

Con respecto a la fotogrametría terrestre, el recorrido realizado para la consecución de esta resultó ser el mismo que se llevó a cabo durante las labores de levantamiento digital mediante el empleo del BLK360, realizando un barrido a lo largo de todo el perímetro exterior de las estructuras. Todas las fotografías realizadas, un total de 590, se tomaron con el objetivo a una distancia focal de 50 mm, debido a que, en una cámara de este formato, con un sensor *Full Frame*, la distancia focal de 50 mm resulta ser la óptima de cara a la realización de levantamientos fotogramétricos.

Para la georreferenciación del modelo se utilizaron un total de 18 dianas. A diferencia de las empleadas en la fotogrametría aérea y con el escáner láser, en esta ocasión, todas y cada una de las dianas fueron posicionadas en las propias estructuras, tanto en los planos verticales como en los horizontales de estas. Las dianas eran de tipo *Black and White*, de un formato muy reducido con respecto a las utilizadas anteriormente, y fueron ubicadas en las estructuras de manera que estas no sufrieran ningún tipo de daño.

7.4. Posprocesado de los datos obtenidos en campo

Aquí nos encontramos con el posprocesado de dos tipos de datos distintos para la posterior combinación de ambos: los obtenidos mediante el LiDAR terrestre, y los resultantes de la fotogrametría aérea y terrestre. Comenzamos explicando el posprocesado de los datos procedentes de los escaneos.

Una vez finalizadas las labores de adquisición de datos en campo con el BLK360, el posproceso de estos comenzó con la exportación de los escaneos en bruto.

Estos datos tienen que ser procesados en primera instancia con el *software* Cyclone REGISTER 360 para poder obtener una nube de puntos (Fig. 7.3). Además, es durante el proceso de trabajo con este mismo programa cuando realizamos también las siguientes tareas:

- La correcta alineación entre sí de los 42 escaneos realizados en Torregarcía. El *software* intentará además optimizar dicho alineamiento, buscando el máximo solape entre escaneos y el mínimo error, por lo que no nos encontramos con una conexión realizada de manera manual al cien por cien.
- La georreferenciación del modelo, introduciendo las coordenadas de cada una de las dianas *Black and White* empleadas durante el levantamiento digital, y realizando la identificación de cada una de estas dentro del *software*.

Una vez hecho esto, hemos podido obtener una primera nube de puntos, con una precisión de 0,013 m, un solapamiento del 52 % y una fuerza del 66 %, todos ellos parámetros que resultan ser buenos para la solución de Leica. Esta nube consta, además, de un total de 900 281 512 puntos, una densidad realmente grande, y se han llegado a crear un total de 113 enlaces entre los distintos escaneos, ya que estos no solamente se crean durante el alineamiento entre los estacionamientos consecutivos por orden de escaneo en campo, sino entre todos los escaneos existentes dentro del proyecto, produciéndose así este número de enlaces que supera el centenar, consecuencia de la combinatoria entre todos los escaneos

Ahora bien, esta no deja de ser una primera nube de puntos que es necesario someter a toda una serie de posprocesos

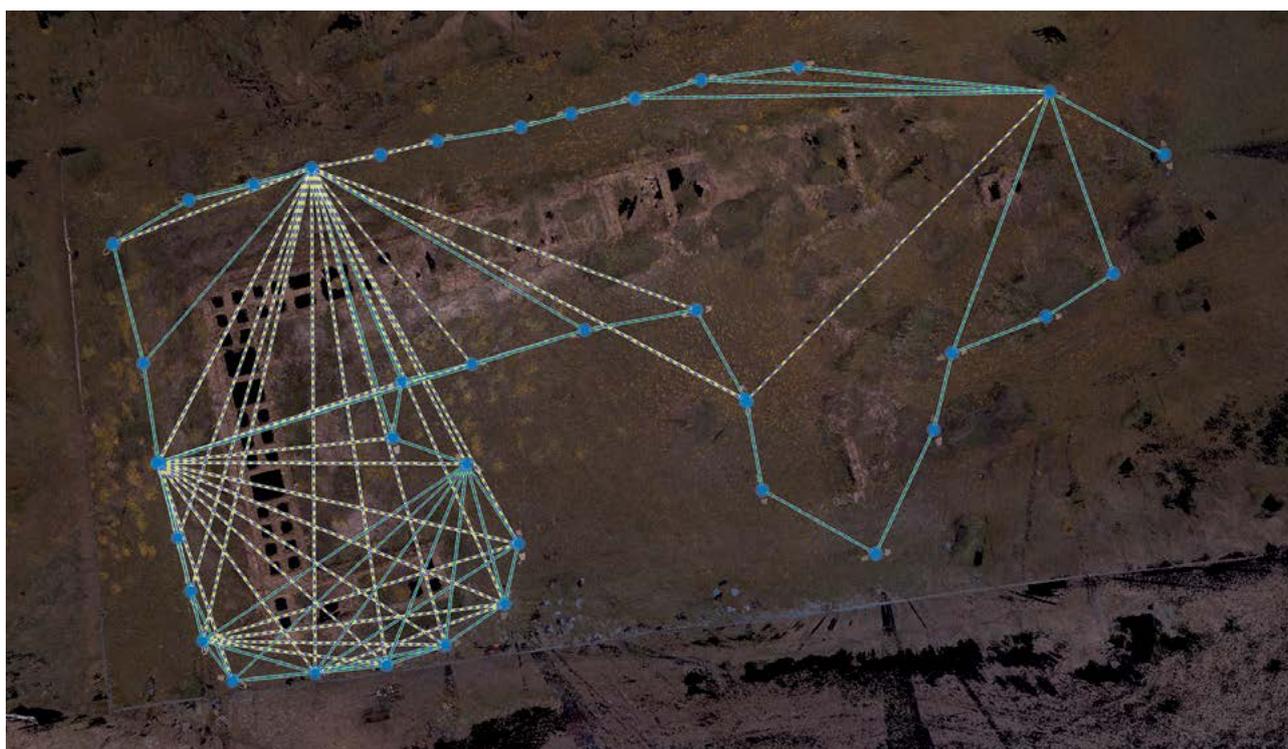


Figura 7.3. Resultado de la alineación de los escaneos de Torregarcía en Cyclone REGISTER 360.

para poder limpiarla. Todos estos son ya realizados en la última de las soluciones informáticas de Leica, Cyclone 3DR, en nuestro caso la versión 2022. Este *software* nos ofrece una gran cantidad de herramientas con las que llevar a cabo distintos filtrados y procesos de limpieza. Una de las más importantes nos permite la detección de objetos en movimiento entre los distintos escaneos de los que se compone la nube de puntos, como pueden ser los operarios del BLK360 o incluso aquella vegetación que ha sido mecida por el viento. Gracias a la aplicación de filtros como este, podemos llegar a obtener una nube altamente depurada, tal y como podemos ver en la figura 7.4.

En cuanto al posproceso de los datos procedentes de la fotogrametría terrestre, y la obtención del modelo, este puede resultar mucho más sencillo, debido a que el flujo de trabajo se encuentra mucho más cerrado y automatizado en el *software*. Una vez que introducimos todo el material fotográfico generado en campo, lo primero que tendremos que hacer será la identificación de las distintas dianas y la

inserción de las coordenadas de cada una de estas, para que de este modo todos los productos que se acaben generando se encuentren georreferenciados correctamente. Una vez hecho esto, el *software* comenzará con el alineamiento de las imágenes y con la búsqueda de todos aquellos puntos espaciales coincidentes por el solapamiento entre fotografías. Gracias a estos procedimientos, el *software* puede llevar a cabo la generación de una nube de grandes puntos, y es a su vez, a partir de esta nube, desde la que el programa va a poder llevar a cabo la creación de una malla, para terminar con la generación de un modelo final sólido texturizado (Fig. 7.5).

La nube obtenida gracias a la fotogrametría consta de un total de 640 797 741 puntos. Una nube que, si bien se queda por debajo de los novecientos millones de puntos de la obtenida por medio del LiDAR terrestre, no puede dejar de ser considerada de una gran densidad. Hay que tener en cuenta también que, la diferencia entre las cantidades de puntos entre una y otra, pueden deberse principalmente a

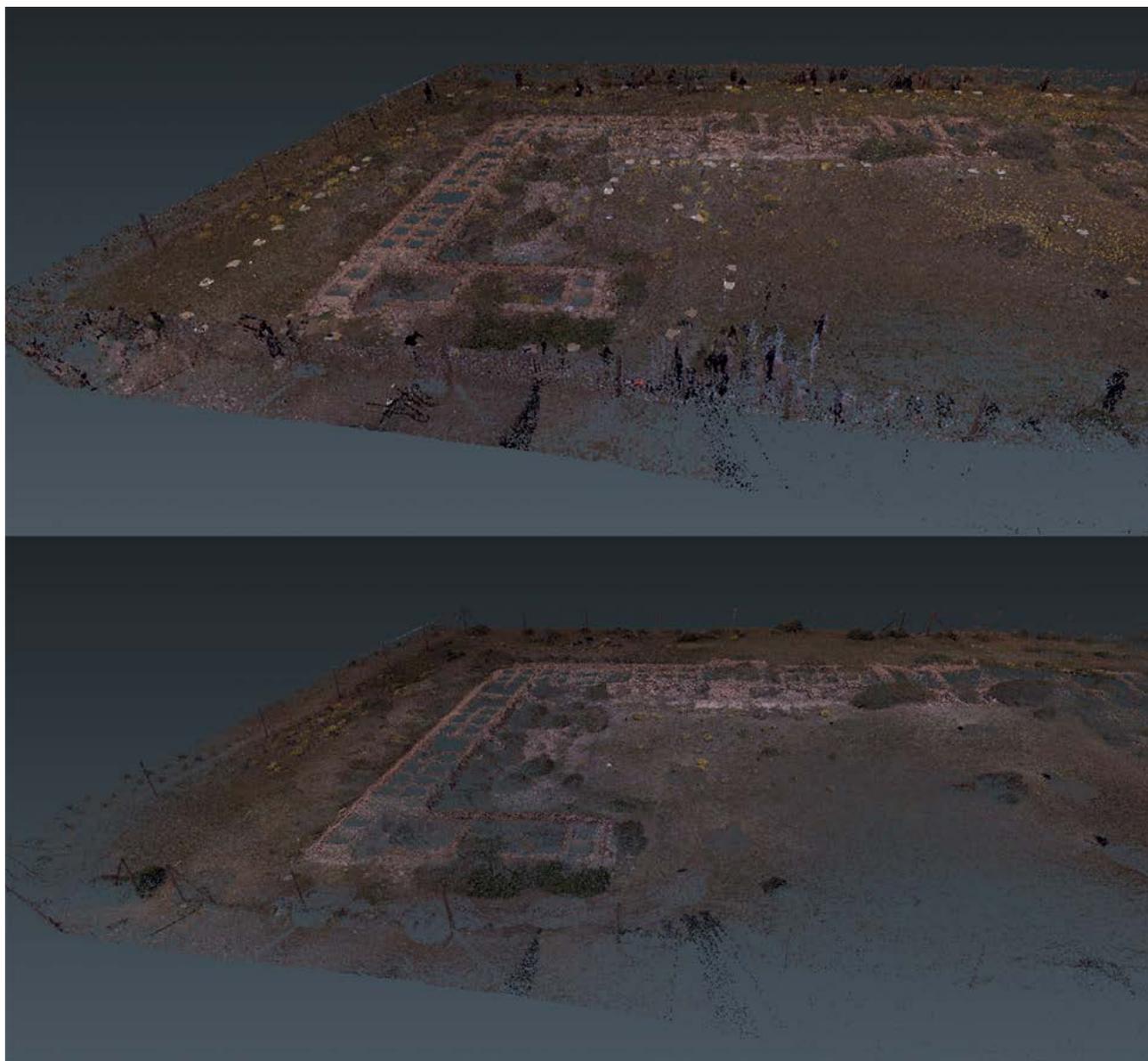


Figura 7.4. Nube sin limpiar (superior) y nube tras el proceso de limpieza (inferior).



Figura 7.5. Modelo fotogramétrico sólido texturizado.

dos factores. El primero de ellos es la zona de acción de cada una, ya que, en el caso de la fotogrametría, el área de trabajo está mucho más delimitada que en el caso del LiDAR, que toma datos hasta donde alcanzan sus pulsos láser. El segundo de esos factores es la redundancia en cuanto a los puntos obtenidos mediante el escáner láser, puesto que hay una gran cantidad de puntos que pueden llegar a estar casi duplicados, encontrándose al mismo tiempo en varios escaneos distintos. Todo esto se ha tenido en cuenta a lo largo del posproceso.

7.5. Resultados obtenidos

La aplicación de distintas técnicas de levantamiento digital en tres dimensiones en el yacimiento de Torregarcía nos ha permitido la obtención de un modelo completo de las estructuras de la Zona A.1 del yacimiento. Así pues, las carencias de la nube de puntos obtenida mediante LiDAR terrestre han podido ser cubiertas gracias a la nube fotogramétrica, y viceversa (Fig. 7.6). De este modo hemos podido constatar tanto las limitaciones como los puntos fuertes de cada una de estas técnicas al ser aplicadas en un yacimiento de estas características.

Este modelo digital de Torregarcía nos proporciona además una base sólida para poder llevar a cabo una restitución o una reconstrucción de las estructuras. Aunque ya en el punto actual, podemos extraer una importante cantidad de información acerca de estas.

La nube de puntos resultante de ambas técnicas de digitalización puede ser sometida a una considerable cantidad de procesos. Un ejemplo de ello es la posibilidad de extraer cualquier tipo de plano ortogonal (Fig. 7.7), con la que se pueden examinar sus paramentos. Además, al encontrarnos con una nube totalmente georreferenciada y dimensionada con una gran precisión, se puede llevar a cabo todo tipo de mediciones, cálculos, que nos arrojen una mayor cantidad de información acerca de la capacidad productiva que pudo llegar a tener en su momento.

Ejemplo de ello son los cálculos de volúmenes que se han podido realizar de todas aquellas piletas que no presentaban colmatación (Fig. 7.8). La extracción de dichos volúmenes ha sido posible en un total de 34 piletas, y a partir de este hemos podido conocer que, la capacidad total que poseen estas es de 29,38 m³.

Pero no tan sólo podemos acercarnos al estudio de su funcionalidad. Otro aspecto de gran interés sería el estudio de la evolución que han venido sufriendo las estructuras a lo largo del tiempo. En este sentido, tal y como ya hemos podido observar durante las labores de adquisición de datos en campo y sometiendo posteriormente a un primer examen al modelo de Torregarcía, encontramos indicios de cómo algunas de las piletas o balsas que conforman el grueso de las estructuras presentes en el yacimiento han visto cambiada su morfología original. Es por ello por lo que el modelo digital juega un papel clave en el estudio de las distintas fases presentes en el yacimiento y los posibles cambios de funcionalidad a los que han podido ser sometidos parte de sus estructuras.

En definitiva, podemos constatar cómo actualmente, y de manera cada vez más generalizada en trabajos similares, la digitalización utilizada como una herramienta de documentación del patrimonio histórico-arqueológico va cobrando cada vez una mayor importancia. Y no es tan sólo ya por el hecho de ser un soporte más en el que preservar dicho patrimonio, que ya de por sí es un gran valor, o como base fundamental para su divulgación, sino por la fuente de información fiable que representa, ya que, obtenida con el máximo detalle y precisión posibles, puede ser perfectamente sometida a estudio.