

## **ANEJO Nº4**

# **BATIMETRÍA TOPOGRAFÍA Y DESLINDES**

**Autor: Salvador Jorge Pastor Galiana**

## **ÍNDICE**

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1.OBJETO .....                        | 1 |
| 2.TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN ..... | 2 |
| 3.EL SISTEMA LIDAR.....               | 3 |
| 4.BATRIMETRÍA.....                    | 8 |

## **1.OBJETO**

Los estudios tanto batimétrico, topográfico como el deslinde son necesarios para la realización del proyecto tanto desde el punto de vista de diseño como desde el punto de vista económico.

En el aspecto de diseño, el conocimiento batimétrico de la playa permite conocer las profundidades de la zona así como establecer un criterio de rotura por limitación de profundidad que determina las características de la ola de cálculo.

Desde el aspecto económico, este conocimiento de la playa permite conocer y establecer mediciones de forma correcta y fiable a la hora de la ejecución de la obra, dragado de material, rellenos...

## 2. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la obtención de la topografía de la zona se ha trabajado con los datos Lidar de la Comunidad Valenciana, esta información se ha tratado con software de la casa Terrasit que nos facilita una nube de punto en 3-D, se ha realizado un cribado para eliminar puntos singulares (copas de árboles, etc.) que pueden distorsionar el posterior tratamiento de los datos.

El siguiente paso es el triangulado y curvado con el programa Infram, software de obra lineal de la casa Buodra y que permite obtener las curvas de nivel sobre la que poder aplicar las secciones de las obras a realizar y con las que se cubican los volúmenes tanto excavación como de terraplén y nos permite disponer de los perfiles transversales que se muestran en los planos.

La imagen muestra la nube de puntos y las curvas de nivel.



*Imagen 1. Nube de puntos y curvas de nivel*

### 3.EL SISTEMA LIDAR

El LIDAR (Light Detection and Ranging) es un sistema que permite obtener una nube de puntos del terreno tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado (ALS). Para realizar este escaneado se combinan dos movimientos. Uno longitudinal dado por la trayectoria del avión y otro transversal mediante un espejo móvil que desvía el haz de luz láser emitido por el escáner.

Para conocer las coordenadas de la nube de puntos se necesita la posición del sensor y el ángulo del espejo en cada momento. Para ello el sistema se apoya en un sistema GPS diferencial y un sensor inercial de navegación (INS). Conocidos estos datos y la distancia sensor-terreno obtenida con el distanciómetro obtenemos las coordenadas buscadas. El resultado es de decenas de miles de puntos por segundo.

Visualización 3D con tecnología LiDAR terrestre y batimétrica.]

Visualización 3D de aeropuertos con tecnología LiDAR aéreo.

Visualización 3D de imagen RGB e infrarroja sobre datos LiDAR.

Visualización 3D de carreteras con LiDAR aéreo.

LiDAR aéreo aplicado a la gestión de líneas eléctricas.

LiDAR aéreo aplicado a captura edificaciones en 3D.

Los componentes del LIDAR son:

- ALS: Escáner Láser Aerotransportado. Emite pulsos de luz infrarroja que sirven para determinar la distancia entre el sensor y el terreno.
- GPS diferencial. Mediante el uso de un receptor en el avión y uno o varios en estaciones de control terrestres (en puntos de coordenadas conocidas), se obtiene la posición y altura del avión.
- INS: Sistema Inercial de Navegación. Nos informa de los giros y de la trayectoria del avión.
- Cámara de video digital (opcional), que permite obtener una imagen de la zona de estudio, que servirá para la mejor interpretación de los resultados. Ésta puede montarse en algunos sistemas junto al ALS.
- Medio aéreo. Puede ser un avión o un helicóptero. Cuando se quiere primar la productividad y el área es grande se utiliza el avión, y cuando se quiere mayor densidad de puntos se usa el helicóptero, debido a que éste puede volar más lento y bajo.

Las medidas obtenidas por los tres componentes principales, ALS, GPS e IMU, se toman con una misma etiqueta de tiempos acorde con el GPS. De esta forma después se pueden relacionar fácilmente en el cálculo posterior.

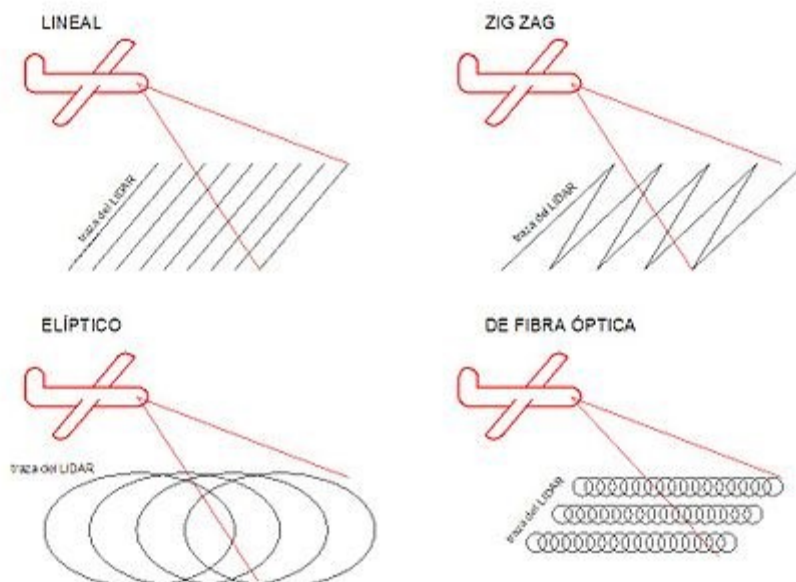
El sistema Lidar obtiene también la siguiente información.

- Por cada pulso emitido puede captar 2 o más ecos. Esto nos permite recoger información a diferentes alturas. Por ejemplo, si estamos sobrevolando una zona arbolada, el primer eco puede responder a la copa de los árboles y el último a la superficie terrestre.
- La intensidad reflejada. Puede ser muy útil para la clasificación posterior.

### **Clasificación**

Por tipo de láser:

- LIDAR de pulsos. El proceso para la medición de la distancia entre el sensor y el terreno se lleva cabo mediante la medición del tiempo que tarda un pulso desde que es emitido hasta que es recibido. El emisor funciona emitiendo pulsos de luz.
- LIDAR de medición de fase. En este caso el emisor emite un haz láser continuo. Cuando recibe la señal reflejada mide la diferencia de fase entre la emitida y la reflejada. Conocida ésta solo hay que resolver el número de longitud de ondas enteras que ha recorrido (ambigüedades).



### ***Tipos de LIDAR.***

Por tipo de escaneado:

- Líneas. Dispone de un espejo rotatorio que va desviando el haz láser. Produce líneas paralelas en el terreno como patrón de escaneado. El inconveniente principal de este sistema es que al girar el espejo en una sola dirección no siempre tenemos mediciones.
- Zigzag. En este caso el espejo es rotatorio en dos sentidos (ida y vuelta). Produce líneas en zigzag como patrón de escaneado. Tiene la ventaja de que siempre está midiendo pero al tener que cambiar de sentido de giro la aceleración del espejo varía según su posición. Esto hace que en las zonas cercanas al límite de escaneado lateral (donde varía el sentido de rotación del espejo), la densidad de puntos escaneados sea mayor que en el nadir.
- De fibra óptica. Desde la fibra central de un cable de fibra óptica y con la ayuda de unos pequeños espejos, el haz láser es desviado a las fibras laterales montadas alrededor del eje. Este sistema produce una huella en forma de una especie de circunferencias solapadas. Al ser los espejos pequeños, la velocidad de toma de datos aumenta respecto a los otros sistemas pero el ángulo de escaneado (FOV) es menor.
- Elíptico (Palmer). En este caso el haz láser es desviado por dos espejos que producen un patrón de escaneado elíptico. Como ventajas del método podemos comentar que el terreno es a veces escaneado desde diferentes perspectivas aunque el tener dos espejos incrementa la dificultad al tener dos medidores angulares.

### ***Aplicaciones***

#### ***Topografía***

En topografía, la medición de distancias con láser para aplicaciones de mapas a gran escala, está revolucionando la toma de datos digitales relativos a la elevación de terrenos. Esta técnica es una alternativa a otras fuentes de toma de datos como el Modelo Digital del Terreno (MDT). Se puede usar como una fuente de datos para los procesos de contorno y generación de curvas de nivel para ortofotos digitales.

Un sistema LIDAR emite pulsos de luz que se reflejan en el terreno y otros objetos de cierta altura. Los fotones de los pulsos reflejados son transformados en impulsos eléctricos e interpretados por un registrador de datos de alta velocidad. Puesto que la fórmula para la velocidad de la luz es bien conocida, los intervalos de tiempo entre la emisión y la recepción se pueden calcular fácilmente. Estos intervalos son transformados en distancia ayudados por la información posicional obtenida de los

receptores GPS del avión/terreno y de la unidad de medición inercial de a bordo (IMU), la cual registra, constantemente, la altitud de la aeronave Liseth

Los sistemas LIDAR registran datos de posición (x, y) y de elevación (z) en intervalos predefinidos. Los datos resultantes dan lugar a una red de puntos muy densa, típicamente a intervalos de 1 a 3 metros. Los sistemas más sofisticados proporcionan datos no solo del primer retorno sino también de los siguientes, que proporcionan alturas tanto del terreno como de su vegetación. Las alturas de la vegetación pueden proporcionar la base de partida para el análisis de aplicaciones de diferentes tipos de vegetación o de separación de altura.

Una ventaja significativa de esta tecnología, con respecto a otras, es que los datos pueden ser adquiridos en condiciones atmosféricas en las que la fotografía aérea convencional no puede hacerlo. Por ejemplo, la toma de datos puede hacerse desde un avión en vuelo nocturno o en condiciones de visibilidad reducida, como las que se dan con tiempo brumoso o nublado.

Los productos estándar fotogramétricos derivados de los datos LIDAR incluyen modelos de contorno y elevación para ortofotos. Para la obtención de contornos precisos se requiere un pos procesamiento de los datos iniciales. Puesto que los datos LIDAR son obtenidos sobre los objetos elevados (por ejemplo edificios), se usan sofisticados algoritmos para eliminar los puntos relativos a estos objetos. Debido a la gran densidad de puntos se requieren muy pocas líneas de quiebre, si acaso, para representar con precisión el terreno. No obstante, la presencia del sistema LIDAR y el uso de software de pos procesamiento, los procedimientos de validación deberán ser incorporados en el proceso para asegurarse de que los contornos finales sean representativos del terreno. El usuario final también deberá considerar que los contornos derivados de LIDAR tendrán una apariencia diferente a aquellos compilados mediante técnicas fotogramétricas convencionales. Debido a la densidad de puntos obtenida, los contornos derivados de LIDAR, aunque altamente precisos, tenderán a tener una apariencia más quebrada.

El pos procesamiento y la verificación en 3D también son recomendables cuando se hace uso de datos LIDAR para la generación de ortofotos digitales. Aunque los requerimientos de precisión vertical para la generación de una ortofoto son menos estrictos que para la generación de contornos, los datos deberán ser verificados para detectar errores de bulto. No se requiere necesariamente que los puntos en edificios sean eliminados. De hecho, los edificios modelados con datos LIDAR serán rectificados en su verdadera posición (ortofoto verdadera) y las distorsiones radiales eliminadas causadas por inclinación de los edificios. Esta mejora es de alguna manera afectada por el hecho de que los bordes de edificios pueden tender a verse redondeados; dependiendo esto de la localización de los puntos relativos al borde del edificio.

Con el pos procesamiento se pueden obtener los siguientes datos:

- Extracción de cota suelo
- Extracción de edificios
- Extracción de árboles y masas forestales

- Herramientas de depuración del terreno
- Creación de vectores tridimensionales
- Herramienta de cuadratura de edificios
- Herramienta de edición
- Recorte de imágenes

La precisión de los datos obtenidos mediante la técnica LIDAR dependen de:

- La frecuencia del pulso.
- La altura de vuelo.
- El diámetro del rayo láser (dependiente del sistema)
- La calidad de los datos GPS / IMU y los procedimientos de post procesamiento.

Se puede llegar a precisiones de 1 metro en las coordenadas de posición y unos 15 cm en la coordenada de altura, si las condiciones en las que se efectúan las medidas son óptimas. Sin embargo, para cualquier aplicación a gran escala y que requiera una elevada precisión, los datos obtenidos se tendrán que comparar con otras técnicas. Usualmente se superponen los puntos obtenidos (con sus tres coordenadas dimensionales) sobre imágenes digitales. Para lograrlo se usan estaciones fotogramétricas digitales.

#### ***Formatos de archivo***

La mayor parte de sistemas y aplicaciones LiDAR trabajan con un mismo formato, el formato LAS, cuya especificación ha sido desarrollada por la American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS), y que se ha convertido en un estándar de facto para trabajar con datos LiDAR.

LAS es un formato de archivo público que permite el intercambio de ficheros que contienen información de una nube de puntos tridimensional. El formato LAS es un archivo binario que mantiene toda la información procedente del sistema LiDAR y conserva la misma según la propia naturaleza de los datos y del sistema de captura.



## 4.BATRIMETRÍA

Las batimetrías han sido obtenidas a partir de un mapa topográfico, del tramo de la playa Saplaya a estudio. El mapa ha sido realizado para otro el estudio de la misma zona hace tiempo escaso cuando se analizó el estado de la costa situada al Norte de Port Saplaya. Actualmente lo podemos considerar como válido.

Debido a las escasas variaciones de los fondos marinos del Óvalo Valenciano a partir del principio de batimetrías se han prolongado las líneas batimétricas para cada profundidad, de modo que, se obtiene un mapa completo que permite analizar donde se sitúan las líneas correspondientes a las profundidades.

