

EL PROYECTO SIAPVA: UN SISTEMA DE INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA PARA EL ÁREA DE PALAZZO DE VILLA ADRIANA (TÍVOLI)

1. INTRODUCCIÓN

Como es bien sabido, Villa Adriana constituye uno de los yacimientos arqueológicos más importantes de Italia. Las razones que le conceden tal privilegio son especialmente la importancia intrínseca del lugar, una villa imperial que ocupa un área de más de 120 hectáreas, su excepcional estado de conservación o su destacado papel en la adquisición y apertura al público de yacimientos arqueológicos por parte de la república italiana, gracias a su temprana incorporación al patrimonio del estado italiano, en 1870. A ello habría que añadir su larga tradición en la investigación en arquitectura romana y el hecho de ser fuente de inspiración de arquitectos de todas las épocas, circunstancias que en ambos casos comienzan ya con Pirro Ligorio. También de importancia es el hecho de tratarse de un yacimiento declarado Patrimonio Mundial, en 1999, o el destacado número de visitantes con que cuenta en relación al resto de los yacimientos arqueológicos italianos.

La incuestionable importancia de Villa Adriana ha propiciado que durante los últimos siglos haya sido objeto de innumerables excavaciones, en los primeros momentos movidas por la mera búsqueda de las excepcionales piezas de su ornamentación original, que aún conservaba el yacimiento y que hoy se encuentran dispersas por la mayoría de los mejores museos y colecciones del mundo. Como consecuencia de la propia época en la que se llevó a cabo la mayor parte de las excavaciones en Villa Adriana y de los principios que provocaron la realización de esas excavaciones, lo cierto es que apenas si contamos con información de una mínima calidad de la inmensa mayoría de esas actuaciones, en el caso, también excepcional, de que se conserve alguna información al respecto. Ello obliga, aún más si cabe, a ser especialmente cuidadosos hoy en el proceso de documentación arqueológica en un yacimiento que incluso hasta hace poco más de quince años no contaba ni siquiera con una planta arqueológica suficientemente correcta y detallada (Fig. 1), circunstancia que afortunadamente hoy en día está ya resuelta (ADEMBRI, CINQUE 2006; las últimas incorporaciones a la planta en ERAMO, OTTATI 2018).

Todo ello, en definitiva, convierte a Villa Adriana en un yacimiento de gran interés desde el punto de vista científico y patrimonial, con grandes problemas referidos a la pérdida y dispersión de la documentación relativa a las excavaciones efectuadas en el yacimiento y a las piezas recuperadas en él.

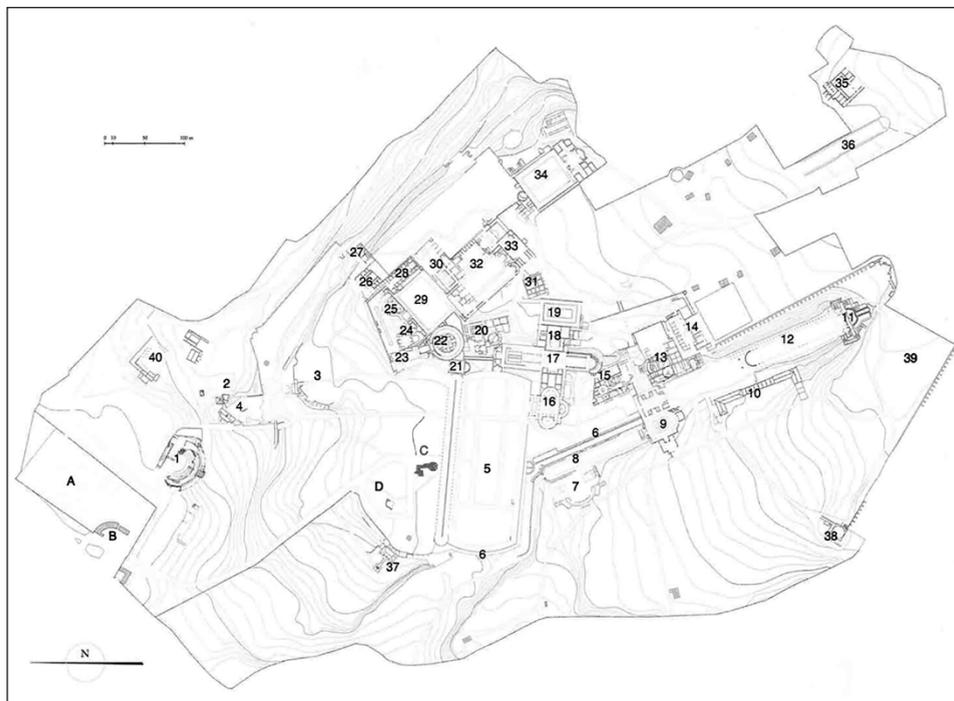


Fig. 1 – Planta de Villa Adriana en la que se muestra el área de Palazzo con el nº 32 (da ADEMBRI, CINQUE 2006).

2. EL PROYECTO DE INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS DEL PALAZZO DE VILLA ADRIANA

En el año 2013, desde el Seminario de Arqueología de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, comenzamos un proyecto de investigación arqueológica centrado en el estudio del área de Villa Adriana conocida como Palazzo, que contemplaba como una de sus principales actividades la excavación arqueológica.

Este proyecto contaba como precedente con el proyecto que el mismo equipo desarrolló en el Teatro Greco de Villa Adriana entre los años 2003-2012 (HIDALGO 2013, con la bibliografía anterior). Los trabajos de excavación arqueológica e investigación en el Teatro Greco de Villa Adriana ya demostraron la complejidad de la zona y el importante volumen de información de distinto tipo que debía procesar el equipo, contando con los datos proporcionados por la estratigrafía, el análisis de las estructuras originales del edificio, el estudio de los distintos procesos de intervención



Fig. 2 – Complejidad arquitectónica en el área del Palazzo (Seminario de Arqueología UPO).

o restauración que en distintos momentos se llevaron a cabo en el teatro y el ingente volumen de material arqueológico, especialmente fragmentos de mármol procedentes de la decoración arquitectónica, recuperados durante la excavación.

Por su parte, el proyecto que aquí nos ocupa, actualmente en curso, se centra en un área de especial complejidad de Villa Adriana (Fig. 2). Ello es debido a que este espacio, que constituye la primera residencia del emperador en Villa Adriana, se superpone a la conocida como Villa Republicana, esto es, la villa preexistente, quizás propiedad de Augusto (CINQUE 2016), ya estudiada a fondo con anterioridad por G. Lugli (1926-27, 1932, de la que una parte importante de las estructuras que la conformaban se integraron en la nueva villa imperial.

El deseo expreso, que se percibe cada vez con mayor incidencia a medida que avanzan nuestras investigaciones en la zona, de conservar a la vista determinados elementos de la villa preexistente (HIDALGO 2018; HIDALGO *et al.* 2020), junto a la conservación, ya solo por razones meramente utilitarias, de otros elementos de esa villa, hacen de la zona del Palazzo el área sin duda más compleja de Villa Adriana en lo concerniente a la presencia de distintos momentos constructivos, con una difícil estratigrafía muraria y la utilización de diversas técnicas edilicias. A ello habría que añadir también la propia complejidad arquitectónica que adquiere el área en época adrianea, con la incorporación de elementos singulares que llegan a alcanzar indudablemente la categoría de *unicum* y que convierten

a esta zona en un espacio de auténtica experimentación arquitectónica en los primeros momentos en los que se está construyendo Villa Adriana (HIDALGO 2020). Más tarde, los elementos aquí concebidos se extrapolarán, ya con mayores proporciones, complejidad y monumentalidad, a espacios tan relevantes como el complejo Canopo-Serapeo.

La progresiva constatación de estas circunstancias, junto al crecimiento del volumen de información proporcionado por la sucesión de distintas campañas de documentación y de excavación arqueológica, con la generación de un cúmulo de documentación de distinta índole cada vez más abundante y complejo, ha hecho aconsejable poner en marcha el proyecto SIAPVA como instrumento de gestión e investigación del área del Palazzo de Villa Adriana.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En las últimas tres décadas se ha debatido mucho sobre la Arqueología y el papel de los GIS (FORTE 2002; MAYORAL, CELESTINO 2011; AVERETT *et al.* 2016) y los BIM aplicados al patrimonio (GARAGNANI *et al.* 2016; GARAGNANI, GAUCCI 2020; GUERRERO, PIZZO 2021). La nota dominante en todas las publicaciones es la potencialidad de la arqueología digital para el estudio del pasado, advirtiendo eso sí, que no debe confundirse la finalidad con los medios.

Uno de los principales problemas de la aplicación de las TIC al patrimonio cultural se refiere a la selección de sistemas de archivo y estructuras de datos adecuados. El proceso de archivo, independientemente de cómo se realice, suele ser un proceso clave en la gestión del patrimonio cultural. Por supuesto, el hecho de que se produzcan enormes conjuntos de datos que deben gestionarse todos durante un largo período de tiempo genera algunos problemas, al igual que el requisito de que el proceso de catalogación sea lo suficientemente eficaz. Algunos de los objetivos de la catalogación y el archivo de datos en SIAPVA son: obtener una visión estructurada del área de Palazzo o realizar un servicio de documentación adecuado.

El rol de las distintas administraciones en la gestión sostenible del patrimonio cultural ha sido subrayado por las conferencias de la UNESCO y asimismo ocupa un lugar destacado en la agenda de la UE con especial atención a la gestión de riesgos y emergencias. En la actualidad merece la pena destacar el proyecto *vincoli in rete*, que desde el año 2012 permite el acceso en consulta a la información sobre el patrimonio cultural arquitectónico y arqueológico mediante la integración de los sistemas fuente, con servicios de interoperabilidad entre los sistemas de información de la administración, así como funciones de búsqueda alfanumérica y cartográfica de bienes culturales nutriéndose de bancos de datos previos como *Sistema informativo Carta del Rischio* de l'Istituto Superiore per la Conservazione ed

il Restauro; *Sistema Informativo Beni Tutelati* de la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio; el SITAP de la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio y el SIGECweb del I'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

De todos los bancos de datos que forman parte del proyecto *vincoli in rete* nos detenemos brevemente en dos. En primer lugar, la *Carta del Rischio Italiana*, utilizada ya para el caso de estudio de Villa Adriana implementado un modelo experimental de análisis de variables múltiples con carácter predictivo (LAZZERI 2011). La *Carta del Rischio* está dotada con dos servicios específicos. El primero de ellos, Institutos de seguridad y centros culturales, con la misión de elaborar y adoptar directrices sobre la seguridad del patrimonio cultural, la prevención de catástrofes naturales y riesgos antropogénicos como la prevención de incendios. El segundo servicio, Emergencias y reconstrucción, con la tarea de coordinar las actividades de emergencia para la seguridad del patrimonio cultural mueble e inmueble, así como coordinar las acciones de recuperación y reconstrucción en las zonas afectadas por los acontecimientos catastróficos. *La Carta del Rischio* es un GIS que ha adoptado un enfoque estadístico para la construcción de su modelo de riesgo. El sistema asume como elemento georreferenciable mínimo el inmueble arquitectónico y arqueológico y el municipio como elemento mínimo de la escala territorial. Por ello la representación cartográfica de los datos muebles se aplica el protocolo ya implementado en el SIGECweb (CACACE, CORRADO 2018, 53).

En segundo lugar, nos aproximamos al banco de datos del SIGECweb. De acuerdo con la metodología, instrumentos y cooperación entre los sistemas informativos para la gestión del conocimiento las fichas son organizadas en tres macro categorías, bienes muebles, bienes inmateriales y bienes inmuebles (NEGRI 2016, 104). La última tipología es la que engloba al Palazzo de Villa Adriana. No obstante, a su vez, conviene subrayar la existencia de un tipo específico de fichas catalográficas para la arquitectura. Esta ficha tiene un importante papel la georreferenciación a través de puntos, así como la caracterización arquitectónica de las estructuras y espacios. El requisito previo para cualquier intercambio de información es la existencia de un "lenguaje común" de interoperabilidad entre sistemas, pero, para poder cooperar, la información debe recopilarse de conforme a unas reglas precisas. De ahí, que el compromiso del proyecto SIAPVA se orienta, actualmente, hacia el seguimiento del vocabulario compartido, para la cooperación entre los bancos de datos del proyecto *vincoli in rete*. Con la finalidad de que el SIAPVA pueda ser una herramienta viva para el conocimiento del patrimonio integrado en una red que pueda garantizar la protección y gestión de la arquitectura de datos.

Igualmente interesante resulta el novedoso Geoportale Nazionale per l'archeologia. Se trata de un hito importante dentro de un largo proceso

de estudio y trabajo llevado a cabo por el Instituto Central de Arqueología (ICA) dentro de la Dirección General de Arqueología, Bellas Artes y Paisaje del Ministerio de Cultura, conseguido gracias a la colaboración de las superintendencias que operan en la zona, que facilitaron los datos, y a la aportación de arqueólogos, otras organizaciones y autónomos. Desde el enlace facilitado puede accederse a tres visualizadores de información, de ellos destacamos los datos de *indagini in concessione* donde se puede encontrar información de nuestro proyecto.

Finalmente, para ofrecer algo más que simple cartografía 2D y geocodificación, un estudio completo debe generar soluciones en 3D orientadas a la restauración y musealización y adecuación para la visita de los restos patrimoniales (BERTOCCI, MINUTOLI 2016; BERTOCCI, VENTIMIGLIA 2016; BERTOCCI, PARRINELLO 2017). Por tanto, las experiencias previas, así como las implementadas por nuestro equipo, son fundamentales no solo para la documentación, análisis e interpretación de los ambientes del Palazzo sino para la correcta difusión de este espacio en el conjunto de Villa Adriana.

4. PRINCIPALES INTERROGANTES, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

¿Pueden integrarse los datos correspondientes a la información histórica (planos, dibujos e informes de excavación) y arqueológica (lectura de paramentos, documentación de excavaciones, estudios de materiales o fotointerpretación) en un sistema de información que permita la gestión y consulta de los resultados obtenidos? ¿Puede ayudar este proyecto a caracterizar las estructuras originales y restauradas? Más aún ¿pueden estos factores combinados ayudar a la conservación del monumento?

Desde la muerte del emperador Adriano (138 d.C.), su personal proyecto arquitectónico inacabado construido en las inmediaciones de *Tibur* es escasamente frecuentado por sus sucesores. Este hecho favoreció la amortización paulatina de las estructuras erigidas que han llegado hasta nuestros días como una de las ruinas más célebres. En estos 19 siglos, los espacios de Villa Adriana han sufrido unas transformaciones significativas tanto por la acción propia del paso del tiempo como, sobre todo, de las intervenciones antrópicas. Entre estas actuaciones cabe destacar su uso como cantera de materiales, así como varias fases de destrucción sucesivas a manos de visigodos, godos y longobardos, pero también de etapas de restauración del monumento a partir de su redescubrimiento en el siglo XV (CINQUE, HIDALGO 2018, 245). Nuestra hipótesis de trabajo es que el área del Palazzo no constituye una excepción y estuvo imbuida de las mismas dinámicas.

El objetivo del presente trabajo ha sido elaborar un Sistema Informativo Arqueológico del Palazzo Imperiale de Villa Adriana. En el interior

de su área pueden reconocerse, a su vez, varios ambientes de distintas características y función como el Ninfeo, la Sala a Tres Naves, el Triclinio Acuático o el Stibadium. Además de apoyar la tarea más importante para el Istituto Autonomo Villa Adriana e Villa d'Este, proteger los bienes arquitectónicos, arqueológicos, históricos y naturalistas, sobre todo sirve para procesar de modo analítico el conocimiento de las evidencias arqueológicas, contextualizándolas en un marco histórico-topográfico más amplio, el complejo arquitectónico de la villa imperial. En otras palabras, SIAPVA se creó con el objetivo principal de orientar la nueva planificación de la investigación arqueológica invasiva y no invasiva en el Palazzo cartografiando y caracterizando tanto el estado actual de los restos arquitectónicos como algunas de las fases principales de su historia, que por tanto incluye los restos conservados, así como aquellos otros elementos arqueológicos que son frutos inéditos de las campañas de documentación, análisis e interpretación llevadas a cabo por el Seminario de Arqueología de la Universidad Pablo de Olavide.

Este proyecto se ha abordado con una doble vertiente y un doble objetivo. Por un lado, identificar, cartografiar y caracterizar todos los espacios que forman el área del Palazzo y por otro, territorializar sobre la ortofotografía y el Digital Surface Model más reciente disponible generada por nosotros mismos en el año 2021. La vinculación entre ambas líneas de trabajo ha permitido generar una base de referencia, continua, codificada y actualizada, que posibilita una más ágil localización de las estructuras arqueológicas del Palazzo y sus diferentes espacios de territorio (=A). El concepto contexto es esencial para los estudios arqueológicos. El proyecto centra su atención en un área de Villa Adriana de gran interés, gracias sobre todo a que forma parte de los espacios de residencia imperial inicialmente construidos en la Villa. El complejo de Palazzo se superpone a la villa preexistente, la conocida como “villa republicana”, parcialmente incorporada en la villa adrianea, lo que le proporciona especial complejidad e interés. Los datos espaciales contienen mucha más información de la que a primera vista nos muestran. Todo dato de esta naturaleza es el resultado de un proceso localizado espacialmente, el cual podemos conocer en mayor medida si sabemos explotar la información subyacente que dicho dato contiene.

Así, los patrones en los que se disponen las estructuras de las diversas fases de estudio, villa republicana y villa adrianea, dicen mucho acerca del comportamiento de las sociedades que los crearon. La explotación del potencial del SIAPVA se realiza mediante el estudio cuantitativo de los fenómenos manifestados en el espacio. Ello indica una importancia clave de la posición, la superficie, la distancia y la interacción a través del propio espacio (ANSELIN 1989). Las técnicas y modelos que hacen un

uso explícito de la referencia espacial de cada dato particular producen resultados de diversa clase: capas de datos geográficos en cualquiera de los formatos posibles y con cualquier tipo de información, tablas de datos escalares o vectores. El razonamiento y consulta geográfica en SIAPVA permite una amplia serie de formulaciones utilizando para ello los datos geográficos. En ocasiones, los resultados expresan la misma variable que el dato de partida. Por ejemplo, el cálculo del área de extensión de los distintos ambientes que conforman el palacio imperial. En otros casos, las variables de entrada y salida son distintas. Por ejemplo, a partir del DTM, calculamos un DEM y a partir de este último un mapa de pendientes que reclasificamos y nos ayudará con la interpretación de cómo se transporta el agua por gravedad hasta el área de Palazzo (Fig. 3). Las posibilidades de cuestionar los datos son, pues, múltiples: posición y extensión, forma y distribución, asociación espacial, interacción espacial y variación espacial (NYERGES 1991).

5. METODOLOGÍAS INTEGRADAS EN EL SIAPVA

En el último decenio, la investigación arqueológica ha experimentado una gran transformación digital. Estos cambios están orientados a la consecución de una interconexión de datos dentro de un ecosistema propio, en el que los procesos se relacionan entre sí y se desarrollan en función de

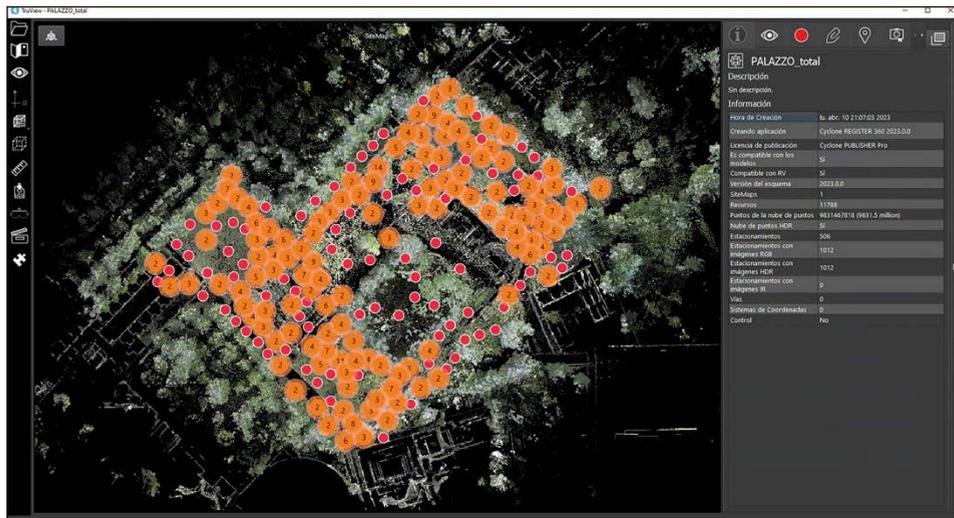


Fig. 3 – SiteMap del modelo unitario de Palazzo en el visor de captura de realidad Leica TrueView Publisher (Seminario de Arqueología UPO).

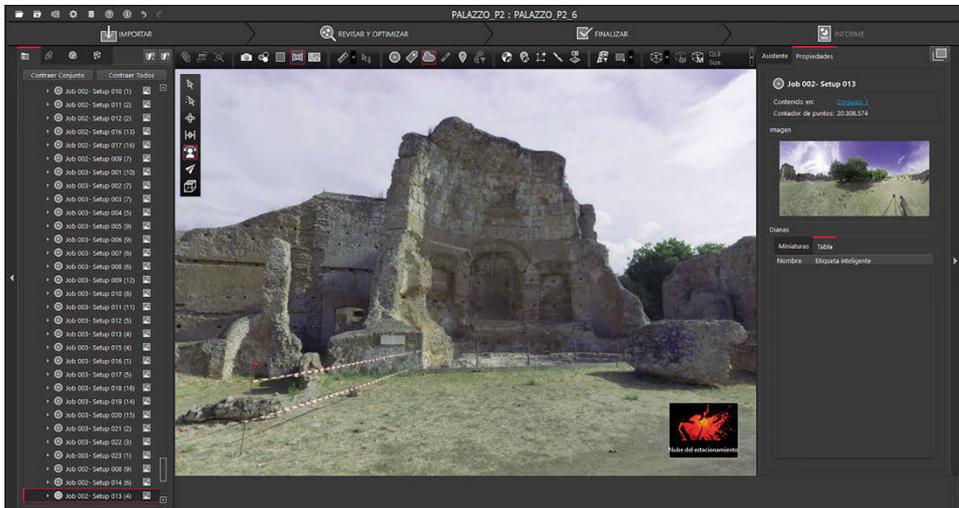


Fig. 4 – Estacionamiento panorámico en el entorno de trabajo del laser scanner (Seminario de Arqueología UPO).

diferentes factores en el mismo proyecto. Entre las principales características de estos ecosistemas destacan la digitalización de procesos, la gestión de la información y la difusión de la misma.

5.1 Digitalización de procesos

El SIAPVA es un proyecto con un marcado carácter digital en el que se integra la adquisición de datos obtenidos mediante metodologías invasivas (excavación arqueológica) y no invasivas (laser scanner 3D, drone y gps). Los registros de las diferentes fuentes de información confluyen en un Geographical Information System (en adelante GIS) en el que se gestiona toda la documentación. El laser scanner elegido para la realización del proyecto es el modelo 3D Leica RTC 360. Las características particulares de este equipo proporcionan un método de documentación no invasivo y de alta resolución para comprender los yacimientos arqueológicos (FANTINI, PINI 2011; OTTATI 2017; SOMMAINI *et al.* 2019). Una de las principales aplicaciones es la extracción de información cartográfica a partir de la point cloud que permite mediciones con una precisión milimétrica para estudiar la dinámica topográfica de los diferentes espacios del complejo arquitectónico (Fig. 3). La documentación en 3D de alta resolución tiene como objetivo capturar con precisión las técnicas constructivas del monumento para obtener la secuencia histórica del Palazzo. A su vez, esta adquisición de datos permitirá la valoración del grado de preservación de las estructuras, mejorando la



Fig. 5 – Sección Z en el sector de la biblioteca de Palazzo (Seminario de Arqueología UPO).

toma de decisiones sobre las medidas de conservación positivas para mantener o restaurar el sitio. Asimismo, el equipo permite capturar imágenes panorámicas a 360 grados a todo color (Fig. 4) que se superponen a la nube de puntos, hecho que permitirá en un futuro plantear una propuesta de visita virtual, muy adecuada ante coyunturas pandémicas, permitiendo acercar el patrimonio al público cuando las situaciones de emergencia no posibilitan los desplazamientos al lugar. Otra de las bondades del equipamiento es el uso de un potente software Cyclon 360 que permite la obtención de secciones arquitectónicas de forma automatizada con una precisión milimétrica (Fig. 5).

El dron elegido para la documentación del área de Palazzo es el modelo Anafi Thermal de la compañía Parrot. Las características de este equipo permitieron equilibrar las resoluciones de la imagen térmica y de la imagen visible en una imagen fusionada de la información de las dos cámaras. La unidad óptica del dron combina un sensor de infrarrojos con electroóptica lo que posibilita identificar temperaturas en un rango entre -10° y $+400^{\circ}$. La aplicación del dron al complejo arquitectónico permitió la adquisición de datos imprescindibles en dos vertientes. De una parte, el vuelo con imágenes visibles permitió la generación de una fotogrametría de mapeo profesional. El postproceso se realizó con el software PIX4D mapper v.4.6.4. Las imágenes RGB capturadas fueron importadas para la creación de un Digital Surface Model (Fig. 6). En lo



Fig. 6 – Digital Surface Model área de Palazzo (Seminario de Arqueología UPO).

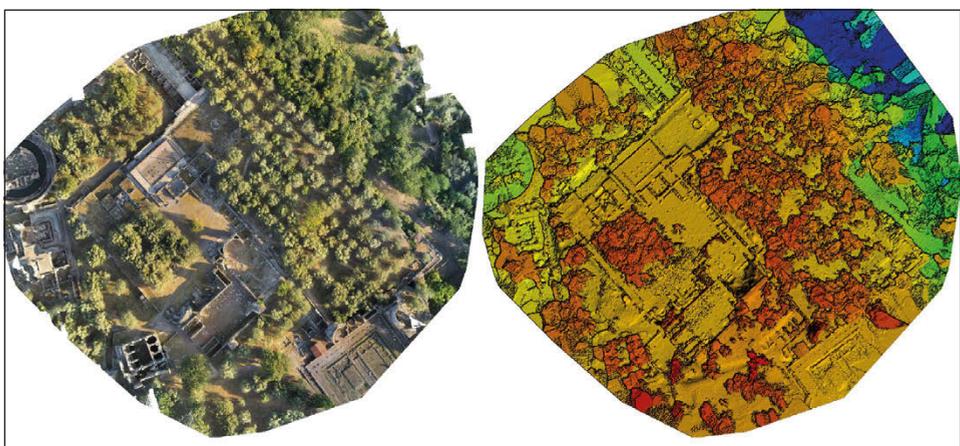


Fig. 7 – Informe de calidad. Imágenes previas (Seminario de Arqueología UPO).

que respecta a la información técnica de los datos introducidos vamos a centrarnos a modo de ejemplo en la información generada por el dron por ser la que más resultados ha aportado (Ortomosaico; DSM, DTM). En este sentido, los modelos de las cámaras del *drone* utilizado son Anafi_4.0_4608×3456 (RGB), AnafiThermal_4.0_4032×3024 (RGB), AnafiThermal_4.0_2304×1728 (RGB), AnafiThermal_4.0_3264×2448 (RGB). Entre otros parámetros de calidad destacamos la Average Ground Sampling Distance (GSD) con un valor de 1,45 cm, sobre un área cubierta de 4.9596 ha., con un tiempo de vuelo de 24 minutos y 35 segundos. En lo que respecta a la calidad de las imágenes estas poseen una mediana de 56.451 puntos clave por cada una de las imágenes utilizadas para la nube de puntos y la generación de los modelos. De la muestra inicial del vuelo se tomaron un total de 329,13 de ellas se descartaron por no reunir los mínimos de calidad, de las 316 por tanto que compusieron el modelo 312 estaban correctamente calibradas (98%). En lo que respecta a la optimización de cámaras hay un 0,75% de diferencia relativa entre los parámetros internos iniciales y optimizados de la cámara. En lo relativo al *matching* la media es

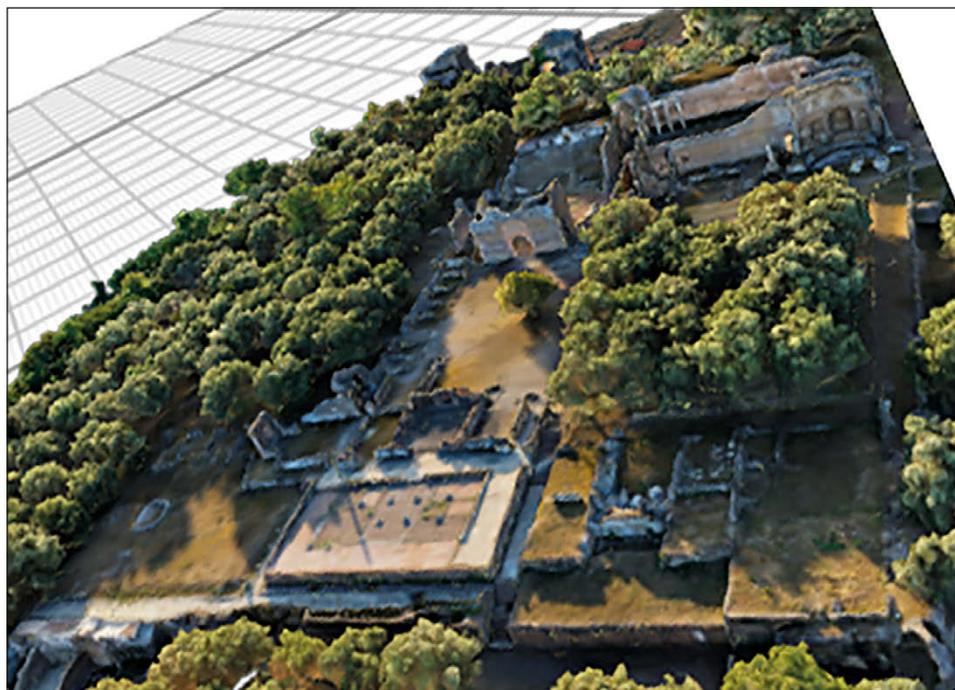


Fig. 8 – Nube de puntos densificada del Palazzo (Seminario de Arqueología UPO).

de 13429,1 coincidencias por imagen calibrada. Para la georreferenciación del modelo se utilizaron 3D *Ground Control Points*. En lo que respecta a la varianza de geolocalización absoluta, el porcentaje de error medio de reproyección [m] es de 0,68 para la X, 0,90 para la y, 0,67 para la Z. En lo que respecta a la varianza de geolocalización relativa, el porcentaje de error medio de reproyección [m] es de 0,09 para la X, 0,09 para la Y, 0,11 para la Z. En relación a la Varianza de orientación de la geolocalización, Error RMS de geolocalización de los ángulos de orientación dado por la diferencia entre los ángulos de orientación iniciales y calculados de la imagen es de 1.0 para Omega, 0.9 para Phi, 1,4 Kappa. El *overlap* del modelo arrojó un número de imágenes superpuestas calculadas para cada píxel del ortomosaico de más de 5. El número de observaciones de puntos clave 2D para el ajuste de bloques de paquetes 4442261 mientras que el número de puntos 3D para el ajuste del bloque del haz 1481228 siendo el error

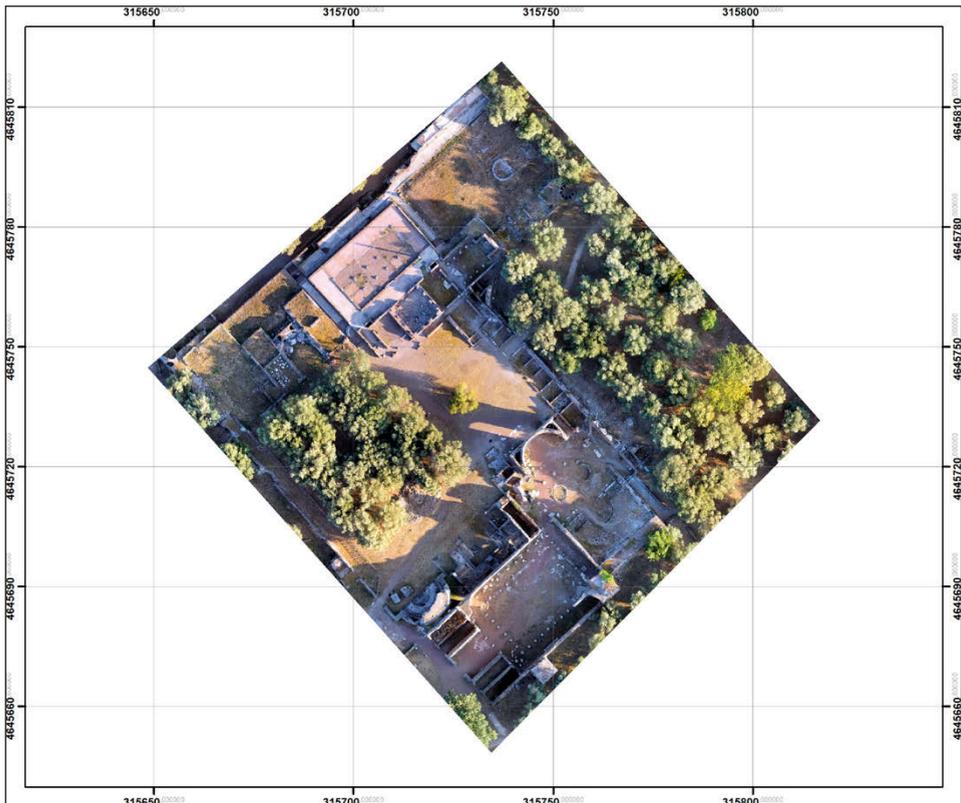


Fig. 9 – Ortoimagen aérea obtenida vuelo dron georreferenciada (Seminario de Arqueología UPO).

medio de reproyección [píxeles] 0,193. En última instancia, respecto a los detalles de la densificación de nubes de puntos, el número de puntos 3D densificados es de 28769974, con una Densidad media (por m³) de 919,32.

El control de todos los parámetros analizados es garante de la calidad de los modelos generados y certifica que la metodología empleada, así como las técnicas utilizadas han sido adecuadas al caso de estudio. A lo largo del proceso, el control de la calidad de los datos genera una vista previa de los resultados (Fig. 7) con parámetros como los detalles de calibración y otros indicadores como los keypoint por imagen, la optimización de la cámara o los matching por imagen calibrada que proporcionan un resultado con una precisión subcentimétrica. El resultado final es la obtención por primera vez de una cartografía digital a partir de 329 imágenes, que sirven de base para la point cloud aérea densificada de toda el área del Palazzo de Villa Adriana (Fig. 8).

De otra parte, el vuelo con imágenes térmicas permite definir rangos de temperaturas para aislar los sectores de interés. Gracias al sensor radiométrico se pueden determinar las temperaturas máximas y mínimas de las escenas observadas en tiempo real. Asimismo, es posible seleccionar un punto específico en la imagen para obtener datos precisos y detallados de cada píxel. Las imágenes obtenidas servirán en un futuro para llevar una lista de control sobre riesgos de las estructuras y sus posibles afecciones debidas a la humedad. Los datos obtenidos con tecnologías no invasivas (laser scanner y drone) fueron georreferenciados con el equipo GNSS Leica Zeno FLX 100 smart antena y el software TcpGPS for Android. Este equipamiento permitió la adquisición de datos GNSS en campo, permitiendo mediciones y replanteos (Fig. 9). En el procesamiento de datos de la Rete GNSS Lazio se tuvieron en consideración los datos básicos necesarios para compensar la red con el software comercial (observables, efemérides, corrección de antenas y modelo de geoide).

5.2 Gestión de la información

Toda la documentación arqueológica generada durante las IX campañas (2013-2021) se gestiona desde la geodatabase SIAPVA. Una de las primeras tareas del proyecto fue la recopilación de toda la información histórica conocida para este sector de la Villa, atendiendo tanto a las plantas del Palazzo, como a la historiografía del edificio. En la siguiente fase, ya con trabajo de campo, la primera actividad desarrollada fue la elaboración de un catálogo documental fotográfico y analítico de todas las estructuras conservadas en la zona. El levantamiento planimétrico de los restos arquitectónicos con la indicación de las técnicas edilicias concentró los siguientes esfuerzos. De forma simultánea, se iniciaron los trabajos de excavación con la finalidad de obtener información de primera

mano (HIDALGO *et al.* 2015, 158-162). La documentación generada por las cinco primeras campañas arqueológicas (2013-2017) creció de manera logarítmica llegando a alcanzar un tamaño en disco de 285 GB. La información total contenida era de 59.095 archivos repartidos en 1396 carpetas. Este hecho dificultaba enormemente la consulta de los documentos. La necesidad de gestionar este volumen de datos obligó al equipo a pensar una estrategia de acceso y visualización útil para todo el registro. La respuesta a esta situación llegaría a partir de la VI campaña (2018) con el concurso de la tecnología SIG. La aplicación de un método de gestión masiva de datos ofrece una solución técnica al volumen de información generado llegando a convertirse en una herramienta heurística al servicio de la investigación (MOSCATI 2017, 52).

El SIAPVA nace con el objetivo de mostrar y analizar la información de naturaleza histórica y arqueológica mediante la producción de mapas temáticos, así como crear y administrar la información espacial. El proyecto SIAPVA propone valorar el potencial informativo de la arquitectura en relación con la topografía del área de estudio. Este objetivo general de la investigación utiliza el mapa interactivo como pieza central de funcionamiento. Las sociedades humanas piensan espacialmente por lo que los mapas del SIAPVA facilitan la comunicación y la comprensión de fenómenos sociales desarrollados en un marco topográfico concreto.

La nueva cartografía digital ofrece información arqueológica de una forma organizada. Esta tipología de mapas contribuye a la identificación de patrones. Esta herramienta es útil tanto para conocer la distribución por características edilicias de las estructuras arquitectónicas, como para comparar los cambios de uso de un espacio a lo largo del tiempo. Los mapas del SIAPVA se convierten en una ventana a resultados analíticos muy completos. Una vez determinadas las características constructivas de las estructuras resulta de interés distinguir los restos originales de aquellos que han sido restaurados.

La identificación de los elementos restaurados permite la correcta lectura histórico-diacrónica de las estructuras, pues las intervenciones de restauración arrojan una interesante información histórica entre la vida del monumento arqueológico y la evolución de la restauración sobre él. Así, las restauraciones aportan datos enriquecedores sobre la historia del monumento, de las técnicas constructivas utilizadas en cada período histórico y de las diferentes tendencias históricas de restauración (BESTUÉ 2008, 442).

El análisis exhaustivo de las técnicas edilicias, atendiendo a los elementos restaurados de las estructuras arquitectónicas, ayuda, junto a otras variables, a plantear una propuesta de mapa de riesgos del área de estudio. En este caso la identificación, valoración y priorización de los riesgos sirve

para establecer un diagnóstico del estado de las estructuras. Con posterioridad a la determinación del carácter de las afecciones es posible aplicar un tratamiento o actuación para la conservación del monumento, con la idea de legar el valioso patrimonio arquitectónico del Palazzo. Como ya se ha dicho, esta zona constituyó un auténtico laboratorio de experimentación arquitectónica en su tiempo y fue modelo en otros edificios de Villa Adriana. Asimismo, sirvió como influjo para otras construcciones domésticas de las ciudades del Imperio, posiblemente incluso la propia Italica (HIDALGO *et al.* 2018), patria del emperador Adriano.

5.2.1 Arquitectura de datos del SIAPVA

El software elegido para el desarrollo del proyecto fue ArcGIS v.10.4 de la compañía ESRI. Desde la aplicación ArcCatalog se organiza, trabaja y administra la información en los espacios de trabajo y las geodatabases. Para el proyecto SIAPVA nos decantamos por una file geodatabase, ya que posibilita que cada dataset se aloje como un archivo que puede escalar hasta 1 Terabyte de tamaño, solventado de esta forma la visualización y consulta de la documentación de las campañas de excavación celebradas. La arquitectura de datos de la geodatabase está conformada por cinco dataset, a saber: U.E., estructura, caracterización, corte, y espacio. El dataset expresa la unidad mínima de análisis. Las unidades estratigráficas vienen representadas en el SIAPVA mediante feature class de points que simbolizan la localización de las unidades estratigráficas en el mundo real. Además, el point feature class aprovecha la funcionalidad del ESRI Attachment Manager como gestor de información (CORRALES *et al.* 2018, 77-86), pues en esa localización se almacena toda la documentación generada para cada unidad estratigráfica en diferentes formatos de texto, imagen, planos, etc.

El SIAPVA utiliza la polyline feature class para diseñar digitalmente la forma de las estructuras que conforman la zona del Palazzo, así como para almacenar la información de atributos de especial interés. Entre los atributos de este campo destaca el registro de datos relativos a la identificación individual de los restos conservados, así como a la adscripción cronológica de las estructuras. De manera análoga, el SIAPVA representa mediante polyline feature class la caracterización de las estructuras. Este es el verdadero corazón de la geodatabase pues gestiona una ingente cantidad de datos en una variedad de formatos. Los atributos almacenados se refieren a la autoría de la ficha de registro, el espacio en que se insertan las estructuras, a las relaciones topológicas de las unidades estratigráficas, etc. Asimismo, mediante un campo tipo raster se almacena un diagrama secuencial que muestra la matriz de Harris de estas relaciones físicas directas entre unidades. El proceso del registro está semiautomatizado mediante la

configuración de dominios de la geodatabase. En este sentido, los atributos relativos a elementos estructurales se seleccionan de una lista de valores desplegados (cimentación, pavimento, arco, etc.). Mediante la definición de dominios se sistematizó de manera semiautomática, igualmente, los atributos relacionados con las técnicas edilicias (*opus incertum*, *opus quasi reticulatum*, *opus vittatum*, etc.).

En la *polyline feature class* caracterización se gestiona también la información relativa a los componentes, mediante dominios que actúan como casillas de verificación mediante desplegables con valores totales de sí o no, que aluden a la presencia o ausencia de tipos materiales como el mármol, ladrillo o pizarra. De manera similar se almacena la información relativa a los componentes de las argamasas, la definición de la coloración y consistencia de las argamasas se realiza mediante dominios desplegables con valores semiautomatizados. La *polyline feature class* caracterización almacena de manera sistemática información sobre restauraciones en el área de Palazzo. A partir de dominios que actúan como casillas de verificación mediante desplegables con valores totales de sí o no, se gestionan los tipos de intervenciones, los criterios utilizados para la diferenciación, los componentes utilizados en la restauración o la caracterización de la granulometría (coloración y consistencia).

Otros apartados registrados en caracterización tienen que ver con el registro de interfaces. Los valores de este campo disponibles actualmente son mecinales (andamio, encofrado, forjado), arrasamiento, saqueo, replanteo y vano. Todos ellos se sistematizaron como listas desplegables de valores sí/no. Además, la *polyline feature class* caracterización contiene información relativa a módulos y dimensiones de diferentes elementos, así como la manera en que se disponen. Finalmente, existen dos campos relacionados con la interpretación y síntesis de los aspectos caracterizados.

Los dataset corte y espacio son representados mediante *polygon features class*. La documentación sistematizada en corte hace referencia al número identificativo de la unidad corte, la campaña de excavación en la que se acometió el corte arqueológico, relacionado con el espacio del Palazzo donde se realizó el corte, así como la definición. Todos estos elementos están orientados a ubicar los cortes. No obstante, el campo que reviste una mayor utilidad es el de área, pues informa de los m² excavados en ese corte. El espacio identifica cada uno de los sectores del Palazzo, ya sean estancias abiertas o cerradas. Además, el campo área informa de la superficie útil de dichos espacios en m².

En síntesis, la arquitectura de datos se basa en una actividad conceptual que implementa los datos históricos conocidos de los edificios mediante la documentación arqueológica, posibilitando la gestión y consulta de todos los datos relacionados en el proyecto de investigación.

5.3 Difusión de la información

En el estado actual de los trabajos, la difusión de la información generada por los estudios efectuados en el seno del proyecto de investigación en el Palazzo de Villa Adriana ha tenido una doble vertiente. En primer lugar, como por otra parte es lógico, el ámbito de difusión fundamental ha sido el académico, con la elaboración de textos científicos en los que se aborda el estudio y análisis de los resultados de las excavaciones e investigaciones arqueológicas de campo. Esta vertiente eminentemente académica se divide a su vez en una doble línea de trabajo. Por una parte, la publicación de los resultados de la campaña de excavación arqueológica efectuadas anualmente, para lo que se utilizan como instrumentos fundamentales la serie digital Informes y Trabajos, editada por el Ministerio de Cultura español con el objetivo de difundir los resultados de las excavaciones arqueológicas españolas efectuadas fuera de territorio español y auspiciadas por ese ministerio (HIDALGO *et al.* 2015, 2017, 2019, 2020) y el sitio web «FastiOnline» de la AIAC. Por otro lado, la publicación de trabajos específicos sobre problemas de especial interés planteados por el propio desarrollo de la investigación o de piezas concretas singulares proporcionadas por la excavación, editados en distintos ámbitos científicos (por ejemplo, HIDALGO 2018a, 2020; KOSMOPOULOS 2021).

En segundo lugar, el proyecto también ha contemplado la necesidad de propiciar la divulgación y transferencia de los resultados obtenidos a la sociedad. Ello se lleva a cabo en este caso también a través de una doble vertiente. Por un lado, a través de la participación en publicaciones de carácter divulgativo, velando siempre que sean de alta calidad (por ejemplo, HIDALGO 2018b), y con la difusión a través de conferencias divulgativas de distinta índole, orientadas según los casos a distinto tipo de público. Por otro lado, especialmente los resultados de las excavaciones arqueológicas se difunden a través de las redes sociales (Facebook e Instagram), con el fin de trasladar al público interesado información en tiempo real tanto de los resultados de la excavación como del propio desarrollo de los trabajos, siguiendo una tendencia absolutamente en boga en estos momentos.

6. DISCUSIÓN

Uno de los grandes desafíos del proyecto SIAPVA era el procesamiento de los datos arqueológicos masivos obtenidos en el área de Palazzo de Villa Adriana después de nueve campañas de investigación. El reto de procesar una ingente cantidad de datos arqueológicos para que se transforme en una información precisa y fácil de consultar para todos los investigadores involucrados en el proyecto general, nos obligó a buscar una solución válida para todos. Tomando en consideración estos requisitos optamos por

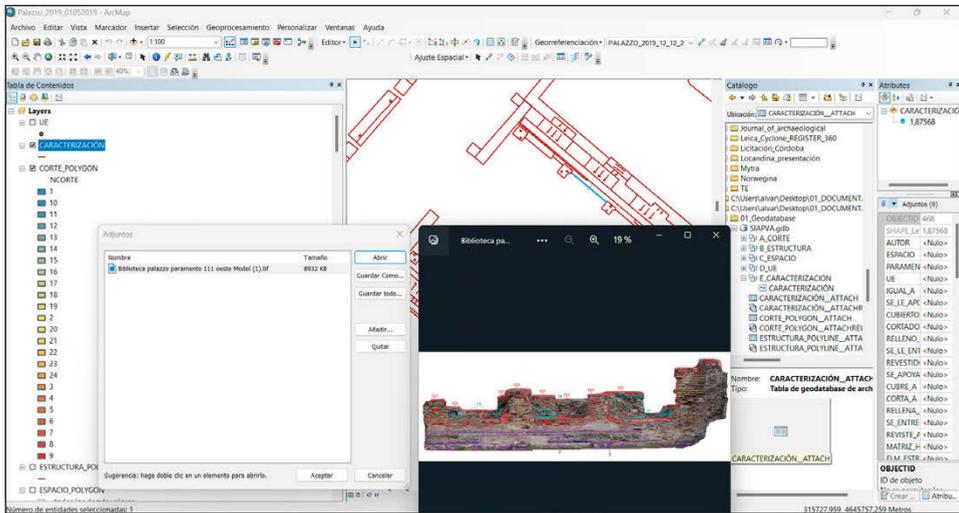


Fig. 10 – Entorno de trabajo SIAPVA que muestra la biblioteca y el análisis de paramento mediante el gestor de archivos (Seminario de Arqueología UPO).

una herramienta integradora, capaz de gestionar los datos y ayudar en la interpretación arqueológica, basada en GIS. Los datos en SIAPVA siguen unas etapas comunes en su tratamiento, a saber: recopilación, preparación, entrada, procesamiento, salida y almacenamiento. En la primera fase antes de que se lleve a cabo cualquier procesamiento es necesario que la información se gestione en un formato y orden apropiado. Durante la preparación, se precisa un trabajo preliminar para disponer los datos para un análisis en profundidad. Toda vez que se han preparado los datos se inicia la entrada en el sistema.

Durante el procesamiento los datos se analizan de forma significativa para poder explotar el valor de los mismos. La información resultante se puede exportar entonces en el formato adecuado para el usuario final. La etapa final implica almacenar de forma segura los datos y metadatos para su uso posterior. En el proyecto Palazzo de Villa Adriana destacamos dos tratamientos de datos fundamentales en el GIS. De una parte, el uso de herramientas de visualización geoespacial de los diferentes datos conectados, a través de la documentación disponible en la tabla de atributos. De otra parte, el análisis espacial de los diferentes ambientes del Palazzo, posibilitando el cálculo de áreas, favoreciendo análisis globales y comparativos que permiten homogeneizar la información disponible y plantearnos nuevos interrogantes. A continuación, presentamos brevemente un ejemplo de cada caso de tratamiento de datos en SIAPVA. Para la visualización de

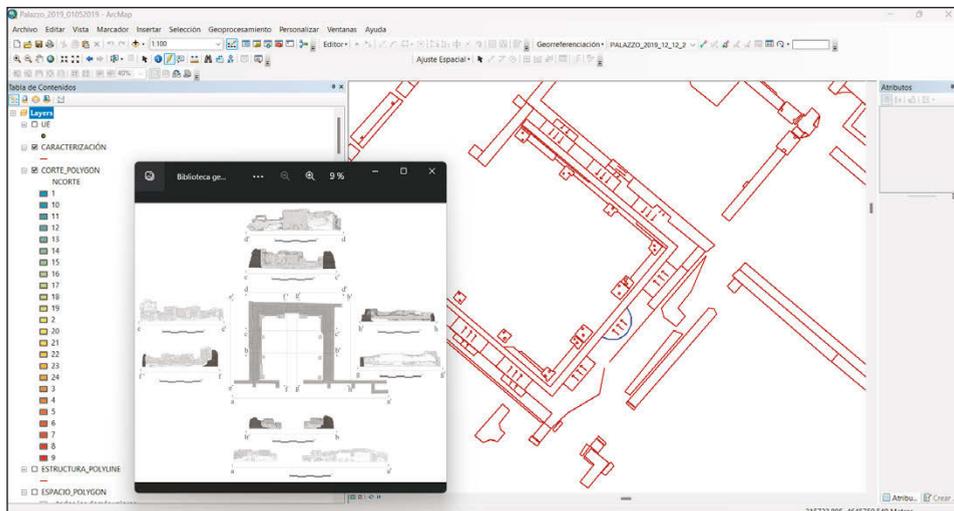


Fig. 11 – Entorno de trabajo SIAPVA que muestra la visualización de las diferentes secciones de la planta de la biblioteca mediante hipervínculo (Seminario de Arqueología UPO).

interconexión de datos hemos seleccionado el espacio denominado como biblioteca.

La potencialidad de este tratamiento de datos radica en que la polyline del dibujo se acciona vinculando la información disponible de la lectura de paramentos utilizando para ello la polyline “caracterización” como gestor de información adjunta (Fig. 10) y las diferentes secciones del ambiente, en este caso con la creación de un hipervínculo con la imagen precisa (Fig. 11). Esta acción resulta práctica y permite consultar la información arqueológica/arquitectónica pasando del formato vectorial al ráster a través de un simple click. En el segundo caso de tratamiento, para el análisis espacial de la zona de Palazzo, utilizaremos como ejemplo el layer polygon “cortes” que contiene los sondeos realizados en los diferentes sectores a lo largo del proyecto de excavación. La correcta georreferenciación de los cortes provee datos de utilidad para el proyecto a varios niveles. En primer lugar, es posible cartografiar la presencia o ausencia de estructuras en un espacio específico.

El área de los sondeos va desde los 2 m² hasta los 128 m² (Fig. 12). El valor de la colección de fragmentos no debe ser subestimados ya que proveen información crucial sobre las orientaciones, continuidades o discontinuidades o los patrones de distribución en los espacios del Palazzo. Asimismo, permiten una estimación de los metros cuadrados investigados a lo largo del proyecto (correspondiente a la suma de cada uno de los cortes) esta información es realmente útil de cara a la obtención de la siguiente

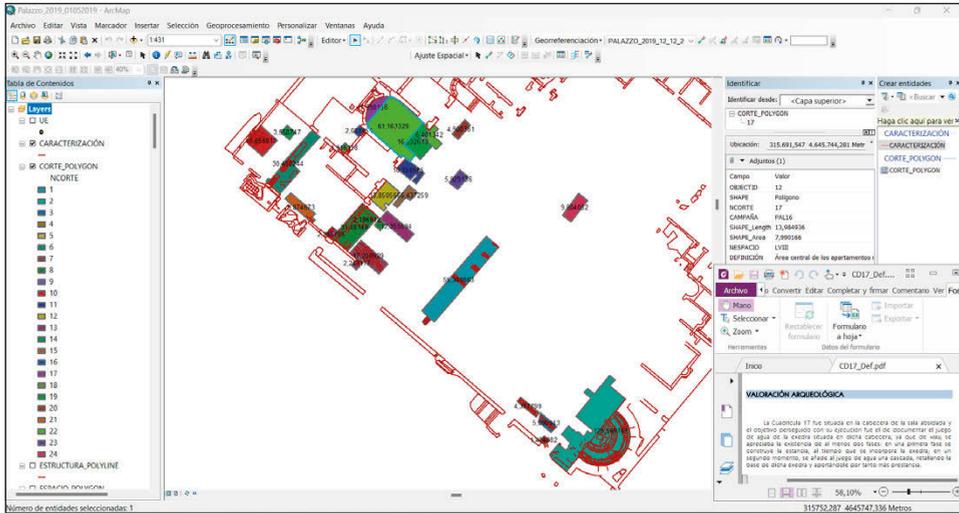


Fig. 12 – Entorno de trabajo SIAPVA que muestra el geoposicionamiento y la superficie de los cortes (Seminario de Arqueología UPO).

concesión. El análisis e interpretación de datos arqueológicos en GIS se ha convertido en las dos últimas décadas en una práctica común (CAVALLERO, DE ROSA 2016), sin embargo, el uso de las herramientas semiautomatizadas está todavía en un estado embrionario (TORREJÓN *et al.* 2016, 241).

Las metodologías propuestas para el proyecto producen nuevos conjuntos de datos arqueológicos complejos. La caracterización de los datos de acuerdo al concepto Big Data subraya la importancia de extraer valor a los datos (TOBALINA, GONZÁLEZ 2020, 343). El dato no es valor en sí mismo, tampoco tiene valor por el simple hecho de recopilar una gran cantidad de datos. El valor se obtiene de datos que se transforman en información, esta a su vez se transforma en conocimiento y este en acción o en decisión. Por tanto, el valor de los datos reside en que estos sean accionables, es decir, que los responsables del proyecto puedan tomar las mejores decisiones para la salvaguarda y la difusión del Palazzo de Villa Adriana. En definitiva, debe apostarse por la interpretación de los datos recopilados, superando el paradigma descriptivo. Solo mediante la integración de los datos la interpretación arqueológica proporciona conocimiento efectivo. El reto del Big Data para la disciplina arqueológica es relativamente reciente, y apenas ha sido tratado en la literatura de nuestra disciplina hasta la década de 2010 (MOSCATI 2021; ANDREU *et al.* 2022). Esta teoría emergente de la idea de que el conocimiento arqueológico debe ser necesariamente abordado desde un enfoque crítico y constructivo (HUGGET 2020). En este artículo

se ha profundizado en el ciclo de producción de los macrodatos, como se gestionan y las posibilidades que tienen para la interpretación y la difusión en arqueología asumiendo sus potencialidades y limitaciones.

7. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

El modelo de investigación desarrollada en el proyecto SIAPVA parte de la premisa de la necesidad de que los proyectos arqueológicos se entiendan como un ecosistema en el que los diferentes agentes se interrelacionan entre sí para la consecución de un objetivo común, de la investigación a la transferencia del conocimiento y su rentabilización social. Esta experiencia desarrollada muestra como la digitalización de procesos es ya el presente en los proyectos de naturaleza arqueológica con el concurso de las tecnologías de las Humanidades Digitales. El ecosistema genera y gestiona una gran cantidad de datos que deben ser ágilmente explotados para pasar de un modelo descriptivo a un conocimiento efectivo, para lo que consideramos que la mejor herramienta es un GIS. En última instancia, las estrategias de difusión de los resultados deben necesariamente trascender el ámbito estrictamente académico para que se produzca la transferencia de conocimiento a la sociedad y que la rentabilización social del patrimonio sea real.

Las perspectivas de futuro del proyecto SIAPVA pasan por seguir trabajando en esta línea de investigación centrada en la digitalización de procesos, a la vez que se implementan los nuevos resultados obtenidos en el entorno de trabajo del GIS. En este sentido, se plantea ampliar la panoplia de datos mediante la adquisición de nueva información con metodologías no invasivas como el uso de Ground Penetrating Radar. Esta herramienta facilitaría la obtención de una mayor información de los contextos arqueológicos antes de su excavación. El acceso a la cartografía subterránea del Palazzo de Villa Adriana mejorará la eficiencia del planteamiento de las excavaciones. Asimismo, desde el proyecto estamos familiarizados con la política europea de datos científicos FAIR basada en cuatro pilares: findable, accesible, interoperable, reusable. En este sentido, estamos trabajando en la identificación de datos y metadatos, para que los resultados sean más accesibles a la comunidad, abiertos y puedan ser reutilizados. Por ello, una de las estrategias futuras pasará por la génesis de un webGIS con usuarios autenticados con diferentes roles y grados de acceso a la información, utilizando para ello software libre.

ÁLVARO CORRALES ÁLVAREZ
Universidad Pablo Olavide de Sevilla
acor Alv@upo.es

RAFAEL HIDALGO PRIETO
Universidad Pablo Olavide de Sevilla
rhidpri@upo.es

Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto PALATIA: De Villa Adriana como excepción a la configuración de los palacios tardoantiguos (PID2022-139997NB-I00); programa de Proyectos para arqueología en el exterior del Instituto del Patrimonio Cultural de España; así como el proyecto Arqueología de los espacios políticos. Arquitectura doméstica urbana romana programa Juan de la Cierva-Incorporación de la Agencia Estatal de Investigación (IJC2018-037041-I).

BIBLIOGRAFÍA

- ADEMBRI B., CINQUE G. (eds.) 2006, *Villa Adriana: la pianta del centenario 1906-2006*, Firenze, Centro Di.
- ANDREU G., NIKOLAUS J., WESTLEY K., EL SAFADI C., BLUE L., SMITH A., BREEN C. 2022, *Big Data in maritime archaeology: Challenges and prospects from the Middle East and North Africa*, «Journal of Field Archaeology», 47.3, 131-148 (<https://doi.org/10.1080/00934690.2022.2028082>).
- ANSELIN L. 1989, *What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis*, in *Symposium on Spatial Statistics, Past, Present and Future* (Department of Geography, Syracuse University).
- AVERETT E.W., GORDON J.M., COUNTS D.B. (eds.) 2016, *Mobilizing the Past for a Digital Future. The Potential of Digital Archaeology*, Digital Press at The University of North Dakota (<https://doi.org/10.31356/dpb008>).
- BERTOCCI S., MINUTOLI G. 2016, *Villa Adriana, esperienze di rilievo digitale ed analisi per il restauro e la musealizzazione dell'Edificio dei Pilastri Dorici*, «Restauro Archeologico», 1, 96-120.
- BERTOCCI S., PARRINELLO S. 2017, *The drawing of Hadrian's Villa in Tivoli. Extensive survey for heritage documentation*, «Disegnare Con», 10, 19, 1-14.
- BERTOCCI S., VENTIMIGLIA M. 2016, *Augmented Reality for the Documentation of Villa Adriana in Tivoli, Rome*, in *Proceedings 20th Conference on Cultural Heritage and New Technologies* (Vienna 2015), Vienna, Stadt Archaeologie.
- BESTUÉ I. 2008, *La des-restauración en la conservación de los conjuntos arqueológicos en Italia. El caso de Villa Adriana*, in *Actas de la III Bienal de Restauración Monumental. Sobre la des-Restauración*, Sevilla, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 437-446.
- CACACE C., CORRADO M.E. 2018, *Il sistema di Carta del Rischio del patrimonio culturale nell'interoperabilità con i sistemi dell'amministrazione del Mibact*, in *El concepto de la Carta del Rischio del patrimonio cultural en América Latina. Actuales y futuras experiencias de cooperación internacional*, Roma, Organizzazione internazionale italo-latino americana, 52-60 (https://iila.org/wp-content/uploads/2019/01/1.0_IILA-Pubblicazione-digital-CONVERSATORIO.pdf).
- CAVALLERO F.G., DE ROSA G. 2016, *Il sistema informativo archeologico di Roma antica e del suo territorio: una migrazione verso sistemi open source*, in P. BASSO, A. CARAVALE, P. GROSSI (eds.), *ARCHEOFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del IX Workshop* (Verona 2014), «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 8, 97-105 (https://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_8/13_Cavallero-De%20Rosa.pdf).
- CINQUE G. 2016, *A Tivoli vecchia casa d'Adriano*, «Romula», 15, 7-62.
- CINQUE G., HIDALGO R. 2018, *Le rovine di Villa Adriana a Tivoli: una storia al contrario*, in M. GÓMEZ DE TERREROS, L. PÉREZ-PRAT (eds.), *Las ruinas: concepto, tratamiento y conservación*, Huelva, Universidad de Huelva, 243-258.

- CORRALES A., BERMEJO J., CAMPOS J.M. 2018, *Aplicaciones SIG e infográficas en la Casa Norte del yacimiento arqueológico de Arucci (Aroche, Huelva)*, «Virtual Archaeology Review», 9, 18, 77-86 (<https://doi.org/10.4995/var.2018.6341>).
- ERAMO E., OTTATI A. 2018, *Le integrazioni alla “Pianta del Centenario” 2006-2018*, in G. CINQUE, N. MARCONI (eds.), *Villa Adriana. Passeggiate iconografiche*, Foligno, Il Formichiere, 159-161.
- FANTINI F., PINI S. 2011, *Villa Adriana’s Serapeum: Optimized 3D models for knowledge and distribution of archaeological sites*, in E. JEREM, F. REDŐ, V. SZEVEÉNYI (eds.), *On the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Proceedings of the 36th International Conference (Budapest 2008)*, Budapest, Archaeolingua, 340-345.
- FORTE M. 2002, *I sistemi informativi geografici in Archeologia*, Roma, MondoGIS.
- GARAGNANI S., GAUCCI A. 2020, *The ArchaeoBIM method and the role of digital models in archaeology*, in A. CARVALE, P. MOSCATI (eds.), *Logic and Computing. The Underlying Basis of Digital Archaeology. Proceedings of the MetroArchaeo 2019 Special Session, 2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (Florence 2019)*, «Archeologia e Calcolatori», 31.2, 181-188 (<https://doi.org/10.19282/ac.31.2.2020.17>).
- GARAGNANI S., GAUCCI A., GOVI E. 2016, *ArchaeoBIM: dallo scavo al Building Information Modeling di una struttura sepolta. Il caso del tempio tuscanico di Uni a Marzabotto*, «Archeologia e Calcolatori», 27, 251-270 (<https://doi.org/10.19282/ac.27.2016.13>).
- GUERRERO VEGA J.M., PIZZO A. 2021, *Análisis arquitectónico y aplicación de metodología BIM en el santuario extraurbano de Tusculum*, «Archeologia e Calcolatori», 32.1, 99-116 (<https://doi.org/10.19282/ac.32.1.2021.06>).
- HIDALGO R. 2013, *El Teatro Greco de Villa Adriana. Estado actual de la investigación*, in R. HIDALGO, P. LEÓN (eds.), *Roma, Tibur, Baetica. Investigaciones adrianeas*, Sevilla, 151-177.
- HIDALGO R. 2018a, *Palazzo e Villa repubblicana*, in G. CINQUE, N. MARCONI (eds.), *Villa Adriana. Passeggiate iconografiche*, Foligno, Il Formichiere, 221-222.
- HIDALGO R. 2018b, *El área de Palazzo de Villa Adriana: de la visión historiográfica a la investigación moderna*, in G. CINQUE, N. MARCONI (eds.), *Adriano: l’architettura al potere. Working Paper Series. Convegno Internazionale di studi di Architettura (Roma-Tivoli 2018)*, Roma, Universitalia, 49-51.
- HIDALGO R. 2020, *La fachada del stibadium del Palazzo de Villa Adriana y el uso de la “serliana” en la arquitectura adrianea*, in R. HIDALGO, G. CINQUE, A. PIZZO, A. VISCOGLIOSI (eds.), *Aventus Hadriani. Investigaciones sobre arquitectura adrianea*, Roma, L’Erma di Bretschneider, 443-474.
- HIDALGO R., CARRASCO I., CINQUE G., TRONELLI A., RENDINA L. 2015, *Excavaciones en el área de Palazzo de Villa Adriana (Tivoli, Roma). Campaña de 2013*, «Informes y trabajos. Excavaciones en el Exterior», 12, 157-174.
- HIDALGO R., CARRASCO I., FELIPE A., ORTIZ G., OTTATI A., PEÑA Y., DURÁN R., VELÁZQUEZ M., ZARCO E. 2020, *Excavaciones en el Palazzo de Villa Adriana (Tivoli, Roma). Campaña de 2017-2018*, «Informes y Trabajos. Excavaciones en el Exterior», 19, 153-169.
- HIDALGO R., CARRASCO I., FELIPE A., PEÑA Y., ZARCO E. 2019, *Excavación arqueológica en el Palazzo de Villa Adriana (Tivoli, Roma). Campaña de 2015-2016*, «Informes y Trabajos. Excavaciones en el Exterior», 17, 222-242.
- HIDALGO R., CARRASCO I., HERMANN F., TEICHNER F. 2018, *El proyecto de investigación arqueológica en la Cañada Honda de Itálica. Planteamientos, objetivos y primeros resultados*, «Antiquitas», 30, 45-61.
- HIDALGO R., CARRASCO I., PEÑA Y., ZARCO E., FELIPE A., TRONELLI A., RENDINA L.M. 2017, *Excavaciones en el Palazzo de Villa Adriana. Campañas de 2014 (2ª) y 2015*, «Informes y Trabajos. Excavaciones en el Exterior», 14, 152-170.

- HIDALGO R., CINQUE G., PIZZO A., VISCOGLIOSI A. (eds.) 2020, *Aventus Hadriani, Investigaciones sobre arquitectura adrianea*, Roma, L'Erma di Bretschneider.
- HUGGET J. 2020, *Is Big Digital Data different? Towards a new archaeological paradigm*, «Journal of Field Archaeology», 45, Suppl. 1, S8-S17 (<https://doi.org/10.1080/00934690.2020.1713281>).
- KOSMOPOULOS L. 2021, *Frammenti di lastre Campana dal Palazzo di Villa Adriana. Analisi e interpretazione iconografica*, «Archeologia Classica», 72, 11, 635-652.
- LUGLI G. 1926-27, *Studi topografici intorno alle antiche ville suburbane: Villa Adriana, una villa di età repubblicana inclusa nelle costruzioni imperiali*, «Bullettino Commissione Archeologica Comunale di Roma», 54-55, 139-204.
- LUGLI G. 1932, *Studi topografici intorno alle antiche ville suburbane: Villa Adriana, le fasi della Villa da Adriano al tardo impero*, «Bullettino Commissione Archeologica Comunale di Roma», 60, 111-176.
- MAYORAL V., CELESTINO S. (eds.) 2011, *Tecnologías de Información Geográfica y análisis arqueológico del territorio*, Mérida, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MOSCATI P. 2017, *Archaeological computing and ancient cities: Insights from the repository of «Archeologia e Calcolatori»*, in S. GARAGNANI, A. GAUCCI (eds.), *Knowledge, Analysis and Innovative Methods for the Study and the Dissemination of Ancient Urban Areas, Proceedings of the KAINUA 2017 International Conference (Bologna 2017)*, «Archeologia e Calcolatori», 28.2, 47-66 (<https://doi.org/10.19282/AC.28.2.2017.03>).
- MOSCATI P. 2021, *How Big is Big Data?*, in F. DJINDJIAN, P. MOSCATI (eds.), *Big Data in Archaeology, Proceedings of the XVIII UISPP World Congress (Paris 2018)*, vol. 15, Session III-1, Oxford, Archaeopress, 8-22.
- NEGRI A. 2016, *Catalogazione dei beni culturali in Italia: metodi, strumenti e cooperazione tra sistemi Informativi per la gestione della conoscenza*, «Revista CPC», 99-118 (<https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v0iesp21p99-118>).
- NYERGES T. 1991, *Analytical map use*, «Cartography and GIS», 18, 11-22.
- OTTATI A. 2017, *Costruzione e ricostruzione dell'Accademia di Villa Adriana: dall'analisi del monumento alla restituzione. Problemi e soluzioni nell'uso della tecnologia digitale*, «Archeologia e Calcolatori», 28.1, 179-200 (<https://doi.org/10.19282/AC.28.1.2017.11>).
- SOMMAINI F., DI COLA V., ALBANO V. 2019, *L'aula ovest del complesso di Domiziano tra Foro romano e Palatino: metodologie a confronto per un rilievo XXL*, «Archeologia e Calcolatori», 30, 251-272 (<https://doi.org/10.19282/ac.30.2019.15>).
- TOBALINA L., GONZÁLEZ C. 2020, *Valoración de la calidad de los datos arqueológicos a través de la gestión de su vaguedad. Aplicación al estudio del poblamiento tardorromano*, «Complutum», 31.2, 343-360.
- TORREJÓN J., WALLNER M., TRINKS I., KUCERA M., LUZNIK N., LÖCKER K., NEUBAUER W. 2016, *Big data in landscape archaeological prospection*, in J.L. LERMA, M. CABRELLES (eds.), *Proceedings of the 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation ARQUEOLÓGICA 2.0*, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 238-246.

ABSTRACT

The SIAPVA is a project with a marked digital character in which the acquisition of data obtained through invasive (archaeological excavation) and non-invasive (3D laser scanner, drone and GPS) methodologies is integrated. The records of the different sources of information converge in a GIS in which all the documentation is managed. Within the framework of a new phase of research on the archaeological site, the study undertaken is

based on Digital Humanities approach. The real power lies in the fact that reports, invaluable archival photographs and plans exists digitally. It is on this basis that the authors have been able to address the analytical questions about this outstanding place, the imperial palace of Villa Adriana.