

## ANEXO 6

### FORMATO DE INFORME DE AVANCE FÍSICO-FINANCIERO

#### N° 2\_\_ INFORME PARCIAL O FINAL DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO

Proyecto: [“EJECUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DESPLEGABLE DE TETRASPAS PARA COBERTURAS DE GRANDES LUCES EN OBRAS DE CONTIGENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO USANDO PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL”

#### I. Introducción al proceso paramétrico

Las coberturas son la protección y delimitación del espacio ante las incidencias de la naturaleza, por lo que influyen significativamente en la reducción de cualquier daño que éstas pueden provocar como lo son la radiación solar, lluvias u otros; aunque estas condicionantes son variantes en base al tiempo y a la zona. Mayormente éstas coberturas se emplazan sobre los espacios de esparcimiento, espacios que necesitan de estructuras de considerable dimensión por las grandes luces presentadas, las cuales se determinan con medidas establecidas para lo que se busca cubrir, haciéndola únicamente funcional para un espacio determinado; pero es que hay un sinnúmero de espacios que buscan ser cubiertos, la mayoría de estos momentáneamente, lo que hace imposible colocar estas estructuras que a parte de lo mencionado, son fijas, haciendo imposible un montaje y desmontaje fácilmente; por lo que se busca una cobertura que sea adaptable para cualquier espacio de grandes luces que se lo requiera. Ante ello, las recientes innovaciones tecnológicas están abriendo el desarrollo de una generación de estructura que se vienen basando bajo el modelo de objetos plegables, como lo son sombrillas, paraguas, sillas, etc.; los cuales tiene las características de expandirse y encogerse según se le necesite, sin embargo, las dimensiones cubiertas son pocas, pero es a partir de este concepto que se busca como cubrir áreas mayores. Arquitectos e

#### II. Objetivos del Proyecto

Objetivo General: Diseñar un módulo con principios paramétricos que de origen a una sucesión para lograr una estructura y a la vez que mediante estos principios se logre ser desplegable, siendo controlable en sus diferentes estados

Objetivos Específicos:

Uso de software de diseño paramétrico para establecer el diseño de un módulo que pueda ser desplegable a partir de una sucesión de estos.

Usar diseño paramétrico para controlar la geometría de la estructura en sus diferentes estados.

#### III. Estado Actual del Proyecto

Desarrollo y análisis de módulos a través de software (Rhinosceros + grasshopper) insertando los conceptos de diseños paramétricos, evaluando cada componente con la finalidad de lograr una estructura desplegable.

#### IV. Avance Físico del Proyecto

[Actividades Realizadas: Diseño paramétrico]

[Porcentaje de Avance: 15%]

Tabla 1. Descripción de Actividades Realizadas

| N° | Actividades Realizadas | Porcentaje de Avance |
|----|------------------------|----------------------|
| 1  | [Diseño paramétrico]   | [15%]                |

Elaboración propia.

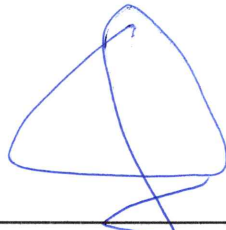
#### VI. Problemas y Desviaciones del plan original

La investigación sigue su línea de desarrollo tal cual se planteó.

#### VII. Conclusiones

La inclusión de los conceptos del diseño paramétrico nos va a permitir lograr que, a partir de un módulo bien desarrollado, se pueda replicar siguiendo una secuencia o patrón, la misma que a la vez va a facilitar la capacidad de ser desplegable.

Fecha: 15 de enero de 2025



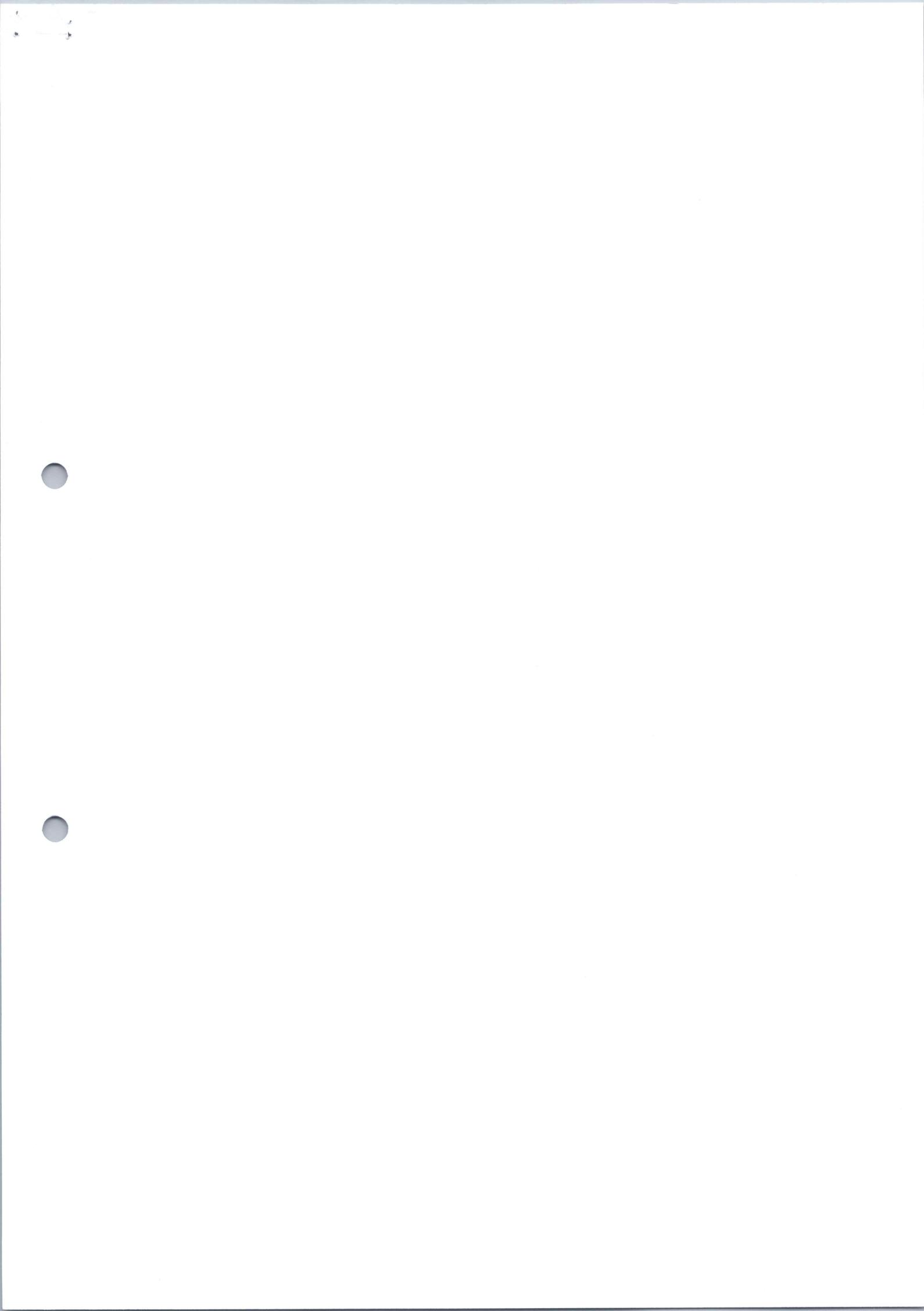
---

**M.Sc. Fabio Samuel Carbajal Bengoa**  
DNI 08665839  
Investigador Principal



---

**Stevenson Lee Reforme Trelles**  
DNI 70088432  
Coinvestigador



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

“EJECUCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DESPLEGABLE DE TETRASPAS PARA COBERTURAS DE GRANDES LUCES EN OBRAS DE CONTINGENCIA EN EL SECTOR EDUCATIVO USANDO PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL ”

DISEÑO PARAMÉTRICO

Presentado por:

Msc. Arq. Fabio Samuel Carbajal Bengoa  
Mg. Arq. Stevenson Lee Reforme

Piura, Perú, 2025

## CAPÍTULO

# 2

*Diseño paramétrico.*

*En este capítulo hablaremos sobre el diseño paramétrico y la influencia que viene trayendo en la arquitectura, siendo una de las últimas novedades que se ha venido implantado y que ha tomado una gran importancia debido a las grandes obras que se pueden hacer con su aplicación.*

*Después, se describirá como el proceso de la creación del protipo se ha implementado el diseño paramétrico; para ello se irá describiendo una interpretación de los pasos seguidos a través de los software rhinosceros + grasshopper, desde la creación del módulo base hasta el despliegue de todo el conjunto.*



## 2) Estado del diseño paramétrico.

### 2.1) Introducción.

Las coberturas son la protección y delimitación del espacio ante las incidencias de la naturaleza, por lo que influyen significativamente en la reducción de cualquier daño que éstas pueden provocar como lo son la radiación solar, lluvias u otros; aunque estas condicionantes son variantes en base al tiempo y a la zona. Mayormente éstas coberturas se emplazan sobre los espacios de esparcimiento, espacios que necesitan de estructuras de considerable dimensión por las grandes luces presentadas, las cuales se determinan con medidas establecidas para lo que se busca cubrir, haciéndola únicamente funcional para un espacio determinado; pero es que hay un sinfín de espacios que buscan ser cubiertos, la mayoría de estos momentáneamente, lo que hace imposible colocar estas estructuras que a parte de lo mencionado, son fijas, haciendo imposible un montaje y desmontaje fácilmente; por lo que se busca una cobertura que sea adaptable para cualquier espacio de grandes luces que se lo requiera. Ante ello, las recientes innovaciones tecnológicas están abriendo el desarrollo de una generación de estructura que se vienen basando bajo el modelo de objetos plegables, como lo son sombrillas, paraguas, sillas, etc.; los cuales tiene las características de expandirse y encogerse según se le necesite, sin embargo, las dimensiones cubiertas son pocas, pero es a partir de este concepto que se busca como cubrir áreas mayores. Arquitectos e

ingenieros están empezando a experimentar soluciones para cubrir éstas grandes luces de una forma momentánea y que puedan seguir siendo útil para diferentes espacios. Además, la capacidad que tienen de poder recogerse a un volumen pequeño hace que sea trasladable hacia cualquier tipo de zona, por más difícil que sea, algo que las estructuras tradicionales no pueden lograr debido a lo imposible que se les hace armar sus coberturas. Es por ello que el desarrollo de una nueva generación de soluciones para estas coberturas puede ofrecer más oportunidades no solamente funcionales si no también estéticas que puedan satisfacer esta necesidad. Este artículo introduce un enfoque para el diseño paramétrico de coberturas de grandes luces basados en una estructura desplegable a partir de un módulo.

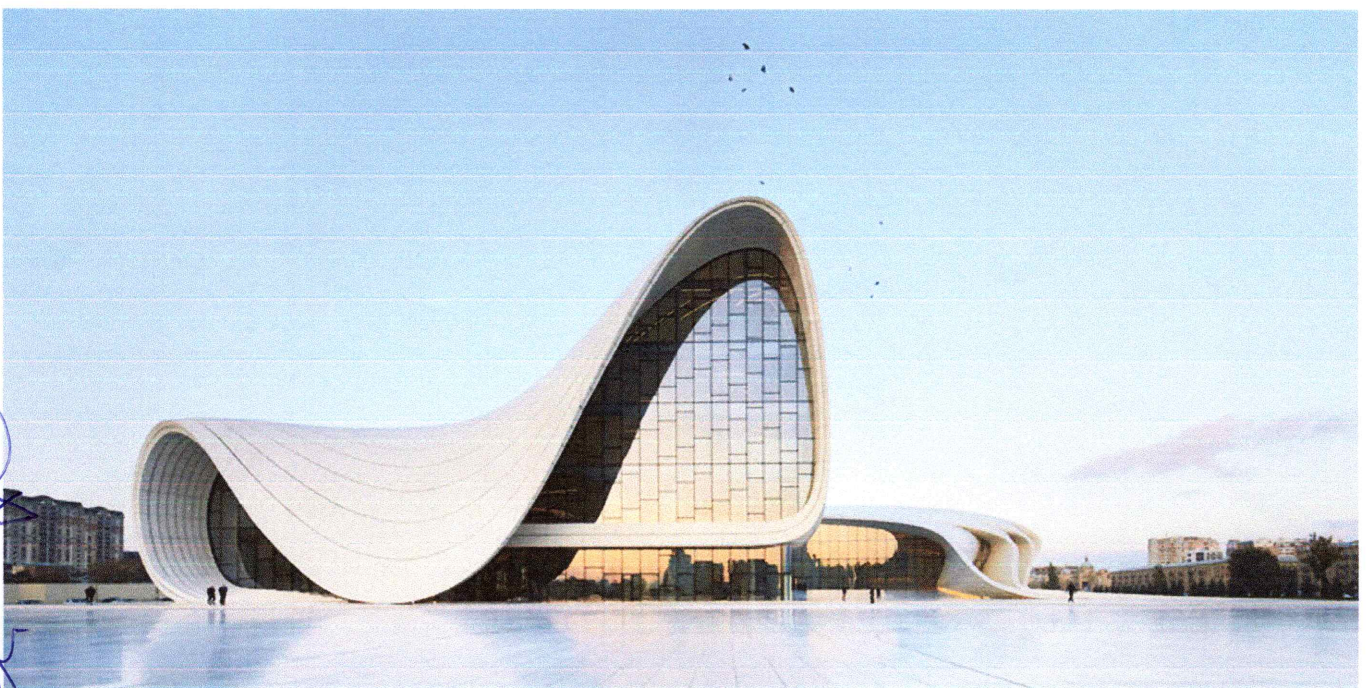
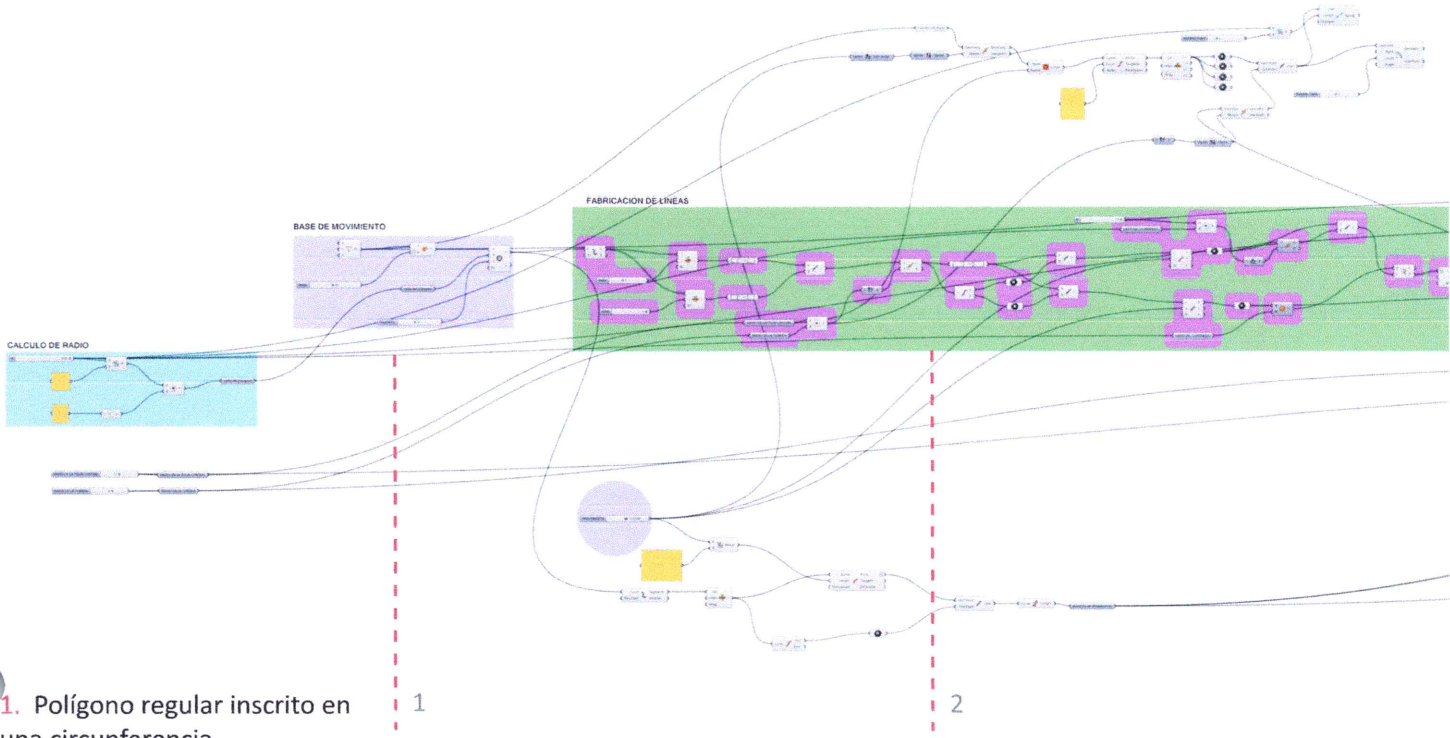


Figura 1.0. Centro Heydar Aliyev / Zaha Hadid Architects. Fuente: Archdaily



1. Polígono regular inscrito en una circunferencia.
2. Fabricación de línea a partir de un punto de sujeción a la base y punto de intersección a una esfera, como guía de movimiento.
3. Matriz polar a partir de la línea fabricada.
4. Posicionamiento de articulación central.
5. Configuración de estructura

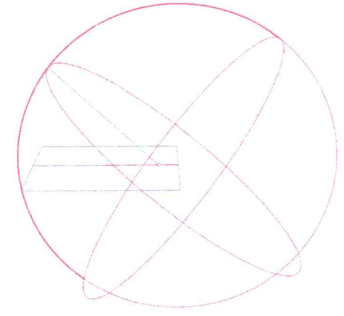
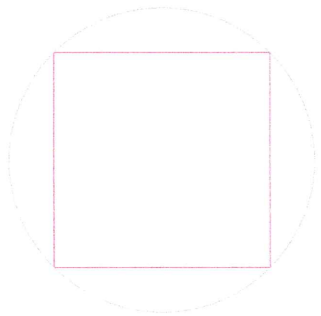
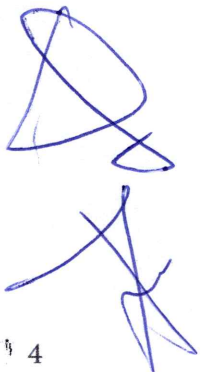


Figura 2.0. Interpretación de fabricación digital de módulo despegable.  
Fuente: Elaborado por el autor



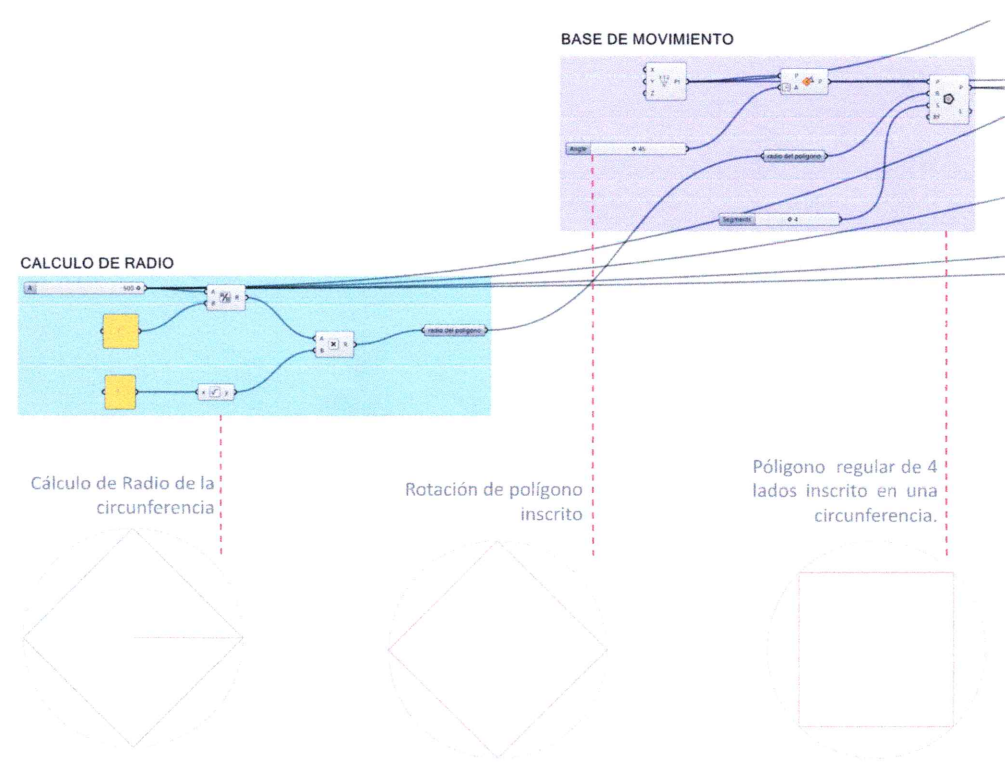
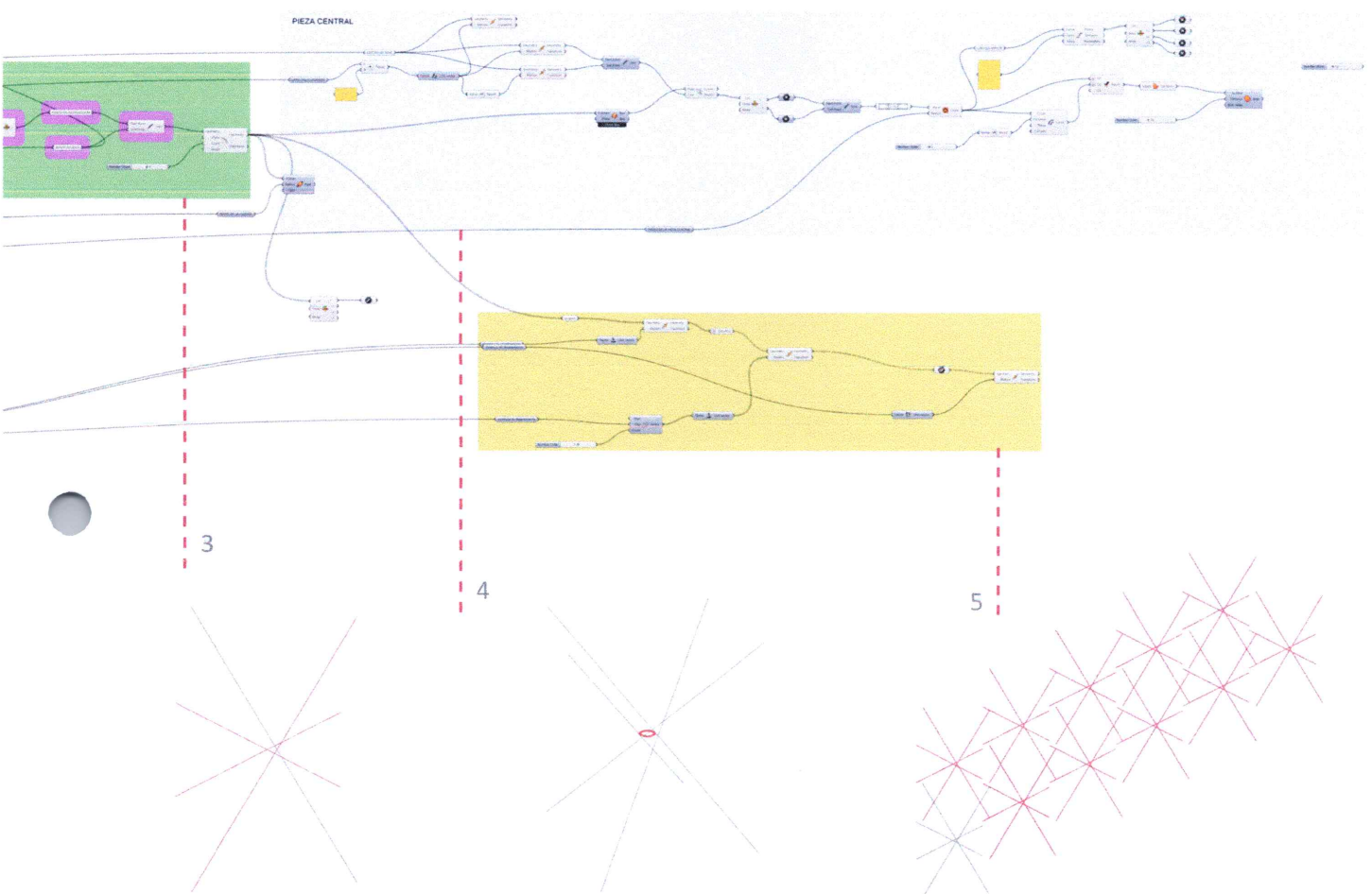
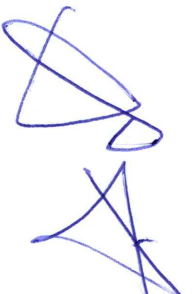
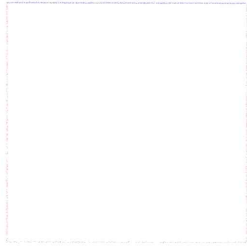
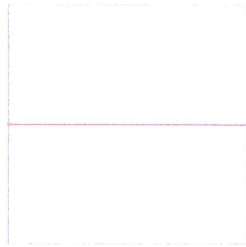


Figura 2.1. Interpretación de fabricación digital de creación de polígono base. Fuente: Elaborado por el autor.

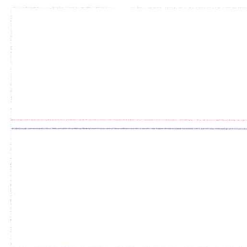




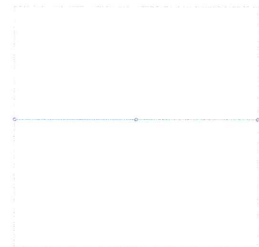
1



2

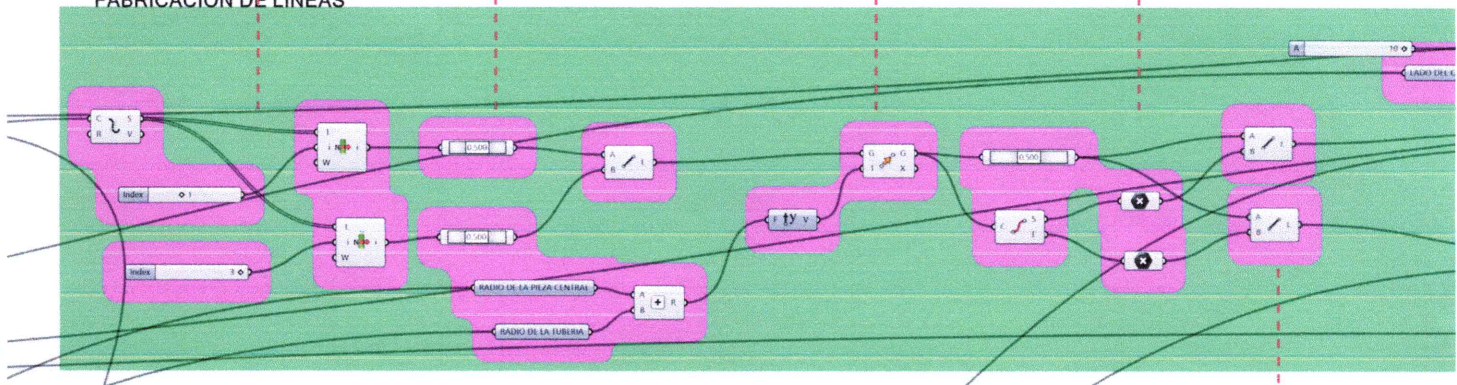


3



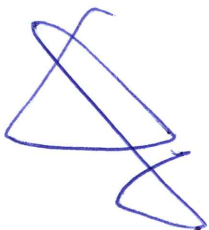
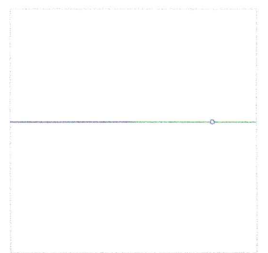
4

### FABRICACION DE LINEAS



- 5.2 Evaluación de punto en longitud del segmento
- 6.2 Generación de esfera con centro en el punto evaluado
- 7. Intersección esfera - segmento eje z, uniendo con punto base fabricando línea base
- 8. Generación de nuevas línea por matriz polar a partir de la línea base

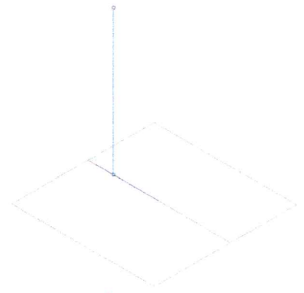
5.2



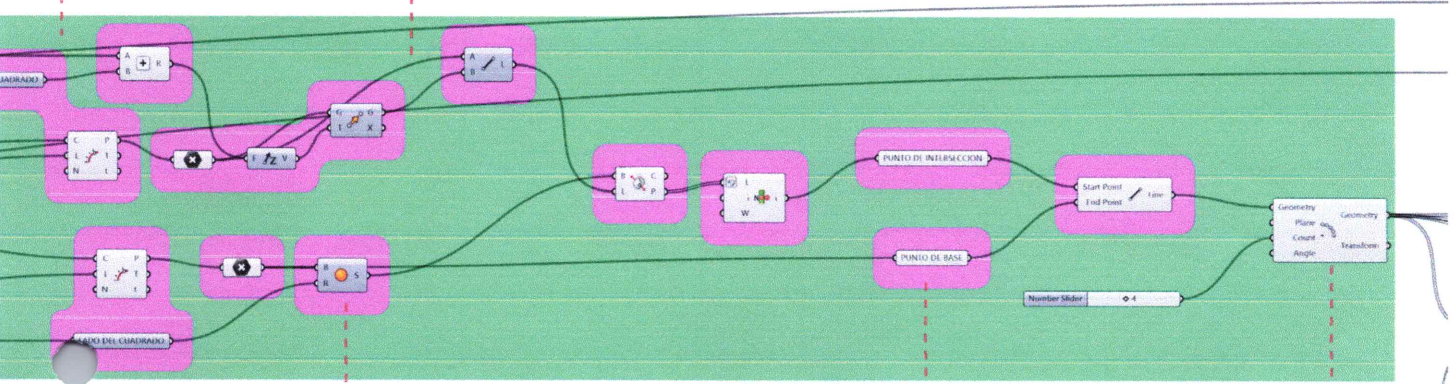
1. Designación dos segmentos del polígono
2. De los puntos medios se genera un nuevo segmento
3. Desfase de segmento (diametros de tub.)
4. División de segmento
- 5.1 Evaluación de punto en longitud del segmento
- 6.1 Desfase de punto evaluado en eje z y unión con el punto evaluado



5.1



6.1



6.2

7

8

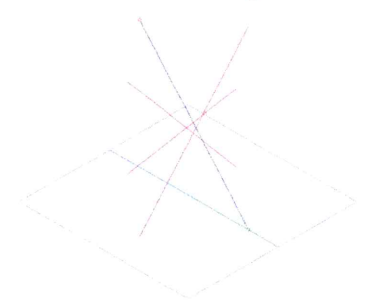
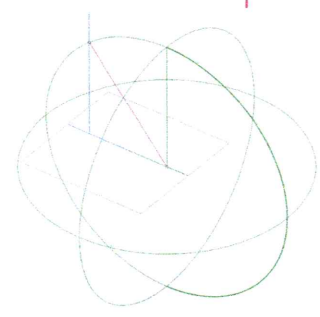
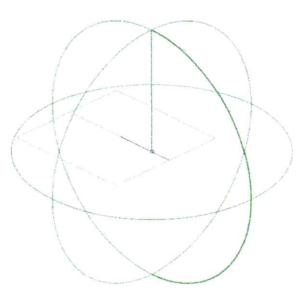
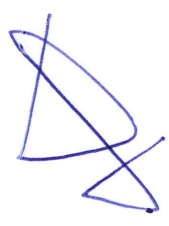
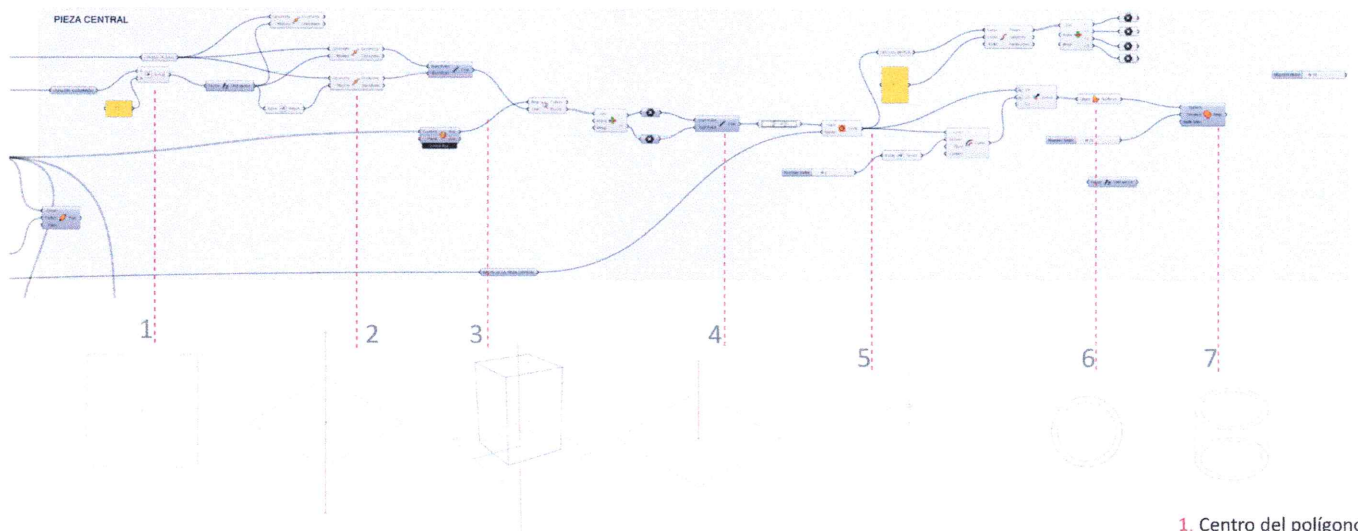


Figura 2.2. Interpretación de fabricación de líneas. Fuente: Elaborado por el autor.



1. Centro del polígono
2. Desfase del centro del polígono formando un nuevo segmento
3. Intersección de punto del segmento generado con el cubo de movimiento
4. Generación de segmento a partir de intersección y centro del polígono
5. Generación de círculo de pieza central a partir del centro del nuevo segmento
6. Desfase de círculo y creación de superficie
7. Desfase de superficie

Figura 2.3. Interpretación de fabricación de la pieza central. Fuente: Elaborado por el autor.