



REGISTRO TRIDIMENSIONAL DEL EDIFICIO “E” DEL SITIO ARQUEOLÓGICO EL HUARCO-CERRO AZUL, CAÑETE, PERÚ

TRIDIMENSIONAL RECORDING OF THE “E” BUILDING AT THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF EL HUARCO- CERRO AZUL, CAÑETE, PERU

Gerardo Miguel Quiroga*, Giancarlo Marcone

Proyecto Qhapaq Ñan – Sede Nacional, Ministerio de Cultura, Av. Javier Prado Este 2465 – San Borja, 01, Perú.
gquiroga@cultura.gob.pe; gmarcone@cultura.gob.pe

Abstract:

As part of a general policy to develop new technological tools to visually record structures, architectural elements, excavation units, archaeological contexts and morphology of ancient landscapes, we are using 3D Laser Scan in the registration of excavations and archeological future recovered by the “El Huarco- Cerro Azul project of the Qhapaq Ñan Project- Ministry of Culture Peru”. The application of this registration system in The Huarco site is especially important as the preservation of the site profile represents a challenge for intervention that seeks to put the site for public use. The laser recording has become an essential tool in the diagnosis of the preservation state of the pre-Hispanic structures, but also, and no less important, a tool that enhances the appreciation of the site and its visualization, minimizing the preservation risk that implied any interventions in the unstable areas of a site that is literally adjacent to the sea.

Key words: Qhapaq Ñan, archaeological register, architectural reconstruction, tridimensional, conservation, laser scanner

Resumen:

Como parte de la aplicación de nuevas tecnologías en el registro gráfico de estructuras y elementos arquitectónicos, unidades de excavación, contextos arqueológicos y morfología del terreno, se viene implementando el uso del Scanner Laser 3D en el Proyecto de investigación, conservación y puesta en valor “El Huarco – Cerro Azul”, desarrollado por el Proyecto Qhapaq Ñan del Ministerio de Cultura del Perú. La aplicación de este sistema de registro en el sitio El Huarco-Cerro Azul es de especial importancia considerando que, debido a las características de su conservación, representa un reto para la puesta en valor del monumento y su posterior presentación al público. El registro láser no solo se ha convertido en una herramienta fundamental para los diagnósticos de conservación de las estructuras, sino también en una herramienta que favorece su exposición y visualización reduciendo el riesgo de las intervenciones de conservación en las áreas inestables de un monumento próximo al mar.

Palabras clave: Qhapaq Ñan, registro arqueológico, reconstrucción arquitectónica, tridimensional, conservación, escaner láser

1. Registro de información

La aplicación del registro tridimensional en el Edificio “E” del sector público central de El Huarco-Cerro Azul, iniciada el año 2005, tiene como objetivo desempeñar labores de análisis estructural y de lesiones a nivel de conservación, elaborar material audiovisual y difusión para la puesta en valor del sitio arqueológico.

“El Huarco-Cerro Azul” (Cañete, Perú) es un prominente sitio inca de incalculable valor histórico y turístico, no solo famoso por su presencia en relatos históricos o por su arquitectura monumental, sino también por ser potencialmente un eje de desarrollo social. Las

facilidades que presenta el sitio, combinando turismo cultural y recreativo, engranado a circuitos pre-existentes

y sumando las expectativas de los diversos actores locales, hace que su puesta en valor constituya una necesidad estratégica no solo a nivel regional, sino también nacional. Sin embargo, el sitio se encuentra amenazado por diversos factores negativos que han afectado severamente el estado de conservación de sus estructuras, entre los más graves se incluyen el clima, la humedad, salinidad y el arrastre eólico, además de la acción del hombre. Si bien estos factores son un limitante para la puesta en valor del sitio, con su documentación en 3D, el Proyecto Qhapaq Ñan busca

* Corresponding Author: Gerardo Quiroga Díaz, gquiroga@cultura.gob.pe

innovar los procesos de registro arqueológico, empleando un método más rápido y preciso que permita realizar evaluaciones reales de las condiciones de conservación y un registro gráfico multifuncional que facilite la producción de información y la apropiación del sitio de manera libre.

2. Trabajo de campo

Se trabajó con un escáner láser faro X130 y 10 esferas de georreferenciación de 139 milímetros de diámetro como puntos de referencia móviles. El área de trabajo del Edificio "E" fue de aproximadamente 5142.291 metros cuadrados con un perímetro de 285.390 mts con una vista en planta de forma trapezoidal. Este edificio presenta orientación N – S. La disposición arquitectónica de sus muros de tapia, con alturas promedio de 3.5 y 8 metros hacia los lados norte y oeste, respectivamente, obligó a utilizar un número mayor de posiciones de escaneo con el fin de obtener la mayor información correspondiente a lesiones y grados de inclinación de elementos arquitectónicos. El escáner láser 3D trabajó con una capacidad de captura de $\frac{1}{4}$ de disparo, es decir, un resolución de 44.4 millones de puntos (escaneo completo) y una calidad de imagen a color de 4X por cada estación de trabajo, configuración suficiente para la captura de la forma original de los elementos arquitectónicos (ver Tabla 1).

Tabla 1: Descripción general de parámetros de escaneo, resolución y calidad (Faro technologies INC. 2013).

| Millones de puntos – Capacidad de toma | Calidad de captura | Duración sin captura de imágenes |
|--|--------------------|----------------------------------|
| 710.7 - 1/1 | 4X | 1:54:32 |
| 177.7 - 1/2 | 4X | 0:28:38 |
| 44.4 - 1/4 | 4X | 0:07:09 |
| 28.4 - 1/5 | 4X | 0:04:35 |

Se registró un total de 67 posiciones del escáner láser (Fig. 1) cuidando que en cada posición se tuviera una distancia de separación moderada al objeto de levantamiento no excediendo los 10 metros, tanto para el escáner como para las esferas de referencia que fueron ubicadas a distintas alturas. Estas consideraciones permitieron obtener una captura más rápida y precisa de la información sobre la geometría en campo.



Figura 1: Vista oblicua de la nube de puntos del Edificio E generada en Faro Scene.

3. Proceso y obtención de modelo 3D

El proceso de información se realizó en distintas plataformas de procesamiento de puntos tales como

FARO SCENE, GEOMAGIC WRAP y demás software libres para la difusión audiovisual. Con el software FARO SCENE se trabajó el armado del modelo tridimensional, es decir, la colocación de escaneos se basó en objetivos (esferas) buscando las correspondencias por cada uno de los 67 escaneos de campo, teniendo valores promedio de desajuste angular de 0.013° y desplazamiento del punto de 0 milímetros (Faro technologies INC. 2014). Para la limpieza de puntos en el modelo tridimensional, se utilizaron filtros por defecto y el filtro para puntos oscuros con un valor de 800 para el umbral de reflectancia de tal forma que se eliminan los puntos fallidos que contienen demasiado ruido producido por el entorno de trabajo de campo (polvo y excesiva luz solar). Culminada la depuración de puntos fallidos, las imágenes capturadas en cada posición de escaneo fueron colocadas dentro de sus respectivas vistas finalizando así el proceso de armado y coloreado de datos, que permitirá realizar un análisis de las propiedades del entorno arqueológico del Edificio "E". Para la reconstrucción arquitectónica, es decir, la conversión de la información de nube de puntos en un objeto sólido, como un edificio, elemento arquitectónico o contexto arqueológico, se utilizó el software GEOMAGIC WRAP, importándose el 100% de los puntos contenidos en el archivo. Para la generación de mallas tridimensionales, se trabajó una segunda limpieza de puntos del modelo 3D seleccionando y eliminando puntos aislados (Fig. 2), compensando errores del escáner al mover puntos a ubicaciones correctas (disposición más uniforme) y dando al mismo tiempo los parámetros para la generación de la malla 3D, utilizando el parámetro de Formas Prismáticas (conservadoras) con nivel de uniformidad medio, con valor de Iteraciones 2 y límite de desviación por defecto de 0.11838 milímetros.

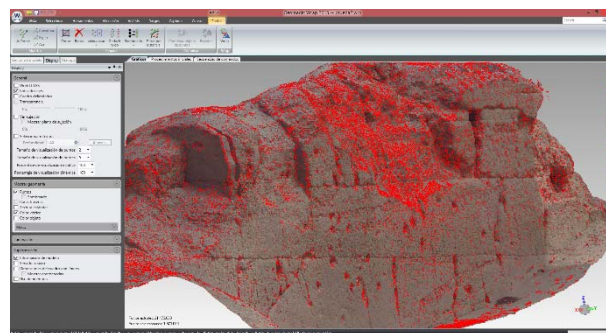


Figura 2: En color rojo se aprecia la reducción de ruido o limpieza de puntos de la pointcloud.

La extrapolación de información permitió la consulta métrica a nivel lineal y de volumen de los elementos arquitectónicos del edificio; así mismo, se identificaron y midieron lesiones y patologías sobre los elementos sólidos reconstruidos con precisión milimétrica. Otra herramienta que proporciona información óptima para elaborar un diagnóstico estructural es la generación de contornos bidimensionales sobre el sólido creado de tal forma que se intersectan uno o más planos sobre dicho elemento (3D Systems 2014). La plataforma GEOMAGIC WRAP nos permitió disgregar información específica de puntos del modelo 3D original, es decir, se crearon copias por capas de los elementos arquitectónicos puntuales de tal forma que se obtuvieron

sólidos individuales otorgando un manejo de información versátil (Fig. 3).

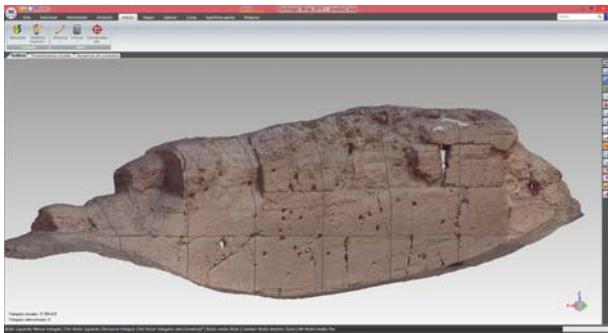


Figura 3: Geometría en color del vértice correspondiente al paramento de tapia y trazado de planos verticales o cortes.

Este registro ha sido instrumental para elaborar diagnósticos de conservación e integralidad de las estructuras de El Huarco-Cerro Azul. El uso de esta herramienta facilita el registro en detalle de patologías y puntos estructurales débiles en los paramentos, como agrietamientos, deformaciones, pérdida de masa estructural y procesos de disgregación tales como la erosión, perforaciones, fisuras, esgrafiados y descamación (Fig. 4).

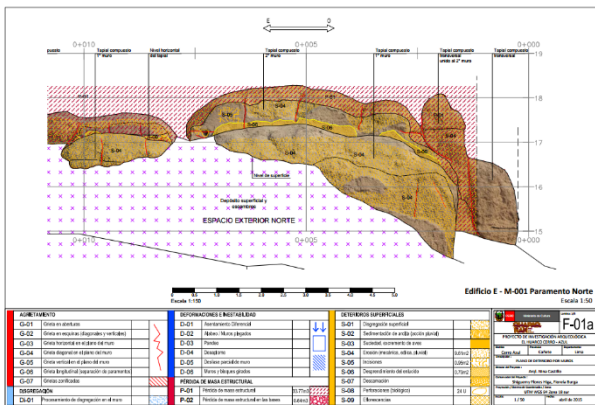


Figura 4: Diagnóstico y clasificación de deterioros en paramento (tomado de Flores y Burga 2015).

No es factible exponer elementos arquitectónicos en tanto no se consideren y realicen acciones de conservación de manera permanente, en tal sentido, se hace necesaria la preservación digital del monumento que se caracteriza por la documentación con una nube densa de puntos suficiente para recuperar la

información arquitectónica a detalle (Mañana y Blanco 2011), el intemperismo es uno de los principales factores de deterioro de las edificaciones del sitio arqueológico y principalmente la acción de los vientos con dirección suroeste – noroeste arrastrando partículas de arena y provocando la erosión de la superficie de los muros en especial los que se encuentran en proceso de disgregación. (Flores y Burga 2015). La obtención de ortofotos ya sea por restitución fotogramétrica por medio de una cámara digital o mediante el trabajo con nube de puntos obtenidos de un scanner laser son una herramienta fundamental para los trabajos de metro como se muestra en la Figura 5.; esta forma de trabajo acorta los tiempos en las labores de campo y gabinete y mejora la precisión de los metrados.

| Disgregación | Pérdida masa | | Deterioros superficiales | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------|-----------------------------|-------------|---------------|
| | Pérdida de volumen cuerpo y cabezales | Pérdida de masa estructural | Disgregación superficial | Erosión (edilicia, mecánica, pluvial) | Incisiones | Desprendimiento de enlucido | Descamación | Perforaciones |
| m3 | m3 | m3 | m2 | m2 | m2 | m2 | m2 | U. |
| 118.9074 | 505.11 | 2.59 | 38.41 | 187.86 | 21.00 | 6.36 | 1.49 | 66.00 |

Figura 5: Cuadro de resumen de lesiones halladas (tomado de Flores y Burga 2015).

4. Conclusiones

Más allá de los aspectos meramente técnicos, la captura de la información en forma densa y precisa, permite desarrollar muchos otros productos, de interpretación y comunicación, que constituyen el insumo principal para una puesta en uso social del sitio, basada no en las estructuras, sino en su apropiación por parte de los pobladores de Cañete, así como de sus visitantes.

El registro con escáner láser no solo provee de los insumos básicos para diagnósticos de conservación y de estructuralidad de los edificios, también permite recorridos virtuales, reconstrucciones hipotéticas, planificación de circuitos y demás actividades que, con otra tecnología, implicarían varias actividades de registro diferentes. Con esta metodología, un registro básico permite obtener productos tan diferentes como mapas y reconstrucciones.

Agradecimientos

Al equipo de arqueólogos y técnicos del Proyecto de Investigación El Huarco – Cerro Azul, Proyecto Qhapaq Ñan del Ministerio de Cultura del Perú, y a la arquitecta Shiguemy Flores Higa.

Referencias

FARO TECHNOLOGIES INC., 2013. Manual del Faro laser Scanner Focus 3D. Lake Mary, Florida USA: FARO Technologies INC., pp. 55 - 56, 79 - 80.

FARO TECHNOLOGIES INC., 2014. Manual del usuario Faro Scene. Lake Mary, Florida USA: FARO Technologies INC., pp. 132 – 135.

MAÑANA, P y BLANCO, R., 2011. El uso del laser escaner 3D en arqueología de la arquitectura. Disponible: <http://hdl.handle.net/10261/31888> [25, 2011].

3D SYTEMS, 2014. Helpr for Geomagic Wrap. Rock Hill, SC USA.

FLORES, S. y BURGA, F., 2015. Informe de diagnóstico del edificio "e" del sitio arqueológico El Huarco, Proyecto Qhapaq Ñan, Ministerio de Cultura – Perú.