

# Explotación e creación de visores 2D/3D (Experience Builder)

Documentación oficial Esri España

---

XUNTA DE GALICIA  
DIA 2

# ÍNDICE

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. FUNDAMENTOS DEL USO DE DATOS 3D</b>             | <b>5</b>  |
| ¿Por qué usar 3D?                                     | 5         |
| Visualizar                                            | 6         |
| Administrar                                           | 6         |
| Analizar                                              | 6         |
| Compartir                                             | 6         |
| <b>TIPOS DE DATOS 3D</b>                              | <b>7</b>  |
| Entidades 3D                                          | 7         |
| Entidades de punto 3D                                 | 8         |
| Entidades de polilínea 3D                             | 8         |
| Entidades de polígono 3D                              | 9         |
| Herramientas de geoprocésamiento para la componente Z | 10        |
| Multiparches                                          | 10        |
| Herramientas para Multiparches                        | 11        |
| Valores Z en un Multiparche                           | 11        |
| Crear entidades Multiparche                           | 12        |
| Modelos de superficie                                 | 13        |
| Ráster                                                | 14        |
| TIN                                                   | 15        |
| Dataset de terreno                                    | 18        |
| Superficies de elevación                              | 19        |
| Suelo / Ground                                        | 20        |
| Superficies de elevación personalizadas               | 21        |
| <b>2. ESCENAS LOCALES Y GLOBALES</b>                  | <b>22</b> |
| Escenas locales                                       | 22        |
| Escenas globales                                      | 22        |
| Escenarios: escena local o global                     | 23        |
| <b>MÉTODOS DE SIMBOLOGÍA Y VISUALIZACIÓN 3D</b>       | <b>24</b> |
| Crear ciudades 3D                                     | 24        |
| Niveles de detalle (LOD)                              | 25        |
| LOD 1                                                 | 25        |
| LOD 2                                                 | 25        |
| LOD 3                                                 | 26        |
| Uso de paquetes de reglas procedurales                | 26        |
| Símbolos 3D de ArcGIS Pro                             | 28        |
| Mostrar símbolos 3D en unidades del mundo real        | 29        |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Extruir clases de entidad                                | 30        |
| <b>EJERCICIO 1: CREACIÓN DE UN GEMELO DIGITAL</b>        | <b>32</b> |
| Paso 1: Crear un nuevo proyecto en ArcGIS Pro            | 32        |
| Paso 2: Conectar ArcGIS Pro a los datos de partida       | 33        |
| Paso 3: Configurar la extensión y el suelo de la escena  | 34        |
| Paso 4: Importar los estilos 3D instalados en ArcGIS Pro | 36        |
| Paso 5: Agregar la capa de arbolado                      | 36        |
| Paso 6: Agregar la capa de edificaciones                 | 42        |
| Paso 7: Agregar la capa de alumbrado                     | 45        |
| Paso 8: Agregar la capa de papeleras                     | 47        |
| Paso 9: Agregar la capa de parques infantiles            | 48        |
| Paso 10: Agregar la capa de vehículos                    | 49        |
| Paso 11: Agregar la capa de bancos                       | 50        |
| <b>3. INTRODUCCIÓN AL BIM</b>                            | <b>55</b> |
| Integración BIM - GIS                                    | 56        |
| Datos Revit                                              | 56        |
| Organización de datos Revit                              | 57        |
| Georreferenciación de datos Revit                        | 59        |
| Formato IFC                                              | 59        |
| Flujos de trabajo BIM - GIS                              | 60        |
| Integración de datos                                     | 60        |
| Publicación de web scene layer                           | 61        |
| Consumo a través de Apps                                 | 61        |
| Building Scene Layer                                     | 62        |
| <b>EJERCICIO 2: TRABAJAR CON DATOS IFC EN ARCGIS PRO</b> | <b>65</b> |
| Paso 1: Explorar datos IFC                               | 65        |
| Paso 2: Georreferenciar el modelo                        | 67        |
| Paso 3: Migrar el archivo BIM a una geodatabase          | 68        |
| Paso 4: Crear una Building Layer                         | 70        |
| Paso 5: Mejorar la visualización del archivo BIM         | 71        |
| Paso 6: Compartir un servicio de Building Scene Layer    | 75        |
| Paso 7: Crear una escena web en ArcGIS Online            | 76        |
| Paso 8: Crear una aplicación web con ArcGIS RV 360       | 79        |
| <b>4. OBTENER SIMBOLOGÍAS 3D DESDE 3D WAREHOUSE</b>      | <b>81</b> |
| Integración de 3D Warehouse y ArcGIS                     | 81        |
| Requisitos para la visualización 3D                      | 82        |

### **EJERCICIO 3: UTILIZAR ARCHIVOS DE SIMBOLOGÍA 3D USANDO MODELOS DE 3D WAREHOUSE**

**83**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Paso 1: Descargar un archivo de simbología desde 3D Warehouse | 83 |
| Paso 2: Abrir y configurar un proyecto en ArcGIS Pro          | 86 |
| Paso 3: Importar el archivo de simbología de farolas          | 87 |
| Paso 4: Importar el archivo de simbología de edificios        | 89 |
| Paso 5: Georreferenciar el multiparche                        | 91 |

## 1. Fundamentos del uso de datos 3D

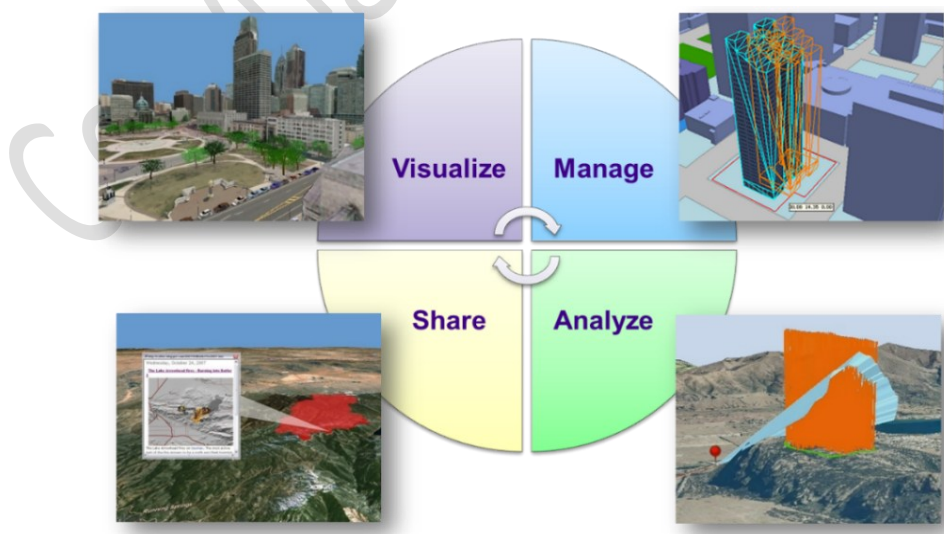
La tierra es un entorno tridimensional, por lo que la cartografía en dos dimensiones afecta a sus capacidades de visualización y análisis. Algunos mapas se realizan mejor en 2D, pero no todos. Por ejemplo, si está correlacionando las parcelas de una ciudad para ver un mapa de impuestos, no es necesario el 3D. Sin embargo, si desea mostrar la infraestructura de abastecimiento existente bajo tierra, una buena forma de hacerlo sería mediante una visualización en 3D.

La visualización de datos en 3D ayuda a mejorar su comprensión, habiendo patentes las relaciones espaciales entre entidades. ArcGIS Pro puede trabajar con mapas en 2D y 3D dentro del mismo proyecto. La capacidad de tener mapas 2D y 3D en el mismo proyecto permite realizar análisis desde diferentes puntos de vista. Puede editar, simbolizar y etiquetar sus entidades 3D en ArcGIS Pro para ayudar a mejorar su visualización cartográfica.

También es posible crear entidades 3D con los paquetes de reglas de CityEngine. Utilizar paquetes de reglas permite crear entidades de una forma rápida y potente generando una ciudad en 3D realista. Los paquetes de reglas permiten renderizar edificios, árboles, parques y otros componentes de una ciudad dando realismo a su visualización. En esta unidad, analizará la funcionalidad 3D existente en ArcGIS Pro, utilizando de forma práctica los datos de un terremoto y capas con los daños producidos sobre edificios de Los Ángeles.

### ¿Por qué usar 3D?

La cartografía en ArcGIS Pro suele generarse y consumirse en 2D, pero trabajar en 3D puede mejorar la visualización, comprensión y análisis, ofreciendo una perspectiva diferente de los datos. Algunos problemas espaciales se pueden resolver sólo en 3D, como la localización del epicentro de un terremoto en el subsuelo, el análisis de túneles etc.



*Capacidades de ArcGIS para el tratamiento de datos 3D.*

## Visualizar

La visualización de datos SIG en 3D puede mejorar mucho la comprensión del mundo real y las relaciones espaciales entre los objetos proporcionando una visión de cómo aspectos como la pendiente y elevación afectan a los datos. Algunos ejemplos son:

- Análisis de impacto ambiental, analizando la visibilidad de determinadas infraestructuras desde puntos concretos de un modelo digital del terreno.
- Análisis y visualización de túneles y galerías subterráneas.

## Administrar

Los datos GIS tridimensionales pueden proceder de múltiples fuentes: datos GIS 2D, otros formatos 3D, edición interactiva, etc. Todas estas fuentes pueden ser gestionadas dentro de la geodatabase como entidades 3D. Algunos ejemplos son:

- Mantenimiento y actualización de una ciudad 3D: Puede agregar edificios en 3D, reemplazarlos con más modelos actualizados, consultar información.
- Edición de una red de tuberías en 3D.
- Crear datos en 3D que permitan posteriores análisis sobre los mismos.

## Analizar

Algunas preguntas, tales como

- "¿Qué puedo ver desde una ubicación en concreto?"
- "¿A qué profundidad debo realizar un pozo para que intersecte con el nivel freático obtenido a partir de un conjunto de puntos muestreados?"
- Calcular la pendiente media y máxima existente en un camino proyectado.
- Descubrir que entidades, o qué partes de entidades, se encuentran dentro de una cierta distancia en 3D de otras,
- Generar un horizonte para una zona urbana e incluirlo en el proceso de aprobación para construcciones futuras. Los horizontes permiten calcular el volumen máximo edificable para un área basada en restricciones de visibilidad.

## Compartir

Compartir datos SIG 3D y herramientas con otros usuarios mediante la publicación de servicios utilizando ArcGIS Server. Es posible publicar escenas web en ArcGIS Online o en Portal for ArcGIS. Mostrar o visualizar información en 3D a menudo permitirá una mejor comprensión del problema o la solución.

- Visualizar enormes volúmenes de datos SIG 3D usando escenas globales o locales el que caso que sea necesario representar la información en un sistema de coordenadas local.
- Gestionar datos SIG 3D con entidades editables.
- Analizar los datos SIG 3D usando herramientas de geoprocésamiento, junto con las herramientas interactivas de visualización en una vista 3D.

## Tipos de datos 3D

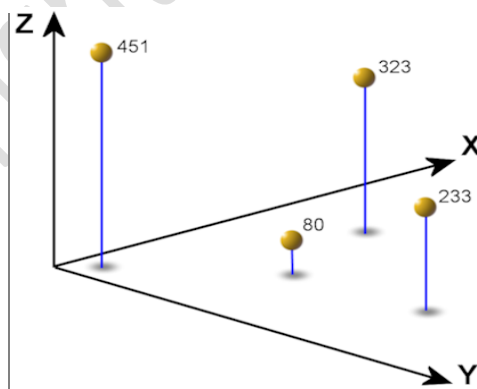
Los datos SIG tridimensionales incluyen una dimensión adicional (un valor  $z$ ) en su definición ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Un punto tiene sólo un valor de  $Z$ , mientras que una línea o un polígono tienen valores de  $Z$  en cada uno de sus vértices. Estos valores  $Z$  se pueden utilizar para representar diferentes aspectos, como, por ejemplo: concentraciones químicas, precipitaciones, temperaturas u otro tipo de variable asociado a los datos que queramos representar.

Hay dos tipos de datos SIG 3D básicos: entidades 3D y superficies.

- **Entidades 3D:** representan objetos discretos, y la información 3D de cada objeto se almacena en la geometría de la entidad. Estas entidades, pueden admitir diferentes valores  $z$  para cada ubicación  $x$ . Por ejemplo, un edificio sería una entidad multiparache 3D cuyo techo, pisos interiores y cimientos poseen diferentes valores  $z$  para la misma coordenada 2D.
- **Superficies:** Los datos de superficie representan valores de altura sobre un área, y la información 3D de cada ubicación dentro de esa área se puede almacenar como valores de celda o deducirse a partir de una red de triángulos 3D.

### Entidades 3D

Algunas entidades SIG almacenan valores  $z$ , o posición de altura, junto con su geometría. Esta información se utiliza para visualizar la entidad en 3D. Los datos de entidades de dos dimensiones (que no tienen propiedades 3D) también pueden visualizarse en 3D, por ejemplo, utilizando extrusión o desplegando entidades sobre superficies de elevación.



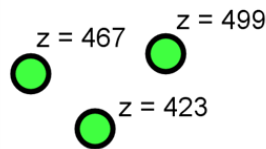
*Coordenadas X, Y, Z de una clase de entidad Point Z.*

Los atributos de las entidades pueden albergar valores que hagan referencia a la elevación o altura de las entidades. Algunas entidades SIG albergan valores de elevación dentro de la geometría de la entidad. Por ejemplo, las entidades Point Z se almacenan como un conjunto de coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Puede utilizar valores  $z$  en la geometría y atributos de entidades para visualizar las entidades en una vista 3D.

En ocasiones, las entidades carecen de valores de elevación o altura. Aun así, puede visualizar estas entidades en una visualización 3D, proyectándolas sobre una superficie 3D o por medio de la extrusión.

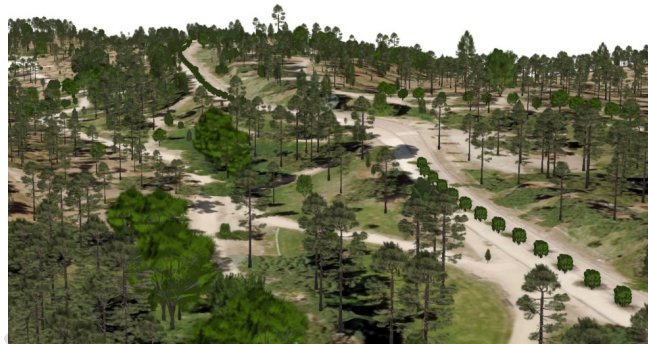
### Entidades de punto 3D

Una entidad de punto es un objeto que almacena su representación mediante una tupla de coordenadas x,y. Algunas entidades de puntos necesitan incluir también un valor z, o altura, para ubicarse correctamente en el espacio 3D. Estos objetos deben ser modelados como entidades de puntos 3D.



*Valor Z en una clase de entidad de puntos.*

Las entidades de puntos 3D integran sus coordenadas z dentro del campo Shape, en la clase de entidad. Todas las entidades que se encuentran dentro de la superficie de elevación, como mobiliario urbano, vehículos y árboles, pueden ser modeladas como entidades de puntos 2D, de manera que el valor Z, se obtendrá proyectando la entidad sobre la superficie existente.



*Clase de entidad de puntos Z con símbolos 3D.*

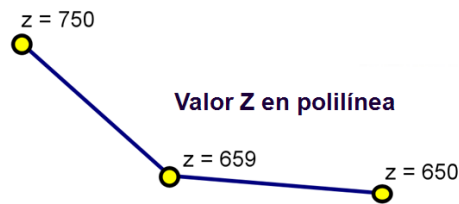
Los valores z se utilizan sobre todo para incluir elevación en las entidades SIG. Estos se pueden obtener desde un Modelo Digital de Terreno (MDT), utilizando la herramienta [Interpolate Shape/Interpolated form](#). Los valores pueden representar alturas absolutas, como un avión a 9.000 metros, o alturas relativas, como una estación de metro a 50 metros bajo la superficie. Ambos métodos están totalmente admitidos en la visualización y análisis de la clase de entidad 3D resultante.

Cabe señalar que los valores z también se pueden utilizar para incluir otras mediciones verticales como observaciones de la contaminación del aire, temperatura y otras mediciones que se utilizan para generar superficies.

### Entidades de polilínea 3D

Una entidad de línea es un objeto SIG que almacena su representación geográfica mediante una serie de pares de coordenadas x y asignadas a cada uno de sus vértices. Algunas entidades de línea, como líneas de metro subterráneas, necesitan

incluir también valores  $z$ , o alturas, para ubicarse correctamente en el espacio 3D. Estos objetos deben ser modelados como entidades de línea 3D.



*Valor Z en una clase de entidad de líneas.*

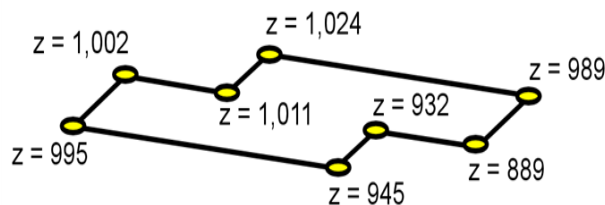
Las entidades de línea 3D integran sus valores  $z$  dentro del campo Shape en la clase de entidad. Esto significa que los valores  $z$  se incluyen automáticamente en cada nuevo vértice creado para la línea 3D, lo que permite conectar dos puntos secuenciales, independientemente de si están en, sobre o debajo del suelo.

Al igual que en las entidades puntuales, todas las entidades lineales que se encuentran dentro de la superficie de elevación deben modelarse como entidades de línea 3D. Dos posibilidades:

- Proyectar las entidades lineales sobre la superficie 3D de referencia.
- Obtener valores  $z$  para estas entidades lineales, utilizando la herramienta [Interpolate Shape/Interpolar forma](#).

### Entidades de polígono 3D

Una entidad poligonal es un objeto SIG que almacena su representación geográfica mediante una serie de pares de coordenadas  $x$  y  $y$  que cubren un área. Las entidades poligonales tienen dos partes independientes que pueden ser potencialmente modeladas en 3D: la línea de perímetro exterior y el área interior. En casi todos los casos, los polígonos sólo deben ser modelados como entidades 3D cuando el perímetro exterior deba incluir valores  $z$ , o alturas, para ubicarse correctamente en el espacio 3D.



*Valor Z en una clase de entidad de polígono.*

Si necesita modelar las protuberancias 3D del área interior de un polígono, la gran mayoría de los casos de uso sólo pueden lograrse mediante entidades multiparce o una superficie 3D. Esto se debe a que sólo se puede garantizar que la superficie de un polígono 3D se calculará de manera consistente cuando hay exactamente tres vértices (construyendo un triángulo 3D), o cuando los vértices representan una superficie plana. El nivel de esfuerzo necesario para que los polígonos 3D cumplan estos requisitos es elevado y, por lo tanto, no se recomiendan como flujo de trabajo para el mantenimiento de caras de áreas 3D.

Las entidades poligonales 3D almacenan las coordenadas z integradas dentro del campo Shape de su clase de entidad. Esto significa que los valores z se incluyen automáticamente con cada nuevo vértice creado para el polígono 3D.

Formas existentes de modelar un polígono 3D:

- Proyectando dicho polígono sobre una superficie 3D de referencia.
- Utilizando un atributo de la entidad con valores de Z. De esta manera, la entidad mostrará la misma coordenada z para todo el polígono.
- Calcular valores de Z para esto polígonos mediante la utilización de la herramienta de geoprocésamiento [\*Interpolate Shape/Interpolar forma\*](#).

## Herramientas de geoprocésamiento para la componente Z

Cuando se trabaja con clases de entidad es posible que como preparación previa de los datos necesite interactuar con la componente Z almacenada en su geometría, o bien relacionarlas con una superficie de elevación, o bien emplear algún campo de la tabla para crear esa Z. Para esto ArcGIS tiene varias herramientas que pueden ayudarles. Todas ellas están disponibles en la extensión 3D Analyst.

1. **Interpolate Shape:** Crea entidades 3D en una nueva clase de entidad interpolando los valores z de una superficie a partir de las entidades de una clase de entidad de entidad
2. **Add Z information:** Agrega información relacionada con la elevación a las entidades a una clase de entidad con geometría habilitada para almacenar Z. Esta información se agrega como campo nuevo a la tabla de atributos de la clase de entidad de entrada. Las opciones de salida varían según la geometría de la entidad
3. **Feature To 3D By Attribute:** Crea entidades 3D en una nueva clase de entidad con los valores de elevación que se toman de un atributo de las entidades de entrada
4. **Update Feature Z:** Actualiza las coordenadas Z de los vértices de entidades 3D usando una superficie de entrada.
5. **Add Surface Information:** Añade información espacial derivada de una superficie a una clase de entidad. Esta información se agrega como campos nuevos a la tabla de atributos de la clase de entidad de entrada. Las opciones de salida varían según la geometría de la entidad.

## Multiparches

Una entidad multiparche es un objeto SIG que almacena una colección de parches para representar el límite de un objeto 3D como una sola fila en una base de datos. Los parches almacenan información de texturas, color, transparencia y geometría que representa las partes de una entidad.

Los multiparches pueden representar objetos geométricos como cubos y esferas, u objetos del mundo real como árboles, farolas o bancos de un parque, así como cualquier otra entidad específica como edificios, puentes, etc.

Los datos multiparche se almacenan en la geodatabase o en shapefiles al igual que los datos de punto, línea y polígono. Puede tener atributos y utilizarse con

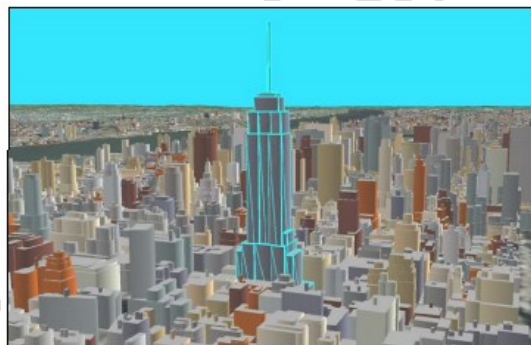
herramientas estándar, como la herramienta *Identificación/Identify*. Sin embargo, su tipo de geometría es exclusivo de ArcGIS, pudiendo contener modelos 3D con caras texturizadas, lo que permite la creación de vistas 3D fotorrealistas.



*Edificios representados en una clase de entidad multiparche.*

Otra forma de consumir multiparches en una vista 3D es agregarlos como gráficos 3D. Estos modelos 3D se guardan con el documento 3D actual en lugar de como entidades en una base de datos.

Los multiparches se pueden editar en ArcGIS Pro como parte del entorno de edición 3D. La edición de entidades multiparche es el mismo proceso que todos los otros tipos de entidades. El entorno de edición 3D ofrece más opciones de herramienta de edición específicas para multiparches y que funcionan en torno a una vista 3D.



*Visualización de las caras de un multiparche.*

## Herramientas para Multiparches

Algunas entidades multiparche se consideran cerradas, lo que significa que definen adecuadamente un volumen. Los multiparche cerrados se pueden utilizar en herramientas de análisis adicionales, como **Combinación 3D/ Union 3D e Intersecar 3D/Intersect 3D**. Para comprobar si las entidades multiparche encierran completamente un volumen en el espacio puede utilizar la herramienta de geoprocésamiento **Es 3D cerrado/Is Closed 3D (3D Analyst)**.

Algunos ejemplos de entidades multiparche son edificios con textura, farolas, árboles, formaciones geológicas del subsuelo, estructuras subterráneas o determinados tipos de superficies analíticas.

## Valores Z en un Multiparche

Los valores z se utilizan para representar la forma y elevación de las entidades Multiparche. Las unidades y datum de los valores z de una clase de entidad deben

definirse en el dataset de entidades. Si no hay unidades definidas, ArcGIS asumirá que las unidades z coinciden con las unidades x, y.

### Crear entidades Multiparche

Las entidades Multiparche se pueden crear importando modelos 3D existentes a ArcGIS Pro con las herramientas de geoprocésamiento, ya sea a partir de una clase entidad vectorial o a partir de un archivo de simbología 3D.

| A partir de una clase de entidad vectorial                                       |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><u>Layer 3D To Feature Class / De capa 3D A clase de entidad</u></a> | Exporta capas de entidades con propiedades 3D definidas (símbolos 3D, extrusión, etc.) a una clase de entidad Multiparche.                                                                                                                                 |
| A partir de un archivo de simbología 3D                                          |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <a href="#"><u>Import 3D Files / Importar archivos 3D</u></a>                    | Importa uno o más modelos 3D a una clase de entidad Multiparche. Se admiten los formatos 3D Studio Max (*.3ds), VRML y GeoVRML 2.0 (*.wrl), SketchUp 6.0 (*.skp), OpenFlight 15.8 (*.flt), COLLADA (*.dae) y Billboards (PNG, JPEG, BMP, TIFF, GIF, etc.). |

## Modelos de superficie

Un modelo de superficie 3D es una representación digital de entidades, ya sea real o hipotética, en un espacio tridimensional. Se trata de un conjunto continuo de valores que pueden variar en un número infinito de puntos. Por ejemplo, los valores de los puntos de una zona en concreto de la superficie de la tierra pueden variar en función de la elevación, de la proximidad a una entidad, o por la concentración de un producto químico determinado.

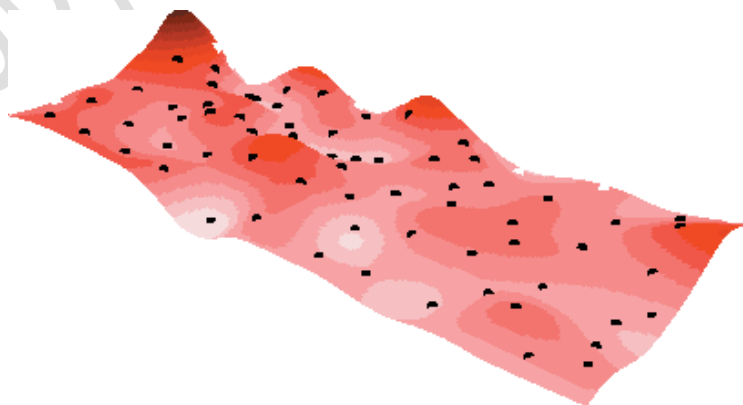
Cualquiera de estos valores se puede representar sobre el eje z de un sistema de coordenadas de tres dimensiones, denominándose valores z. Debido a que una superficie contiene un número infinito de puntos, es imposible medir y registrar el valor z en cada punto.

Existen diversos métodos de interpolación para crear superficies de ráster, como [IDW/Distancia inversa ponderada](#), [Spline](#), [Kriging](#) y [Natural Neighborn/Vecino natural](#). Puede crear superficies trianguladas mediante la creación de una superficie TIN, dataset de terreno o dataset LAS. También puede convertir entre estos modelos de superficie.



*Modelo de superficie utilizado como Ground en una escena.*

Un modelo de superficie se aproxima a una superficie real, tomando una muestra de valores en diferentes puntos en dicha superficie e interpolando los valores entre dichos puntos.



*Modelo de superficie de la concentración de un producto químico, en un área. Los puntos representan el lugar dónde se tomaron muestras de la concentración*

La extensión 3D Analyst utiliza cuatro tipos de modelos de superficie: Ráster, TIN, Dataset de Terreno y Dataset LAS

- **Ráster:** representan una superficie en forma de una malla regular con valores muestreados o interpolados.
- **TIN (Triangulated Irregular Network):** representan una superficie, como un conjunto de puntos irregularmente situados y vinculados, que forman una red de triángulos con valores z almacenados en los nodos.
- **Dataset de Terreno:** Son creados a partir de un origen masivo de puntos, y estructurados en niveles de pirámide. Los datos se organizan de tal manera que permiten una recuperación rápida de los mismos, creando superficies TIN al vuelo.

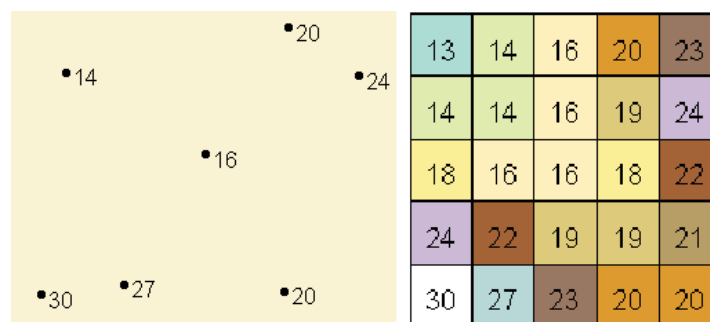
## Ráster

Los datos ráster se encuentran estructurados por matrices rectangulares de celdas representadas en filas y columnas. Cada celda representa un área cuadrada definida en la superficie terrestre y conserva un valor que se mantiene estático a lo largo de toda la celda. Una superficie puede ser representada como datos ráster, en donde cada celda almacena valores para representar la información del mundo real. Podría tratarse de datos de elevación, concentraciones de contaminación, niveles freáticos, temperaturas etc.



*Superficie ráster que muestra la altitud continua del terreno.*

Las superficies, normalmente se generan desde una muestra de puntos existentes en un determinado área. Por ejemplo, podemos crear un ráster con aspectos tales como presión o temperatura, a partir de un conjunto de estaciones meteorológicas. El resultado es una malla regular de valores.

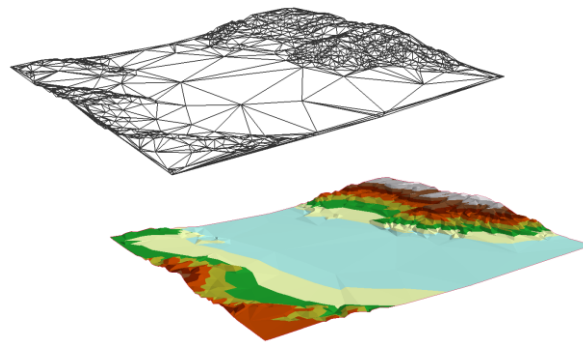


*En la interpolación los valores desconocidos se predicen matemáticamente a partir de los valores de los puntos conocidos existentes en las inmediaciones.*

Un problema existente, con la creación de los rásters por interpolación, es que la información original se degrada en cierta medida, incluso cuando un punto cae dentro de una celda, no está garantizado que la celda tendrá exactamente ese mismo valor.

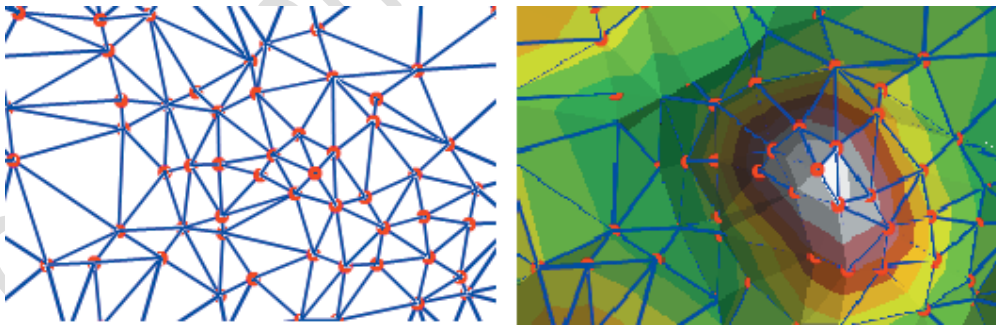
## TIN

Un TIN está formado por un conjunto de nodos que almacenan valores de Z, conectados con ejes para formar caras triangulares contiguas, que no se superponen. En muchas ocasiones, estos ejes son coincidentes con entidades representativas del terreno, (líneas de ruptura), que juegan un papel importante en la correcta definición de la superficie (cursos fluviales, divisoria, vaguadas...).



*Métodos de visualización de un TIN.*

La triangulación resultante cumple el criterio de triángulo de Delaunay, que afirma que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. Si se cumple el criterio de Delaunay en todo el TIN, se maximizará el ángulo interior mínimo de todos los triángulos.



*Nodos, ejes y caras de un TIN.*

Los modelos de TIN son mucho menos generalizados que los modelos de superficie ráster y tienden a ser más caros de construir y procesar. El coste de obtener buenos datos de origen puede ser elevado y el procesamiento de TIN tiende a ser menos eficaz que el procesamiento de datos ráster debido a la compleja estructura de datos.

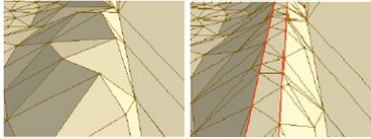
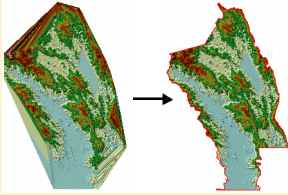
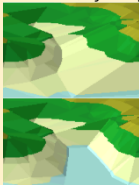
Las TIN se suelen utilizar para el modelado de alta precisión de áreas más pequeñas, como en aplicaciones de ingeniería, donde resultan útiles porque permiten realizar cálculos de área planimétrica, área de superficie y volumen.

| A partir de un raster                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Raster to TIN/ De ráster a TIN</a> | Se utiliza para modelar superficies o para simplificar el modelo de superficie para la visualización. La conversión en una red irregular de triángulos (TIN) también le permite mejorar el modelo de superficie al agregar entidades, como arroyos y caminos, que no están representadas en el ráster original. |

| A partir de un dataset de terreno             |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Terrain to TIN/ Terreno a TIN</a> | Puede convertir un dataset de terreno en un TIN para modelar superficies a escalas menores basadas en archivos. |

Puesto que los nodos se pueden colocar irregularmente sobre una superficie, las TIN pueden tener una resolución más alta en las áreas donde la superficie es muy variable o cuando se desea obtener un nivel de detalle superior y una resolución más baja en zonas menos variables. Cada triángulo en un TIN, está contenido en un plano dentro de un espacio tridimensional. Todos los triángulos en un TIN son adyacentes con los de sus vecinos, en cada nodo y a lo largo de cada eje.

| Tipo de entidad          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Capa de entrada            | Información de elevación |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Mass Point</b>        | <p>Todo lo que se necesita para construir una superficie TIN, es un conjunto de puntos con valores de elevación. Los Mass Points son los nodos a partir de los cuales, cada triángulo es construido. Deben ser entidades de punto, líneas o polígonos.</p>  | Puntos, líneas o polígonos | Requerida                |
| <b>Líneas de ruptura</b> | Son líneas con o sin mediciones de altura. Permiten definir un cambio de pendiente entre ambos lados de la línea. Suelen representar entidades naturales, como cordilleras o ríos, o entidades construidas, como carreteras. Hay dos tipos de líneas de corte: brusca y suave.                                                                 | Línea o polígono           | Opcional                 |

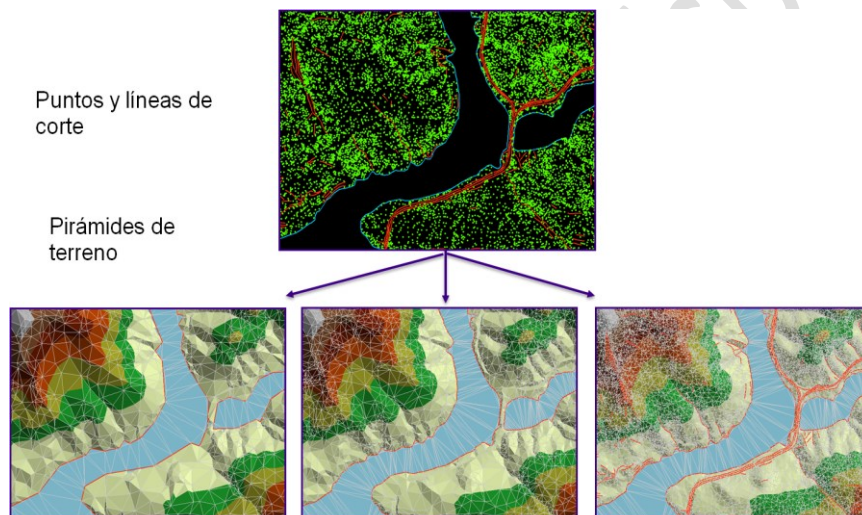
|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| <b>Líneas de ruptura bruscas</b> | <p>Las líneas de ruptura bruscas representan una discontinuidad en la pendiente de la superficie. Capturan cambios abruptos en una superficie y mejoran la visualización y el análisis en los TIN.</p>                                                                                                                                                      | Línea o polígono | Opcional |
| <b>Líneas de ruptura suaves</b>  | <p>Las líneas de ruptura suaves permiten agregar bordes a un TIN para capturar entidades lineales que no alteran la pendiente local de una superficie. Los límites del área de estudio se podrían incluir en un TIN como líneas de corte suaves para capturar su posición sin influir en la forma de la superficie.</p>                                                                                                                      | Línea o polígono | Opcional |
| <b>Polígono de recorte</b>       | <p>Hace que los límites de la superficie TIN sean más pequeños, restringiendo la zona en la que se podrá realizar la interpolación, y limitando operaciones de análisis de elevación, pendiente, orientación que se pudieran llevar a cabo en la superficie TIN. Por defecto los triángulos que se encuentran fuera de la zona no serán visualizados.</p>  | Polígono         | Opcional |
| <b>Polígonos de borrado</b>      | <p>Similares a los polígonos de recorte, la única diferencia es que recorta los ejes de la zona de interpolación generando un agujero en ella.</p>                                                                                                                                                                                                        | Polígono         | Opcional |
| <b>Polígonos de sustitución</b>  | <p>Almacenan un único valor de elevación como un atributo. Cuando añades un polígono el TIN es retriangulado para que el área comprendida por este polígono tenga ese valor (Ejemplo de uso: lagos)</p>                                                                                                                                                   | Polígono         | Opcional |
| <b>Polígonos de relleno</b>      | <p>Etiquetan un área con el valor de un atributo, de tal manera que el TIN puede ser simbolizado por este valor. El atributo debe ser un entero. La altura de la superficie no se ve afectada ni se produce ninguna operación de recorte o borrado.</p>                                                                                                                                                                                      | Polígono         | Opcional |

## Dataset de terreno

En algún momento en su trabajo necesitará trabajar con datos procedentes de LIDAR, SONAR o datos obtenidos por fotogrametría. En estos casos los dataset que obtendríamos serían de gran tamaño, debido a que contendría millones o billones de entidades, con todo lo que implica en cuanto a su organización catalogación y generación de productos derivados en 3D.

La mejor manera de trabajar con tal cantidad de datos es mediante la utilización de Terrains. Los Terrains, permiten administrar, visualizar y analizar de manera eficiente grandes cantidades de puntos, produciendo superficies representando al vuelo de gran calidad y con gran precisión.

Por tanto, un Terrain Surface, se puede describir como una superficie TIN multiresolución, creada a partir de millones de Mass Point, y organizado en diferentes niveles de detalle, de tal manera que, a pequeñas escalas, se utiliza una resolución más baja, mientras que a grandes escalas se muestra un mayor nivel de detalle.



*Dataset de terreno multiresolución.*

En un terrain dataset, se compone tanto de clases de entidad como de reglas que permiten especificar cómo las clases de entidad participan en la definición de dicha superficie. Las clases de entidad que participan en un terrain son:

- **Clases de entidades Multipunto**, obtenidas a partir de grandes cantidades de puntos 3D procedentes de técnicas LIDAR, SONAR, RADAR, etc.
- **Clases de entidades puntuales y lineales** generadas por fotogrametría.
- **Clase de entidad de polígono** que permita definir los límites del Terrain.

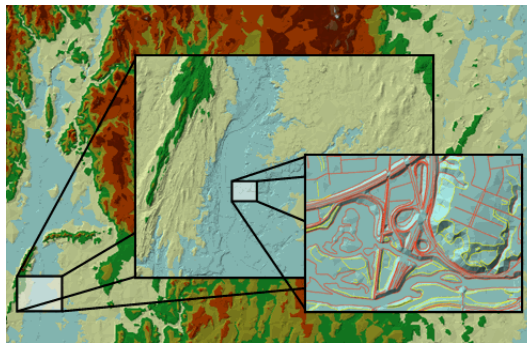
Se pueden introducir reglas en el dataset de terreno. Estas definen la manera en la que las entidades definen una superficie. Por ejemplo, si tuviese una clase de entidad de carreteras, podría establecer que esa entidad pueda ser usada como línea de ruptura. Podría definir la manera de crear discontinuidades lineales en la superficie.

Las reglas también indican la manera de cómo las clases de entidad participan en los rangos de escala. Por ejemplo, podría no ser necesario representar los bordes de

pavimento a pequeñas escalas. Las reglas por tanto pueden ser usadas para excluir estas entidades, de manera que se consigue una mejora de rendimiento.

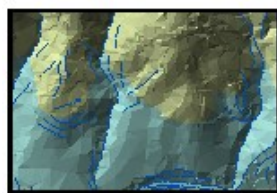
En la geodatabase, un terrain hace referencia a las clases de entidad que lo componen. Los datos se organizan de tal manera que permiten una rápida recuperación de estos, permitiendo obtener una superficie TIN al vuelo. Este tipo de organización en los datos hace necesario la creación de pirámides.

El uso de pirámides en una terrain dataset, permite mejorar el rendimiento al proporcionar medios de reducción de datos dependientes de la escala. Se trata de una forma de generalización dependiente de la escala de manera que se recuperaran sólo los datos necesarios para construir una superficie al nivel de detalle requerido para un determinado área dada de interés.

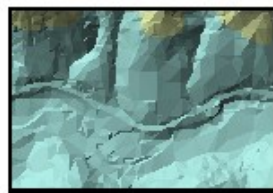


Múltiples resoluciones para un terrain dataset

Por tanto, en un Terrain cuanto más pequeña es la escala de visualización, más baja es la resolución del TIN que se está renderizando, ya que son requeridos menos puntos para representar la superficie. Cuando te acercas con un zoom (más grande es la escala), aunque se visualiza un área menor, la resolución es mayor, lo que significa un incremento en la densidad de puntos.



Menor que 1:10000



Entre 1:10.000 y 1:20.000



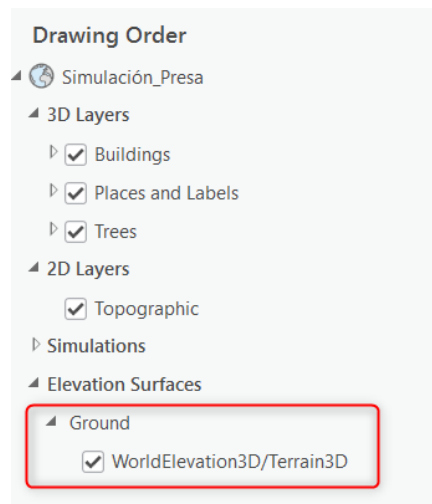
Entre 1:20.000 y 1:30.000

*El mismo terrain visualizado a escalas diferentes. Dependiendo de la escala, se utiliza un nivel diferente de pirámide para renderizar la superficie. En la escala más grande con la mayor resolución, las líneas de ruptura son visibles.*

## Superficies de elevación

Las superficies de elevación definen valores de altura en la extensión de un mapa o una escena. Sin importar el tipo de escena que elija, **debe establecer la fuente de elevación para la escena 3D**, así como para las capas individuales que desee

mostrar en 3D. En ArcGIS Pro, cada capa desplegada en una escena 3D especificará una fuente de datos de elevación independiente de otras capas. La capa de origen del grupo **Elevation Surfaces** se utiliza para proporcionar alturas base para otras capas.



*Superficie de elevación WorldElevation3D proporcionada por ArcGIS.*

Un mapa o una escena siempre tiene al menos una superficie de elevación, que representa el suelo. Aunque no puede eliminar la superficie del suelo, puede sustituir su fuente de elevación. También puede agregar superficies de elevación personalizadas adicionales al mapa o la escena. Entre los ejemplos de superficies de elevación personalizadas se incluye uno que define la profundidad de un estrato geológico o uno que define la altura de un espacio aéreo restringido. Puede definir la altura de las capas de entidades que se dibujará en el suelo, en relación con el suelo o a una altura absoluta partiendo de la superficie de elevación en el mapa o la escena.

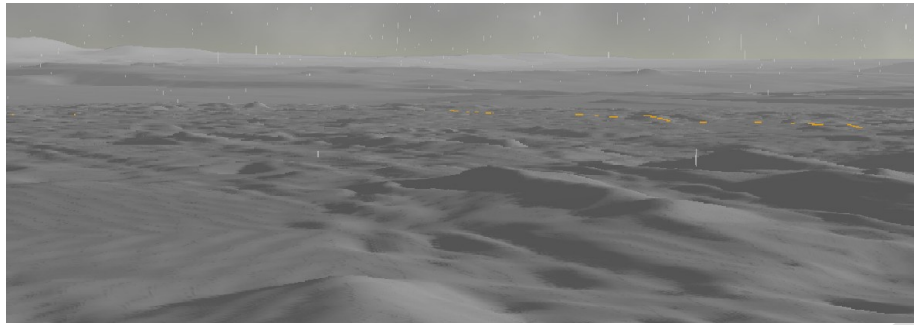
Cada superficie de elevación puede tener una o varias fuentes de datos de elevación que definan la altura a lo largo de la superficie. Una fuente de elevación puede ser **un TIN, una superficie de imagen o un dataset ráster**. En áreas donde los valores de la fuente de elevación se superponen, se utiliza el valor de la primera fuente de elevación (primera de la lista) para definir la superficie. También es posible que una superficie de elevación no tenga ninguna fuente de elevación. En este caso, todos los valores de superficie de elevación se definen con una altura absoluta y constante.

El uso más común para las superficies de elevación es definir la **fuentes de elevación para contenido rasterizado y símbolos vectoriales "en el suelo"**, pero también se utilizan para definir alturas al editar entidades. Por ejemplo, al crear entidades, puede especificar la ubicación xy a medida que edita, pero el valor z de la entidad se puede derivar de una superficie de elevación.

## **Suelo / Ground**

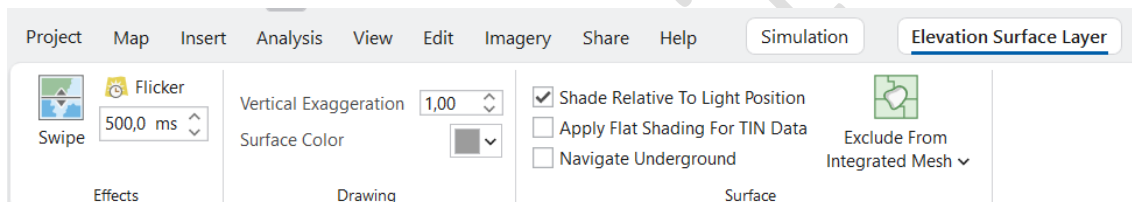
Cada mapa o escena contiene una superficie de elevación predefinida llamada Suelo (*Ground* en inglés) que no se debe eliminar. La fuente de elevación predeterminada para esta superficie es un servicio de imágenes de elevación almacenado en caché, World DTM. La URL de este servicio es:

<https://elevation.arcgis.com/arcgis/rest/services/WorldElevation/Terrain/ImageServer>



*Superficie de elevación de WorldElevation3D.*

Si no está conectado a Internet, no podrá acceder a este servicio y la elevación del suelo será 0. No obstante, puede agregar una fuente de elevación local a la superficie de elevación del suelo o incluso eliminar el servicio de elevación mundial y sustituirlo por una fuente propia. Puede configurar su apariencia haciendo clic en Ground y yendo a la pestaña Elevation Surface Layer de la cinta superior.



*Pestaña Elevation Surface Layer.*

## Superficies de elevación personalizadas

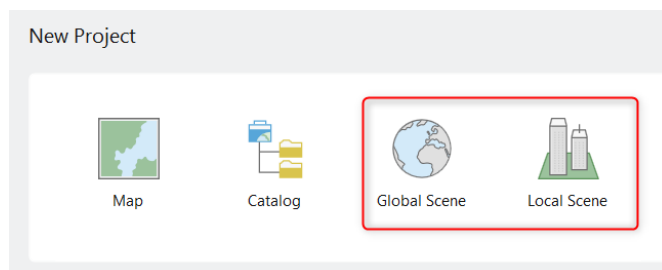
Además de la superficie de elevación del Suelo, puede agregar otras superficies de elevación personalizadas a su mapa o escena. Las capas de elevación personalizadas deben tener una fuente de elevación válida.

Una fuente de elevación contiene los datos que definen la superficie de elevación. Una superficie de elevación puede tener más de una fuente de elevación y puede combinar distintos tipos de datos. Las fuentes de elevación locales pueden ser un ráster que contenga información de elevación o un dataset de TIN.

El orden de las fuentes de elevación en la superficie de elevación determina el orden con que se utilizarán, de modo que la fuente de datos con la mayor resolución se deberá colocar en una posición más alta en el orden de fuentes de elevación. Cuando navegue a un área del mapa o la escena que esté fuera de la extensión de la primera fuente de elevación (con la resolución más alta), se usará la siguiente fuente de elevación de la lista, y así sucesivamente.

## 2. Escenas locales y globales

En ArcGIS Pro, puede tener los mapas en 2D y 3D en el mismo proyecto. Además, si tiene mapas en 3D, puede tener escenas globales y locales dentro del mismo proyecto. La capacidad de almacenar mapas en 3D en el mismo proyecto con mapas 2D es una característica esencial de ArcGIS Pro. El tipo de escena que elija depende de los datos, la extensión y tipo de análisis o la visualización a realizar.



*Plantillas para iniciar un proyecto en ArcGIS Pro.*

### Escenas locales

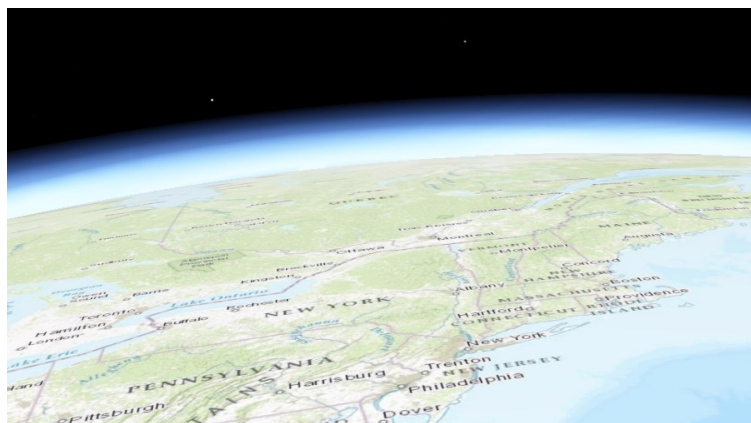
Las **escenas locales** se utilizan para los datos con extensiones más pequeñas ya que la curvatura de la tierra no es necesaria para el análisis. Por ejemplo, si se está calculando el área, se utilizaría una escena local y datos proyectados en lugar de los datos sin proyección globales. Después de elegir un tipo de escena, puede cambiar entre ellas en ArcGIS Pro. Las escenas locales son buenas para visualizar 3D a escalas más grandes. Las escenas locales pueden mostrar edificios en una ciudad, los planos de planta de un edificio, o los datos del subsuelo como minas o terremotos.



*Esta escena local muestra un mapa proyectado en 3D de un área urbana.*

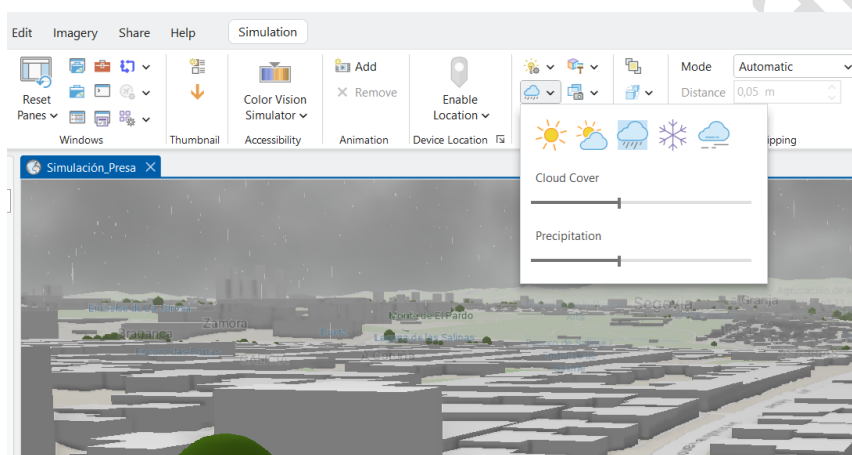
### Escenas globales

Las **escenas globales** se utilizan cuando se tiene una gran extensión, el contenido ubicado en el mundo real, o cuando la curvatura de la tierra es un elemento importante en la visualización y el análisis.



*Escena global mostrando Norte América.*

Además, las escenas globales ofrecen **efectos de clima** para representar la escena.



*Efecto de clima de precipitación en una escena.*

## Escenarios: escena local o global

**1. Tiene datos detallados de todo un municipio.** Sus datos incluyen una serie de fotografías aéreas, líneas centrales de carreteras, límites de las parcelas, zonas edificadas, usos del suelo y los puntos de interés.

Una **escena global** sería mejor ya que el volumen de datos es elevado y lo más probable es que requiera el almacenamiento en caché a la máxima resolución. Además, la medida abarca una amplia región en la curvatura de la tierra que debe ser considerada.

**2. La mayoría de los datos se encuentran dentro de 1 kilómetro cuadrado** en torno a un grupo de pozos de petróleo. También tiene un MDT de cerca de 10 kilómetros cuadrados alrededor de los pozos. Su objetivo es visualizar los pozos de petróleo en tres dimensiones para ver la eficacia y la cobertura de sus pozos.

Una **escena local** sería mejor ya que el volumen de datos es pequeño y la visualización se limita a una pequeña medida. Además, desea ver los datos como si hubiera sido cortado la tierra.

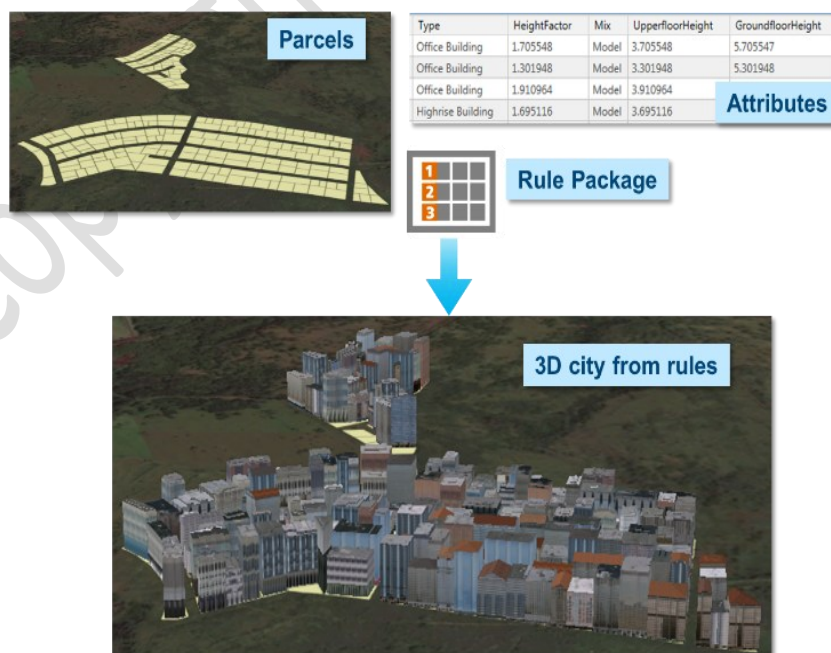
## Métodos de simbología y visualización 3D

En ArcGIS Pro, puede crear o simbolizar datos 3D para una mejor visualización. Puede extruir entidades basándose en los **valores de los atributos** como una forma de simbología 3D, crear entidades desde paquetes de reglas de **CityEngine**, o **digitalizar entidades 3D** a través de la edición. También puede utilizar el análisis en 3D para crear entidades tales como barreras visuales y de horizonte para ayudar a responder preguntas sobre sus datos en 3D.

### Crear ciudades 3D

Las ciudades tridimensionales se pueden crear utilizando **huellas con los atributos de la tabla** que especifica las propiedades de los edificios. Las propiedades de los edificios especificados en una tabla pueden incluir el tipo de edificio (oficina, apartamento, etc.), el número de plantas y la altura. Para construir el edificio en 3D, los paquetes de reglas leen la información de la tabla. Las normas de procedimiento sobre cómo visualizar edificios en 3D se crean en CityEngine; y se pueden exportar como paquetes de reglas, que pueden ser consumidos en ArcGIS Pro para crear entidades en 3D, usando una herramienta de geoprocetamiento. El paquete de reglas crea entidades basadas en las normas de procedimiento interno y en los atributos de la tabla que describen los edificios.

La creación de ciudades en 3D implica un enfoque de modelización de procedimiento: Genera automáticamente los **modelos a través de un conjunto de reglas predefinidas**. La creación de paquetes de reglas es un proceso complejo que implica el lenguaje encriptado de CityEngine y CGA. No puede crear sus propios paquetes de reglas, pero puede acceder a **los paquetes de reglas ya creadas** y utilizarlos para modelar sus ciudades.



*Flujo de trabajo para crear una ciudad 3D desde un paquete de reglas.*

## Niveles de detalle (LOD)

En este apartado se comentarán los aspectos, necesidades, opciones y posibilidades que ArcGIS Pro ofrece a la hora de modelar ciudades de forma realista empleando datos LIDAR con una calidad mínima. No obstante, **el nivel de calidad del modelo que se obtendrá dependerá por completo de la calidad de los datos que se introduzcan en la solución**. Así aparece el concepto de nivel de detalle. Es importante saber que se distinguen 3 niveles de detalle o **LOD (Level of Detail)** : LOD1, LOD2 y LOD3.

### LOD 1

Este es el **más simple de los tres**. En él se define la altura real del edificio, así como el MDT real del terreno. Quedando una **extrusión de cada "Huella del edificio" a la altura real**. Esto marca una diferencia con la extrusión tradicional en la que se hace una estimación de la altura del edificio en función de una altura media por planta, obteniéndose una altura visualmente aceptable pero no real. En el LOD1 se obtienen alturas reales con un margen de error mínimo que depende de la calidad del dato de entrada.



LOD 1.

### LOD 2

En este nivel además de detallar la altura real, **se detalla la forma de los tejados y la forma del edificio queda prácticamente exacta**. Hay que aclarar que para que la formación del tejado de un buen resultado es necesario tener una densidad mayor de 2 puntos por metro aproximadamente.



LOD 2.

### LOD 3

En este nivel de detalle se tienen en cuenta las texturas, tanto de los edificios como de los árboles. Este nivel se utiliza para crear representaciones hiperrealistas, dónde se quieren mostrar al detalle cornisas, chimeneas, elementos de ventilación, tragaluces, etc.



LOD 3.

### Uso de paquetes de reglas procedurales

Los paquetes de reglas de CityEngine proporcionan una manera de crear entidades 3D basado en un conjunto de normas de procedimiento. Un paquete de reglas es un paquete comprimido, que contiene archivos de reglas compilados CGA (binarios), y todos los datos de referencia necesarios. Los paquetes de reglas son una manera fácil de compartir normas de procedimiento para ayudar a construir edificios basados en atributos de la tabla.

Una de las herramientas que podemos utilizar para mejorar la visualización de nuestros datos cuando trabajamos en entornos 3D son los **símbolos procedurales** que vienen por defecto en las librerías. style que se instalan por defecto, o los **ficheros. rpk (Rule Package) creados en CityEngine** y disponibles para la descarga en el siguiente grupo de ArcGIS Online: <https://goo.gl/esbhP6>

La simbología de procedimiento usa una lógica basada en secuencias de **comandos para construir texturas** y objetos 3D complejos a partir de geometrías simples con el fin de visualizar entidades de punto, multiparce o de polígono. Por ejemplo, la simbología de procedimiento se puede usar para representar entidades de punto como **árboles muy realistas, entidades de polígono como edificios parisinos** del siglo XVII o entidades multiparce con texturas pintadas basadas en reglas.

Los símbolos de procedimiento son símbolos que incluyen una capa de símbolo de procedimiento en su estructura. **Las capas de símbolo de procedimiento se pueden agregar a los símbolos de punto y de polígono y únicamente cuando están en un contexto 3D.**



*Huellas de edificios bidimensionales antes de que un paquete de reglas se aplique en ArcGIS Pro.*

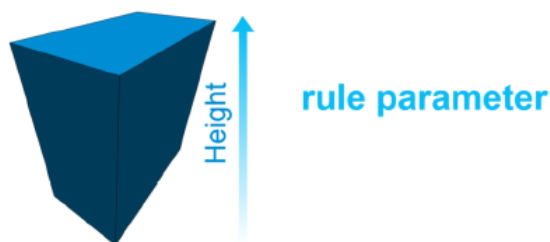


*Clases de entidad tridimensionales creadas desde un paquete de reglas.*

ArcGIS Pro incluye estilos de sistema con símbolos que contienen capas de símbolo de procedimiento. Si lo prefiere, puede crear sus propios símbolos de procedimiento en CityEngine y exportarlos como archivos .rpk para usarlos en ArcGIS Pro. Puede encontrar y descargar paquetes de reglas adicionales en ArcGIS Online.

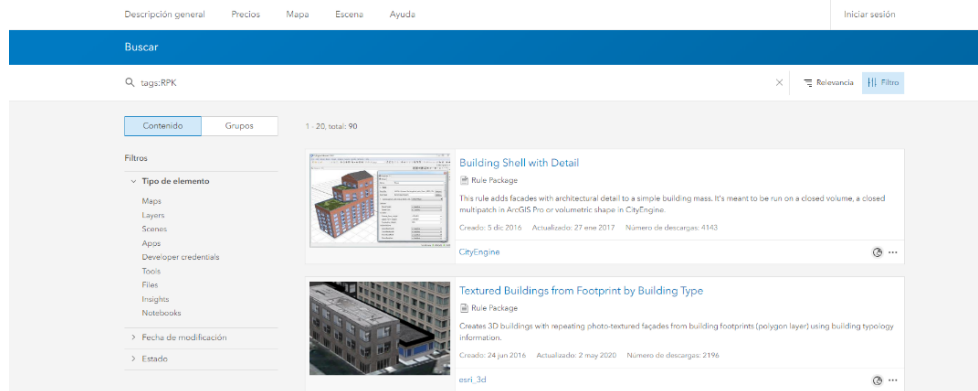
Las **Rule Package (RPKs)** utiliza una lógica basada en scripts que permite generar texturas y objetos en 3D partiendo de geometrías simples (puntuales, multiparce y superficiales) con el objetivo de obtener una visualización más realista.

Los símbolos de procedimiento aprovechan la lógica de un paquete de reglas de CityEngine (.rpk) para dibujar entidades. Estos paquetes generados, quedan encapsulados dentro de archivos con extensión \*.rpk. Uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta, es que la aplicación de la simbología procedural **puede estar controlada o condicionada por los atributos de la entidad a representar.**



*Parámetro de simbología procedural.*

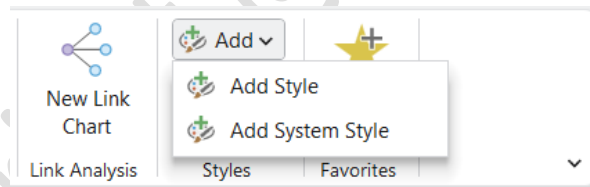
De forma predeterminada, **ArcGIS Pro incluye una librería de estilo de sistema** donde se encuentran definidos un conjunto de reglas procedurales genéricas. De la misma forma podremos encontrar múltiples reglas procedurales que pueden ser descargadas desde ArcGIS Online.



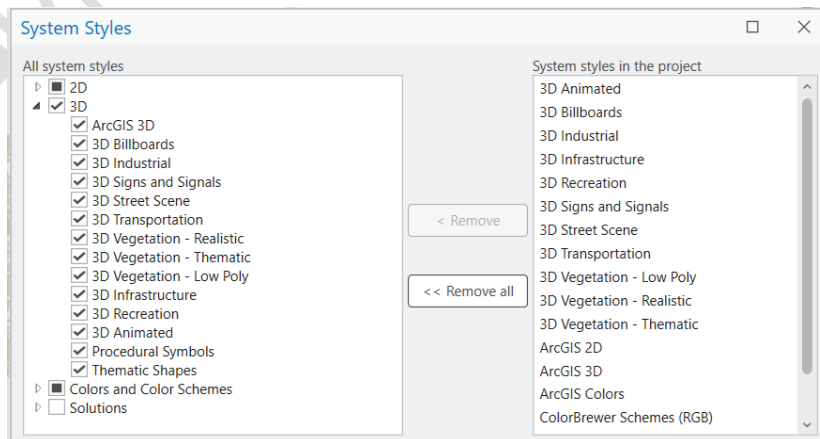
*Galería de archivos RPK disponibles en ArcGIS Online.*

## Símbolos 3D de ArcGIS Pro

Al instalar ArcGIS Pro en su ordenador dispone de una galería de estilos (.stylex) que contienen una gran variedad de iconos 3D listos para usar. Sin embargo, estos símbolos no se cargan por defecto al arrancar un archivo de proyecto nuevo, por lo que es necesario añadirlos al proyecto manualmente. Debe ir a la pestaña de Mapa, y en el grupo de Símbolos, haga clic en Agregar y Agregar estilos de sistema.

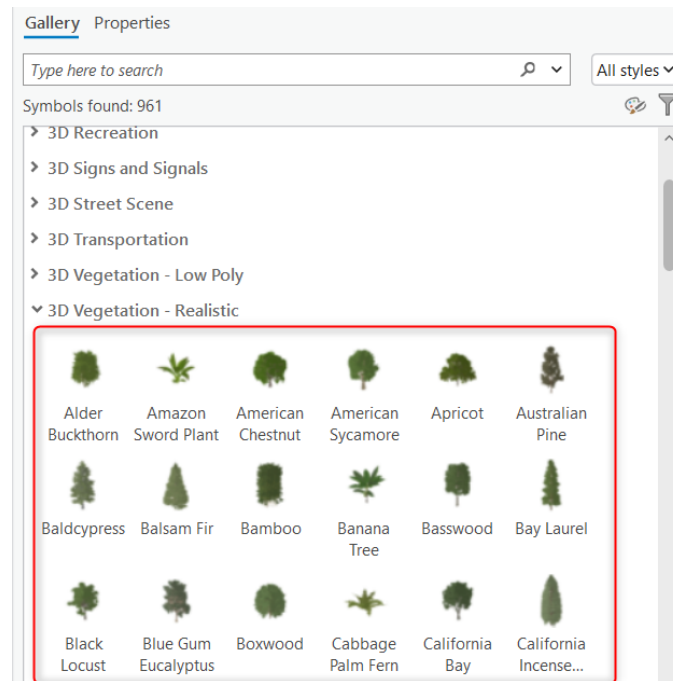


Una vez que accede a la galería de símbolos, abra el desplegable de 3D y observará que dispone de muchas familias de símbolos: Vegetación, Escena Callejera, Recreación, Infraestructuras, Medios de Transporte, etc.



*Galería de estilos 3D de ArcGIS Pro.*

Una vez que haya cargado estos símbolos en su proyecto, podrá usarlos en cada una de las capas de puntos que desee ver en 3D en su pestaña de Simbología.

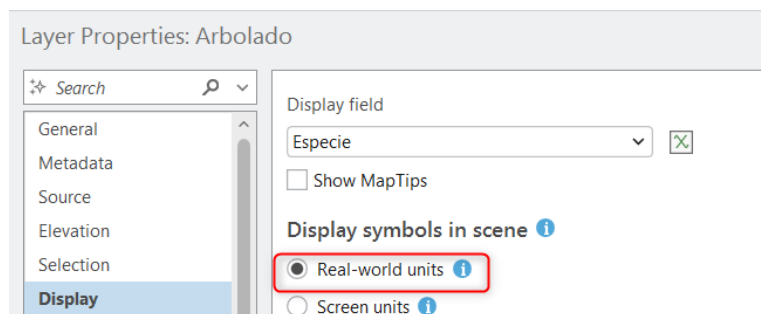


*Iconos 3D en el panel de Simbología.*

## Mostrar símbolos 3D en unidades del mundo real

Cuando utiliza símbolos tridimensionales en ArcGIS Pro, es común que quiera representarlos en unidades del mundo real (metros, por ejemplo) y no en unidades de pantalla. Por defecto, ArcGIS Pro representa los símbolos 3D como puede ser el icono de una farola en unidades de pantalla (pt), lo cual hace que al cambiar el nivel de escala de la escena el tamaño de estos se redimensione.

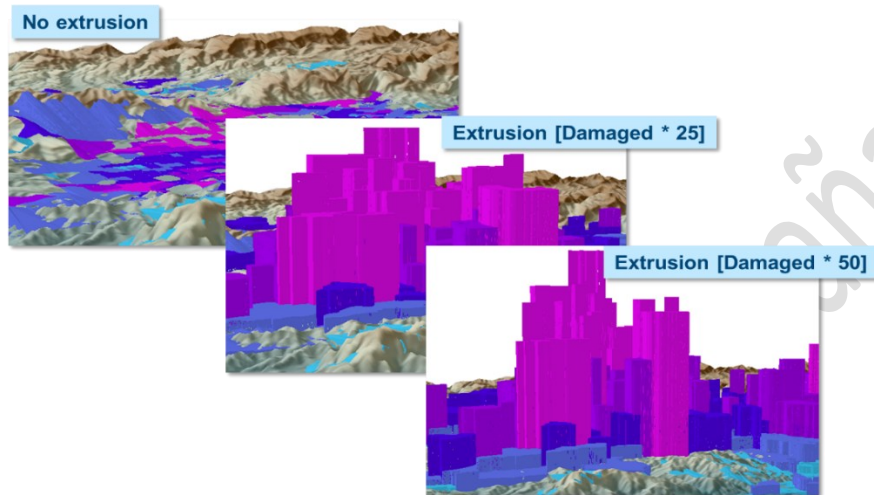
Cuando necesita crear un gemelo digital con una representación realista de los elementos del mundo real, es conveniente que represente dichos símbolos con su tamaño real correspondiente. Es decir, si una farola tiene un atributo con el valor de la altura en metros, podemos utilizar ese valor para que su icono 3D mida tantos metros como indique el campo. Esta opción se encuentra en Propiedades de la capa en la pestaña de Visualización.



*Casilla para mostrar los símbolos 3D en unidades del mundo real.*

## Extruir clases de entidad

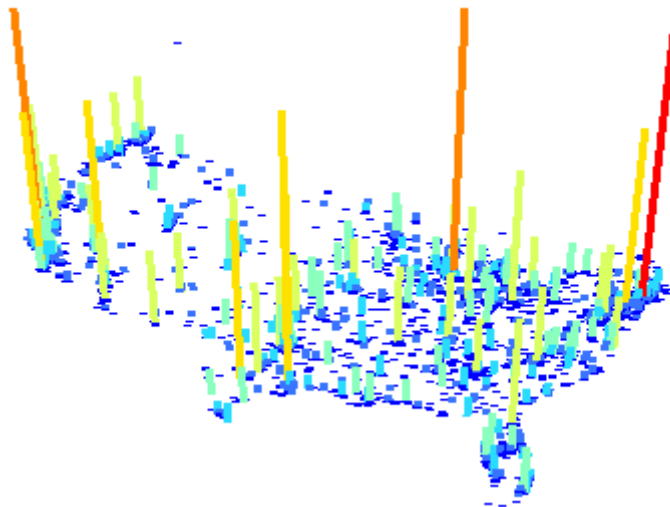
La extrusión es el proceso de **estiramiento vertical** de una forma plana 2D para crear un objeto 3D. La extrusión proporciona un método sencillo para crear simbología tridimensional a partir de características bidimensionales. Por ejemplo, se puede extruir polígonos de edificios por un valor de altura para crear formas realistas de construcción.



*Las diferencias entre no extrusión y extrusión (usando una expresión para extruir).*

Los tres tipos básicos de geometría, puntos, líneas y polígonos, soportan la extrusión. Otros tipos de geometría, como multiparce, raster y las entidades de anotación, no son compatibles con la extrusión. Como resultado, la opción de extrusión se desactiva automáticamente en las propiedades de capa de la entidad.

Las **entidades de punto** y multipunto se extruyen verticalmente para crear líneas. Las líneas verticales son útiles para tareas simples como poner de relieve una ubicación. Un uso más complejo sería para extruir los puntos por un atributo para crear un gráfico virtual, tales como la población de ciudades de Estados Unidos.



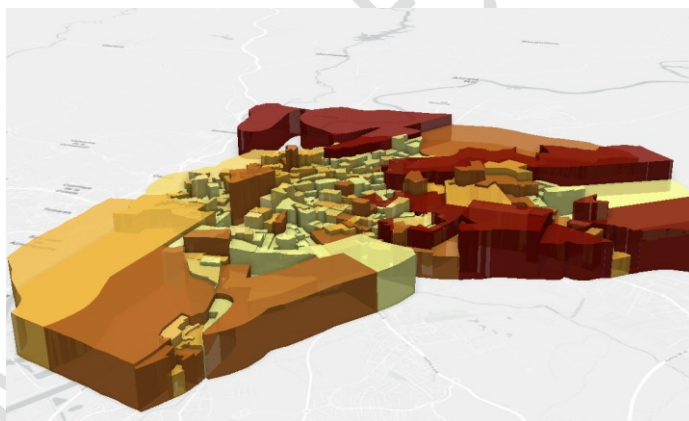
*Extrusión de la población de las ciudades de Estados Unidos.*

Las **entidades de línea** se extruyen verticalmente para crear muros. Este efecto es útil para delinear límites importantes en 3D, representando muros verticales, o simplemente creando un efecto visual para las entidades de línea planteadas, como áreas de prohibición de vuelo bajo las líneas de transmisión.



*Extrusión de una clase de línea en 3D.*

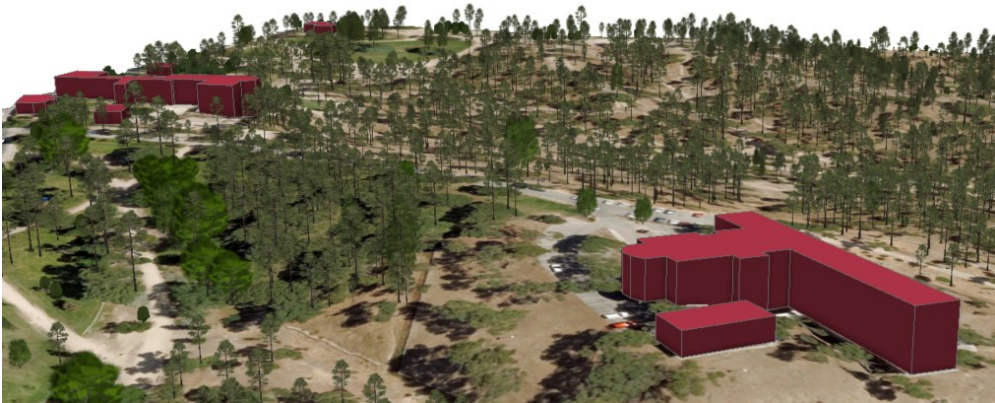
Las **entidades poligonales** se extruyen verticalmente para crear cajas. El uso más común de la extrusión de polígono es convertir huellas de edificios en los edificios en 3D. Pero también se puede utilizar para valores representativos, como los precios de las propiedades, la población de un condado, o los ingresos de un bloque censal.



*Extrusión de secciones censales por población total.*

## Ejercicio 1: Creación de un gemelo digital

Un gemelo digital es una representación virtual de un objeto, sistema o proceso que nos permite crear un puente entre el mundo virtual y la realidad. En este ejercicio aprenderás a crear un gemelo digital del entorno del Parque de la Dehesa de la Villa (Madrid) con ArcGIS Pro mediante la configuración de escenas 3D para obtener una visualización realista y operativa del área de estudio. Explorarás las opciones de simbología 3D que ofrece ArcGIS para modificar los aspectos de las capas de la escena, incluyendo paquetes de simbología procedural o estilos 3d que ya están instalados con ArcGIS Pro.



En este ejercicio realizará las siguientes tareas:

- Crear una escena 3D en ArcGIS Pro.
- Utilizar símbolos 3D para representar la vegetación.
- Extruir una capa vectorial para visualizarla en 3D.
- Simbolizar un volumen con un paquete de reglas procedurales.
- Migrar un modelo 3D para utilizarlo como simbología.

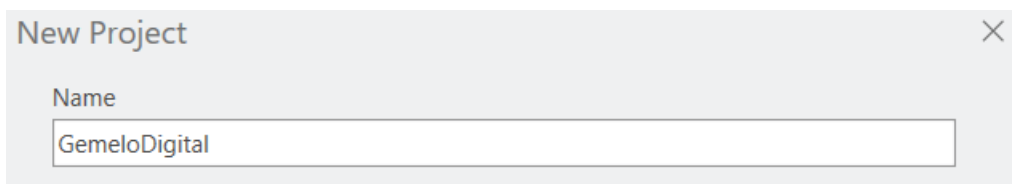
### Paso 1: Crear un nuevo proyecto en ArcGIS Pro

En este paso, creará un nuevo proyecto e insertará una nueva vista de escena local.

- Inicie ArcGIS Pro.
- En Nuevo proyecto, haga clic en **Escena Local / Local Scene**.



- Como nombre del proyecto, escriba **GemeloDigital**.
- Desmarque la opción para crear una nueva carpeta y luego haga clic en Aceptar.



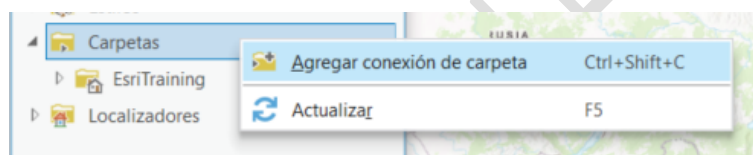
## Paso 2: Conectar ArcGIS Pro a los datos de partida

En la carpeta que se le ha proporcionado cuenta con todos los datos necesarios para crear una representación realista del parque de la Dehesa de la Villa en Madrid. Con estos datos, procederá a crear un gemelo digital de este parque para generar una vista tridimensional del mismo para mejorar la gestión de los elementos del parque (arbolado, parques infantiles, mesas de picnic, bancos, alumbrado, etc.)

A continuación, procederá a conectar la carpeta con los datos proporcionados.

- Desde el panel de Catálogo, haga clic derecho en Carpetas y seleccione la opción de **Agregar conexión de carpeta / Add Folder Connection**.

**Nota:** Si no ve el panel de Catálogo, vaya a la pestaña de Vista y seleccione Panel de Catálogo.



- Desde el buscador, seleccione la carpeta **3D** en su ordenador y haga clic en OK.

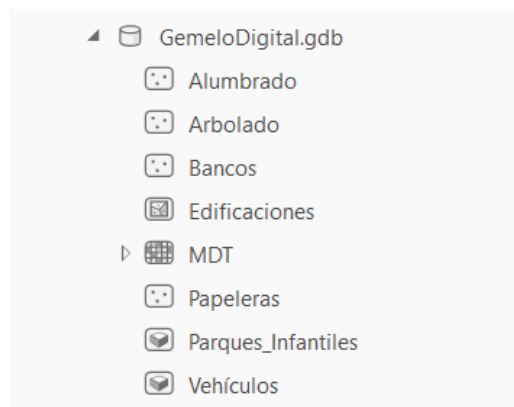


Folder

**Nota:** Tendrá que haber descomprimido la carpeta de los datos del curso previamente para que sea legible

Ya tiene la carpeta conectada con los datos necesarios para el ejercicio.

- Desde el panel de Catálogo, expanda la carpeta **Ejercicio 1**.
- Despliegue la geodatabase **GemeloDigital.gdb** para visualizar su contenido.



En esta geodatabase se encuentran todas las clases de entidad con las que se va a trabajar durante el ejercicio. Todas ellas hacen referencia a elementos del parque que pueden ser visualizados en 3D dentro de ArcGIS Pro de alguna manera. En cada paso se irán añadiendo uno a uno para configurar la escena y crear el gemelo digital.

- Desde el panel de Catálogo, en Bases de datos, asegúrese que la geodatabase **GemeloDigital.gdb** es la predeterminada del proyecto.



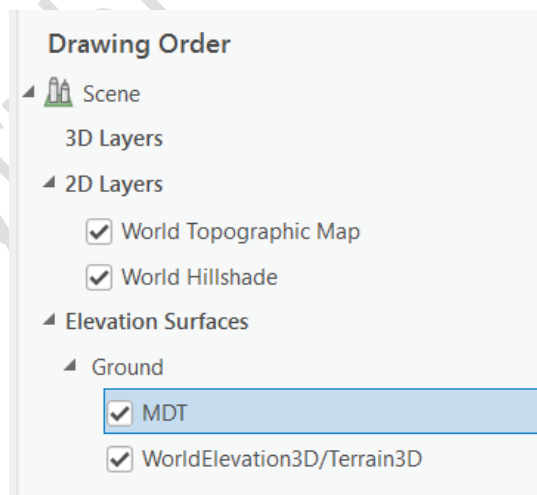
En esta geodatabase se guardarán por defecto todos los resultados de las herramientas de geoprocésamiento que se realizarán en el ejercicio.

### Paso 3: Configurar la extensión y el suelo de la escena

Por defecto, en una nueva escena vemos toda la superficie de la tierra con el servicio de suelo WorldElevation3D/Terrain3D que nos ofrece ArcGIS por defecto. Si disponemos de una capa ráster que defina la extensión de nuestro área de estudio, es posible acotar la extensión de la escena a dicho ráster.

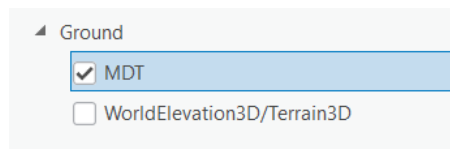
**Nota:** Una de las principales ventajas de trabajar con datos ráster como superficie de suelo es el poder tener una resolución de suelo acorde a la resolución del tamaño de celda del ráster. Cuánto más pequeño sea dicho tamaño, mejor será la resolución del suelo.

- Desde el panel de Catálogo, en **GemeloDigital.gdb**, arrastre el dataset ráster MDT al grupo de capas **Superficies de elevación / Elevation Surfaces** y **suéltelo debajo de Suelo / Ground**.



Todavía está usando el servicio de suelo de WorldElevation3D/Terrain3D, por lo que será necesario eliminarlo de la escena.

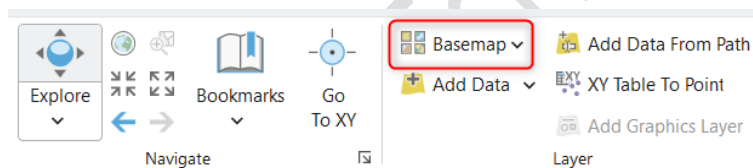
- Desactive la visibilidad de **WorldElevation3D/Terrain3D**.



- Utilice el navegador en la esquina inferior izquierda de la escena para rotar el ángulo de visión y poder apreciar la nueva superficie de elevación personalizada.



- Desde la pestaña de Mapa / Map, en el grupo Capa / Layer, haga clic en **Mapa base / Basemap**.



- Elija dentro del grupo Mapa base 2D / 2D Basemap el mapa base de **Imágenes**.



El mapa base sólo se proyecta en la nueva superficie de suelo generada.

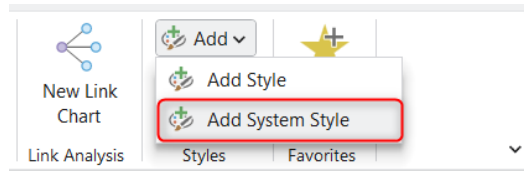


## Paso 4: Importar los estilos 3D instalados en ArcGIS Pro

ArcGIS Pro contiene una serie de estilos aptos para la visualización 3D que se instalan cuando se descarga el programa. Sin embargo, estos no están cargados por defecto y hay que agregarlos manualmente una vez se ha creado el archivo de proyecto.

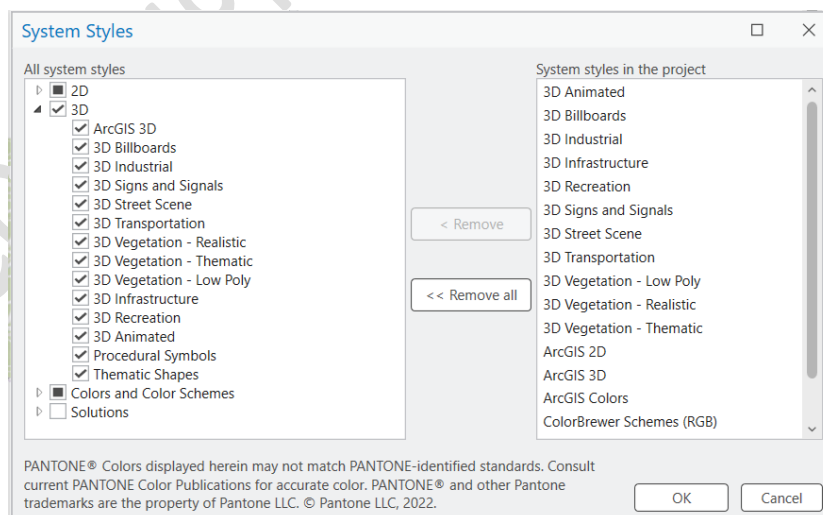
A continuación, procederá a cargar estos estilos de simbología en su proyecto:

- Desde la pestaña de **Insertar / Insert**, en el grupo Estilos, haga clic en Agregar / Add y seleccione **Agregar estilo de sistema / Add System Style**.



Aparecerá una lista con varios desplegados mostrando todos los estilos disponibles en ArcGIS Pro listos para usarse. Tendrá que agregarlos a su proyecto actual para que puedan ser utilizados cuando acuda a las opciones de Simbología.

- Abra el desplegable 3D y marque las casillas de los siguientes estilos:
  - **Escena callejera 3D / 3D Street Scene.**
  - **Transporte 3D / 3D Transportation.**
  - **Vegetación 3D - realista / 3D Vegetation - Realistic.**
  - **Vegetación 3D - temática / 3D Vegetation - Thematic.**
  - **Infraestructura 3D / 3D Infrastructure.**
  - **Recreación 3D / 3D Recreation.**
  - **Símbolos del procedimiento / Procedural Symbols.**



- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.

## Paso 5: Agregar la capa de arbolado

En este paso agregará la capa de arbolado y la simbolizará con iconos tridimensionales de vegetación realista con un tamaño equivalente a la altura real de cada árbol.

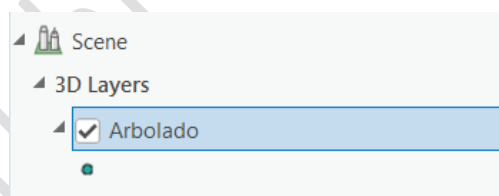
- Desde el panel de Catálogo, en la geodatabase GemeloDigital.gdb, arrastre a la escena la clase de entidad de puntos **Arbolado**.

**Nota:** También puede agregarla a la escena haciendo clic derecho sobre ella y seleccionando la opción de Agregar al mapa actual.



La capa de Arbolado es una capa vectorial de puntos 2D que recoge los casi 8.000 árboles inventariados en el parque de la Dehesa de la Villa en Madrid. La capa no recoge sólo la geometría de cada árbol, si no que recoge en varios atributos el nombre de la especie inventariada (Campo Especie) y su altura real (Campo Altura).

- Desde el panel de Contenido, arrastre la capa de Arbolado desde el grupo **Capas 2D / 2D Layers a Capas 3D /3D Layers**. Esto le permitirá visualizar los símbolos 3D.

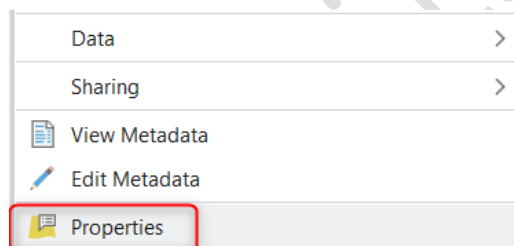


- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en la capa de Arbolado y seleccione **Tabla de Atributos / Attribute Table**.
- Observe la estructura de la tabla.

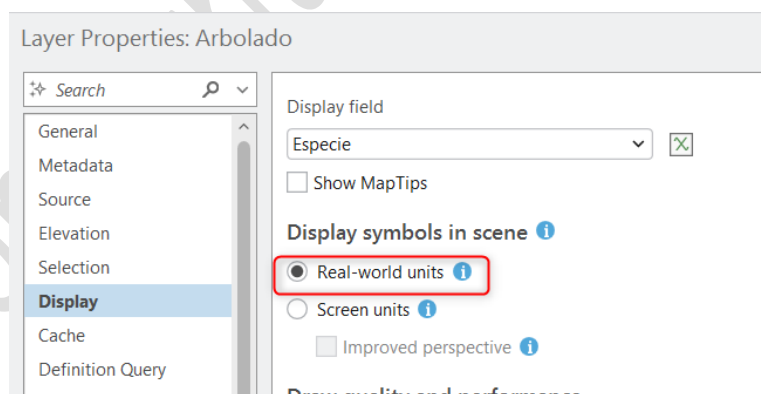
| Arbolado |            |            |         |        |
|----------|------------|------------|---------|--------|
| Field:   |            | Selection: |         |        |
|          | OBJECTID * | SHAPE *    | Especie | Altura |
| 1        | 1          | Point      | Olmo    | 6      |
| 2        | 2          | Point      | Pino    | 12     |
| 3        | 3          | Point      | Pino    | 11     |
| 4        | 4          | Point      | Pino    | 11     |
| 5        | 5          | Point      | Pino    | 9      |
| 6        | 6          | Point      | Pino    | 15     |
| 7        | 7          | Point      | Cedro   | 16     |
| 8        | 8          | Point      | Pino    | 8      |
| 9        | 9          | Point      | Pino    | 12     |
| 10       | 10         | Point      | Pino    | 12     |

La tabla cuenta con el campo Altura que nos muestra la altura real de cada árbol inventariado. Si queremos mostrar con símbolos 3D dicha altura, es necesario que activemos una opción de visualización específica.

- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en **Arbolado** y seleccione la opción de **Propiedades / Properties**.



- En la pestaña de **Vista / Display**, marque la casilla de **Unidades del mundo real / Real-world Units**.

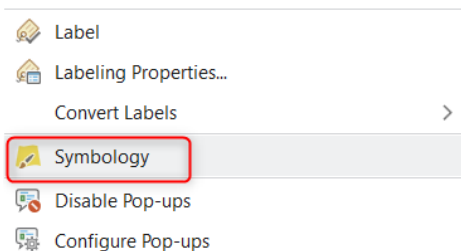


Esta casilla permite que **los símbolos 3D midan tantos metros de altura como indique un campo numérico**, en este caso, el campo **Altura**.

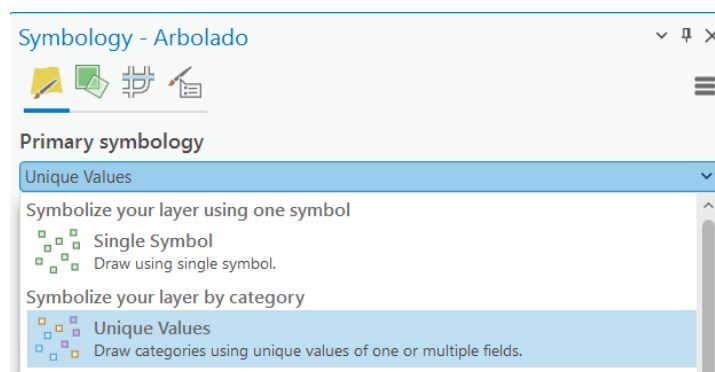
- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.

A continuación, procederá a configurar la simbología de la capa.

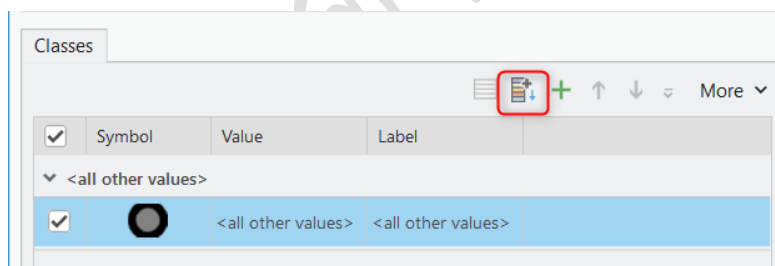
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en **Arbolado** y seleccione la opción de **Simbología / Symbology**.



- En Simbología principal, abra el desplegable y seleccione **Valores únicos / Unique Values**.

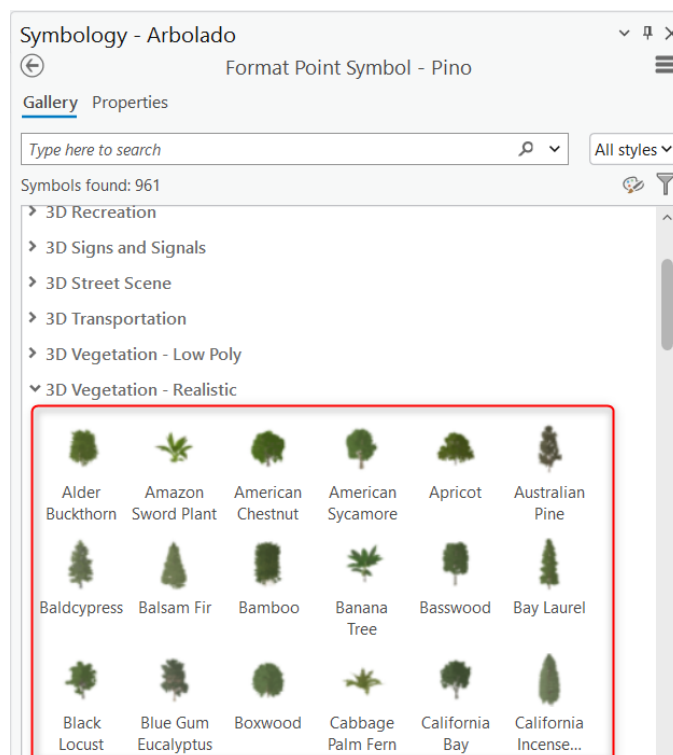


- Asegúrese de que en **Campo 1 / Field 1**, a la derecha está seleccionado el campo **Especie**.
- En Clases, haga clic en el botón de **Agregar todos los valores / Add all values**.

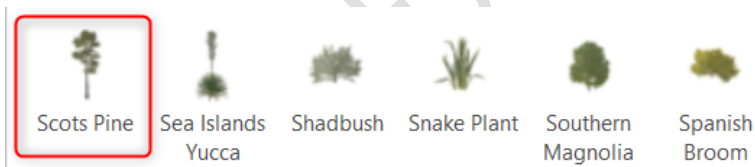


Aparecen todas las especies detectadas en el campo **Especie** de la tabla.

- Haga **doble clic en el icono** de la derecha de **Pino** para acceder a la galería de iconos.
- En la galería de iconos, navegue por las familias de estilos hasta encontrar **Vegetación 3D - realista / 3D Vegetation - Realistic**.



- Busque el icono de **Pino Silvestre / Scots Pine** y haga doble clic en él.

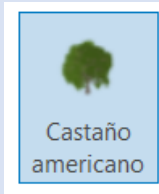


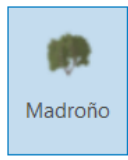
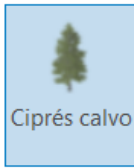
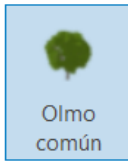
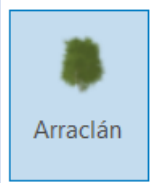
El símbolo se ha aplicado a todos los pinos del parque.

A continuación, modificará algunos símbolos para algunas especies en concreto.

**Nota:** En la galería de iconos puede buscar por palabra el nombre del icono.

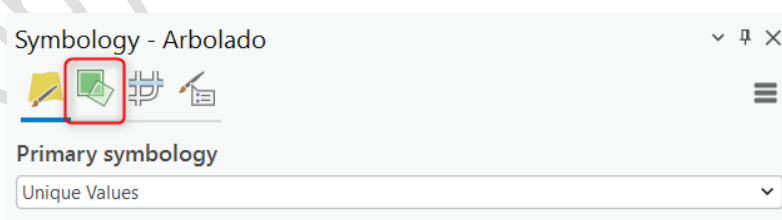
- Haga doble clic en el icono de cada una de las siguientes especies y busque el símbolo correspondiente:

| Especie       | Símbolo                                                                                                                              | Especie       | Símbolo                                                                                                                                          |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Acacia</b> |  <p>Falsa acacia</p> <p><b>(Black Locust)</b></p> | <b>Encina</b> |  <p>Castaño americano</p> <p><b>(American Chestnut)</b></p> |

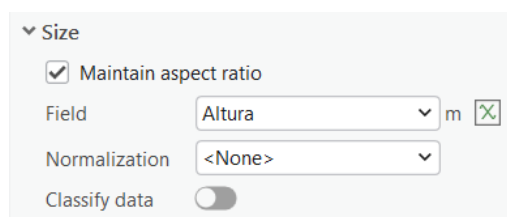
|               |                                                                                                                                   |                |                                                                                                                                    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arce</b>   | <br>Arce real<br><b>(Norway Maple)</b>           | <b>Fresno</b>  | <br>Fresno<br>blanco a...<br><b>(White Ash)</b> |
| <b>Cedro</b>  | <br>Alerce<br>europeo<br><b>(European Larch)</b> | <b>Madroño</b> | <br>Madroño<br><b>(Strawberry Tree)</b>         |
| <b>Ciprés</b> | <br>Ciprés calvo<br><b>(Baldcypress)</b>         | <b>Olmo</b>    | <br>Olmo<br>común<br><b>(Field Elm)</b>         |
|               |                                                                                                                                   | <b>Otros</b>   | <br>Arraclán<br><b>(Alder Buckthorn)</b>       |

Una vez que ya tiene simbolizados todos sus árboles, variará el tamaño de dichos símbolos según su altura real.

- Desde el panel de Simbología, haga clic en el icono de **Variar la simbología por atributo / Vary Symbolology by Attributes**.



- Abra el desplegable de **Tamaño / Size** y en Campo seleccione **Altura**.



- Cierre el panel de Simbología y preste atención a la escena.



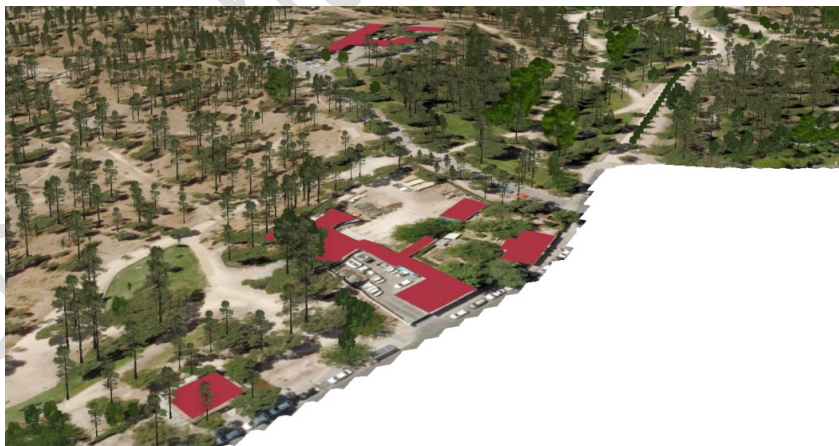
Cada árbol está representado con un símbolo acorde a su especie y con su altura real.

### Paso 6: Agregar la capa de edificaciones

Ya ha aprendido a configurar una capa de vegetación para su gemelo digital. A continuación, agregará una capa poligonal con las huellas de los edificios del parque y utilizará una simbología procedural para crear su volumen.

- Desde el panel de Catálogo, en la geodatabase GemeloDigital.gdb, arrastre la clase de entidad de polígono **Edificaciones**.

**Nota:** También puede agregarla a la escena haciendo clic derecho sobre ella y seleccionando la opción de Agregar al mapa actual.



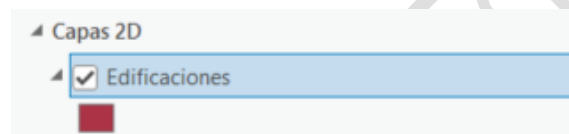
La capa contiene las siluetas de varios edificios del parque. Gracias a los estilos de simbología procedural de ArcGIS Pro, podrá simbolizarlas con volúmenes y texturas.

- Desde el panel de Contenidos, haga clic derecho en Edificaciones y seleccione **Tabla de atributos / Attribute table**.

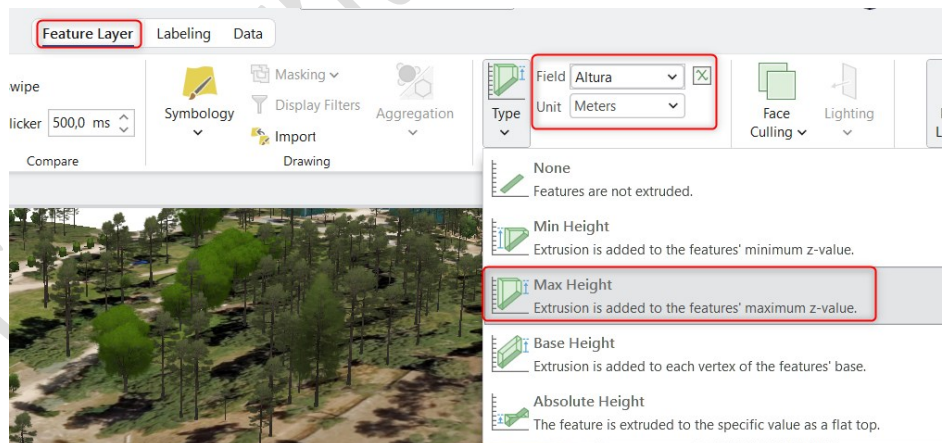
| Edificaciones        |            |                                         |        |        |              |            |
|----------------------|------------|-----------------------------------------|--------|--------|--------------|------------|
| Field: Add Calculate |            | Selection: Select By Attributes Zoom To |        |        |              |            |
|                      | OBJECTID * | SHAPE *                                 | Altura | Unidad | Shape_Length | Shape_Area |
| 1                    | 1          | Polygon                                 | 4      | Meters | 47,122835    | 120,241066 |
| 2                    | 2          | Polygon                                 | 7      | Meters | 180,116624   | 756,374083 |
| 3                    | 3          | Polygon                                 | 3      | Meters | 48,835957    | 124,858946 |
| 4                    | 4          | Polygon                                 | 3      | Meters | 37,30654     | 83,125263  |
| 5                    | 5          | Polygon                                 | 6      | Meters | 202,463069   | 666,996983 |
| 6                    | 6          | Polygon                                 | 3      | Meters | 38,413057    | 88,891329  |
| 7                    | 7          | Polygon                                 | 4      | Meters | 62,783286    | 172,407588 |

Observe que hay un campo llamado **Altura** con información de la altura de cada edificio. Utilizará este valor para extruir los edificios con su altura correspondiente.

- Cierre la tabla de atributos.
- Haga clic en la capa de **Edificaciones** desde el panel de Contenido y asegúrese de que está aparece sombreada en azul.

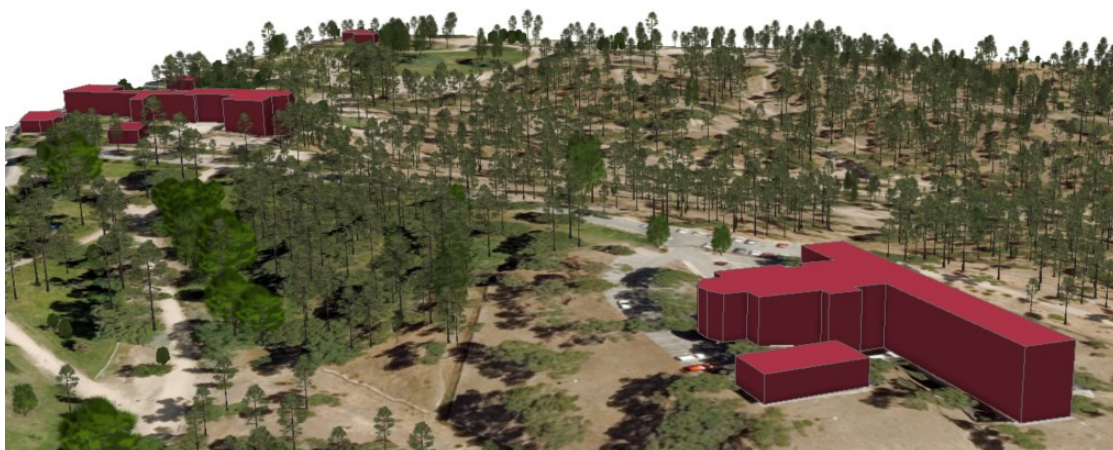


- En la cinta superior, haga clic en la pestaña de **Capa de entidades / Feature Layer**,
- En el grupo Extrusión, en **Tipo / Type**, seleccione **Altura Máxima / Max Height**.
- En Campo / Field, seleccione el campo **Altura**.
- En Unidad / Units, asegúrese de que indique **Metros**.

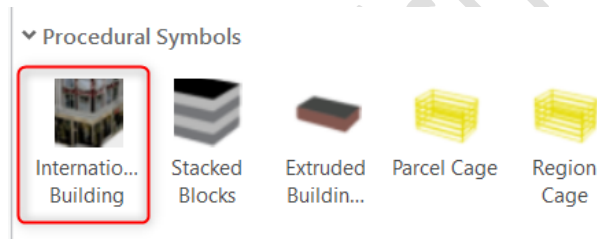


Los polígonos se levantan tantos metros como valor haya en el campo **Altura**. La extrusión es un efecto de visualización, por lo que no está convirtiendo el tipo de geometría original. Extruir entidades vectoriales le permite hacer uso de los archivos de simbología procedural (.rpk) disponibles al instalar ArcGIS Pro

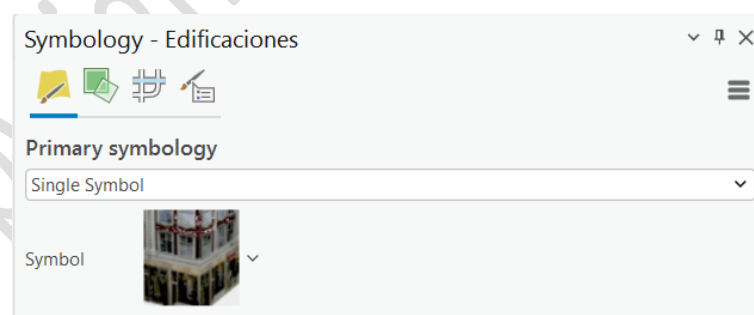
**Nota:** Los estilos de simbología procedural los ha cargado previamente con los estilos en el Paso 4.



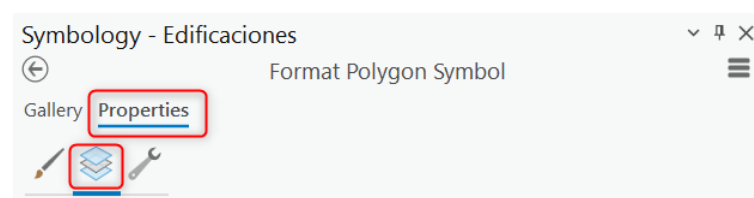
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Edificaciones y seleccione **Simbología / Symbology**.
- Haga doble clic en el icono del símbolo que aparece por defecto.
- En la galería de símbolos, vaya hasta el grupo **Símbolos de procedimiento / Procedural Symbols** y seleccione **Edificios internacionales / International Buildings**.



- Vuelva a hacer doble clic en el icono del símbolo desde Simbología.



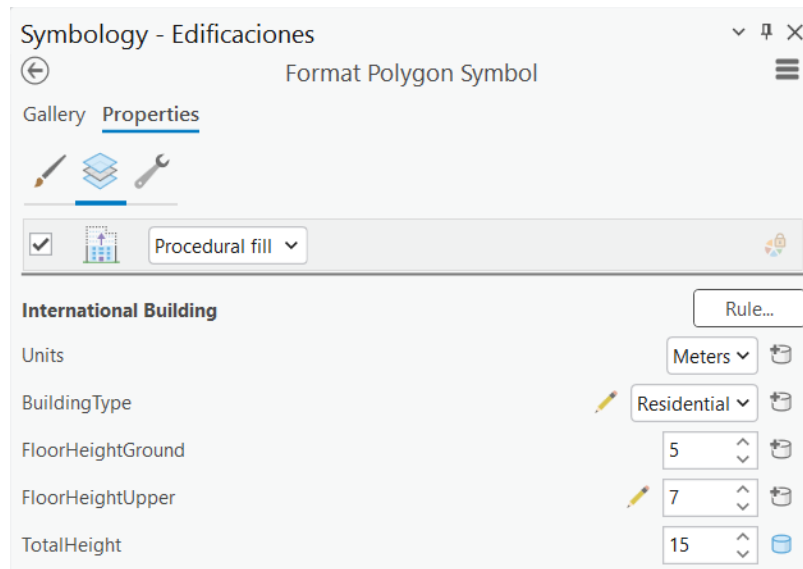
- Desde la pestaña **Propiedades / Properties**, haga clic en **Capas / Layers**.



Desde esta pestaña podrá configurar todas las opciones de simbología del paquete.

- Configure los parámetros con las siguientes opciones:

- En Units, asegúrese de que está en **Meters**.
- En BuildingType seleccione la opción **Residential**.
- En FloorHeightGround, escriba **5**.
- En FloorHeightUpper, escriba **7**.
- En Total Height, haga clic en el icono de **Asignación de atributos** y elija el campo **Altura**.



- Haga clic en **Aplicar** para guardar los cambios.

Observe que la capa de polígonos ahora se puede visualizar en 3D.

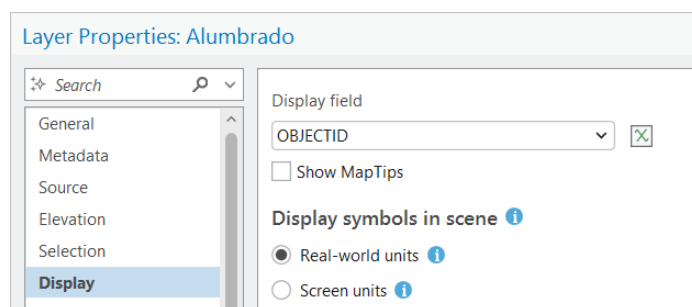


**Nota:** Si quisiera convertir la capa de Edificaciones en una clase de entidad de tipo multiparce (3D), tendrá que utilizar la herramienta **De capa 3D a Clase de Entidad / Layer 3D To Feature Class**. Esta herramienta convierte clases de entidad 2D extruidas en multiparces, lo que le dará la libertad de editar cada textura y cada vértice de su volumen.

## Paso 7: Agregar la capa de alumbrado

A continuación, agregará la capa de alumbrado dentro de la escena.

- Desde el panel de Catálogo, en la geodatabase GemeloDigital.gdb, arrastre a la escena a Capas 3D la clase de entidad de puntos de **Alumbrado**.
- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en la capa de Alumbrado y seleccione **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de **Vista / Display**, marque la casilla de **Unidades del mundo real / Real-world Units**.



- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.

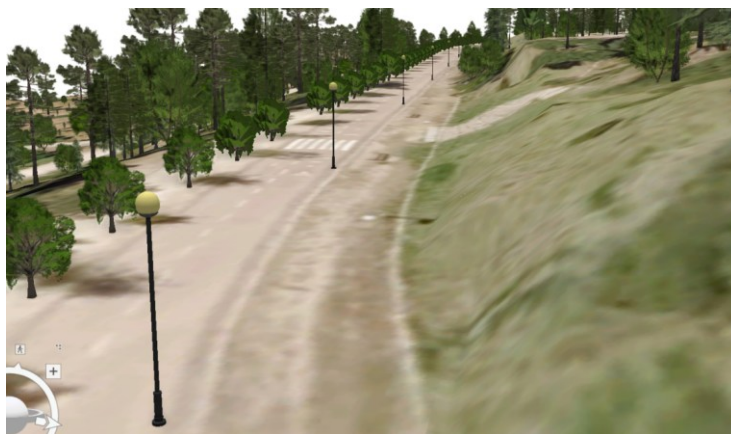
Ahora procederá a elegir un símbolo conveniente.

- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en la capa de Alumbrado y seleccione **Simbología / Symbology**.
- Haga doble clic en el símbolo por defecto para acceder a la galería de símbolos.
- En la pestaña de Galería, busque el grupo de **Escena callejera 3D / 3D Street Scene** y haga doble clic en el icono **Farola - Luz encendida / Light on post - Light On**.



- Cierre el panel de Simbología.

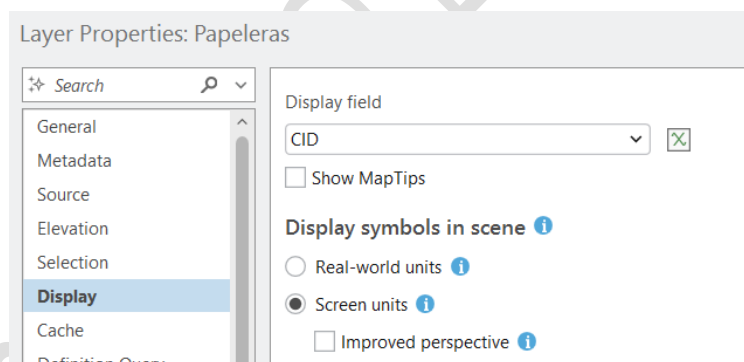
La simbología está configurada, pero no se verá hasta que permitamos que la capa se pueda visualizar en 3 dimensiones.



## Paso 8: Agregar la capa de papeleras

A continuación, agregará la capa de papeleras dentro de la escena.

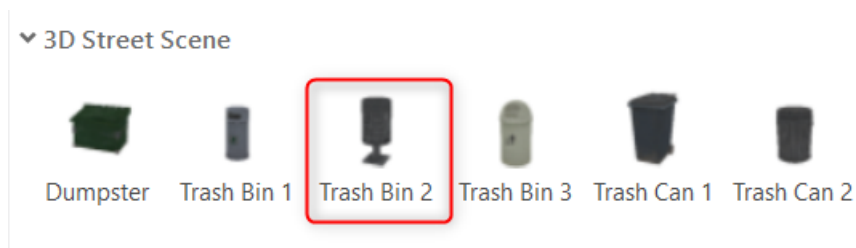
- Desde el panel de Catálogo, en la geodatabase GemeloDigital.gdb, arrastre a la escena al grupo Capas 3D la clase de entidad de puntos de **Papeleras**.
- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en la capa de Papeleras y seleccione **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de **Vista / Display**, marque la casilla de **Unidades del mundo real / Real-world Units**.



- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.

Ahora procederá a elegir un símbolo conveniente.

- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en la capa de Papeleras y seleccione **Simbología / Symbology**.
- Haga doble clic en el símbolo por defecto para acceder a la galería de símbolos.
- En la pestaña de Galería, busque el grupo de **Escena callejera 3D / 3D Street Scene** y haga doble clic en el icono **Cubo de basura 2 / Trash bin 2**.



- Vaya a la pestaña de Propiedades / Properties y en **Tamaño / Size**, elija **0,5**.
- Haga clic en Aplicar / Apply para guardar los cambios.



### Paso 9: Agregar la capa de parques infantiles

Ya ha aprendido a configurar simbologías tridimensionales para clases de entidad GIS a partir de diferentes metodologías. Dentro de ArcGIS Pro también es posible trabajar con **clases de entidad multiparche**, un tipo de clase de entidad de geodatabase que almacena volúmenes y texturas en un único registro.

Los multiparches pueden ser creados desde cero en ArcGIS Pro o **pueden ser importados desde otros programas como SketchUp, convirtiendo un archivo COLLADA (.dae) o un .kmz**.

La clase de entidad **Parques Infantiles** de la geodatabase GemeloDigital.gdb contiene volúmenes de elementos de parques infantiles procedentes de una conversión de un archivo diseñado en SketchUp y de la exportación de simbología 3D de ArcGIS Pro a la misma clase de entidad multiparche.

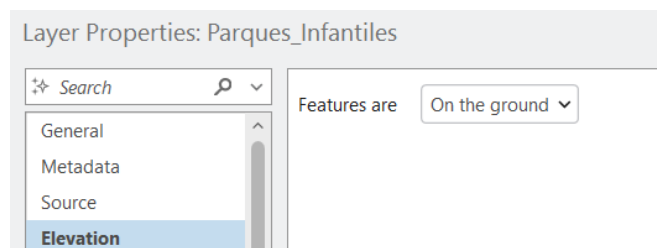
**Nota:** La herramienta que le permite convertir archivos procedentes de SketchUp o 3D Warehouse en clases de entidad multiparche se llama **Importar Archivos 3D / Import 3D Files**.

A continuación, cargará esa clase de entidad multiparche a la escena.

- Desde el panel de Catálogo, arrastre la clase de entidad **Parques Infantiles** al mapa.

Asegúrese de que en el panel de Contenido se encuentra en el grupo de Capas 3D.

- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Parques\_Infantiles y vaya a **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de Elevación, seleccione que las entidades están **En el suelo / On the ground**.



Esto permitirá que los volúmenes se apoyen en la superficie de elevación.

- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Parques\_Infantiles y seleccione **Zoom a la capa / Zoom to layer** y fíjese en los volúmenes importados.



- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Parques\_Infantiles y seleccione **Tabla de atributos / Attribute Table**.

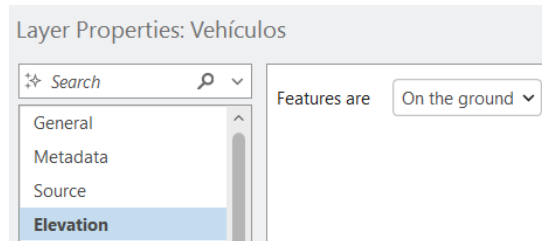
| Parques_Infantiles X |            |            |            |
|----------------------|------------|------------|------------|
| Field:               |            | Add        | Calculate  |
| Selection:           |            | Select     | Select     |
|                      | OBJECTID * | Shape *    | Tipo       |
| 1                    | 1          | MultiPatch | Tobogán    |
| 2                    | 2          | MultiPatch | Columpio   |
| 3                    | 3          | MultiPatch | Columpio   |
| 4                    | 4          | MultiPatch | Estructura |
| 5                    | 5          | MultiPatch | Balancín   |
| 6                    | 6          | MultiPatch | Tobogán    |
| 7                    | 7          | MultiPatch | Columpio   |
| 8                    | 8          | MultiPatch | Tobogán    |

Las clases de entidad multipatch pueden almacenar una tabla con atributos como cualquier otro tipo de entidad GIS. Cada fila hace referencia a un volumen independiente.

## Paso 10: Agregar la capa de vehículos

A continuación, cargará otra clase de entidad multiparache a la escena.

- Desde el panel de Catálogo, arrastre la clase de entidad **Vehículos** al mapa.
- Asegúrese de que en el panel de Contenido se encuentra en el grupo de Capas 3D.
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Vehículos y vaya a **Propiedades / Properties**.
  - En la pestaña de Elevación, seleccione que las entidades están **En el suelo / On the ground**.



Esto permitirá que los volúmenes se apoyen en la superficie de elevación.

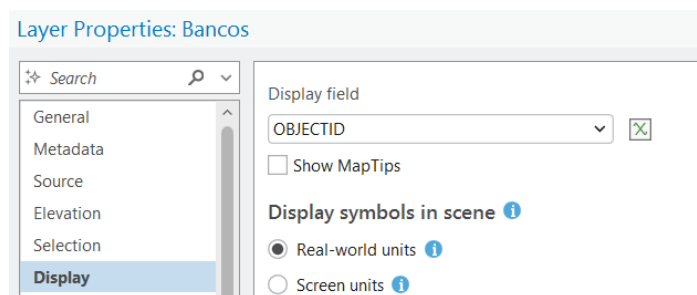
- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Vehículos y seleccione **Zoom a la capa / Zoom to layer y fíjese en los volúmenes importados**.



### Paso 11: Agregar la capa de bancos

En este paso, convertirá una simbología 3D de una clase de entidad 2D a una clase de entidad multiparache para poder tener la libertad de editar cada volumen de manera independiente.

- Desde el panel de Catálogo, en la geodatabase GemeloDigital.gdb, arrastre la clase de entidad **Bancos** al mapa.
- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en la capa de Bancos y seleccione **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de **Vista / Display**, marque la casilla de **Unidades del mundo real / Real-world Units**.



- Haga clic en Aceptar para guardar los cambios.
- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Bancos y vaya a **Simbología / Symbolology**.
- Haga doble clic en el icono por defecto para acceder a la galería de iconos.
- En la pestaña de Galería, busque el grupo de **Escena callejera 3D / 3D Street Scene** y haga doble clic en el icono **Banco de parque 2 / Park bench 2**.



- Cierre el panel de Simbología.

La simbología está configurada, pero no se verá hasta que permitamos que la capa se pueda visualizar en 3 dimensiones.

- **Arrastre la capa de Bancos a Capas 3D** para poder visualizar los iconos.

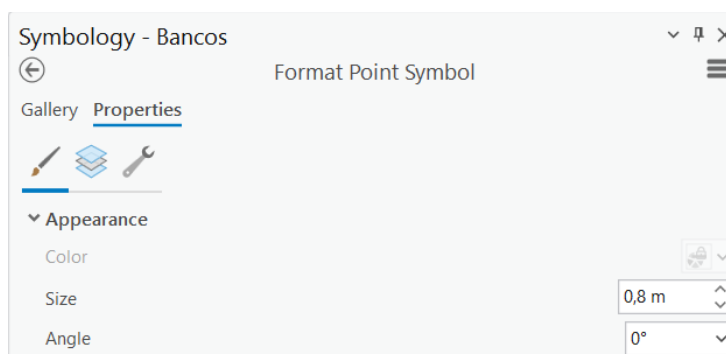


**Nota:** Todos los símbolos 3D de una clase de entidad 2D tendrán el mismo ángulo de posicionamiento a no ser que haya un campo en la tabla de atributos de dicha clase de entidad que indique el ángulo de rotación de cada uno de ellos. Si desea rotar cada símbolo de manera individual, tendrá que convertirlo a una clase de entidad multiparache con la herramienta **De capa 3D a clase de entidad / Layer 3D to Feature Class**.

Los símbolos de los bancos aparecen demasiado grandes, a continuación, configurará la altura del símbolo.

- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en Bancos y seleccione de nuevo **Simbología / Symbolology**.
- Haga doble clic sobre el icono del banco previamente elegido.

- En la pestaña de **Propiedades / Properties**, en **Tamaño / Size**, escriba **0,8m**.



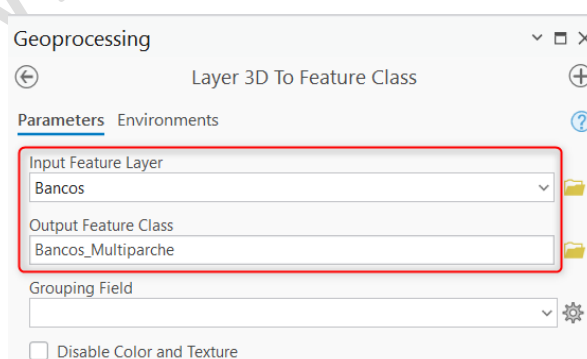
- Haga clic en Aplicar para guardar los cambios.



Los símbolos ahora se ajustan mejor a su altura real.

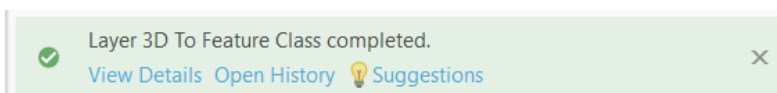
- En la cinta superior, en la búsqueda de comandos, escriba **De capa 3D a clase de entidad / Layer 3D to feature class** y haga doble clic en dicha herramienta.
- En los parámetros de la herramienta, introduzca los siguientes valores:
  - o Capa de entidades de entrada / Input feature class: **Bancos**
  - o Clase de entidad de salida / Output feature class: **Bancos\_Multiparche**.

**Guárdela en la geodatabase GemeloDigital.gdb**

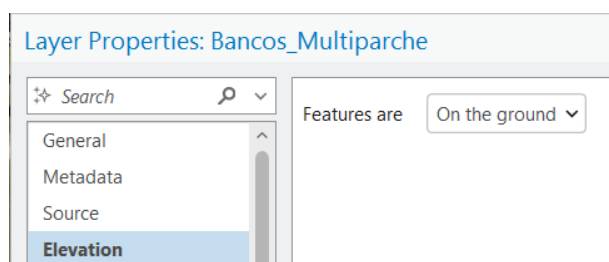


- Haga clic en ejecutar para crear la nueva clase de entidad.

Si todo ha salido bien, deberá aparecer un mensaje de confirmación de la herramienta.



- En el panel de Contenido, quite la capa Bancos y deje la capa **Bancos\_Multiparche**.
- Haga clic derecho en Bancos\_Multiparche y vaya a Propiedades / Properties.
- En Elevación / Elevation, asegúrese de que las entidades están **En el suelo / On the ground**.



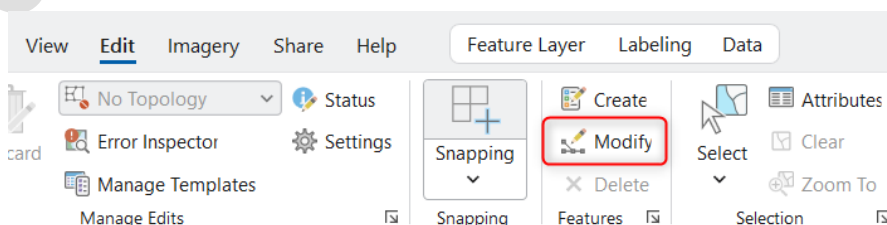
- Haga clic en OK para aplicar los cambios.

Aparentemente es la misma capa, pero Bancos\_Multiparche almacena el volumen real del propio banco, no es un efecto de simbología.

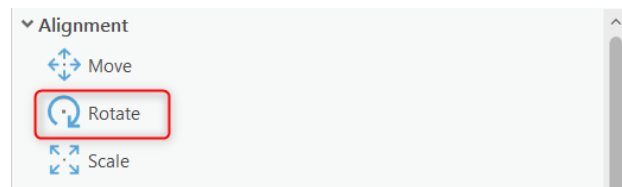
**Nota:** Asegúrese de que Bancos\_Multiparche está en el grupo de Capas 3D.



- En la cinta superior, en la pestaña **Editar / Edit** haga clic en **Modificar / Modify**.



- En el panel de **Modificar entidades / Modify features**, seleccione la herramienta **Rotar / Rotate**.



- Haga clic en el banco que desea rotar para que aparezcan las opciones de rotación.



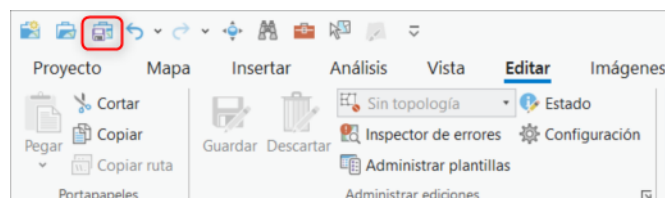
- Haga clic en el eje verde y rote hasta colocar el banco en la posición que desee.



- Haga clic en el botón del tic verde para **guardar las ediciones**.
- En la cinta superior, en la pestaña Editor, haga clic en **Guardar / Save**.

Ya puede rotar cada banco de manera individual para ajustarlo a su orientación real.

- En la cinta superior, en la esquina superior derecha, haga clic en el icono de guardar para guardar el proyecto.



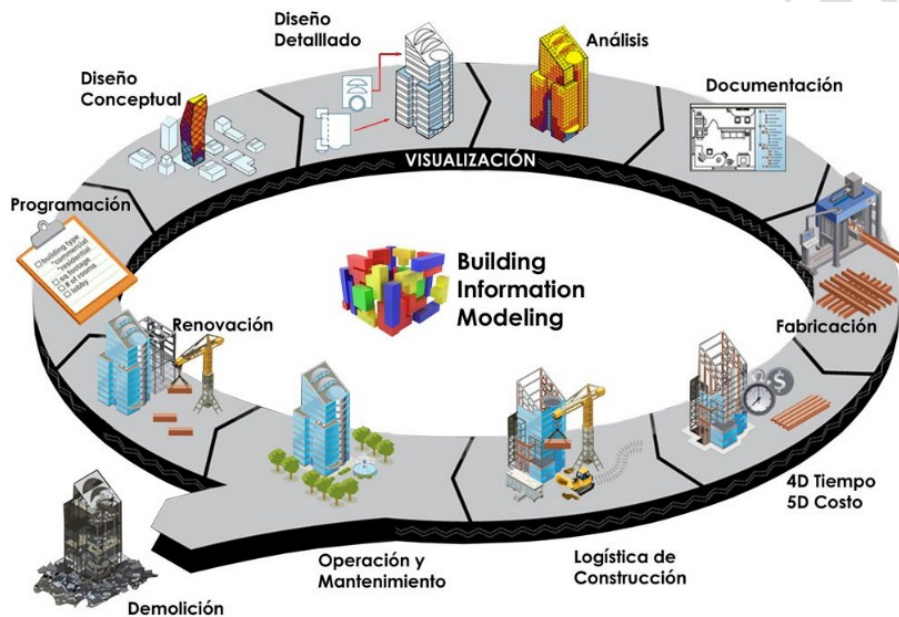
Todos los cambios en su escena han quedado guardados para cuando abra ArcGIS Pro la próxima vez.

- Cierre ArcGIS Pro.

### 3. Introducción al BIM

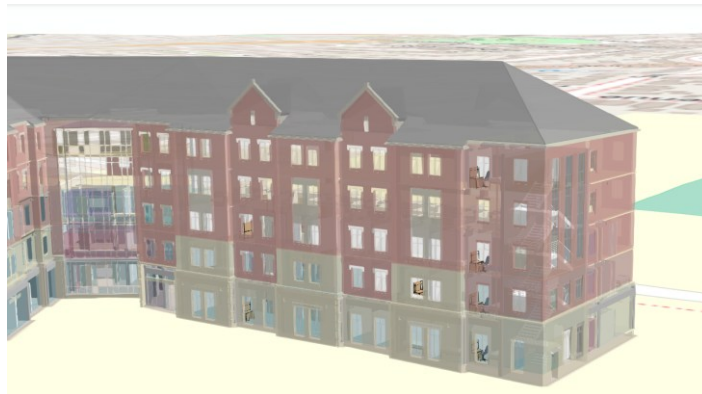
El modelado de información de construcción o **BIM por el acrónimo Building Information Modeling** es como se conoce al **trabajo de diseño digital 3D asistido por ordenador de estructuras del mundo real**. Los modelos de información de construcción permiten simular un objeto físico. Las piezas de las geometrías de los modelos BIM también contienen las características físicas y lógicas del entorno que se prevé construir. Así, por ejemplo, puede ver la geometría de una silla, pero los atributos contendrán el modelo, el tamaño y el número de Id., entre otros.

Cuanto más detalles se agreguen al modelo de BIM, más información se puede extraer del modelo para aportar valor al proyecto. Es importante entender que **BIM no es un formato**, sino un flujo de trabajo eficiente en la planificación, diseño, construcción y evolución de cualquier infraestructura.



*Ciclo de vida de una edificación en BIM.*

Imaginemos disponer de un modelo 3D real de cualquier infraestructura que podamos incluir en nuestros proyectos con sólo una herramienta, frente al tiempo empleado en procesar un CAD y generar modelos partiendo de unos datos que no siempre representan la realidad del modo que necesitamos.



## Integración BIM - GIS

Los modelos BIM no sólo incluyen geometría tridimensional real, sino información asociada a cada uno de los elementos como fecha de construcción, materiales, empresa propietaria, y multitud de datos relacionados. **BIM permite generar modelos de infraestructuras con todas sus partes perfectamente detalladas**, desde la red eléctrica o el circuito conductor del aire, hasta la última tuerca instalada.

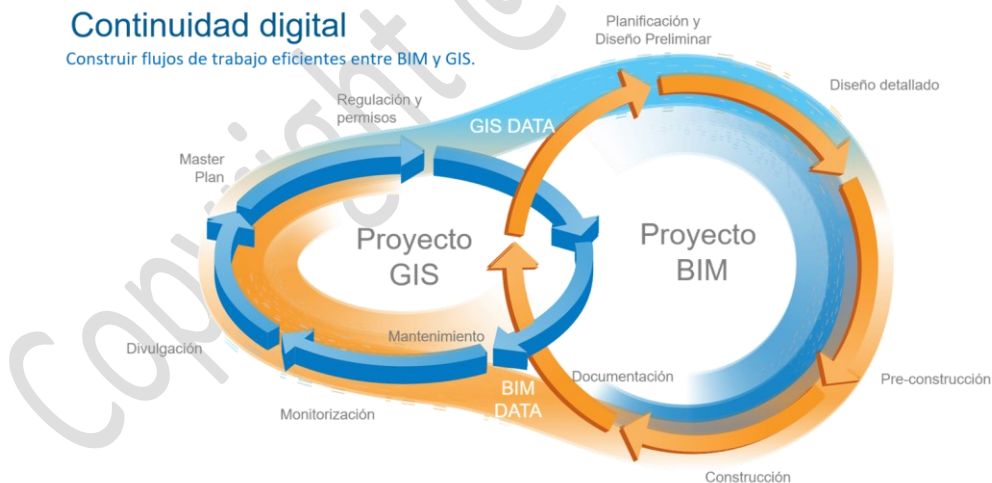
Aunque es posible crear datos de CAD que corresponde a las coordenadas x, y de una zona de cuadrícula proyectada, la mayoría de los datos CAD se crean sin esta consideración. Normalmente, las entidades se miden en relación con otras entidades utilizando distancias que se han medido en elevaciones del terreno local.

La **integración del BIM con los sistemas de información geográfica tiene numerosas ventajas:**

- Mejora los flujos de trabajo de integración de datos agilizando el intercambio de información entre ambas tecnologías.
- Visualiza modelos BIM georreferenciados en su contexto espacial concreto.
- Evita la duplicidad de datos durante el diseño del proyecto.
- Optimiza la eficiencia y los resultados del proyecto BIM.
- Toma mejores decisiones a la hora de planificar, diseñar, construir y explotar la infraestructura o edificio.
- Construye infraestructuras más conectadas, resilientes y sostenibles.

### Continuidad digital

Construir flujos de trabajo eficientes entre BIM y GIS.



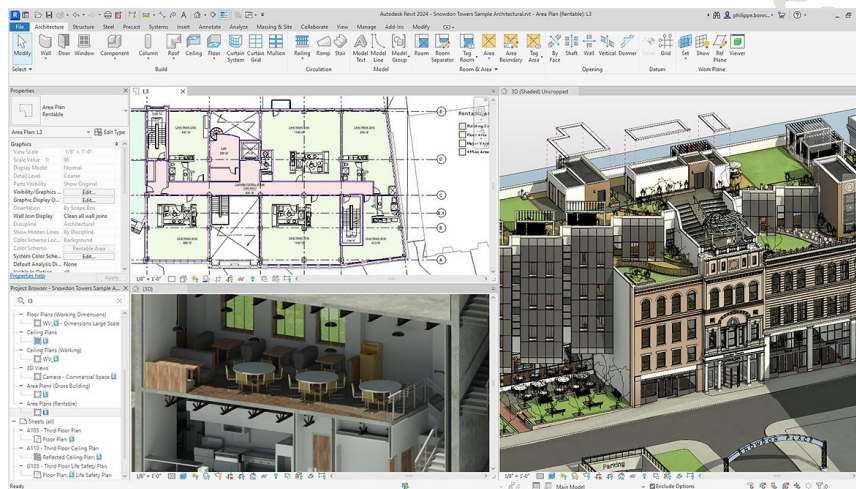
### Integración BIM - GIS.

ArcGIS Pro admite la lectura directa e interpretación de archivos de diseño BIM de **Industry Foundation Classes (IFC)** y archivos de **Autodesk Revit (.rvt)** como espacios de trabajo de archivos BIM de ArcGIS.

## Datos Revit

Revit es un producto de **Autodesk que crea una geometría más compleja que las geometrías de AutoCAD estándar**. Por ejemplo, la geometría que se crea no es una línea simple como en AutoCAD, sino geometrías que contienen datos complejos para objetos como paredes y puertas, permitiendo a los ingenieros clasificar dichos objetos con información real.

Revit se ha diseñado para apoyar el BIM. Revit ayuda a los diseñadores a diseñar, simular, visualizar y colaborar entre ellos con el fin de crear eficazmente datos interconectados. Los datos siguen el estándar BIM, para que varias organizaciones y productos puedan usarlos y para garantizar su comprensión y que todas las geometrías y atributos se organicen como se espera. Así, organizaciones tales como Esri no usan solo las geometrías 3D, sino también las propiedades de los planos.



Autodesk Revit.

El modelo Revit **está formado esencialmente por todas las partes de una estructura ensamblada virtualmente en 3D y contiene toda la información para identificar qué y cómo se construyen estas partes**. Las organizaciones involucradas en las industrias de ingeniería, arquitectura, topografía y construcción las usan para crear archivos Revit que siguen Modelos BIM.

Desde 2017 Autodesk y Esri firmaron una alianza para trabajar conjuntamente en la integración de ambos sistemas. Así ya es posible trabajar de forma directa con ficheros Revit en ArcGIS Pro. Desde la versión 2.2 ArcGIS Pro es capaz de realizar una lectura directa de ficheros Revit. Esta versión es 2.2 es compatible con Autodesk Revit 2015 a través de los **formatos de archivo de 2018 (\*.RVT)** y convierte archivos Revit al formato de archivo de 2018 según sea necesario. Si experimenta tiempos de carga lentos, plantéese convertir previamente el archivo al formato de 2018 para que ArcGIS Pro no tenga que realizar dicha conversión.

## Organización de datos Revit

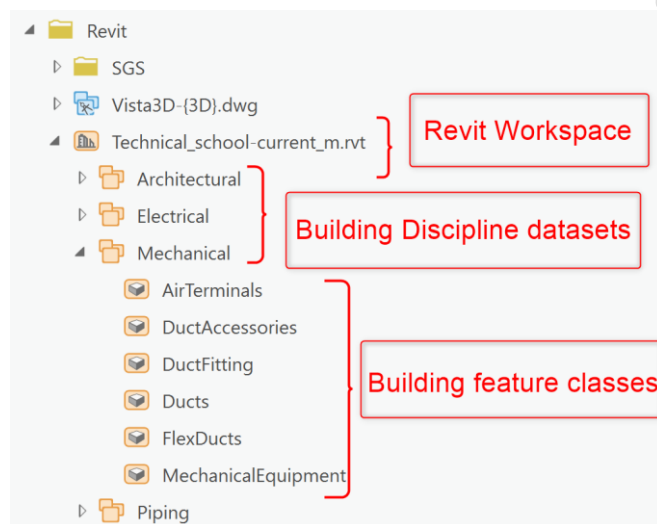
El modelo de datos en ArcGIS Pro es muy diferente al de los paquetes CAD como Revit. **Los archivos Revit en ArcGIS Pro deben organizarse en áreas de trabajo, conjuntos de datos y clases de entidad para que sean solo otra fuente de datos como una geodatabase o shapefile**. Al igual que el CAD, Revit como fuente de

datos se representa como fuente de datos de solo lectura, pero puede ser aprovechado por el resto del marco, ya que es solo otra fuente de datos.

Los datos de Revit se pueden convertir a otros formatos utilizando muchas de las herramientas de geoprocésamiento e incluso publicarse desde una geodatabase a una capa I3S. A continuación, se explica cómo se organizan los archivos Revit en ArcGIS Pro y dónde se ubica cada categoría.

Un archivo Revit está organizado de la siguiente manera:

- El modelo de Revit se configura como un **Workspace**.
- Las disciplinas de construcción de Revit se organizan en un **Building Discipline dataset**.
- Las categorías de Revit están organizadas en clases de **Building feature classes**.



*Estructura de la interpretación de un BIM en ArcGIS Pro.*

El archivo Revit se traduce al vuelo / *on the fly* para que se represente en un modelo de datos, como los datos CAD, de modo que se use como **entrada directa a muchas de las herramientas de geoprocésamiento**, pero también se muestre en su mapa. La organización de Revit como fuente de datos presenta un esquema prefijado, pero se puede agregar a sus mapas de ArcGIS Pro de varias maneras:

- **Agregar el workspace de Revit completo:** Este contiene todos los conjuntos de datos de disciplina y clases de entidad de Revit, que representan todas las familias y atributos de Revit para cada geometría multiparache. Para reducir el tiempo de carga, por defecto no se muestra ningún Building Discipline Dataset ni ninguna Building Feature Class. La única clase de entidad que se agrega es la clase de entidad **Exterior Shell**.

La clase de entidad Exterior Shell contiene toda la geometría etiquetada como Not Interior cuando se crea el modelo de Revit. Esta clase de entidad normalmente está contenida en el Architectural Feature Discipline dataset, pero en este caso se extrae porque probablemente sea la mejor manera de ver un edificio.

- **Agregar un Building Discipline Dataset:** Si su archivo Revit solo tiene disciplinas específicas, puede optar por agregar solo la que interese específica a su mapa. Cada dataset contiene las familias de Revit que corresponden a la disciplina. Todas las clases de entidad se habilitarán y se mostrarán de forma predeterminada. La única excepción es la clase de entidad Exterior Shell.
- **Añadir Building Feature Classes:** Al añadir clases de entidad individuales, dado que estas son solo capas en su mapa, puede tratarlas como tal y filtrarlas más por los atributos o controlar su apariencia o visibilidad.

## Georreferenciación de datos Revit

Los formatos Revit, DWG y DGN no son compatibles de forma nativa con el sistema de georreferenciación de ArcGIS. Para evitar esta limitación, ArcGIS Pro amplía las propiedades de un conjunto de datos de CAD o modelo de Revit para **incluir puntos de control de georreferenciación** como información auxiliar.

Un **archivo de proyección (.prj)** es un archivo de texto que contiene información sobre el sistema de coordenadas y la proyección del mapa. Se puede usar un archivo de proyección para indicar a las propiedades de un dibujo CAD o Revit cuál es su referencia espacial. La información se almacena en el formato de texto conocido (WKT). Los ficheros de Revit y CAD suelen dibujarse en la ubicación geográfica correcta, pero cuando el archivo se lee en ArcGIS Pro, el archivo no tiene esta información adjunta.

Si se asigna el archivo de proyección correcto y el archivo Revit aún no aparece en la ubicación correcta, puede usar los puntos de control para moverlo a la ubicación esperada. Es posible un máximo de dos enlaces con conjuntos de datos CAD y modelos Revit. Una transformación de un punto comprende un enlace y mueve los archivos. Una transformación de dos puntos comprende dos enlaces y mueve, gira y escala el archivo uniformemente. **Esta transformación se almacena en un fichero 3D world (extensión .wld3)**

Si el BIM fue digitalizado con un sistema de coordenadas, sólo habría que reasignarle su sistema con la herramienta [Definir Proyección / Define Projection](#).

## Formato IFC

Para que exista una colaboración eficiente entre formatos BIM y GIS es necesario un puente, y el formato estándar **IFC (Industry Foundation Classes)**, es el recurso idóneo. Este tipo de formato se utiliza para compartir entre programas datos BIM ya que es un formato colaborativo, similar a lo que un Shapefile es para los GIS.

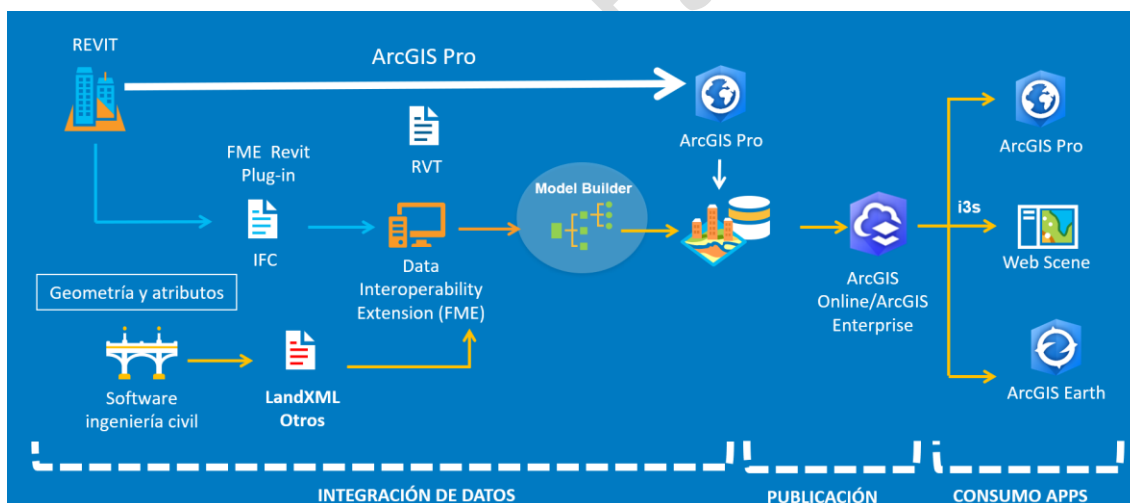


Modelo IFC.

Este tipo de formato se puede agregar directamente en ArcGIS Pro al igual que los datos Revit, siguiendo el mismo proceso de georreferenciación.

## Flujos de trabajo BIM - GIS

El flujo de trabajo completo a la hora de trabajar con BIM e integrarlo en un GIS comprende desde la ingestión de datos BIM por ArcGIS hasta la publicación de *web scenes layers* y su consumo empleando aplicaciones de la plataforma ArcGIS como ArcGIS Earth, ArcGIS Pro o el propio visor de escenas web.



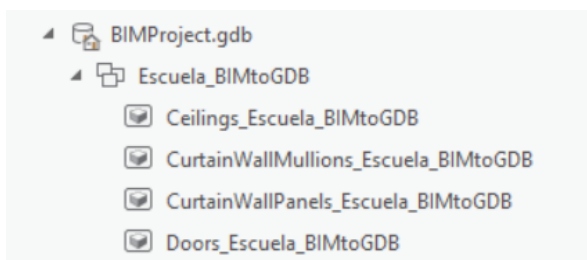
Esquema de integración BIM - GIS.

Puede dividirse este flujo en tres fases: Integración de datos, publicación de datos y consumo de datos.

### Integración de datos

Esta parte del flujo es de las más complejas y su objetivo es conseguir que los datos BIM sean **consumibles por ArcGIS Pro en formato multiparche** de cara a la fase posterior de publicación. Este proceso depende en gran medida del formato original del BIM:

- Si el formato es **Revit** entonces puede leerse **directamente desde ArcGIS Pro**.
- Si es necesario, puede emplear el plugin de Revit para generar o consumir **IFC** y transformarlos empleando la extensión **Data Interoperability (FME)**. Puede generar modelos que realicen esta conversión e incluso integrarlos en un flujo de *ModelBuilder*.
- Si emplea datos procedentes de otros softwares que empleen otros modelos BIM (p.e. LandXML) también puede usar la extensión Data Interoperability para realizar la conversión.

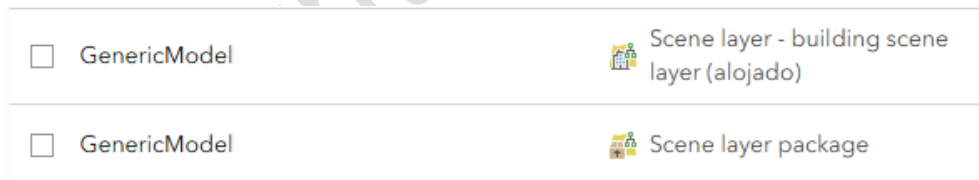


*Datos BIM convertidos a multiparche en una geodatabase.*

Una vez que el dato es legible desde ArcGIS Pro puede **integrarlo en una escena para su publicación**.

### Publicación de web scene layer

Una vez que los datos son consumibles por ArcGIS Pro podrá publicarlos como capas de escenas web bajo el [standard abierto i3S](#) en ArcGIS Online o bien en ArcGIS Enterprise. Este es un standard de comunidad reconocido por la OGC. Tenga en cuenta que, si publica en ArcGIS Enterprise, dependiendo de la versión no todas las funcionalidades asociadas a **web scene layers** estarán soportadas.



*BIM alojado en ArcGIS Online.*

Para esta publicación necesitará generar un **paquete de capa de escena web (.slpk)** y posteriormente subirlo a la plataforma. Tenga en cuenta que con el paquete también se puede trabajar directamente en ArcGIS Pro. Con el paquete subido puede desplegar el servicio desde la propia plataforma.

### Consumo a través de Apps

Una vez haya publicado la capa de escena web puede consumirla a través de diferentes aplicaciones:

- A través del **visor de escenas** puede generar una nueva escena web e integrar ésta en una aplicación web generada con una plantilla configurable de la plataforma o bien con Experience Builder.

- **A través de ArcGIS Earth:** ArcGIS Earth es una aplicación gratuita de escritorio simplificada que muestra datos 2D y 3D. Puede trabajar con o sin usuario de la plataforma.
- Empleando **ArcGIS Pro:** como aplicación de escritorio conectada e integrada con la plataforma, Pro puede consumir capas de escena web publicadas y trabajar con ellas como una capa más.



*Visor de datos BIM con ArcGIS Instant Apps.*

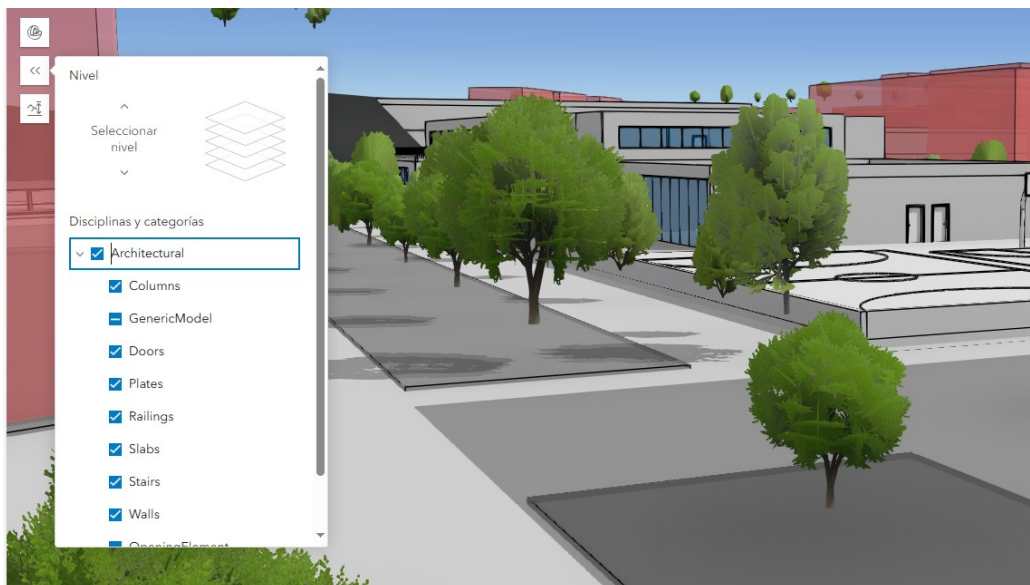
## Building Scene Layer

Si se trabaja directamente con ficheros Revit en ArcGIS Pro puede utilizar el tipo de capa **Building Scene Layer**, que permite a un usuario encapsular la semántica, la geometría y el detalle de atributos de un modelo de Revit en un formato altamente escalable creado para experiencias GIS. La capa Building Scene Layer, que se describirá en la especificación abierta I3S, es similar a un modelo de Revit para el usuario y **permite la interacción utilizando herramientas y prácticas habituales de SIG.**

Se puede crear una Building Scene Layer utilizando la herramienta **Create Building Scene Layer**, que genera un paquete de capas de escena en el disco (.slpk) partiendo de un fichero Revit o una Building Layer (que apunta al fichero Revit en disco) en una escena de ArcGIS Pro.

Puede cargar este fichero directamente en ArcGIS Pro y/o subirlo a ArcGIS Enterprise (igual o superior a 10.7) o ArcGIS Online mediante la herramienta de geoprocésamiento Share Package para que se publique como una capa de escena web. También puede compartir directamente una Building Layer como una capa de escena web o dentro de una escena web. En ambos casos, la capa de escena se almacenará en caché en el cliente.

La información BIM capturada en la Building Scene Layer es útil para visualizar, consultar y filtrar diferentes aspectos de un edificio. Puede ver la Building Scene Layer junto con otro contenido GIS y BIM.



*Filtros y estructura de un Building Scene Layer.*

Una **Building Scene Layer** tiene la siguiente estructura:

- **Vista:** capa opcional que le permite ver el edificio 3D como una sola capa. La vista general se puede crear desde la capa exterior (**Exterior Shell**) **definida en la Building Layer**. Si el contenido de Revit no tiene un elemento atribuido para ser la cubierta exterior y la categoría de cubierta exterior de la capa de construcción está vacía, no se creará una capa de vista general.
- **Disciplinas:** agrupa las capas de categoría en las diferentes disciplinas de trabajo de un edificio, como **arquitectónicas, estructurales, mecánicas o eléctricas**.
- **Categorías:** las capas de categoría representan categorías individuales, como ventanas o muros, organizadas en disciplinas. Las capas de categoría son capas de escena de objeto 3D. Puede cambiar la simbología o cambiar otras propiedades de la capa.
- **Filtros:** los edificios son complejos y es esencial poder filtrar elementos individuales por sus características. Los filtros le permiten ver los detalles de un edificio. Con un filtro, puede elegir mostrar solo **elementos con atributos específicos**.



*Filtro de la Categoría Doors del piso 0.*

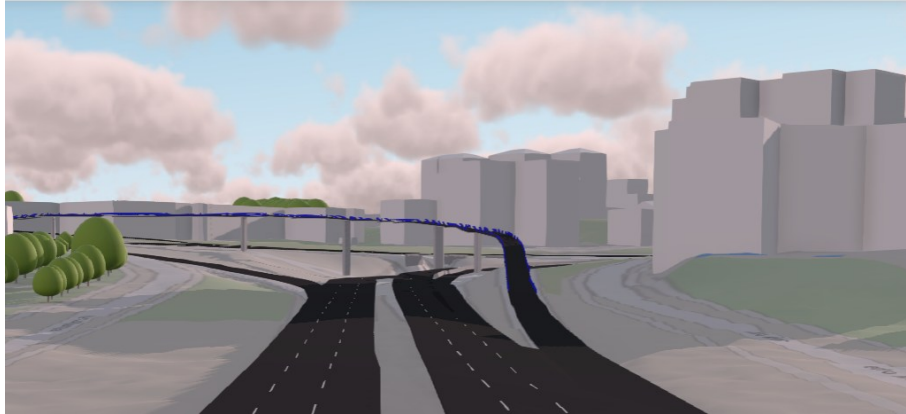
Un edificio en 3D es una entidad propia y es único; por lo tanto, no puede mover Category Layer de un edificio a otro. Todas las capas que pertenecen a una Building Scene Layer se muestran en la tabla de contenido sólo para visualizar cualquier característica del edificio. **Por ejemplo, no puede mover las ventanas a la disciplina Mechanical o eliminar la capa de muro de Building Scene Layer.** Sí puede cambiar el nombre de una Building Scene Layer en la tabla de contenido.

Al seleccionar en ArcGIS Pro la capa de escena de construcción o cualquiera de sus subcapas, verá la pestaña contextual Manage para la capa de escena de construcción, así como para las subcapas. Para cualquier capa de categoría, también verá la pestaña BIM Layer. Por ejemplo, si selecciona ventanas en la capa de disciplina Architectural, verá la pestaña BIM Layer, por lo que puede cambiar la simbología.

Las Category Layer son capas de escena 3D, y puede trabajar con ellas como con cualquier capa de escena de objeto 3D. Puede guardar los cambios en la capa de la escena del edificio dentro de la escena.

## Ejercicio 2: Trabajar con datos IFC en ArcGIS Pro

En este ejercicio seguirá todo el flujo de trabajo con información BIM. Partirá de ficheros Revit y los consumirá en ArcGIS Pro. Desea que esta información pueda ser compartida con su organización a través de una aplicación web, por lo que la publicará en la plataforma ArcGIS, en este caso empleando ArcGIS Online.



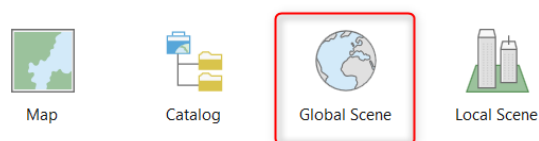
Tras realizar el ejercicio será capaz de realizar las siguientes tareas:

- Georreferenciar un archivo .ifc en ArcGIS Pro.
- Migrar una estructura de datos BIM a una geodatabase.
- Utilizar filtros para manipular datos BIM.
- Publicar una Building Scene Layer en ArcGIS Online.
- Crear una aplicación de realidad virtual con ArcGIS RV 360.

### Paso 1: Explorar datos IFC

En este paso agregará el archivo .ifc a ArcGIS Pro y explorará sus propiedades.

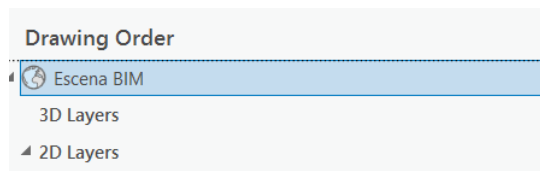
- Abra un proyecto en ArcGIS Pro con la plantilla de **Escena Global**.



- Guárdelo en la carpeta de **Ejercicio 2** y llámelo **MigraciónIFC**.



- Desde el panel de Contenido, renombre la escena como **Escena BIM**.



- Desde el panel de Catálogo, haga clic derecho en Carpetas y seleccione la opción de **Agregar conexión de carpeta / Add Folder Connection**.

**Nota:** Si no ve el panel de Catálogo, vaya a la pestaña de Vista y seleccione Panel de Catálogo.



Folder

**Nota:** Tendrá que haber descomprimido la carpeta de los datos del curso previamente para que sea legible.

Ya tiene la carpeta conectada con los datos necesarios para el ejercicio.

- Desde el panel de Catálogo, expanda la carpeta **Ejercicio 2**.



Verá que el catálogo es capaz de reconocer los ficheros de Industry Foundation Class con extensión .ifc. En la carpeta del curso dispone de un archivo denominado **XX\_NNC30\_AYT\_PAV\_XX\_ASBUILT.ifc** que contiene el modelo 3D de un nuevo enlace vial del norte de Madrid.

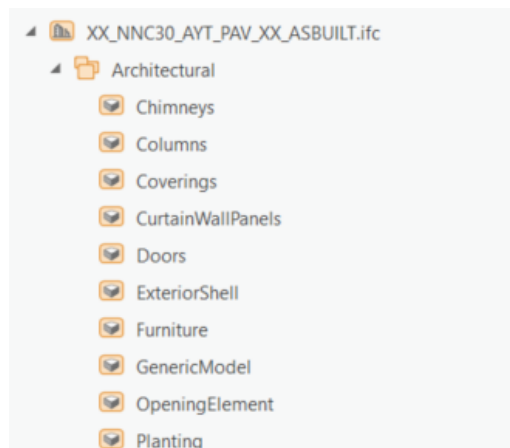
**Nota:** Este archivo ha sido obtenido del geo portal del Ayuntamiento de Madrid a partir de [este enlace](#).

- Expanda el archivo IFC para observar los datasets de los que se compone.



Observará las diferentes categorías o disciplinas que contiene el fichero IFC.

- Expanda la categoría o disciplina **Architectural**.

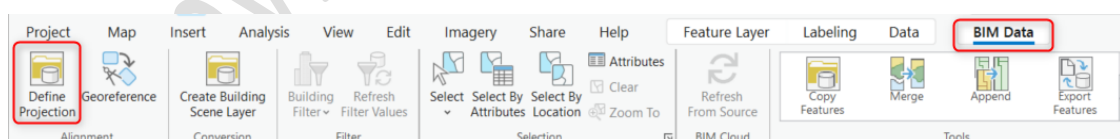


Observará las diferentes Building Feature Classes contenidas en esa disciplina o categoría. La estructura del fichero Revit / IFC es consumida por ArcGIS Pro de forma parecida a lo que ocurre con los ficheros CAD. Observe también que una de las Building Feature Classes es Exterior Shell, de la que se ha hablado en la unidad.

## Paso 2: Georreferenciar el modelo

Los modelos IFC son diseñados en programas de diseño tridimensional como Civil 3D o AutoDesk. Para su integración en ArcGIS Pro es necesario dotar a dichos modelos del sistema de coordenadas con el que fueron creados para poder visualizarlos correctamente. Una vez que se le ha asignado un sistema de coordenadas, se agrega un archivo .prj con el mismo nombre en la misma ubicación que el archivo BIM.

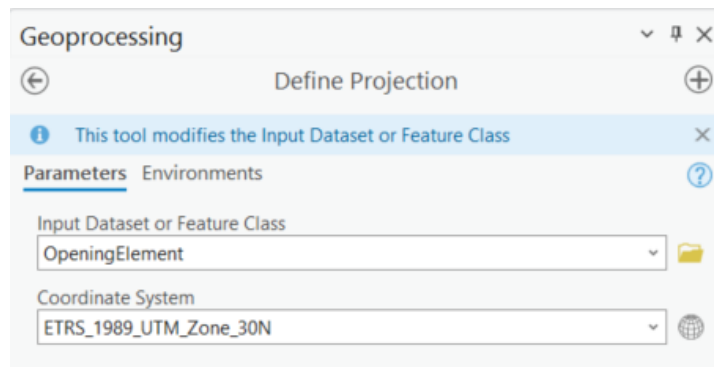
- En el panel de Catálogo, haga clic derecho sobre el dataset Arquitectural y seleccione **Añadir al mapa / Add to Current Map**.
- En el panel de Contenido haga clic en cualquier clase de entidad agregada.
- En la cinta superior, haga clic en la pestaña de **Datos BIM / BIM Data** y haga clic en **Definir Proyección / Define Projection**.



Se abre la herramienta de geoprocesamiento **Definir Proyección / Define Projection**.

- Introduzca los siguientes parámetros:
  - **Dataset de entrada / Input Dataset:** Cualquier capa del panel de Contenido.
  - Sistema de Coordenadas / Coordinate System: **ETRS\_1989\_UTM\_Zone\_30N**

**Nota:** Puede hacer clic en el botón de buscar sistema de coordenadas y buscar por el WKID **25830**.

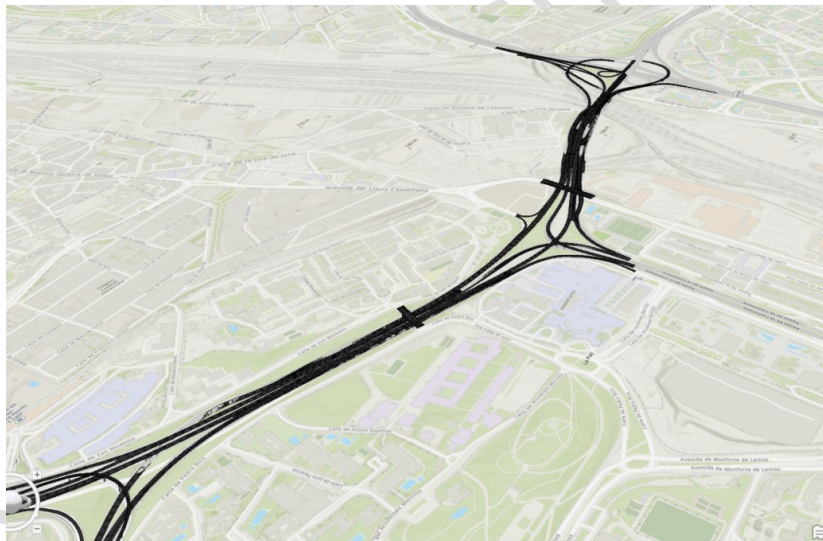


- Ejecute la herramienta.
- Desde el explorador de archivos, abra la carpeta del **Ejercicio 2** y observe como se ha creado un archivo **.prj**.

Nombre

- ☐ XX\_NNC30\_AYT\_PAV\_XX\_ASBUILT.ifc
- ☐ XX\_NNC30\_AYT\_PAV\_XX\_ASBUILT.prj

Se agrega a la visualización de la escena el modelo 3D.



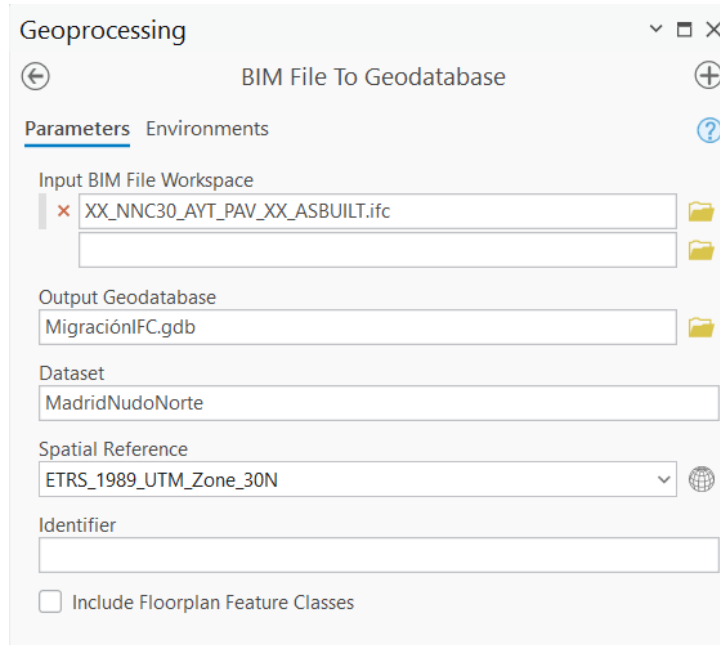
Este archivo fue digitalizado en el sistema de coordenadas indicado, por lo que sólo necesitaba redefinir su sistema de coordenadas para posicionarse en su lugar.

### Paso 3: Migrar el archivo BIM a una geodatabase

Los archivos BIM pueden migrarse a una geodatabase de archivos en ArcGIS Pro dentro de un dataset de entidades. Cada una de las capas que ha visto dentro de las disciplinas serán convertidas en clases de entidad multiparce con el mismo nombre.

- En la cinta superior, en la búsqueda de comandos, busque y abra la herramienta de Archivo **BIM a Geodatabase / BIM file to Geodatabase**.
- Introduzca los siguientes parámetros:

- **Espacio de Trabajo BIM de Entrada / Input BIM File Workspace:** Seleccione el archivo **XX\_NNC30\_AYT\_PAV\_XX\_ASBUILT.ifc**
- **Geodatabase de Salida / Output Geodatabase:** MigraciónIFC.gdb
- **Dataset:** MadridNudoNorte.
- **Referencia Espacial / Spatial Reference:** ETRS\_1989\_UTM\_Zone\_30N.
- Desmarque la casilla de **Incluir Clases de Entidad de Planos / Include Floorplan Feature Classes.**



Geoprocessing

BIM File To Geodatabase

Parameters Environments

Input BIM File Workspace

XX\_NNC30\_AYT\_PAV\_XX\_ASBUILT.ifc

Output Geodatabase

MigraciónIFC.gdb

Dataset

MadridNudoNorte

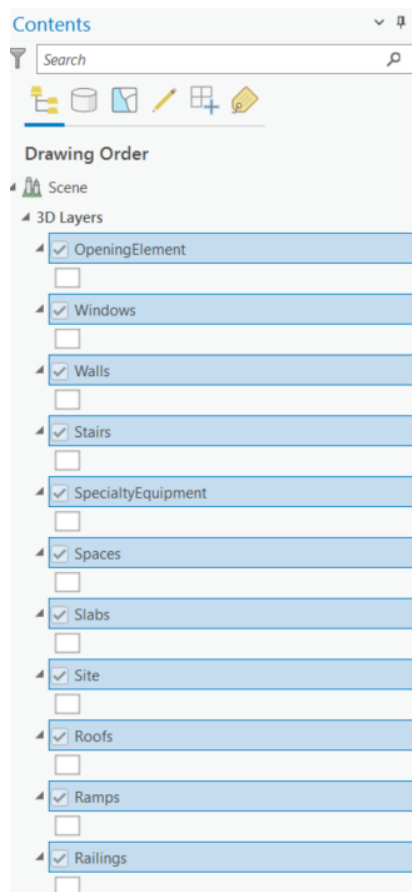
Spatial Reference

ETRS\_1989\_UTM\_Zone\_30N

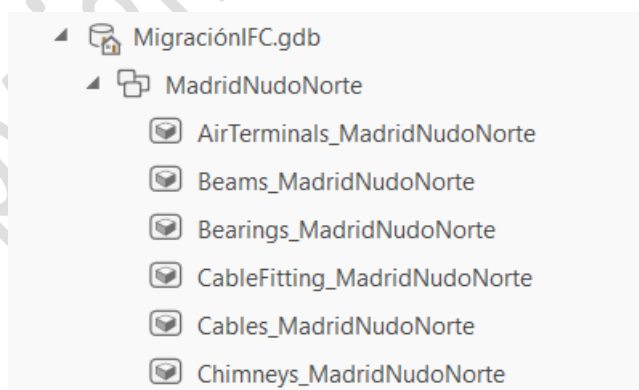
Identifier

☐ Include Floorplan Feature Classes

- Ejecute la herramienta.
- Desde el panel de Contenido, en el grupo de Capas 3D, seleccione la primera capa y con el botón MAYUS pulsado, seleccione la última capa: aparecerán marcadas en azul.



- Haga clic derecho y seleccione **Eliminar / Remove** para quitar todas las capas de la escena.
- Desde el panel de Catálogo, expanda la conexión a la GDB de su proyecto y abra el dataset de entidades creado con el nombre **MadridNudoNorte**.

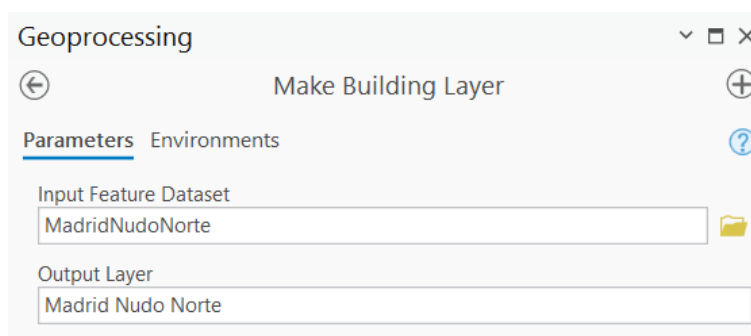


#### Paso 4: Crear una Building Layer

Las Building Layer son capas de ArcGIS Pro que permiten una visualización agrupada de todas las clases de entidad migradas al dataset de entidades.

- En la cinta superior, busque y abra la herramienta de **Crear Capa de Edificio / Make Building Layer**.

- Introduzca los siguientes parámetros:
  - **Dataset de Entidades de Entrada / Input Feature Dataset:** MadridNudoNorte.
  - **Capa de Salida / Output Layer:** Madrid Nudo Norte.

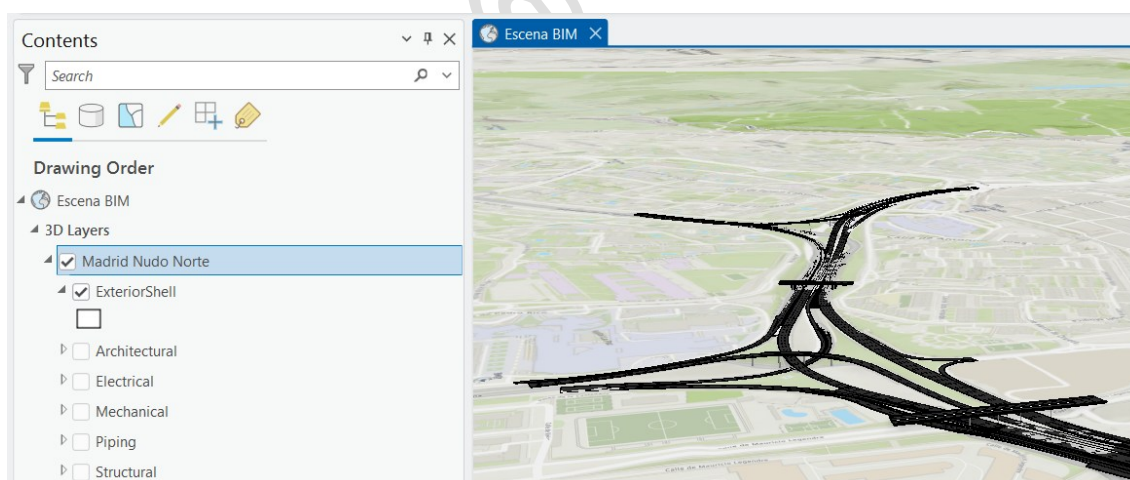


- Ejecute la herramienta.

**Nota:** Este proceso puede tardar algunos segundos.

- La Building Layer **Madrid Nudo Norte** se añade a la escena.
- Expanda desde el panel de Contenidos el elemento y active la visibilidad sólo la capa **ExteriorShell**.

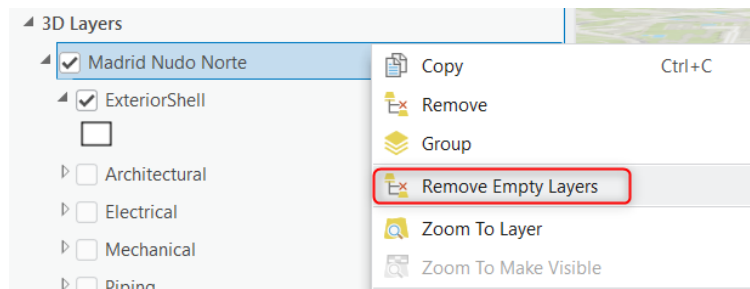
Puede activar el resto de los elementos del modelo para entender cómo ArcGIS ha importado los ítems del archivo IFC.



## Paso 5: Mejorar la visualización del archivo BIM

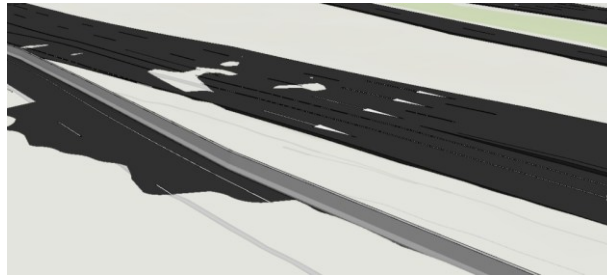
En este paso quitará todas las capas vacías para que no sean publicadas en ArcGIS Online y corregirá pequeños errores de visualización.

- En el panel de Contenido, haga clic derecho en Madrid Nudo Norte y haga clic en **Eliminar Capas Vacías / Remove Empty Layers**.



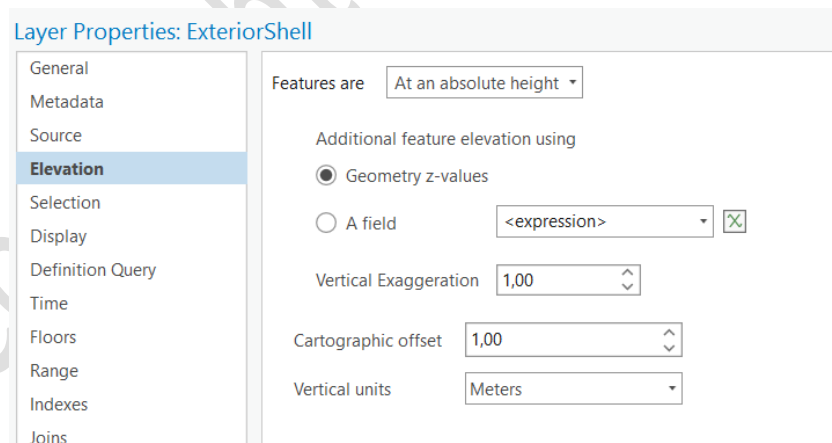
Se eliminan las capas que no tenían ninguna información en su disciplina.

- Haga zoom en alguna parte del modelo como en la siguiente imagen:

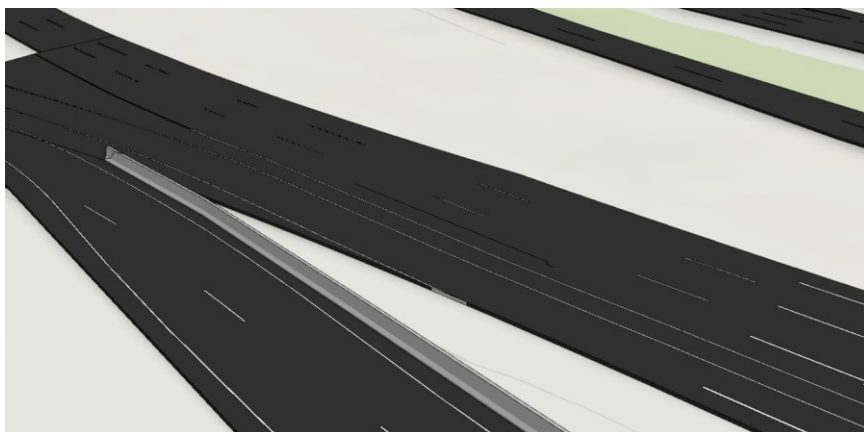


Observará que hay partes del servicio del suelo que se superponen al modelo. Podrá levantar la visualización del modelo una distancia especificada para evitar estos fallos de visualización.

- Desde el panel de Contenido, haga clic derecho en **ExteriorShell** y vaya a **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de Elevación / Elevation, en **Desplazamiento Cartográfico / Cartographic Offset**, elija **1 metro**.



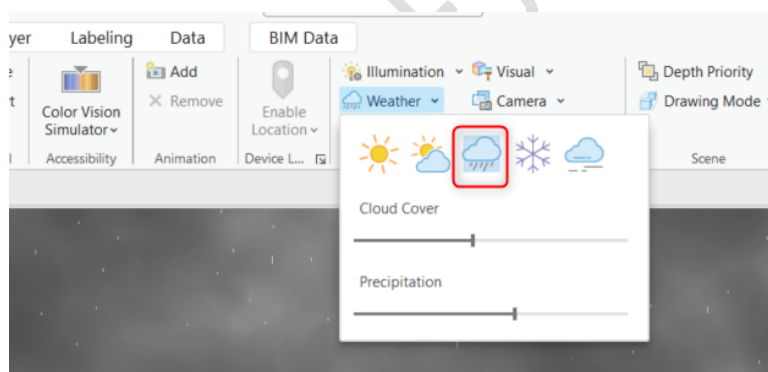
- Cierre el panel de propiedades y observe la diferencia.



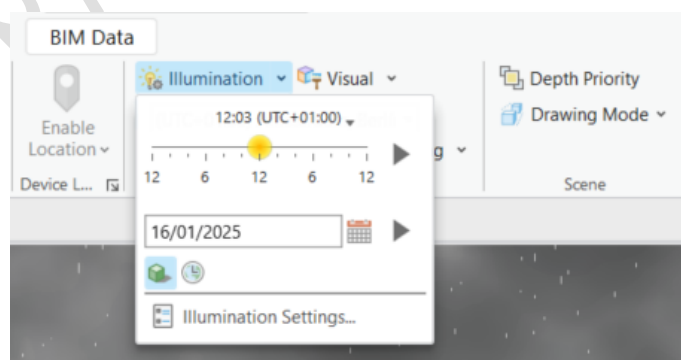
Todo el modelo se ha levantado 1 metro por encima del suelo, salvando así las pequeñas diferencias de elevación.

**Nota:** Este desplazamiento no es compatible con ArcGIS Online, por lo que deberá convertir más adelante este efecto de visualización en un nuevo multiparche heredando las nuevas coordenadas Z con la herramienta De Capa 3D A Clases de Entidad / Layer 3D To Feature Class.

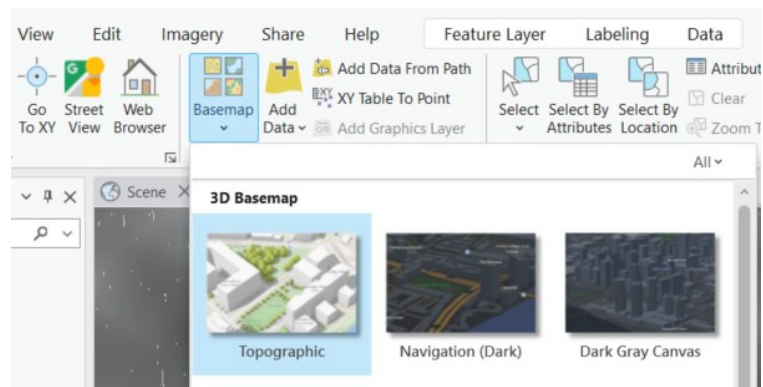
- En la cinta superior, vaya a la pestaña de **Vista / View**.
- En el grupo de Efectos, haga clic en **Tiempo / Weather** y elija **Lluvioso**.



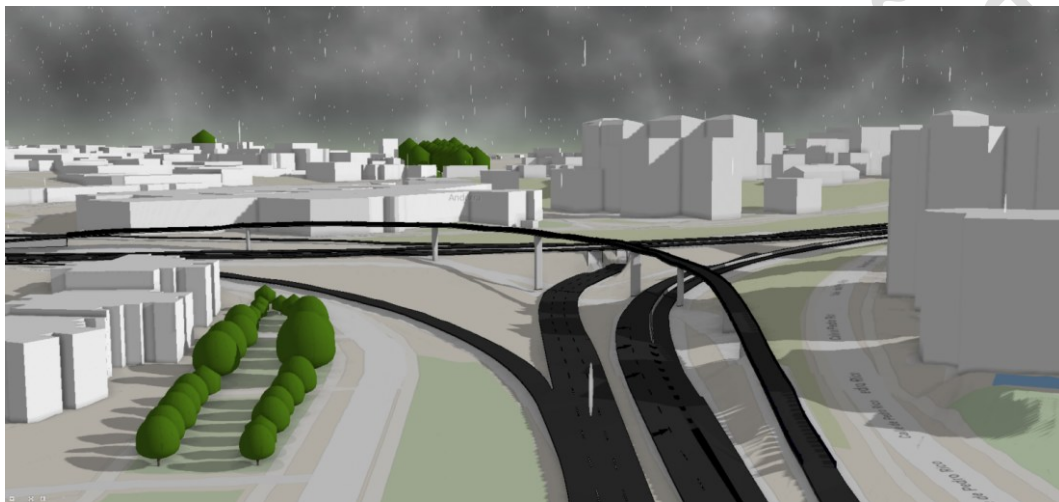
- En **Iluminación**, active el uso de sombras y selecciona una hora.



- En la pestaña de Mapa / Map, cambie el **mapa base a Topográfico 3D**.

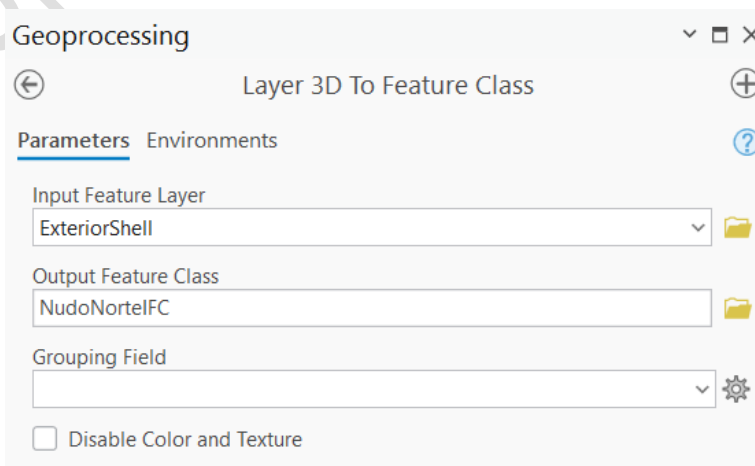


Observe la escena generada.



**Nota:** Los efectos de clima sólo están disponibles en las escenas globales.

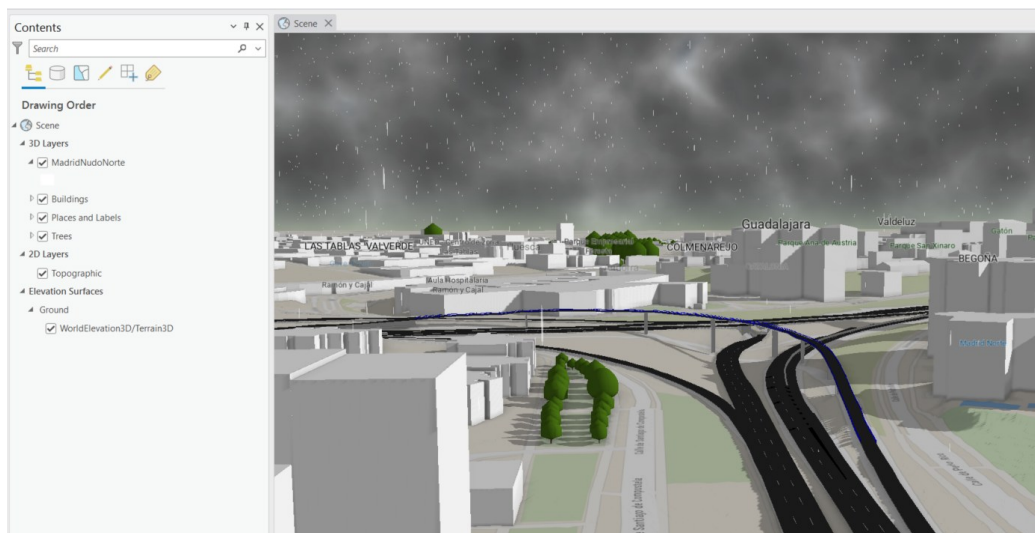
- Abra la herramienta **Capa 3D a Clase de Entidad / Layer 3D To Feature Class**.
- Introduzca los siguientes parámetros:
  - **Capa de Entidad de Entrada / Input Feature Layer:** ExteriorShell.
  - **Clase de Entidad de Salida / Output Feature Class:** NudoNorteIFC.
- Deje el resto de los parámetros por defecto.



- Ejecute la herramienta.

Este proceso hace que el multiparche pierda su origen como BIM, restringiendo así las funcionalidades de aplicar Building Filters.

- Haga que **NudoNorteIFC** sea la única capa visible en la escena.



## Paso 6: Compartir un servicio de Building Scene Layer

Ahora compartirá el modelo 3D en ArcGIS Online.

- Desde el panel de Contenido haga clic derecho en MadridNudoNorte y en Compartir / Sharing, seleccione **Compartir como Capa Web / Share as Web Layer**.
- Rellene los parámetros del panel:
  - **Nombre / Name:** Enlace\_Madrid\_<sus iniciales>
  - **Resumen / Summary:** Modelo IFC de Madrid Nuevo Norte.
  - **Etiquetas / Tags:** 3D, Madrid, IFC.

Share As Web Layer

Sharing selected layer as a web layer

**General** Configuration Content

**Item Details**

Name

Enlace\_Madrid\_IGD

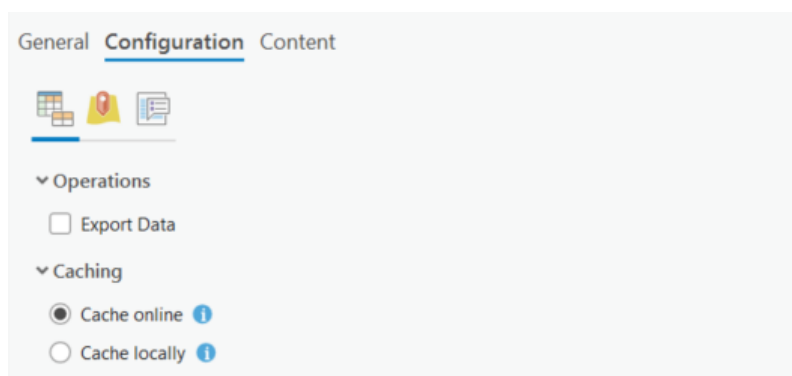
Summary

Modelo IFC de Madrid Nuevo Norte.

Tags

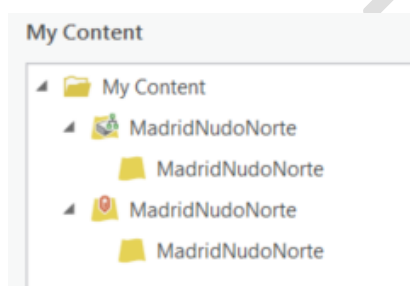
3D X Madrid X IFC X

- Haga clic sobre la pestaña de **Configuración / Configuration** y seleccione la opción de **Cachear online / Cache online**.



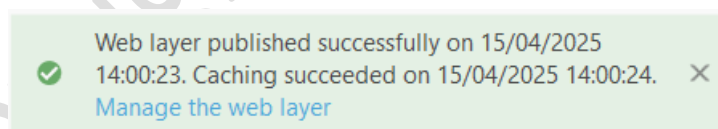
- Haga clic en la pestaña de **Contenido / Content**.

Observe que se genera una Web Scene Layer de tipo Objeto 3D y un elemento Web Feature Layer que almacena los atributos del multiparache.



- Haga clic en **Analizar / Analyze** para comprobar que no hay errores.
- Haga clic en **Publicar / Publish**.

Espere hasta que aparezca el mensaje de confirmación de la publicación en verde.



## Paso 7: Crear una escena web en ArcGIS Online

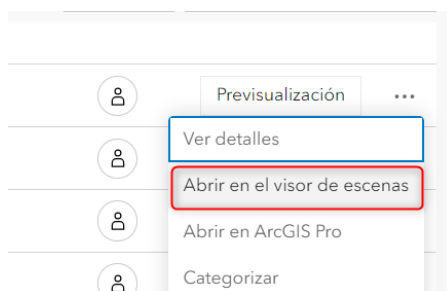
En un navegador vaya a su cuenta de ArcGIS Online o a la que le ha sido facilitada para publicar esta información. Si es necesario vaya a la página de su contenido y ordene por fecha para buscar los elementos más recientes

- Identifique **el servicio Enlace\_Madrid\_<sus iniciales>** categorizado como **Scene Layer - Objeto 3D (alojado)**

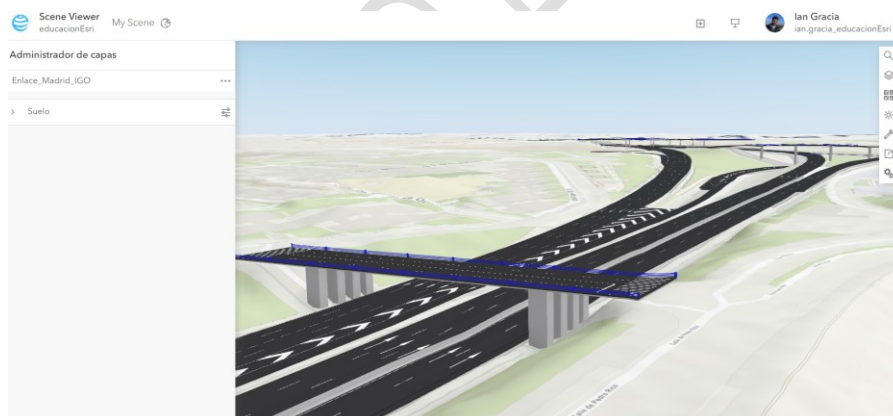
| <input type="checkbox"/> | 1-60, total: 153  |                                   |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Título                   |                   |                                   |
| <input type="checkbox"/> | Enlace_Madrid_IGO | Scene Layer - Objeto 3D (alojado) |
| <input type="checkbox"/> | Enlace_Madrid_IGO | Feature Layer (alojado)           |
| <input type="checkbox"/> | Enlace_Madrid_IGO | Service Definition                |

A continuación, consumirá este servicio en el visor de escenas de ArcGIS Online y creará una escena web que consumirá a través de una aplicación web.

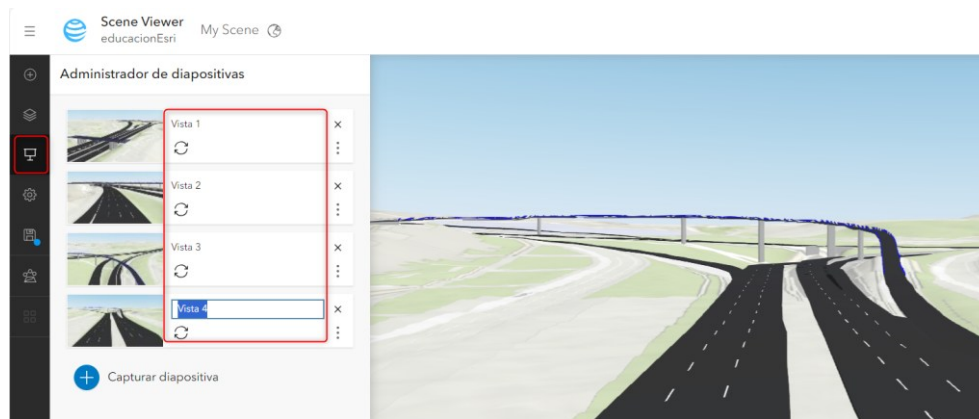
- En los tres puntos a la derecha del **Scene Layer - Objeto 3D (alojado)**, haga clic sobre **Abrir en el visor de escenas**.



- Observe como se ha respetado el desplazamiento cartográfico.



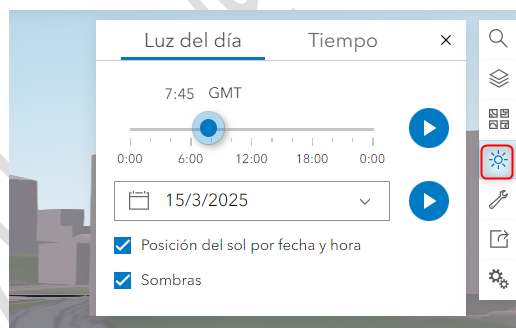
- En la columna negra de la izquierda de la escena, haga clic sobre el icono de la presentación para capturar **Diapositivas**.
- Muévase por cuatro diferentes partes del modelo y guarde las vistas. Llame a las vistas como **Vista 1, Vista 2, Vista 3 y Vista 4**.



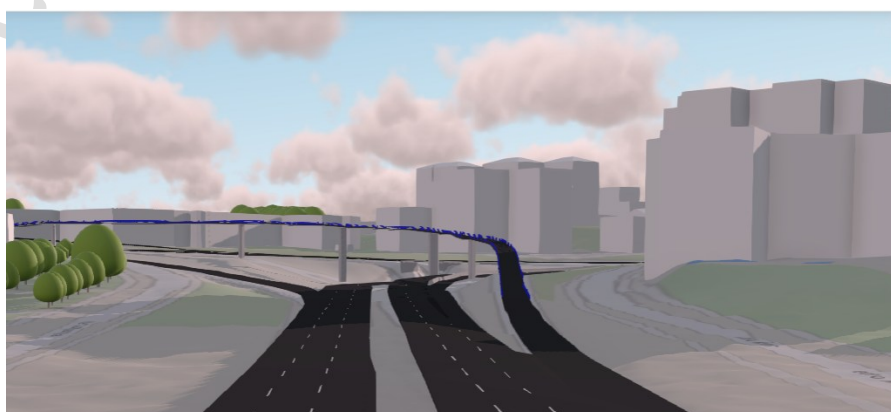
- En los widgets de la escena, en la esquina superior derecha, cambie el mapa base a **Topográfico 3D**.



- En efectos de Luz, cambie la hora a la que prefiera y el clima que más le guste.



Observe su escena.



- En la esquina inferior izquierda, haga clic en el botón de **Guardar**.
- Llame a la escena **Escena Madrid Nudo Norte <sus iniciales>**.

### Guardar escena

de mi propiedad

Vista en miniatura



Título

Resumen

Etiquetas

Agregar etiquetas

Guardar en

Mi contenido

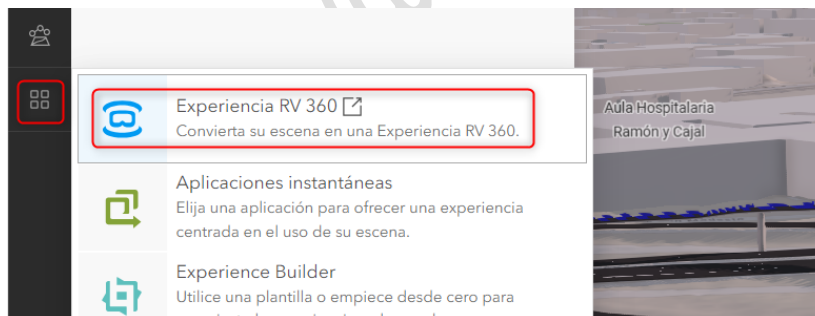
☒ Guardar como escena nueva

- Haga clic en **Guardar**.

## Paso 8: Crear una aplicación web con ArcGIS RV 360

Crearé una aplicación web empleando las diapositivas que ha creado previamente para convertirlas en imágenes 360 con la aplicación ArcGIS RV 360.

- En el visor de escenas, en la esquina inferior izquierda, haga clic en **Construir Aplicación** y seleccione **Experiencia RV 360**.



Se abre el constructor de la aplicación web.



La función de esta aplicación consiste en convertir las diapositivas en imágenes 360 para crear experiencias inmersivas. No tiene ningún otro tipo de configuración adicional.

- Haga clic en **Publicar**.

**Nota:** El proceso puede tardar unos minutos.

- Una vez finalizado, haga clic en **Abrir en 360 VR**.



- Haga clic en cada una de las diapositivas para ver la imagen 360.

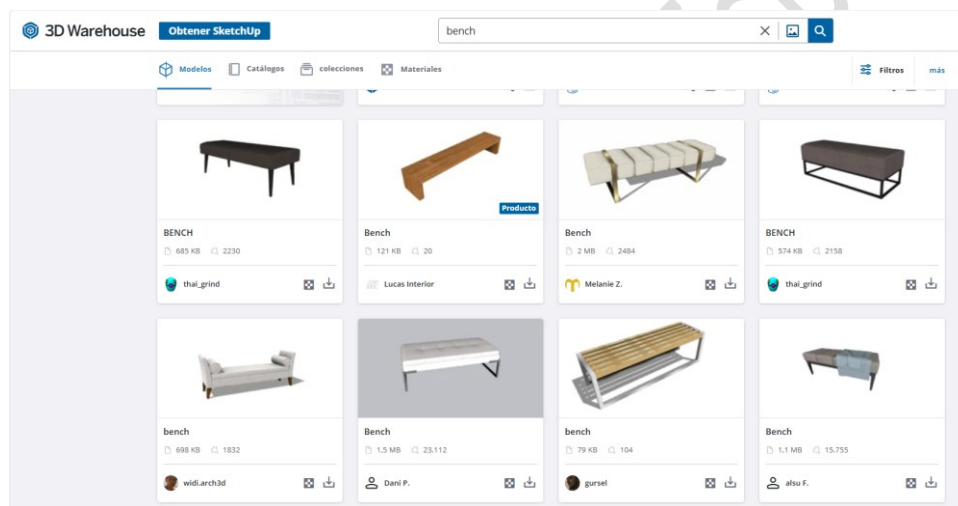


La URL generada en la barra del navegador es la que deberá usar para compartir la aplicación con el resto de los usuarios.

## 4. Obtener simbologías 3D desde 3D Warehouse

3D Warehouse es una plataforma esencial para diseñadores, arquitectos y entusiastas de la modelación en 3D. Se trata de una biblioteca en línea que permite a los usuarios acceder a millones de modelos tridimensionales para integrarlos en sus proyectos. Desde muebles y elementos decorativos hasta edificios completos y vehículos, 3D Warehouse ofrece una solución práctica para quienes trabajan con SketchUp y otras aplicaciones de diseño. Puede acceder a través de este enlace: <https://3dwarehouse.sketchup.com/>

Uno de los mayores beneficios de 3D Warehouse es la posibilidad de descargar modelos ya diseñados, ahorrando tiempo y esfuerzo en la creación de elementos desde cero. Además, permite compartir y publicar modelos propios, generando una comunidad activa en la que los usuarios pueden intercambiar ideas y mejorar sus diseños con aportes de otros creadores. La plataforma también facilita la búsqueda a través de categorías bien organizadas y filtros específicos.



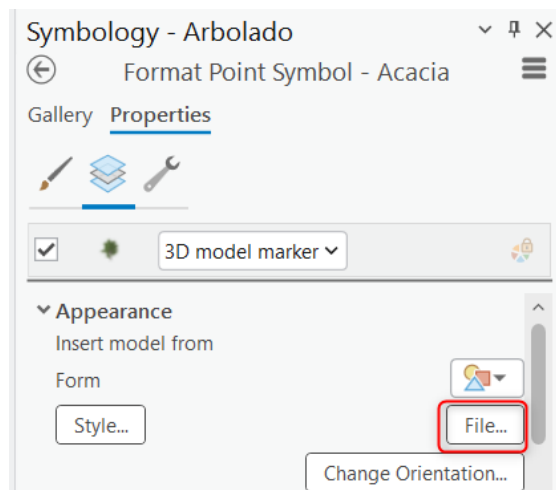
Portal de descargas de 3D Warehouse.

### Integración de 3D Warehouse y ArcGIS

Los símbolos 3D se clasifican bajo las capas de símbolos de marcador conocidas como capas de **símbolos de marcador de modelo 3D / 3D Model Marker**. Las capas de símbolos de marcador de modelo 3D se utilizan principalmente para enfatizar símbolos, especialmente símbolos de puntos en un mapa. Pueden ser utilizados para identificar ubicaciones, rutas o medios de transporte utilizados en una área simbolizada en forma 3D. El modelo para estos marcadores puede derivarse de símbolos 3D integrados o importando símbolos 3D personalizados en ArcGIS Pro.

La integración de 3D Warehouse con ArcGIS le permite utilizar algunos formatos de simbología 3D (.dae, .obj o .glb) para sus capas de puntos. Los modelos pueden ser importados directamente en los proyectos como estilo de simbología **3D Model Marker**. Una vez seleccionada esta opción, deberá buscar el archivo descargado de 3D Warehouse y cargarlo en la visualización de la capa.

Estos modelos incluyen detalles precisos sobre dimensiones y materiales, lo que facilita la planificación y ejecución de proyectos arquitectónicos, de interiorismo y diseño industrial. Empresas reconocidas también publican sus productos en la plataforma, permitiendo a los diseñadores usar modelos realistas de marcas específicas.

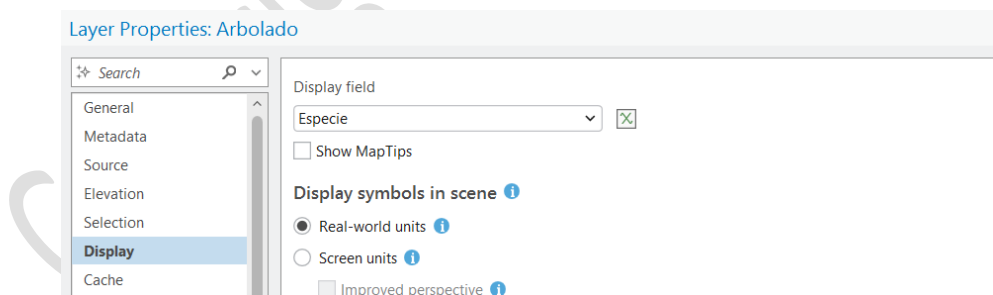


*Estilo de simbología 3D Model Marker.*

## Requisitos para la visualización 3D

Algunas de las consideraciones que debe tener en cuenta para una visualización adecuada de los símbolos 3D de marcador son:

- La capa sólo puede ser de tipo punto.
- La capa debe estar en el grupo de Capas 3D / 3D Layers.
- La capa debe tener habilitada la opción de Mostrar símbolos en unidades del mundo real.



*Opción de mostrar símbolos en unidades del mundo real.*

Estos archivos servirán como un estilo de simbología para la clase de entidad de punto (2D o 3D), pero no son ningún volumen real que pueda ser utilizado para futuros geoprocementos. Si desea convertir estos símbolos 3D en una clase de entidad multiparache que almacene los volúmenes junto con las texturas de dichos símbolos deberá usar la herramienta de geoprocementamiento **De Capa 3D a Clase de Entidad / Layer 3D To Feature Class**.

## Ejercicio 3: Utilizar archivos de simbología 3D usando modelos de 3D Warehouse

En este ejercicio procederá a utilizar la biblioteca de símbolos 3D que ofrece 3D Warehouse para representar una capa vectorial. Procederá a configurar las propiedades de visualización de ArcGIS Pro para representar correctamente los modelos para después exportar los volúmenes generados a una clase de entidad multiparache.



Tras realizar el ejercicio será capaz de realizar las siguientes tareas:

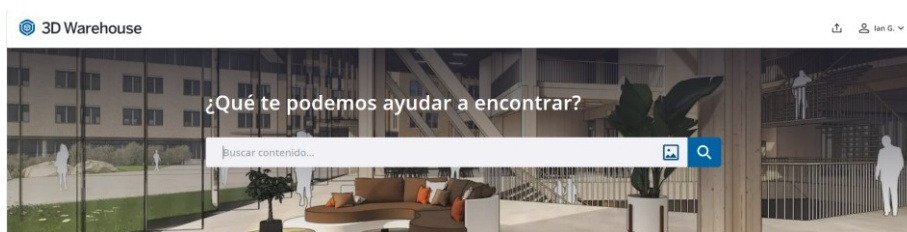
- Descargar un archivo .dae de 3D Warehouse.
- Simbolizar una capa de puntos vectorial con un símbolo 3D.
- Convertir un símbolo 3D en una clase de entidad multiparache.
- Importar un modelo 3D en ArcGIS Pro.

### Paso 1: Descargar un archivo de simbología desde 3D Warehouse

SketchUp es un programa de modelado 3D enfocado al diseño de objetos e infraestructuras para posteriormente ser utilizados en programas de renderizado tridimensional. El primer paso va a consistir en descargar un archivo público simbología 3D desde su portal web, 3D Warehouse. Este archivo lo usaremos posteriormente en ArcGIS Pro para visualizar una clase de entidad.

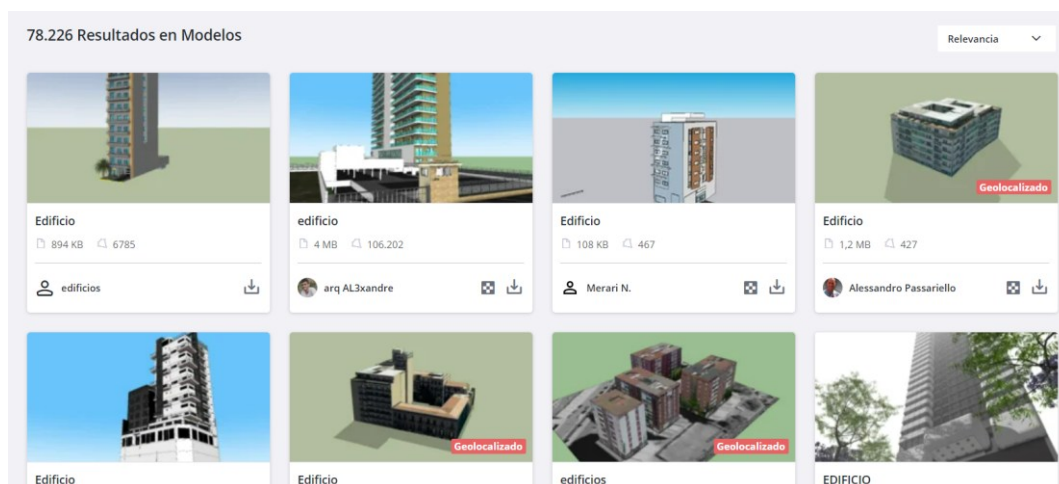
- Vaya al portal de descargas de modelados tridimensionales **3D Warehouse** a partir de [este enlace](#).

**Nota:** Es posible que tenga que crear una cuenta usando su correo electrónico. Este proceso es completamente gratuito y lleva menos de 2 minutos.

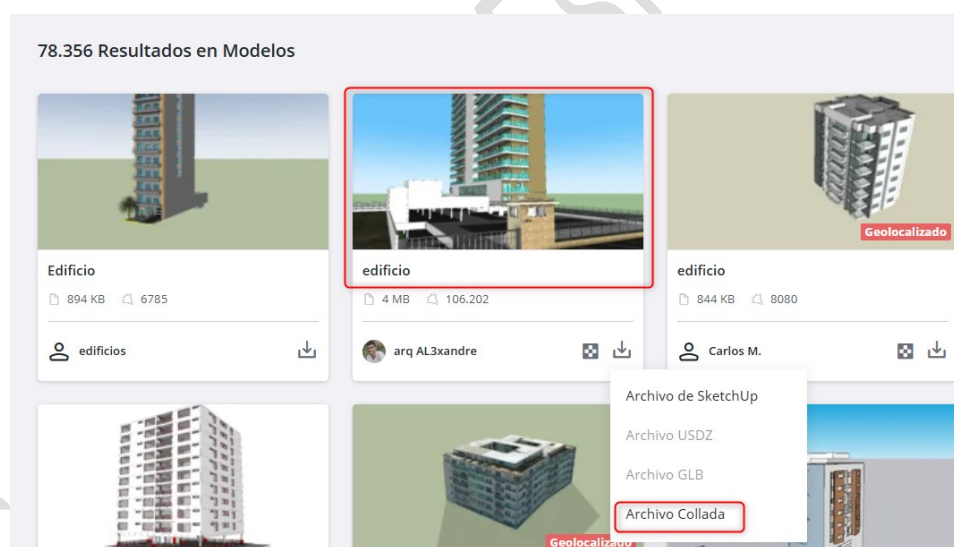


- En el panel de búsqueda, escriba **Edificio**.

Aparecerá un catálogo de edificios 3D que han sido modelados y publicados por usuarios de todo el mundo y que están a disposición pública.



- **Escoja un modelo de edificio que no aparezca como Geolocalizado y** haga clic en el icono de descarga en la esquina inferior derecha.
- Seleccione la opción de descarga **Archivo Collada**.

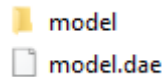


**Nota:** El archivo que se descarga tiene una extensión .dae. COLLADA es un formato de archivo utilizado para el intercambio de datos 3D entre diferentes aplicaciones y plataformas.

- Descomprima el archivo .zip que se ha descargado.

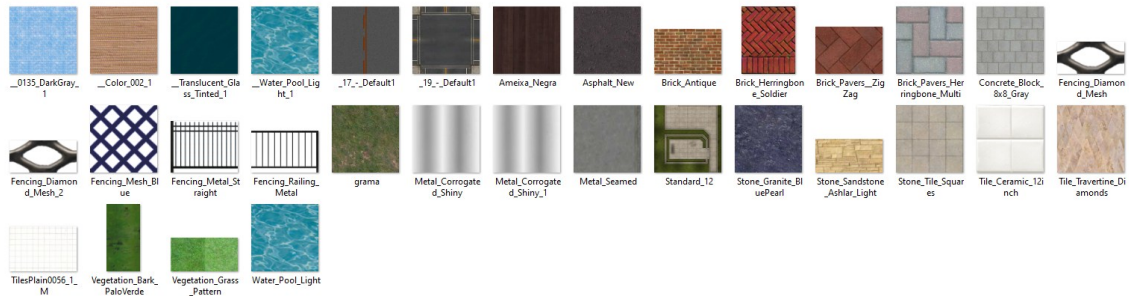
**Nota:** Más adelante usará el archivo **model.dae** existente en la carpeta **Edificio** dentro de Ejercicio 3.

Observe los ficheros que contiene.



Al descargarlo, se descarga un zip con el propio archivo llamado **model.dae** más una carpeta con las texturas del modelo.

- Abra la carpeta model y explore las texturas descargadas.

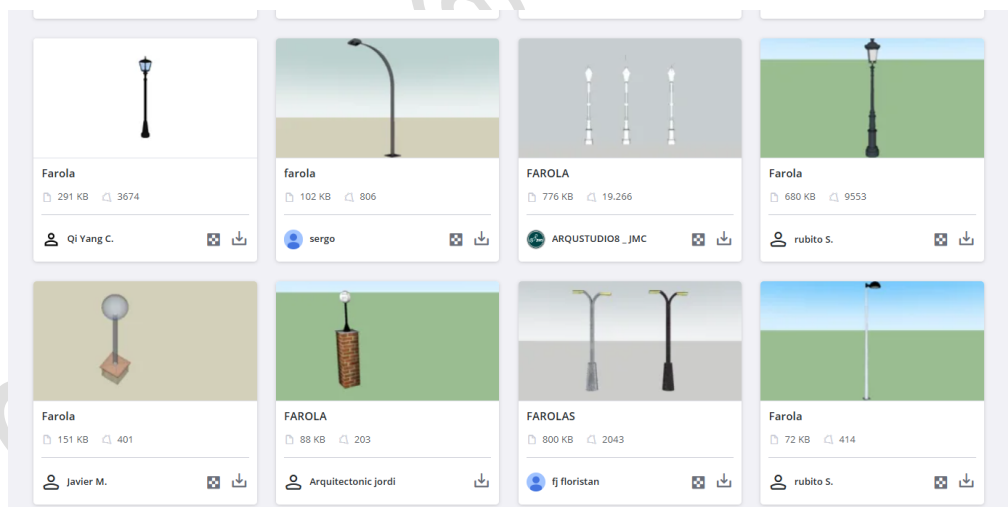


- Cierre la carpeta.

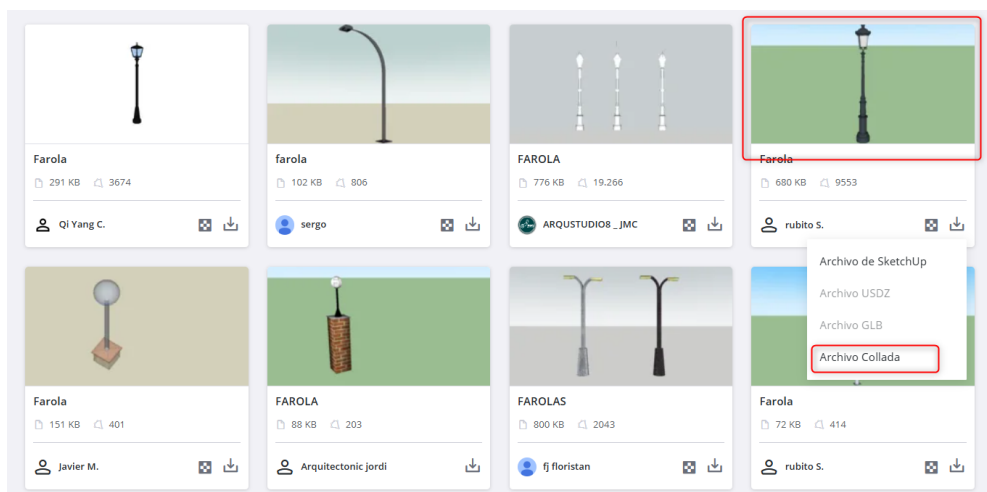
Ahora repetirá este mismo proceso para un archivo de simbología de **Farolas**.

- En el panel de búsqueda, escriba **Farola**.

Aparecerá un catálogo de farolas 3D que han sido modelados y publicados por usuarios de todo el mundo y que están a disposición pública.



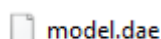
- **Escoja un modelo de farola que no aparezca como Geolocalizado y** haga clic en el icono de descarga en la esquina inferior derecha.
- Seleccione la opción de descarga **Archivo Collada**.



- Descomprima el archivo .zip que se ha descargado.

**Nota:** Más adelante usará el archivo **model.dae** existente en la carpeta **Farolas** dentro de Ejercicio 3.

Observe los ficheros que contiene.



En este caso el modelo no viene acompañado de las texturas.

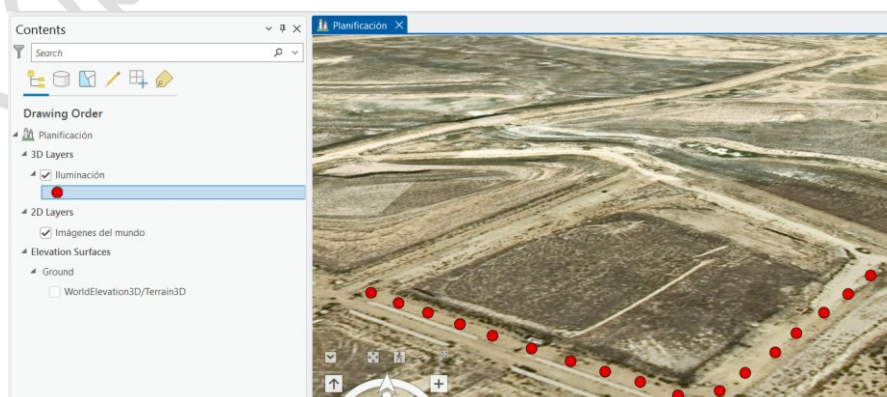
- Cierre la carpeta.

## Paso 2: Abrir y configurar un proyecto en ArcGIS Pro

En este paso abriremos un proyecto de ArcGIS Pro donde tendremos varias clases de entidad 2D que utilizarán modelos de simbología para visualizarse en tres dimensiones.

- En la carpeta de los datos del curso, en **Ejercicio 3**, haga doble clic en el paquete de proyecto llamado **EntornoUrbano.ppkx**

Se abre un paquete de proyecto con una vista de escena local llamada **Planificación**.



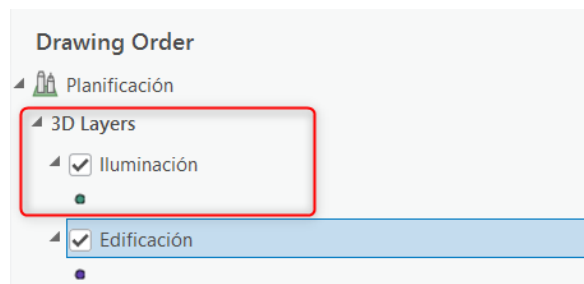
Esta escena muestra el entorno de una nueva planificación urbana en el barrio de Arcosur, Zaragoza. Utilizará los símbolos 3D que ha descargado previamente para simbolizar la nueva construcción y la iluminación del entorno.

**Nota:** Durante este ejercicio la casilla de **WorldElevation3D/Terrain 3D** deberá estar desactivada en todo momento para evitar problemas de visualización.

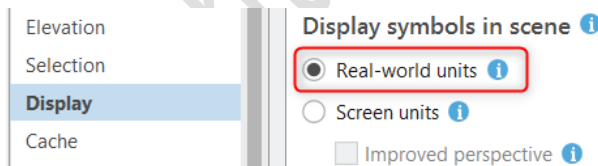
### Paso 3: Importar el archivo de simbología de farolas

En este paso utilizará el archivo .dae como archivo de simbología para las farolas del entorno. Antes de aplicar el modelo, deberá asegurarse de que la clase de entidad cumple con algunas propiedades básicas de visualización.

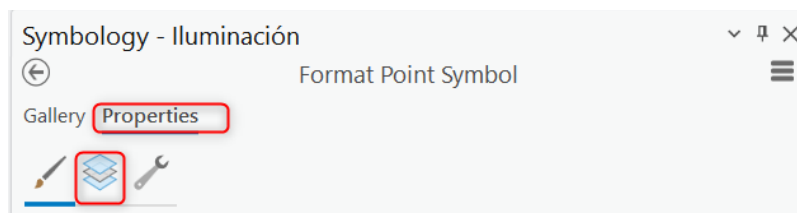
- En el panel de Contenido, asegúrese de que la capa Iluminación se ubica en el grupo **Capas 3D / 3D Layers**.



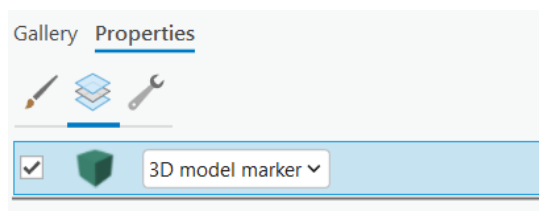
- Haga clic derecho en la capa de **Iluminación** y haga clic en **Propiedades / Properties**.
- En la pestaña de Vista / Display, marque la casilla de **Unidades del mundo real / Real-world Units**.



- Haga clic en OK para aplicar los cambios.
- Desde el panel de Contenido, haga doble clic en el icono del símbolo de **Iluminación** para abrir el panel de **Simbología / Symbology**.
- Haga clic en la pestaña de **Propiedades / Properties**.
- Haga clic en el botón de **Capas / Layers**.



- En el desplegable de **Símbolo de Marcador / Shape Marker**, seleccione Marcador de **Símbolo 3D / 3D Symbol Marker**.

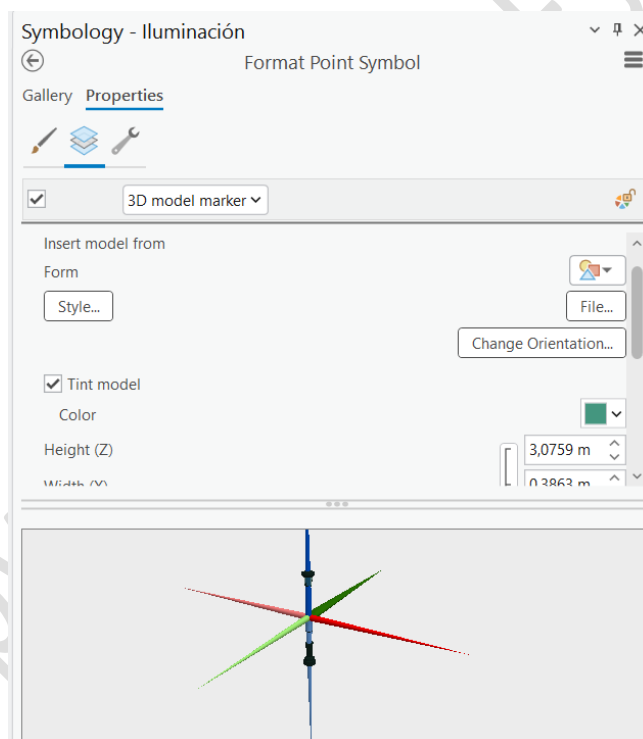


Ya puede importar modelos 3D que ha descargado previamente.

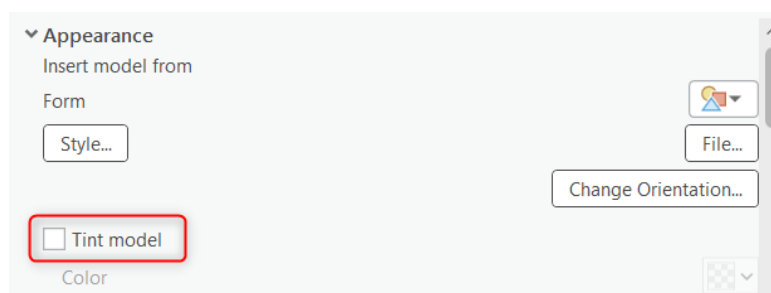
**Nota:** Puede aplicar los siguientes formatos: **.3ds, .dae, .flt, .obj**

- Haga clic en el botón de **Archivo... / File...**
- Vaya a la carpeta de **Ejercicio 3** y busque el archivo **model.dae** en la carpeta **Farolas**.

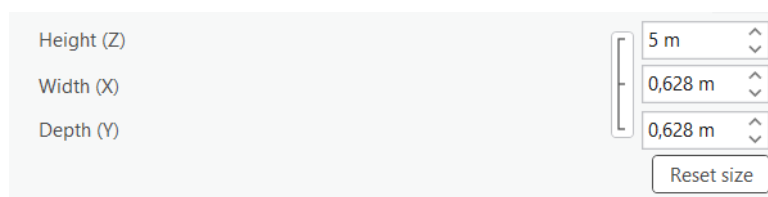
Observe como se carga la previsualización del modelo en el panel de simbología.



- Desmarque la casilla de **Colorear modelo / Tint model** para mostrar el color original.

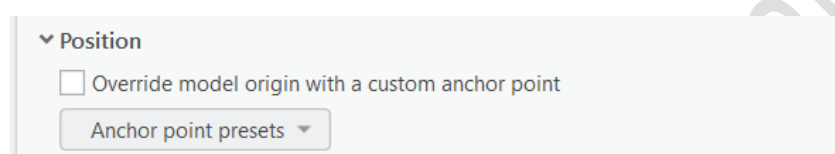


- En **Altura (Z) / Height (Z)**, escriba **5 m**.



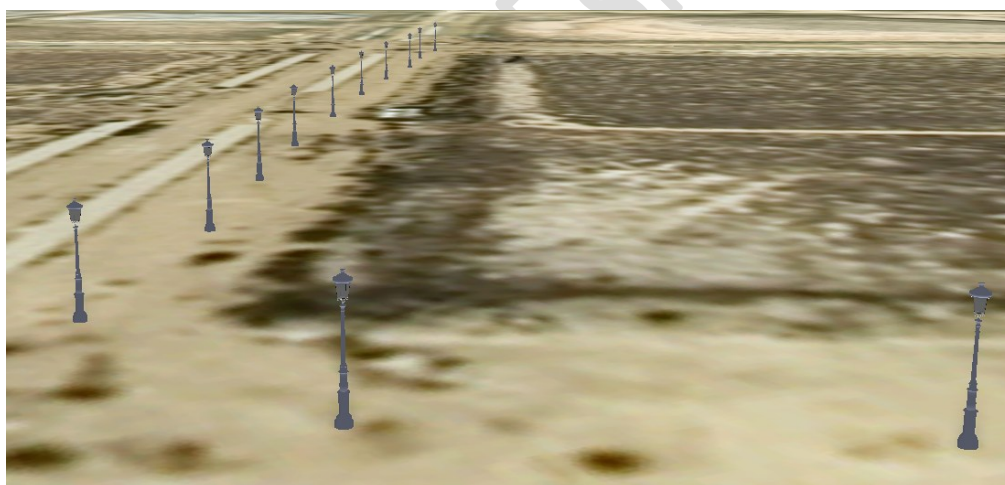
- Desplácese hacia abajo con la barra lateral hasta el grupo de **Posición / Position**.
- Desmarque la casilla de **Sobrescribir el origen del modelo con un punto de anclaje personalizado / Override model origin with a Custom anchor point**.

Con esta acción la base del modelo se posicionará en el suelo.



- Haga clic en Aplicar / Apply para guardar los cambios.

Observe los símbolos de la escena.



- Cierre el panel de simbología de Iluminación.

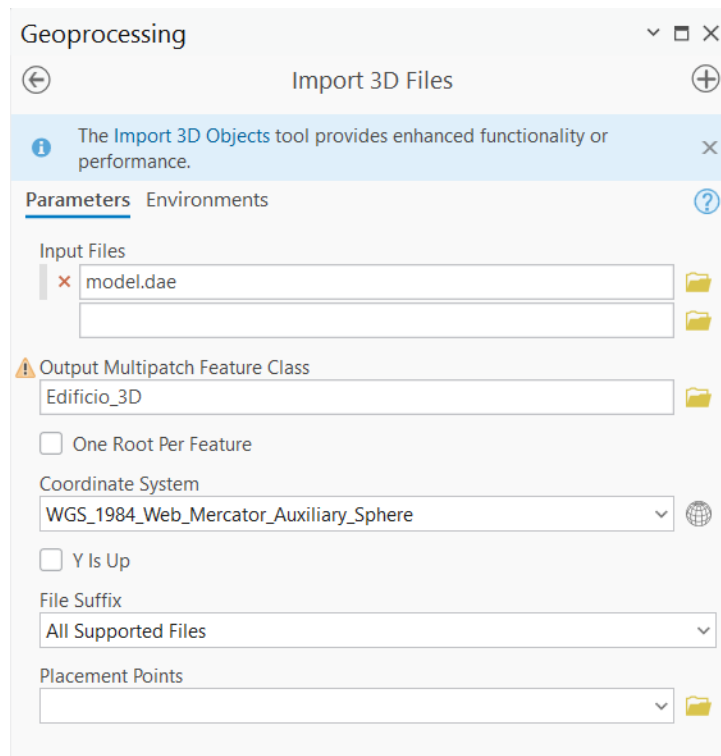
Ya ha aprendido a importar archivos de simbología simples desde un formato .dae

## Paso 4: Importar el archivo de simbología de edificios

A continuación, procederá a migrar el archivo .dae como una clase de entidad multiparche en ArcGIS Pro y posteriormente la georreferenciará en la escena.

- En la cinta superior, en la barra de búsqueda de comandos, busque y abra la herramienta **Importar Archivos 3D / Import 3D Files**.
- Introduzca los siguientes parámetros:

- **Archivos de Entrada / Input Files:** busque en la carpeta de Ejercicio 3, en **Edificio**, el archivo **model.dae**
  - **Clase de Entidad Multiparche de Salida / Output Multipatch Feature Class:** **Edificio\_3D**
  - **Sistema de Coordenadas / Coordinate System:** elija el mismo que **Iluminación**.
- Deje el resto de los parámetros por defecto.



- Ejecute la herramienta.

**Nota:** Este proceso puede tardar unos minutos.

- En el panel de Contenido, haga clic derecho en Edificio 3D y haga clic en **Zoom a la Capa / Zoom to Layer**.

Observe como la capa está en las coordenadas 0 0 ya que no disponía de ningún tipo de georreferenciación previa.

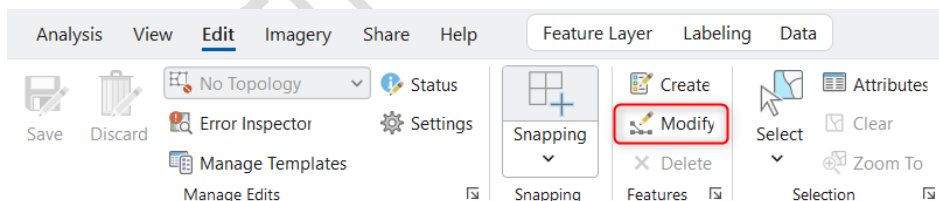


Necesitará georreferenciar el modelo para que se sitúe en el lugar correcto.

### Paso 5: Georreferenciar el multiparche

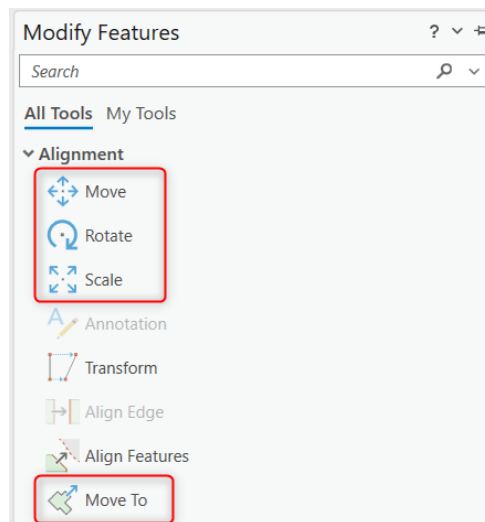
En este paso moverá su modelo a la zona deseada para obtener su concordancia espacial dentro del GIS y poder así ser utilizado para la generación de un gemelo digital.

- En la cinta superior, haga clic en la pestaña de **Editar / Edit**.
- Haga clic en **Modificar / Modify**.

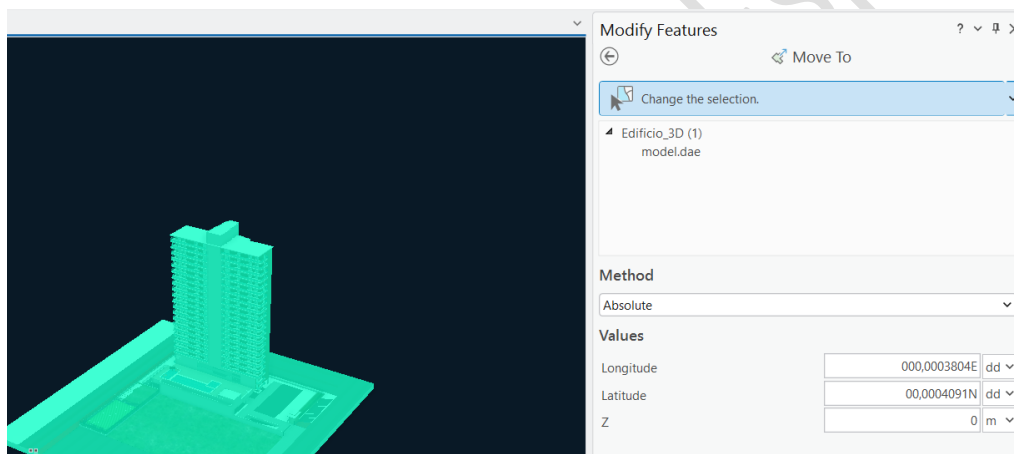


Las herramientas que le ayudarán a georreferenciar su modelo son **Mover / Move**, **Rotar / Rotate**, **Escalar / Scale** y **Mover a / Move To**:

- **Mover:** le permite desplazar su modelo en cualquier dirección.
- **Rotar:** le permite rotar el ángulo de la posición de su modelo.
- **Escalar:** le permite aumentar o disminuir el tamaño de su modelo de manera proporcional.
- **Mover a:** le permite desplazar su modelo a unas coordenadas específicas. El centroide de su modelo se desplazará a las coordenadas especificadas.



- Haga clic en **Mover a / Move To**.
- Seleccione su multiparche con la herramienta **Seleccionar / Select**.



- Introduzca los siguientes parámetros en la herramienta:
  - **Método / Method:** Absoluto.
  - **Unidad de valor:** UTM.
  - **Coordenada:** 30T 670122 4610545
  - **Z:** 0m

| Method   |                        |
|----------|------------------------|
| Absolute |                        |
| Values   |                        |
| Grid     | 30T 670122 4610545 UTM |
| Z        | 0 m                    |

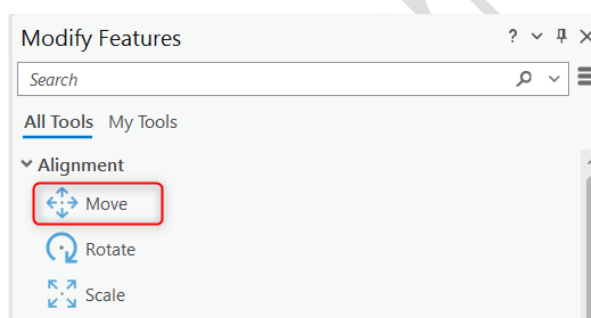
- Haga clic en **Mover a / Move to**.
- Limpie la selección.

Se agrega el multiparche a la escena.



A continuación, ajustará de forma más precisa la ubicación del multiparche.

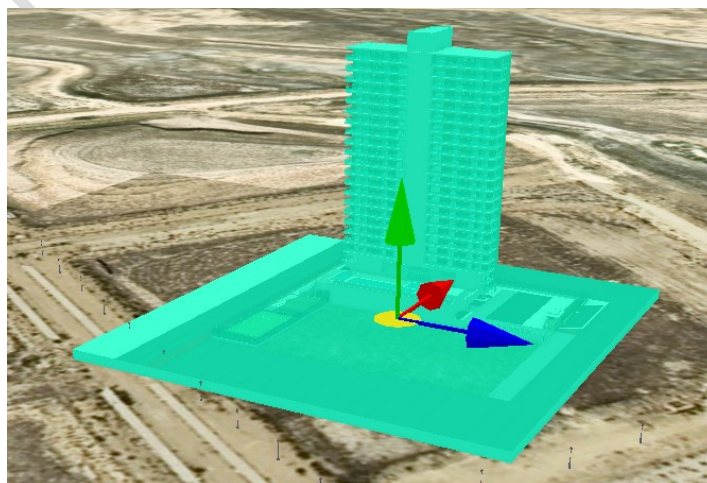
- En el panel de Modificar entidades, haga clic en la flecha superior izquierda para ir atrás.
- Elija la herramienta **Mover / Move**.



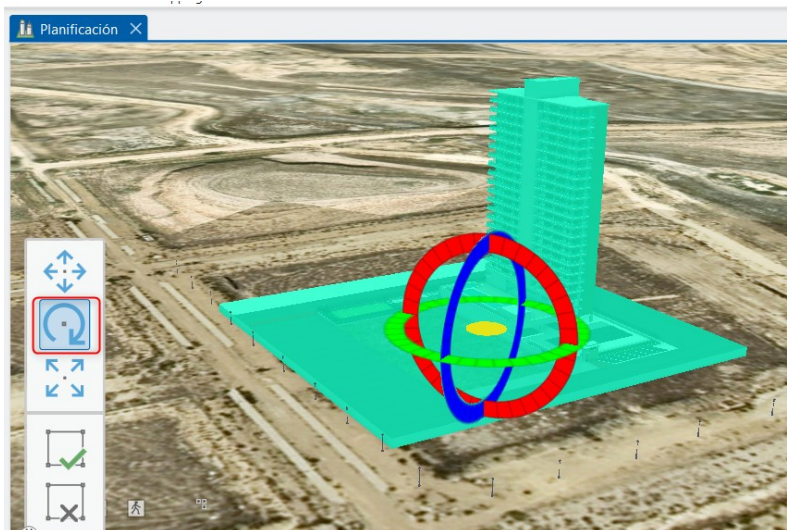
- Seleccione el multiparche de nuevo.

Aparecen los ejes X, Y Z para desplazar el multiparche.

- Mueva el edificio **manteniendo el clic en el círculo amarillo** hasta como se muestra en la siguiente imagen:



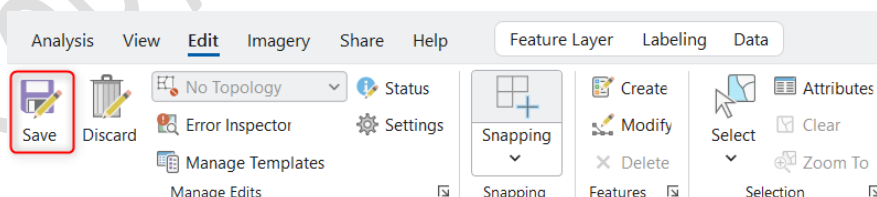
- En la barra lateral izquierda de la escena, utilice la herramienta de modificación **Rotar / Rotate** para ajustar el modelo a como se aprecia en la imagen.



- A continuación, utilice la herramienta de modificación **Mover / Move** para ajustarlo un poco más.



- En la cinta superior, haga clic en **Guardar / Save** para aplicar los cambios.



Ya dispone de un multiparche procedente de un archivo de simbología .dae

- En la cinta superior, en la esquina superior derecha, haga clic en el icono de guardar para guardar el proyecto.

Todos los cambios en su escena han quedado guardados para cuando abra ArcGIS Pro la próxima vez.

- Cierre ArcGIS Pro.