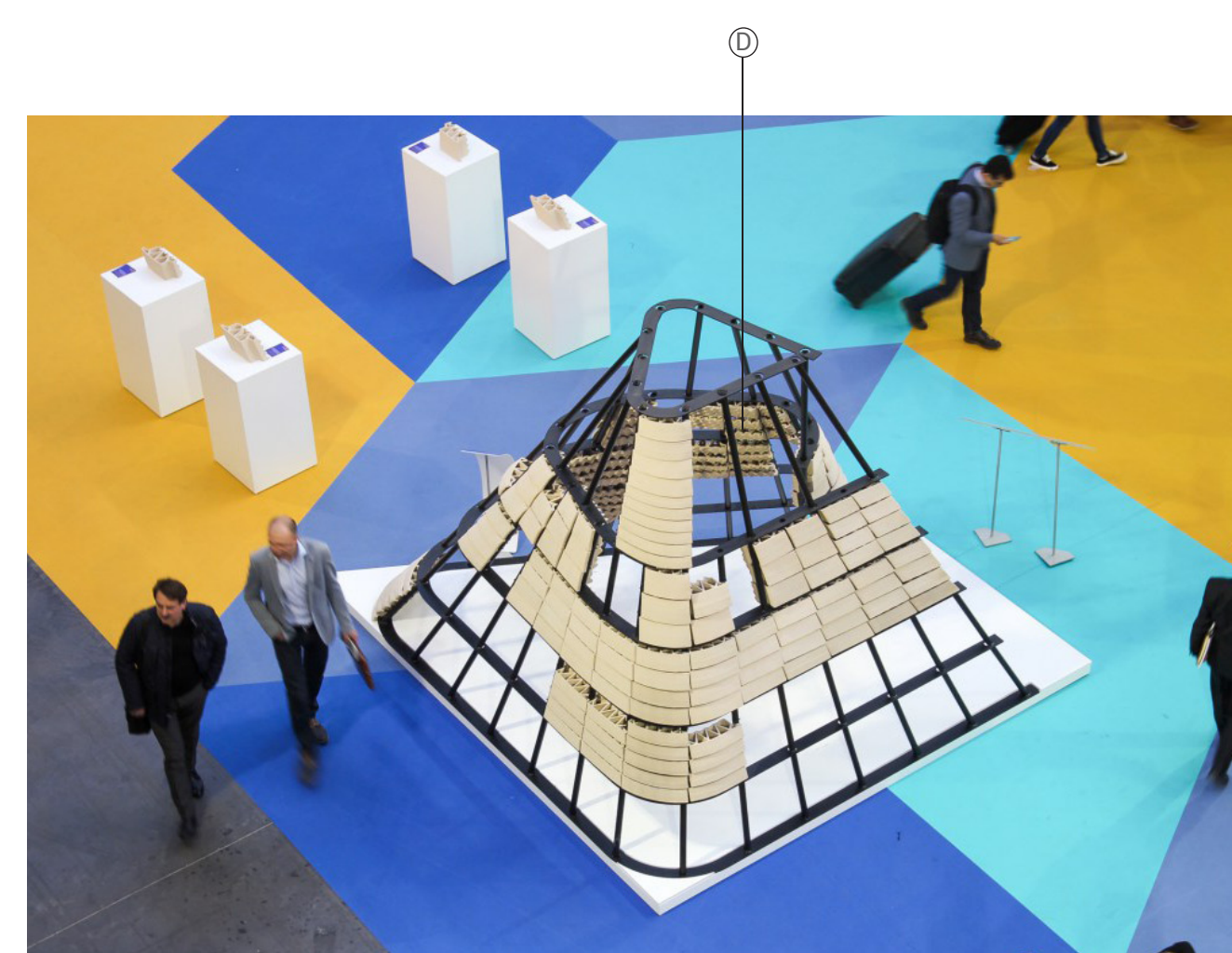
**Producción:** Instituto de Tecnología Cerámica, Pilar Gómez Tena, Carmen Segarra Ferrando, Aroa García Cobos  
**Coordinador:** ITC, Javier Mira Peidro  
**Instalación:** Grupo on Market

El prototipo, con 3 metros de alto y 3,2 x 3,6 m de ancho, utiliza un sistema de extrusión de arcilla personalizado y una armadura de 3 ejes para producir cada una de las 552 piezas cerámicas únicas del prototipo, que tienen de 260 a 545 mm de longitud y de 70 a 50 mm de altura. Los elementos se pueden unir con mortero para instalaciones permanentes o ir apilados en seco y asegurados a un bastidor de soporte.

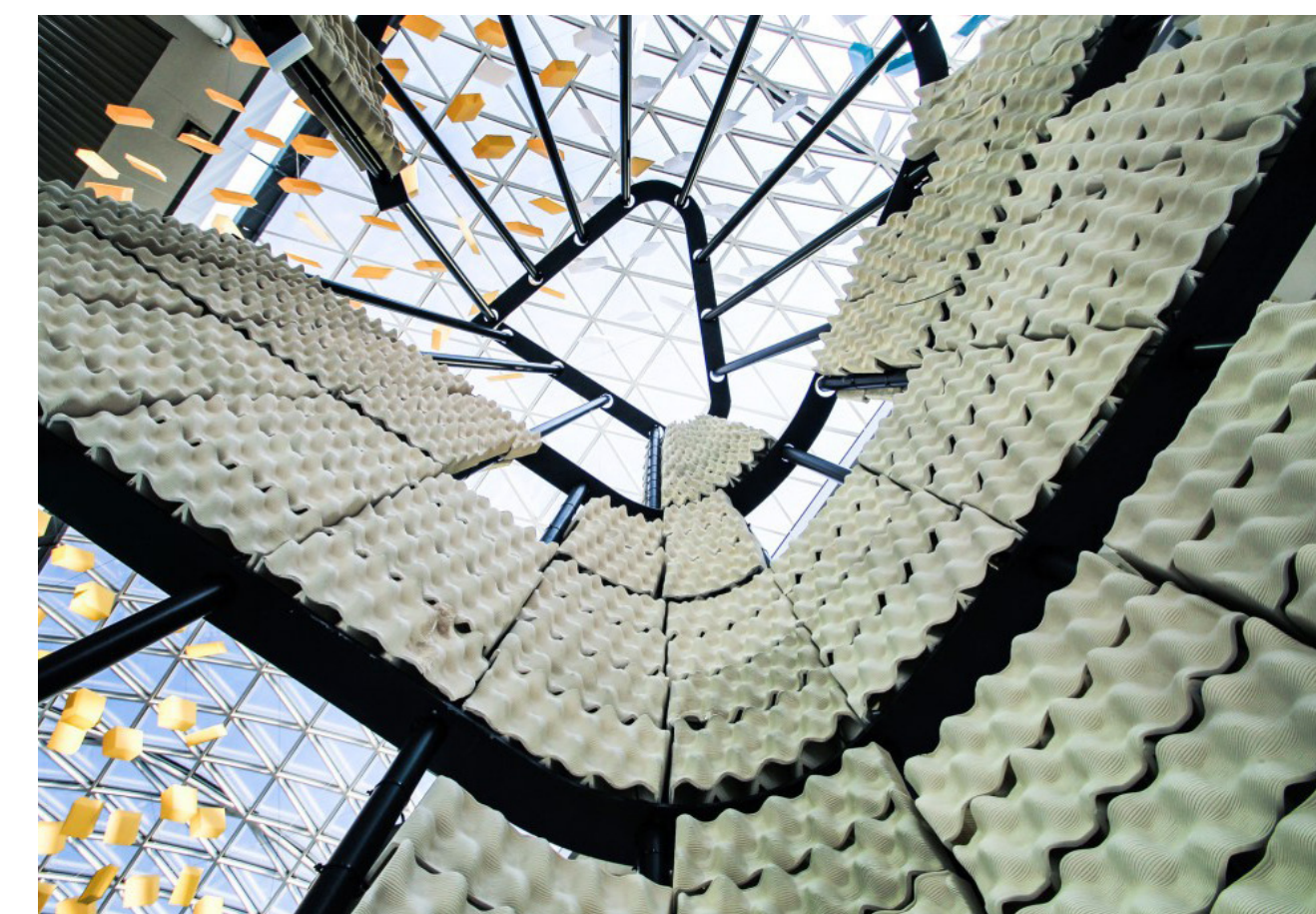
En la instalación temporal presentada en Cevisama 2017 se muestran 184 elementos que representan 1/3 de la estructura total, los cuales requirieron 358 horas de impresión cerámica, 19,84 km de arcilla extruida y se apilaron en seco.

Tanto la geometría de la base del espacio de trabajo como el código de la máquina de impresión se generan directamente desde el modelo paramétrico. Se ha desarrollado también un nuevo programa de generación de mecanizado que permite acortar los procesos de secado y cocción, reduciendo consecuentemente el tiempo de impresión total de cada elemento cerámico, así como la cantidad de material utilizado, mejorando también la estabilidad de cada uno de los elementos.

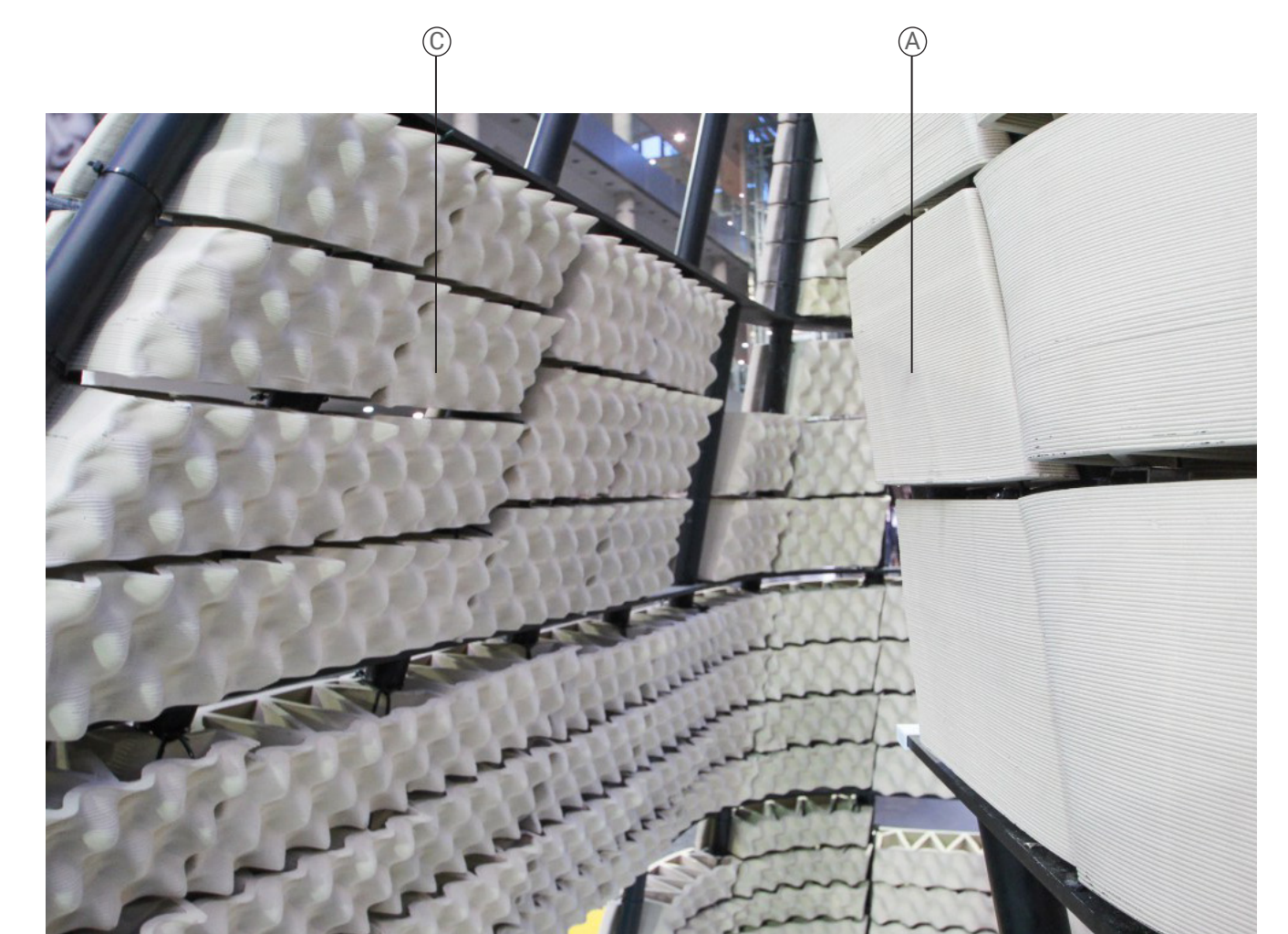
- A. Cara exterior de la pieza, lisa y uniforme. Cada pieza tiene una medida que depende de su posición dentro de la estructura, las limitaciones técnicas de la base de impresión y de la longitud máxima del espacio de trabajo.
- B. Patrón de refuerzo en zigzag incorporado a la geometría de la trayectoria para minimizar la cantidad de material requerido para producir un solo ladrillo. Los huecos entre las piezas permiten maniobras en la producción del prototipo.
- C. Cara interior de la pieza, de formas contorneadas para optimizar la proporción del área de la superficie respecto a la masa térmica, y así maximizar el potencial para la refrigeración a través de sistemas de ventilación natural y efectos de flotabilidad.
- D. Instalación temporal presentada en Cevisama 2017: 184 elementos que requirieron 358 horas de impresión cerámica y 19,84 km de arcilla extruida. Los elementos están apilados en seco y asegurados a un bastidor de soporte.



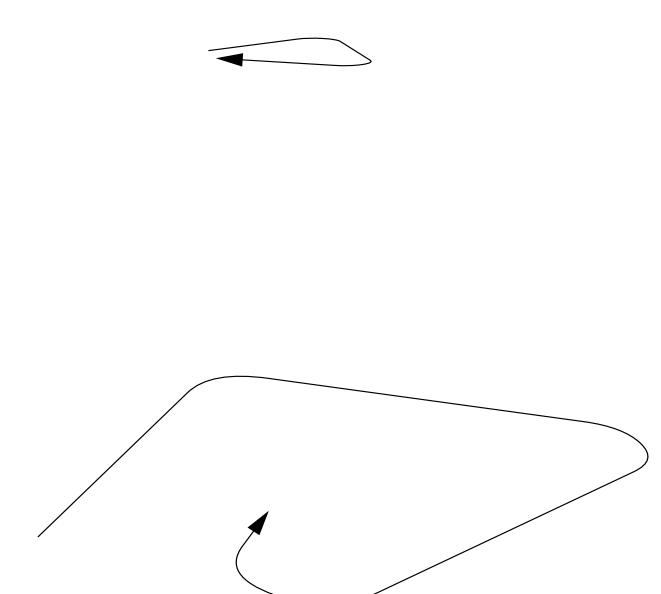
© MaP+S



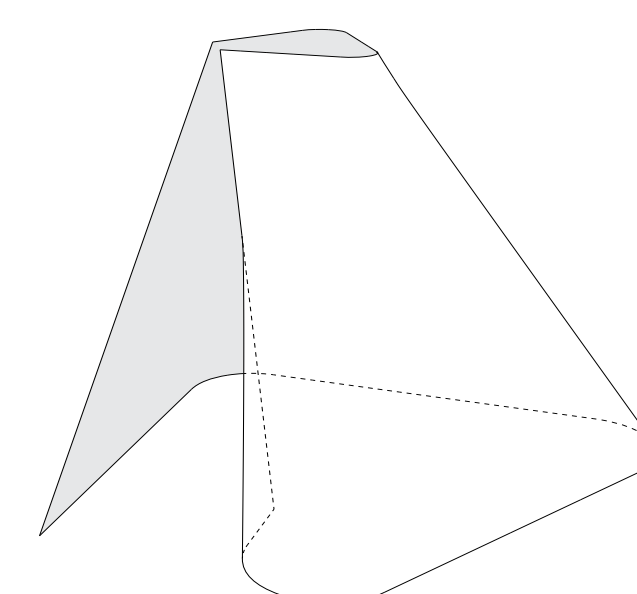
© MaP+S



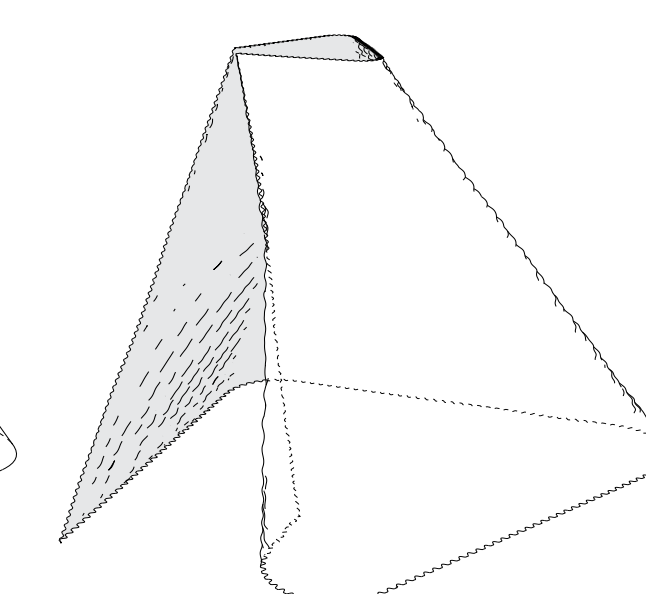
© MaP+S



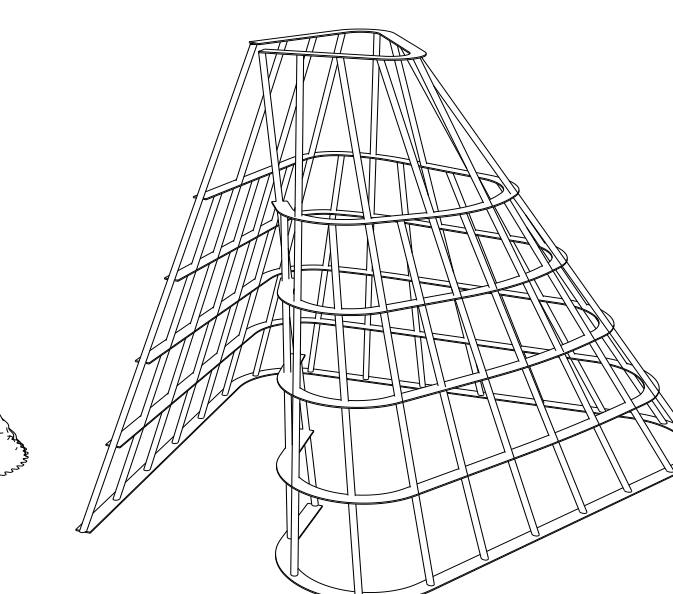
Curvas Base



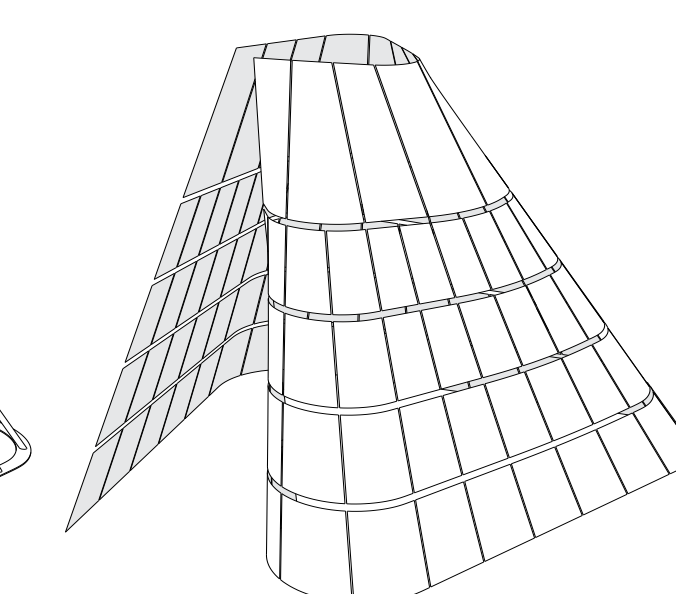
Superficie de transición Base



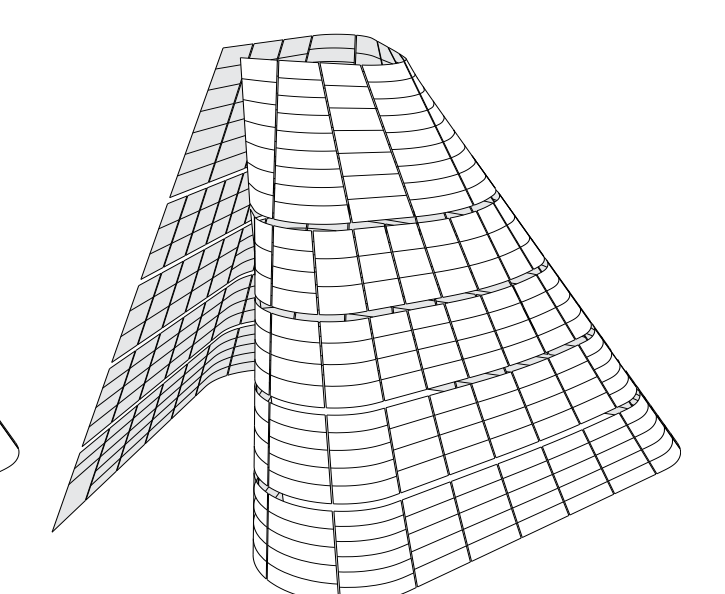
Generación de superficie activa térmicamente



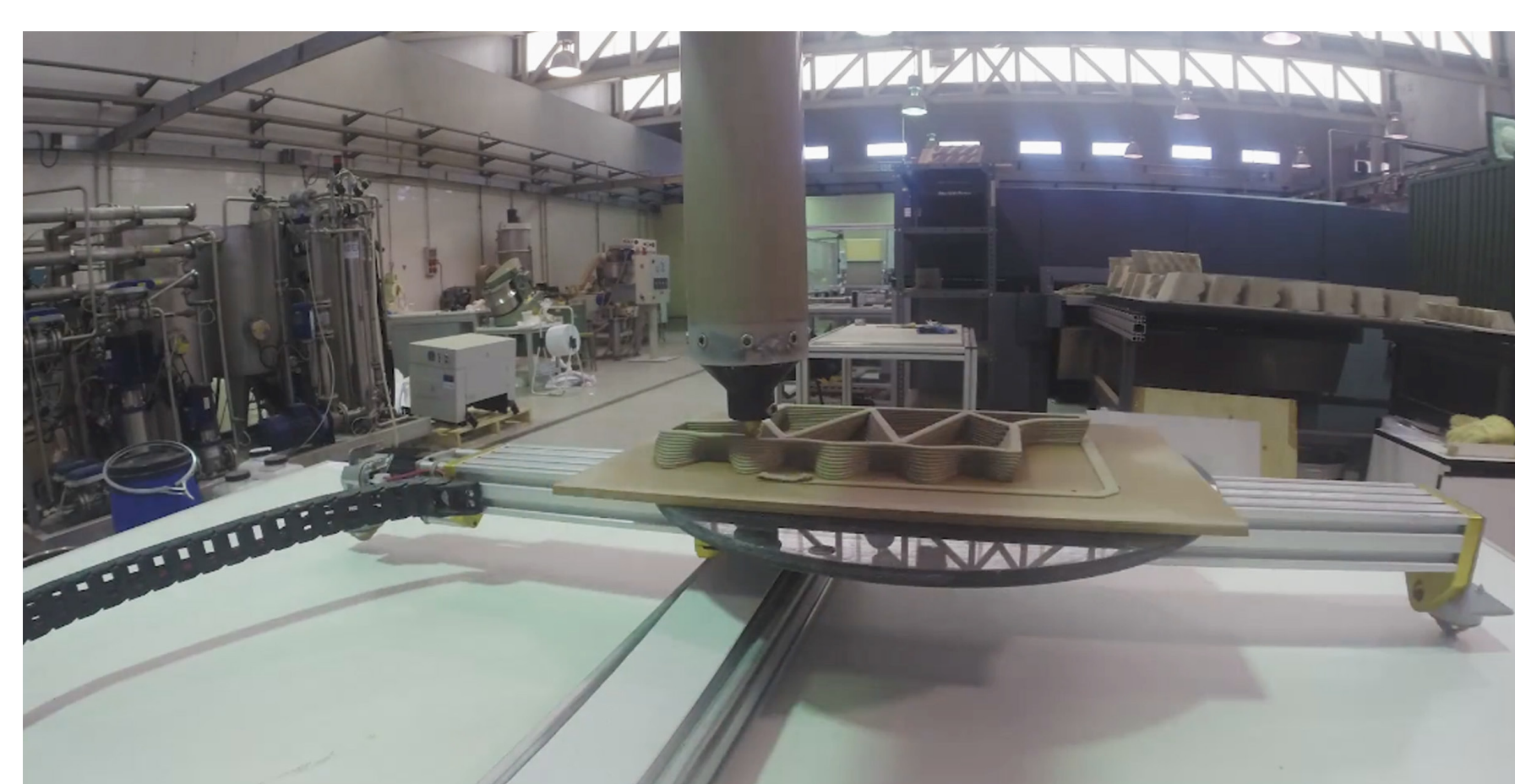
Estructura Base



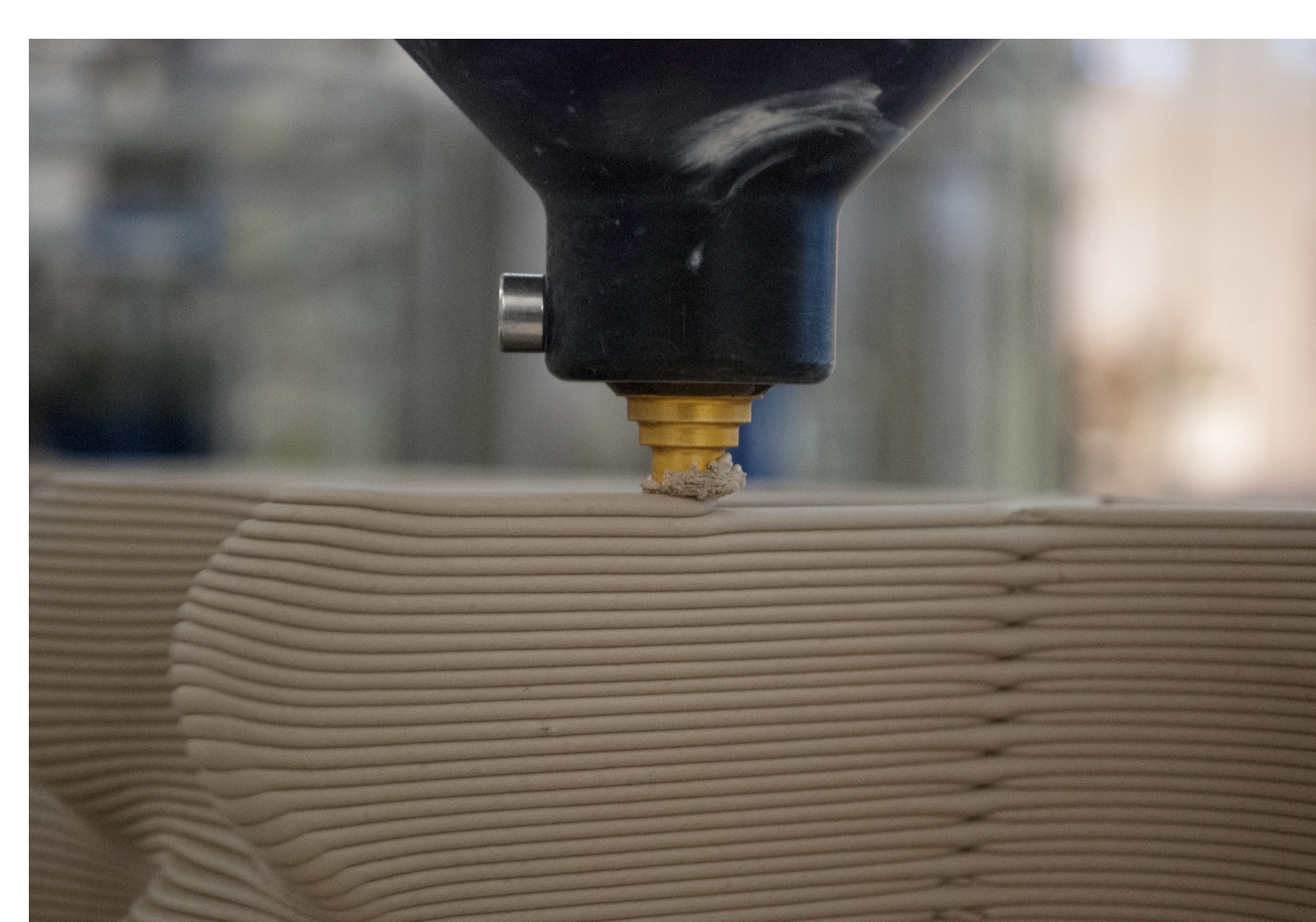
Discretización de la superficie inicial



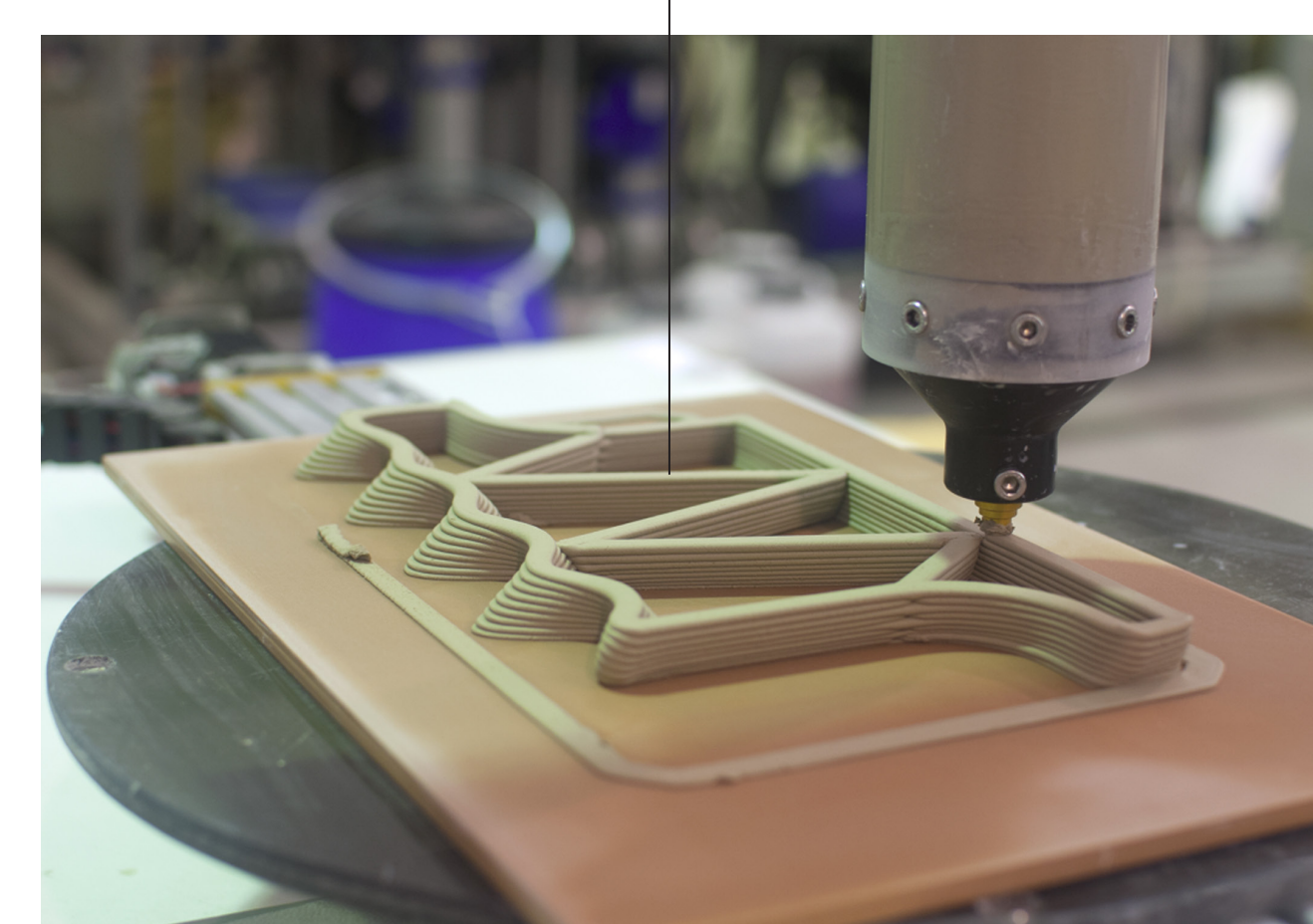
Subdivisión en piezas generadas paramétricamente



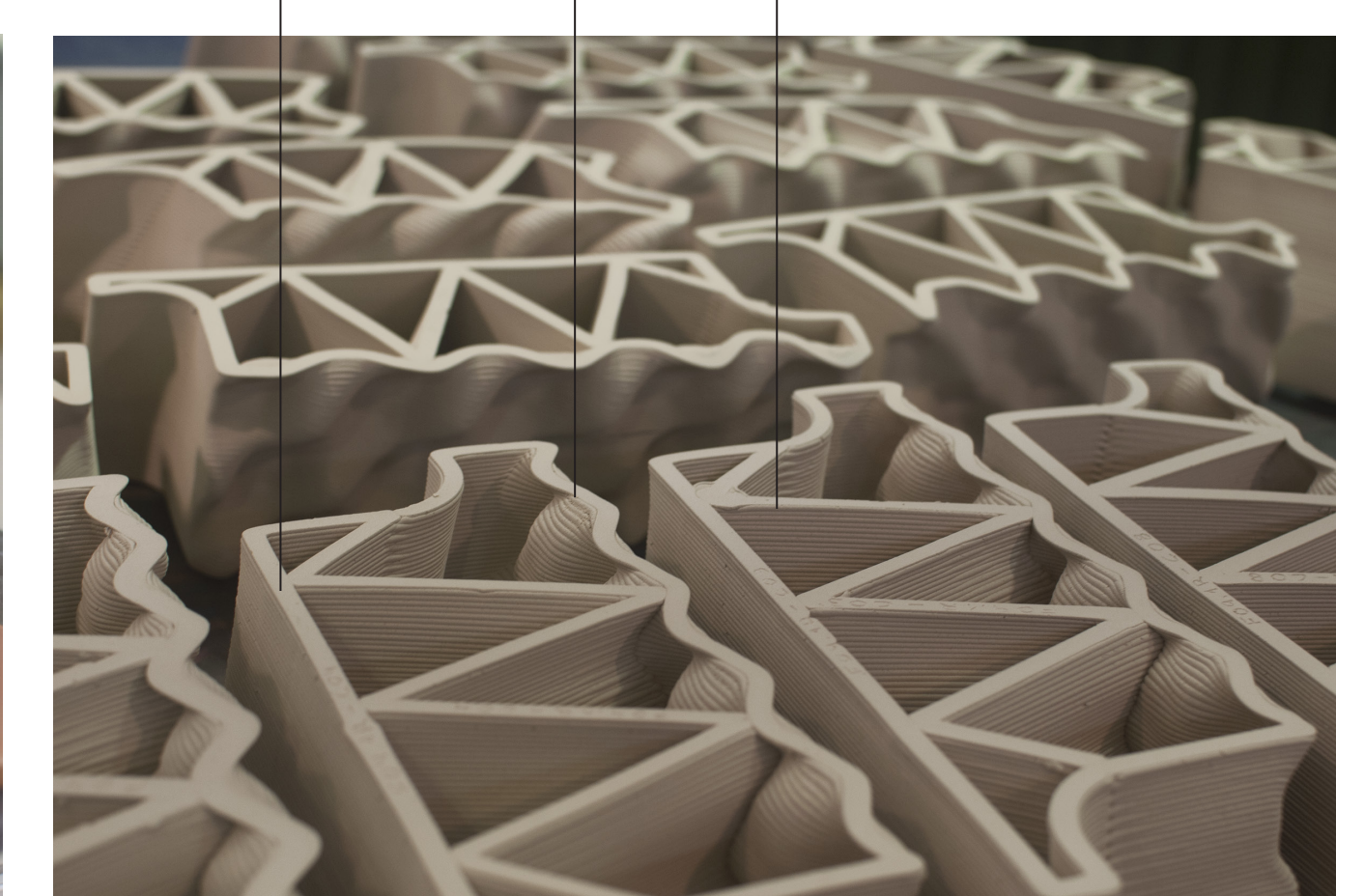
© MaP+S



© MaP+S



© MaP+S



© MaP+S