

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

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

## **BLOQUE V: Nuevas tecnologías de modelado BIM Escaneo 3D y modelos BIM, fotogrametría y modelado 3D e impresión 3D.**

### **Título: GEORREFERENCIACIÓN Y COORDENADAS**

#### **1 – Objetivos.**

Los objetivos de este tutorial son:

- Contextualizar al alumno en el conocimiento geotécnico.
- Mostrar herramientas usables a distintos niveles de presupuesto y experiencia.
- Mostrar métodos distintos de obtención de coordenadas.
- Dar a conocer diferentes sistemas de geolocalización y georreferenciación.

#### **2 - Metodología de aprendizaje.**

- El profesor proporcionará una explicación del material con ejemplos prácticos.
- Para evaluar los logros de la enseñanza práctica, cada alumno escribirá breves descripciones y responderá a las preguntas proporcionadas.

#### **3 – Duración del Tutorial.**

La duración del tutorial estará condicionada si solo se realiza la lectura y síntesis del propio material o si por el contrario se realizan tomas de datos con algunas de las herramientas o metodologías explicadas, por lo que podría variar entre 1h-4h.

#### **4 – Recursos didácticos necesarios.**

El presente documento para adquirir los conocimientos necesarios.

Herramientas nombradas disponibles para la toma de datos:

- RTK.
- Dron.
- Estación total.
- Distanciómetro láser.
- Metro.
- Blog de notas para apuntar los resultados si fuera necesario.

#### **5 – Contenidos & Tutorial.**

Georreferenciación y toma de coordenadas



<b>5.1- ¿Qué es la Georreferenciación?</b> .....	<b>3</b>
<b>5.2- Uso de la georreferenciación en proyectos fotogramétricos.</b> .....	<b>4</b>
<b>5.3- Trabajo de Campo de la Georreferenciación.</b> .....	<b>5</b>
<b>5.4- Herramientas para la Georreferenciación Moderna.</b> .....	<b>6</b>
<b>5.4.1- Método Tradicional.</b> .....	<b>6</b>
<b>5.4.2- Estación Total.</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4.3- Dispositivo GPS.</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4.4- RTK.</b> .....	<b>7</b>
<b>5.4.5- Drone.</b> .....	<b>8</b>
<b>5.5- Trabajo de oficina de la Georreferenciación.</b> .....	<b>10</b>
<b>5.6- Georeferenciación con Google Earth</b> .....	<b>10</b>



### 5.1- ¿Qué es la Georreferenciación?

Es un proceso derivado de la disciplina geográfica topográfica como la fotogrametría digital 3D, nacida de la fotogrametría sobre papel que se desarrolló en siglos anteriores.

La georreferenciación actual, se define como un proceso que nos permite conocer con gran exactitud el posicionamiento y distribución espacial de distintos elementos que configuran el terreno, bióticos y antrópicos; para ello se utiliza mediciones esféricas acorde al volumen de la superficie terrestre en valores de latitud y longitud, asignando valores a los distintos puntos de la superficie, estas son denominadas coordenadas geográficas.

La Georreferenciación es utilizada como una de las herramientas principales de (SIG) Información geográfica en donde se desconoce la proyección de espacios referente a áreas y superficies expresadas en *datum* otorga valiosa información de mapeo, que puede ser aplicable a las fotografías y la creación de modelos tridimensionales profesionales de precisión, para diversos usos, teniendo la opción además de crear un elemento de gran utilidad como pueden ser los ortomosaicos, estas composiciones creadas por la unión de diversas fotografías georreferenciadas, otorgan un plano 2D de gran exactitud idóneo para labores de cartografía y topografía, operando tanto con elementos de mapa de píxeles como pueden ser imágenes u objetos vectoriales como polilíneas, vectores o polígonos.

Podemos encontrar diferentes tipos de coordenadas como pueden ser:

Latitud-longitud se miden en grados debido a que son mediciones esféricas, son conocidas como las coordenadas geográficas, la latitud se desarrolla desde el ecuador pudiendo enmarcarse en (Norte-Sur); mientras la variable de longitud se desarrolla en el trazado desde el meridiano de Greenwich y pudiendo enmarcarse dentro de (este-oeste); ambas variables son medidas en grados, minutos y segundos.

Otros sistemas de coordenadas pueden ser por naturaleza propia en 2D o 3D, de acuerdo a las magnitudes que midan.

Las coordenadas bidimensionales o en 2D, se desarrollan en un eje de ordenadas cartesianas y solo cuentan en coordenadas cartesianas con valores 2D (X,Y), siendo X el valor horizontal que representa el este y el oeste; por otro lado el valor Y es el valor vertical que representa el norte y el sur.

Las coordenadas tridimensionales o 3D utilizan para la referenciación de un punto las variables (Z,X,Y) ya que la Z es la que calcula la elevación por debajo o encima del nivel del mar en proyectos GIS o de la cota suelo de nuestro modelo.



Siendo Z la altitud por encima o debajo del mar o del propio modelo en el que queramos poner la cota de suelo y el eje X e Y datos que muestran la situación del objeto sobre su eje.

## 5.2- Uso de la Georreferenciación en proyectos fotogramétricos.

La utilización de métodos de medición y el uso de coordenadas dentro de los proyectos fotogramétricos, otorgan al recurso tridimensional de la nube de puntos o malla poligonal resultante del procesado un mayor acercamiento al elemento capturado, respetando mayormente las proporciones y ayudando mediante el cálculo de distancias entre puntos y la propia ubicación de estos, a organizar no solo de mejor modo la ordenación de nubes de puntos, si no también ayudando a evitar ruido. La georreferenciación por toma de puntos físicos naturales o dianas otorga mayor rigurosidad al modelo, otorgándole un valor científico como reflejo no ideal si no como copia de la realidad, ya que las elección de puntos X,Y,Z aplicadas en el modelo tridimensional orientan en primer lugar el modelo, otorgándole su lugar predefinido dentro del espacio y en segundo lugar escalan el modelo hasta copiar y plasmar las distancias reales existentes entre los diferentes puntos reflejándose en las dimensiones y volumen del propio modelo tridimensional.

La georreferenciación, puede darse por diferentes métodos, pudiendo ser tanto aéreo como terrestre en función de las herramientas utilizadas, también variará de esa manera la precisión, en trabajos profesionales de topografía los levantamientos suelen oscilar con una precisión de 20mm+-1ppm.

Antes de comenzar con el trabajo, es importante saber el marco de las coordenadas geográficas que se utiliza en las diferentes herramientas, para evitar posibles errores de cálculo posteriores, por lo que es de vital importancia para la realización del proyecto, el trabajar en todos sus procesos con el mismo sistema de coordenadas y localización.

El sistema de coordenadas geográficas y localización latitud/longitud de mayor uso son las *WGS84* o *World Geodetic System 1984* es utilizado a escala global, otorgando la oportunidad de geolocalizar cada punto de la tierra en los ejes X Y Z. En muchos lugares ganan pesos de uso los sistemas de coordenadas locales.

En la UE, así como en los productos de detección de coordenadas y GPS especializado se promueve el uso de las *European Terrestrial Reference System 89* o *ETRS89*, este datum no solo es compatible con el sistema de navegación propio europeo GALILEO si no también por GPS y GLONASS por lo que permite actuar en la placa continental europea con cualquiera de los anteriores sistemas.

Existen diversidad de métodos para la obtención de modelos 3D geoespacialmenterectificados, mediante sistemas SIG, obteniendo productos como el



propio modelo tridimensional en bruto, el ortomosaico fruto del anterior con ajustes de ortorectificación para eliminar las distorsiones que el ojo humano y la cámara como imitación de este produce. Todo este trabajo es obtenido mediante puntos de control físicos y digitales (Marcadores)

Cualquier objeto visible colocado o no para ese propósito específico. Con la creación de estos datos, se generan gran cantidad de metadatos que permiten su a posteriori utilización en curvas de nivel e histogramas entre otras herramientas de análisis que revelan datos constitutivos de diferente índole del terreno, sección o área elegida.

Pudiendo obtener productos como MDS o el MDT: para generar mayores resultados como curvas de nivel, análisis de cauces, pendientes, desniveles, entre otros:

- **(MDS): Modelo Digital de Superficie:** Son modelos digitales que representan los elementos y formas existentes capturados y digitalizados sobre la superficie terrestre sometida al proceso, como puede ser edificaciones, o el relieve del propio terreno como montes y elementos que los conforman como árboles.
- **(MDT): Modelo Digital del Terreno:** Son modelos digitales que representan la forma de terreno, una vez habiendo sido removidos los elementos extraordinarios como la vegetación o las infraestructuras, eliminando todo elemento que no forme parte del propio terreno.

Con estos modelos digitales de gran información también es posible generar ortomosaicos rectificadas fotogramétricamente para el análisis de diferentes estudios o intervenciones sobre el terreno.

### 5.3- Trabajo de Campo de la Georreferenciación.

El trabajo de captura y recogida de datos taquigráficos y coordenadas sobre el terreno, puede realizarse con diversas herramientas, para realizar estos trabajos de campo, es necesario que el técnico en cuestión se persone sobre el terreno para realizar las diferentes acciones.

Los datos recopilados pueden ser apuntados de forma manual en una hoja o papel, o por el contrario de forma digital pueden almacenarse estos *datum* en una tarjeta de memoria que pueda tener el aparato que se use para esta operación.

**Planificación:** La operación de captura de datos debe iniciarse con un conocimiento del terreno donde se va a realizar, por ello es bueno haber estudiado el relieve y disposición de los elementos geológicos, topográficos o estructuras civiles del terreno ya que de ellos va a depender el proceder de la captura de datos, proceso necesario para seleccionar ubicaciones estratégicas del terreno y obtener puntos de control.



Estos puntos de control, están dotados de unas coordenadas y deben de ser marcados por señales como dianas o ser fácilmente reconocibles dentro del modelo como por ejemplo una grieta, una roma o elemento único fácilmente reconocible, preferiblemente cercano a una arista bien marcada o un vértice.

**Señalización:** Tras trazar el plan de acción se procede a la intervención física de la señalización con distintos elementos, como señales permanentes o semipermanentes.

Las permanentes son aquellas que requieren una mayor intervención para aumentar su vida y permanezcan visibles, tienen un carácter de interés posterior al estudio, mientras que las semipermanentes solo tienen interés en los momentos de realización del estudio, pueden ser construidas o simplemente marcadas con distintos elementos como esperas de obra, anclaje de vástagos metálico o marcaje con pintura especial.

**Captura de datos:** es el último de los procesos realizados sobre el campo con intervención humana, en este paso con ayuda de distintas herramientas, el técnico puede tomar los datos en las posiciones seleccionadas, anotando datos de importancia además de las coordenadas, sobre por ejemplo el desnivel, inclinación, clima o tiempo atmosférico.

#### 5.4- Herramientas para la Georreferenciación Moderna:

La georreferenciación se ha convertido en una disciplina de primer orden con la implementación de las nuevas tecnologías, desde la utilización de las brújulas geográficas y el teodolito hasta día de hoy con herramientas complejas de medición cálculo computarizado.

##### 5.4.1- Métodos tradicionales.

Método rudimentario de coordenadas propias creadas para guardar el volumen, escala y proporción del modelo. Es necesario para la realización de estas coordenadas valernos de cualidades físicas del objeto y espacio para marcar diferentes puntos físicos claramente reconocibles en caso de no poseer dianas de reconocimiento automático.

Una vez seleccionados los puntos, hacemos uso de distanciómetro láser o metro. Esta toma de medidas tendrá un error superior en valores de centímetros a las modernas metodologías milimétricas, pero el uso de herramientas habituales de campo y obra, hace que se reconozca como una metodología útil que cuenta en su desarrollo con un error tolerable.

Por lo que se procede a marcar el primer punto, este punto hay que dotarlo de Valores X,Y,Z; por lo que es necesario medir la altura de este y darle valor 0.000, este *Punto 1*



será nuestro punto de origen, a partir de él, mediremos la distancia entre los diferentes siguientes puntos que queramos tomar, usando el distanciómetro láser o un metro.

#### **5.4.2- Estación total.**

Captura de datos para fotogrametría terrestre, es posible capturar puntos georreferenciados con una estación total, este aparato electrónico funciona mediante un distanciómetro que calcula y un microprocesador que procesa la información obtenida del primero en referencia a un teodolito electrónico.

La selección de puntos es tomada preferentemente por dos técnicos para agilizar el trabajo y diversificar las tareas, de esta forma, uno se encarga de la toma de puntos con el receptor móvil mientras que el otro se encarga del receptor fijo.

la estación emite como elemento fijo, emite una señal al elemento móvil que es el prisma circular para facilitar la recepción de la señal y el retorno de esta a la propia estación.

Una vez que la señal ha sido correctamente encaminada, la estación cuantifica el tiempo transcurrido entre la salida y el retorno de esta señal y cuantifica la distancia entre ambos elementos en función de este tiempo, cuantificando y localizando la ubicación exacta de la base de la propia estación total, que actúa como receptor.

Para realizar el procedimiento de manera adecuada hay que atender a diferentes factores que pueden dificultar la labor las condiciones climáticas, y preferiblemente su operación por 2 operarios.

#### **5.4.3- Dispositivo GPS.**

Un dispositivo GPS, se trata de un aparato que recibe señal satelital recogida mediante estaciones de tierra a través de señales electromagnéticas para coordinar distintos valores y localizar su ubicación, existen distintos tipos de dispositivos GPS y su precisión puede variar según su precio.

El dispositivo para documentación topográfica GPS, dispone de una antena que debe colocarse en el punto en cuestión, esta funciona en conjunto a una Pda o libreta electrónica, la precisión puede depender de factores físicos o climáticos que puedan obstruir la señal de transmisión o recepción al igual que también puede variar dependiendo de la cantidad de satélites que puedan captarse.

#### **5.4.4- RTK.**

El sistema de captación de coordenadas RTK, proviene es un diminutivo de Real Time Kinematic, este sistema puede funcionar con los distintos navegadores de señales como

el europeo Galileo o el famoso GPS, por lo que aporta información en tiempo real del estado de las coordenadas.

Es necesario para el buen funcionamiento del equipo y la obtención de los mejores resultados posibles, la conexión al sistema de localización mediante al menos tres satélites, para poder coordinar las distancias entre los distintos satélites. El sistema utiliza el dispositivo RTK como receptor de estación base que conecta con diferentes unidades móviles que comparan sus distancias y triangulan con la estación base, este sistema utiliza módems UHF entre otros sensores para captar la información en tiempo real.

El sistema de recolección de datos con RTK tiene un porcentaje de error de menos del 1%, respectivamente 1 centímetro  $\pm$  2 partes por millón horizontalmente y 2 centímetros  $\pm$  2 ppm verticalmente.

#### 5.4.5- Georreferenciación con Dron.

Dentro de la técnica fotogramétrica aérea debemos distinguir diversos aspectos en relación a la georreferenciación, ya que por la propia naturaleza de la fotogrametría aérea esta disciplina será uno de sus principales puntos de apoyo para la obtención de resultados sub-centimétricos en la captura de grandes superficies.

Por lo tanto, pondremos la atención especial en diversos aspectos de interés que se realizan durante la misión de captura de datos, como puede ser: El modelo de Dron, Tipo de vuelo o el uso de puntos de control georreferenciados físicos o posteriormente implementados en el modelo como puntos de referencia.

- **Modelo de Dron:** Por norma general, los drones pueden obtener buenos resultados en la captación de datos con independencia de su modelo. Los drones más modernos están dotados de una tecnología mayor como modos de vuelo propios, sensores de colisión o mejores cámaras cosa de gran interés para la realización de la ciencia fotogramétrica. Dentro de las mejoras que un dron moderno puede poseer está la georreferenciación de las imágenes capturadas, cada imagen capturada mediante la misión de vuelo será asignada con las coordenadas en la que el dron se encontraba en el momento de la captura, esta herramienta que dota a cada imagen de unas coordenadas determinadas, ayudará en a realizar la operación con la mayor precisión de recorrido posible, además de en futuros procesos a la composición del modelo en las primeras fases como la de alineación de fotografías, ordenando de forma más efectiva y rápida las imágenes sometidas al procesado de datos conforme a sus coordenadas. En caso de que el propio dron genere coordenadas en sus fotos y localización GPS debe atenderse al tipo de estas, pues el usar en el programa de



creación y gestión de nube de puntos puede generar un error que no haga viable la elaboración del propio producto tridimensional.

- **Tipo de misión de Vuelo:** Muchos drones actuales vienen con opciones de vuelo predefinidas como puntos de interés o de seguimiento de objetivo o fotografías 360º, que pueden ser de utilidad para labores de mantenimiento y control, usando el dron como una herramienta de trabajo polivalente, además es posible añadirle mayor valor con el uso de un software de control especializado en misiones, este tipo de softwares usados en terminales móviles como smartphones o tabletas utilizan la geolocalización obtenida por el propio dispositivo de control que se encuentre conectado al mando, para actuar de generador de señal GPS del propio piloto como de receptor de señal GPS del dron. Este tipo de programas utilizan aplicaciones de mapeo para guiar las rutas y misiones asignadas al dron, acordando perímetros distancias y recorridos dentro de las áreas sometidas al proceso de captura de datos.
- **Puntos de Control Físicos:** Para añadir mayor precisión a la captura de datos para su implementación en mejores resultados en los procesos siguientes pueden tomarse coordenadas precisas mediante aparatos topográficos y señalarlos en el mediante diversos elementos como dianas. Una vez se realizan los primeros procesos de trabajo de oficina generando datos, se busca visualmente las dichas marcas dentro la nube de puntos y mediante las herramientas facilitadas por el programa, se seleccionan las distintas posiciones otorgarles los valores de las coordenadas extraídas anteriormente; una vez adjudicadas las correspondientes coordenadas su posiciones, se debe repetir el proceso de alineado, para rectificar el error que hubiera podido haberse plasmado durante la anterior muestra de nube de puntos.
- **Puntos de Referencias Digitales:** Los programas de gestión de nubes de puntos, tienen diversas herramientas como la vista anteriormente para corregir y aplicar cambios precisos al modelo con la mayor confianza posible; tras generarse la nube de puntos, el usuario puede seleccionar o crear puntos homólogos que no se hubieran recogidos mediando un marcado visual de estos en todas las fotografías que apareciese, este punto será dotado con mayor precisión en coordenadas dentro de la nube de puntos, cuando se reinicie el proceso para implementar los cambios y correcciones.



### 5.5- Georreferenciación Trabajo de Oficina.

Tras la obtención de los datos físicos bien por puntos de control, imágenes o ambos casos, los datos deben ser sometidos a diversos procesos para poder otorgar valor, pudiendo realizar gracias a las dichas coordenadas mediante su implementación en programas diversos, distintas acciones de georreferenciación y plasmación de los resultados en los recursos 2D y 3D que se quieran crear con su apoyo.

El dibujo asistido por computadora es uno de los principales usos de las coordenadas, para crear documentación bidimensional del terreno capturado, muy útil para la creación de planimetrías y mapeo.

El avance tecnológico hace que gracias a diversos programas y disciplinas como la fotogrametría estas coordenadas puedan implementarse u obtenerse de distinta manera. Pudiendo georreferenciar imágenes que han sido tomadas sin ningún valor, o dotar de valor geográfico diversos puntos que pueden componer la nube de puntos de un recurso tridimensional fotogramétrico entre otras opciones...

Podemos encontrar diversos programas de fotogrametría que nos permiten dotar a las imágenes de coordenadas, esta herramienta es utilizada por un gran número de programas profesionales como Pix4D, Metashape o Reality Capture, mediante los cuales se pueden incluir las coordenadas implícitas en las propias fotografías desde el primer momento del procesado, como es el caso de las fotografías capturadas por misiones de drones.

Es posible mediante una sencilla herramienta similar a un bloc de notas con tablas en blanco, insertar los valores anotados o documentados digitalmente en la toma de datos del terreno. Este proceso es aplicable tanto a las fotografías como a una selección de puntos.

En caso de haber insertado en el programa fotografías ya georreferenciadas, el programa comenzará a trabajar con dichos valores, escalando el modelo acorde a las proporciones que los puntos de control marcan entre sí en cuanto a la distancia por el contrario, si se ha realizado cualquier tipo de proceso y se realiza la inserción manual de las coordenadas en el programa, debe realizarse nuevamente los procesos para ajustar los valores acordes al ajuste que aportan las coordenadas, obteniendo un modelo tridimensional escalado y orientado.

### 5.6- Georreferenciación con Google Earth.

Uno de los métodos más asequibles para la georreferenciación de un proyecto es el uso de las aplicaciones Google Earth o Maps. Si bien aconsejábamos la utilización de sistema europeo de referenciación geográfica ETRS89, Google Earth solamente trabaja con coordenadas geográficas de latitud/longitud WGS84 basada en el sistema GPS; se trata

de un sistema mundial que ejecuta datum globales y que estima un cálculo de error menor a 20 m.

## 6. Anexos:

**Georreferenciado:** Proceso mediante el cual un elemento se dota de coordenadas dentro de una entidad cartográfica o espacial en donde se conoce y marca su ubicación exacta.

**Escalar:** Proceso mediante el cual un elemento con sus medidas y volúmenes propios es sometido a una corrección, de medidas y volúmenes superiores o inferiores, hasta lograr el resultado deseado.

**Orientar:** Proceso mediante el cual un elemento se enmarca en el espacio en direcciones y parámetros específicos.

**Geotecnia:** Ciencia que estudia la mecánica de los suelos.

**Coordenada:** Referencias, dotadas de valores numéricos que marcan elementos de interés dentro de sistemas de mapeo, referenciación o modelo tridimensional.

**Datum:** Sistema de coordenadas abstracto con una superficie de referencia (como el geoide, el elipsoide, el nivel del mar) que sirve para proporcionar ubicaciones conocidas para iniciar estudios y crear mapas.

**SIG:** Abreviación de *Geographical Information System*, son herramientas electrónicas integradas en software que facilitan el trabajo sobre datos geográficos.

**Ortomosaico:** Producto obtenido mediante la rectificación y correcciones visuales de distorsión geométrica aplicada a un modelo tridimensional del que se ha podido obtener un mosaico continuo que conforman una sola imagen.

**Levantamiento:** Alude al levantamiento topográfico, en referencia al conjunto de actividades de tomas de datos geográficos, datum- coordenadas que pueden aplicarse en este proceso junto a sus metodologías y el uso de herramientas especializadas.

**Sistema de navegación:** Alude a la geolocalización por satélite de un elemento mediante el intercambio de rangos de señales desde cualquier medio del planeta que esté situado en un punto en la litosfera, hidrosfera o el medio aéreo.

**Puntos de control:** Puntos dotados de coordenadas utilizados para orientar y escalar el modelo tridimensional obtenido mediante la ciencia fotogramétrica.

**Puntos de control en Dianas:** Elementos físicos portátiles que pueden ser reutilizados o no, donde se marcan las coordenadas de ese punto in situ mediante herramientas especializadas.



**Puntos de control Naturales:** Se tratan de puntos del control que ayudarán a escalar y orientar el modelo, pero que son obtenidos tomando y dotando de coordenadas elementos que conforman el propio modelo, como una piedra de forma singular o el vértice de una construcción.

**Ruido:** Son elementos que no han sido capturados en buenas condiciones debido a que no se ha realizado un trabajo correcto de campo o son elementos que no interesan en la composición del modelo, pero aparecen de fondo en la imagen. Estos pueden aparecer como puntos sueltos, protuberancias. Deformaciones...

**Curvas de nivel:** Son líneas que conectan dentro de un plano, ubicaciones con los mismos valores, dentro de los estudios que pueden realizarse al modelo fotogramétrico, podemos encontrar temperatura o altitud.

**Histogramas:** Representación de datos en forma de diagrama de barra que otorga gran información sobre el modelo.

**Distanciómetro láser:** Herramienta electrónica presente en diversos formatos, tanto independiente como integrado en otras herramientas, lanza un rayo laser visible con el que mide la distancia a la que se está apuntando.

**Dron:** Aparato aéreo no tripulado, operado desde tierra.

**Misión de Vuelo:** Conjunto de elementos que conforman un vuelo automático preestablecido como el recorrido, altitud, número de fotografías a realizar, velocidad o el tiempo de realización...

## 7. Resultados.

El estudiante deberá someterse a una prueba multirespuesta, tipo test de 3 opciones, donde solo 1 es la correcta.

## 8. ¿Qué hemos aprendido?

El estudiante ha aprendido conocimientos básicos sobre las coordenadas, tipo de coordenadas utilizadas en la georreferenciación moderna, además de aprender sobre diferentes herramientas con variación precio/resultados que son posibles utilizar para realizarla y poder dotar de realismo geométrico y topológico al modelo 3D.