



#### Proyecto Erasmus+: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión Europea y las agencias nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.

## Título: Estructuras paramétricas con Rhinoceros and Grasshopper

### 1 - Objetivos

Los objetivos de este tutorial de Rhinoceros y Grasshopper son los siguientes:

#### Que los estudiantes:

Conozcan un software CAD con grandes herramientas para el modelado 3D.

Saber cómo llamar el plug-in de Rhinoceros para realizar diseños paramétricos.

Conocer la interfaz de Grasshopper y saber las diferencias entre un parámetro y un componente.

Crear desde figuras simples como un hexágono, hasta geometrías más complejas como un hiperboloide.

Ver un ejemplo de Grasshopper en la metodología BIM.

## 2 – Metodología

El profesor explicará brevemente que es Rhinoceros y, un poco más extendido, a Grasshopper; asegurándose de que el estudiante comprenda qué es un diseño paramétrico.

Los estudiantes deberán leer este tutorial antes de ver los videos.

Los estudiantes seguirán los pasos mostrados en los videos 1, 2 y 3.

Los estudiantes verán un ejemplo de aplicación en el Video 4.

Para que el profesor pueda evaluar el aprovechamiento de la práctica, cada estudiante redactará un informe.

#### 3 – Duración del tutorial

La práctica descrita en este tutorial se realizará en aula de informática.

Durará 4 horas lectivas.





#### 4 – Medios necesarios

Aula de informática con ordenadores conectados a internet.

Software necesario: Rhinoceros, AutoCAD

Hardware necesario: Pcs

5 – Contenidos: Tutorial

## 5.1 - Introducción. ¿Qué es Grasshopper?

#### Estructuras paramétricas de edificios.

El diseño de estructuras paramétricas es una herramienta que nos permite explorar soluciones que de antemano no conocemos. Esta herramienta simplemente establece parámetros de entrada y reglas entre ellos. El desarrollo de herramientas informáticas de diseño paramétrico, como Grasshopper y Dynamo, ha permitido crear una programación visual más accesible para usuarios con poca experiencia en otras áreas de la programación. Permite crear geometrías complejas a partir de la asociación de componentes y parámetros geométricos.

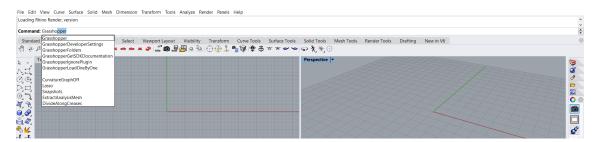
### Programación visual.

La programación visual consiste en un editor visual, (donde se desarrolla el algoritmo que realiza una determinada tarea), y un entorno de modelado 3D, (donde se obtiene la geometría resultante).

En el editor visual puedes encontrar diferentes objetos: parámetros y componentes. Los principales son los parámetros, que almacenan los datos o la geometría inicial. Los componentes son los elementos que realizan acciones sobre los parámetros. Ambos elementos están vinculados con conexiones por cable. De esta manera, es muy fácil seguir el flujo del algoritmo.

### ¿Qué esGrasshopper?

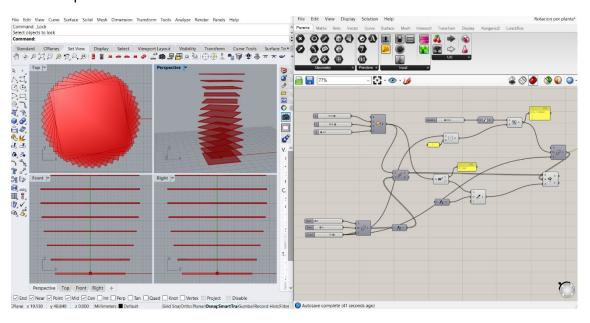
Grasshoper es un plug-in que viene instalado en Rhinoceros, solo hace falta llamarlo. Para ello, en la línea de comando escribir Grasshopper y pulsar *Enter*. A medida que se va tecleando, nos muestra los comandos y opciones disponibles.







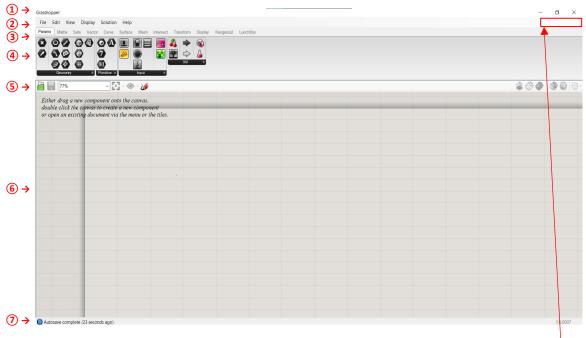
Este software está orientado al diseño, permitiendo el modelado de formas simples o complejas a través de parámetros y componentes interconectados entre sí. Es ideal para el diseño paramétrico.







### Su interfaz es la siguiente:



#### Donde:

- ① → Barra de título: muestra el nombre del programa y el del archivo con el que se está trabajando. También están las opciones de minimizar y cerrar ventana.
- ② → Barra de menú principal: contiene seis menús desplegables. En esta sección se puede cambiar rápidamente entre varios archivos cargados.
- ③ → Cinta de opciones: proporciona acceso a todos los comandos disponibles en el programa, clasificándolos por temáticas.
- ④ → Barra de íconos: muestras y clasifica todos los componentes disponibles en Grasshopper.
- (5) → Barra de herramientas del lienzo: facilita un acceso rápido a algunas funciones de uso habitual y otras relacionadas con la visualización de objetos.
- 6 → Área de trabajo o lienzo: zona donde se insertan y enlazan los parámetros y componentes para crear el proyecto.
- ∂ Barra de estado: Proporciona información los principales acontecimientos ocurridos y muestra la versión del plug-in.



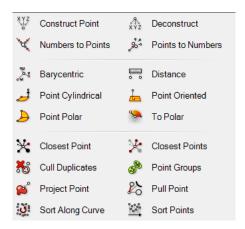


## 5.2 - Parámetros y componentes

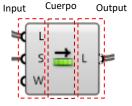
Los **parámetros** contienen datos o almacenan información. Por ejemplo: números, paneles gráficos, colores, entre otros.



Los **componentes** generan procesos, o sea, realizan una acción. Por ejemplo: crear un círculo, ordenar una lista, elegir aleatoriamente un número, entre otros.



Un componente está formado por un cuerpo y por conectores de entrada y salida. En la entrada se le suministran los datos necesarios para que el cuerpo realice las operaciones necesarias para arrojar los resultados deseados.



La conexión entre parámetros y componentes se realiza con el puntero del ratón mediante arrastre. Solo hay que hacer un clic prolongado en el semicírculo de la salida correspondiente y arrastrarlo hasta la entrada del siguiente parámetro o componente.

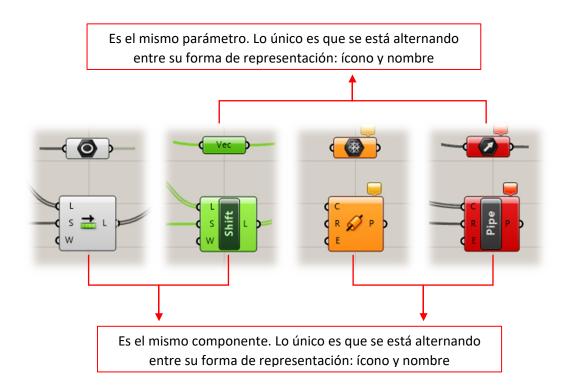
Para añadir múltiples entradas hay que realizar el paso anterior manteniendo pulsada la tecla *Shift*.





Los parámetros y componentes muestran un color en función del estado en que se encuentren:

- Gris → componente normal.
- Verde → componente seleccionado o activo.
- Naranja → una advertencia de que faltan datos.
- Rojo → hay por lo menos un error. Revisar datos de entrada o de salida.

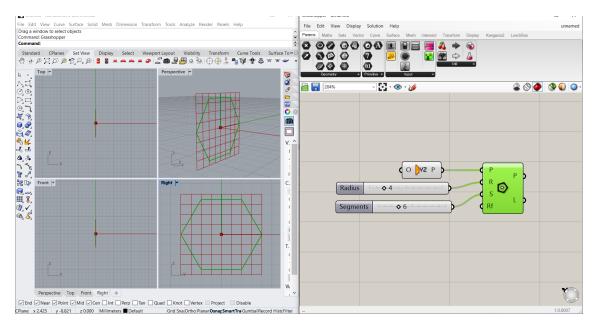






### 5.3 – Ejemplo

Se representará un polígono de n-lados en un plano determinado. El resultado se muestra a continuación.



El componente utilizado se llama Polygon. Este se encuentra en: Curve > Primitive > Polygon. Sus inputs son: un plano (P), radio del polígono (R), número de segmentos o lados (S) y radio de empalme (Rf).

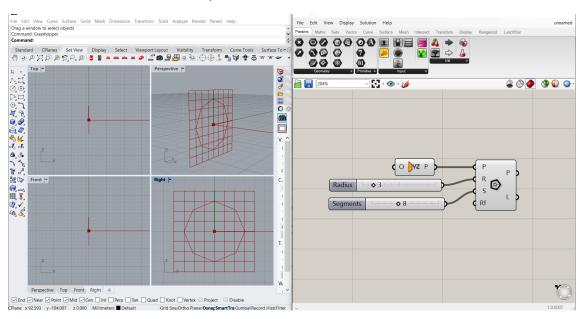
Se ha especificado que el plano sea el YZ. De no haberlo hecho, tomaría como referencia el plano XY. Para insertarlo: *Vector > Plane > YZ Plane*.

Se han configurado dos *Numbers Sliders*, uno para el radio y el otro para el número de lados. Para insertarlo: *Params > Input > Number Slider*. Esto permite deslizar entre valores en vez de insertar un panel e introducir cada número manualmente.

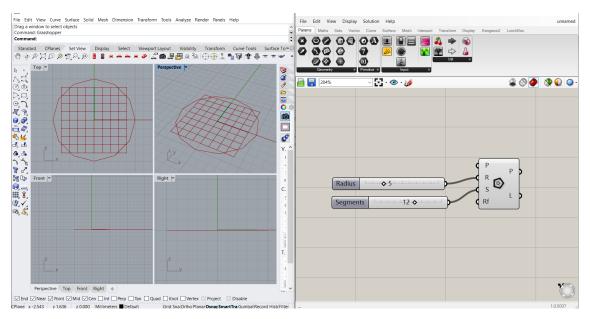




### Veamos el resultado con R = 3 y S = 8:



## Ahora con R = 5, S = 12 y sin ningún plano:



Ahora el dibujo se muestra en la vista superior y no en la derecha.





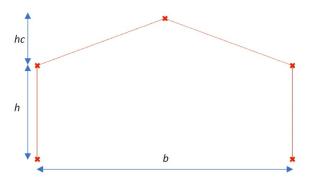
### 5.4 – Audiovisuales

Se mostrarán cuatro ejemplos paso a paso en videos de corta duración, con el fin de que el estudiante se guíe para poder crear el modelo.

### Video 1

En este ejemplo se parametrizará un pórtico a dos aguas. Veremos como configurar los *Sliders*, como funcionan los componentes *Construct Point* y el tipo *Line*, y a crear grupos.

Este es el modelo de estudio:



https://www.youtube.com/watch?v=h2byWCkQqNA

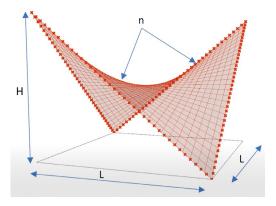






#### Video 2

Se pretende modelizar una superficie reglada que corresponde a un paraboloide hiperbólico.



En este video veremos aprenderemos una forma para crear superficies, cómo ocultar elementos y el funcionamiento del componente *Divide Curve*.



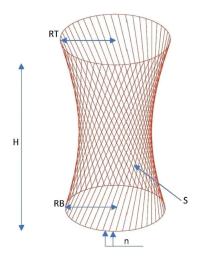






### Video 3

Otra superficie reglada, pero ahora un hiperboloide.



Aprenderemos a exportar nuestras creaciones a los formatos disponibles. Posteriormente, se abrirá en AutoCAD para su comprobación.

https://www.youtube.com/watch?v=b5OSnG5s2Ww







#### Video 4

Veremos un proyecto de fin de estudios donde se modelizó una cubierta utilizando Grasshopper.

https://www.youtube.com/watch?v=PWq37CW1qzY



### 6 – Entregables

Para que el profesor pueda evaluar el aprovechamiento de las prácticas, los estudiantes redactarán un informe de 4 páginas de extensión máxima.

En este informe, el estudiante explicará los pasos seguidos en la práctica, las dificultades encontradas y las decisiones adoptadas. El informe se ilustrará con fotografías, donde para cada video, habrá una comparación entre el modelo original y otro con medidas diferentes.

## 7 – ¿Qué hemos aprendido?

Crear diseños paramétricos en Grasshopper.

A exportar el diseño a los formatos disponibles (.dwg, .3ds, .pdf, .kmz, entre otros)

Visualizar el modelo en AutoCAD.

Implantación en un modelo BIM.





### 8 – Archivos a usar en el tutorial

Modelos de Grasshopper (formato .gh) de cada video Modelo en formato .DWG (de AutoCAD) del hiperboloide