

# ANÁLISIS CON RTI (REFLECTANCE TRANSFORMATION IMAGING) EN DOS SITIOS CON QUILCAS DEL PERÚ: TECNOLOGÍA, DETERIORO Y CONSERVACIÓN

**GORI TUMI ECHEVARRÍA**

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
ASOCIACIÓN PERUANA DE ARTE RUPESTRE (APAR)  
goritumi@gmail.com

**ANA NIEVES**

NORTHEASTERN ILLINOIS UNIVERSITY (NEIU)  
a-nieves2@neiu.edu

## RESUMEN

Dos temporadas cortas de introducción de la técnica de fotografía computacional conocida como *Reflectance Transformation Imaging*, o RTI, orientados al estudio de las quilcas o el arte rupestre peruano, han permitido acopiar información relevante sobre aspectos poco estudiados en estos materiales, como son las técnicas de manufactura y el estado de conservación; permitiendo proponer de esta manera, nuevos estándares metodológicos para su registro y nuevos derroteros para su estudio científico.

Usando como parámetro un registro convencional con RTI, para el presente artículo se hace un análisis comparativo de los sitios arqueológicos con Quilcas de Checta y X02, en la costa central y costa sur del Perú respectivamente. Los resultados de estos análisis, efectuados en una muestra particular seleccionada para cada sitio, ponen de relieve que RTI es una herramienta de gran utilidad en la investigación científica de las quilcas del Perú, sin importar el tipo de roca que esta haya usado como soporte, o la región donde se encuentre.

Los resultados que se exponen, independientemente de su escala, permiten reevaluar la integridad de los sitios arqueológicos implicados, constituyendo nueva y relevante información para su consideración técnica y preservación, probando la utilidad de RTI, y sus perspectivas futuras.

**PALABRAS CLAVE:** Quilca, fotografía computacional, Nasca, Checta, conservación.

## ABSTRACT

Having completed two field seasons using the computational photography technique called Reflectance Transformation Imaging (RTI) in the study of quilcas or rock art sites in Peru, the authors have been able to consider and analyze important information which is usually overlooked in the study of this material, such as the manufacturing techniques used and the state of conservation of rock art panels. This allowed the authors to propose new methodological standards for the documentation of rock art and consider new approaches for its scientific study.

Using RTI as part of the documentation process, the present article compares two rock art sites, Checta and X02, in the central coast and the south coast respectively. The results of this comparative analysis, which included a sample from each site, demonstrate that RTI is a useful tool for the scientific investigation of rock art in Peru, regardless of the type of rock used as support or the region in which the rock art sites are located.

The results also allow the authors to evaluate the integrity of the aforementioned rock art sites, considering issues of conservation and preservation, therefore incorporating this type of technical analysis into future studies of this material.

**KEYWORDS:** Quilca, computational photography, Nasca, Checta, conservation.

## INTRODUCCIÓN

Inventada originalmente por Tom Malzbender en los laboratorios de Hewlett Packard<sup>1</sup> y luego desarrollada por el instituto Cultural Heritage Imaging (Mudge et al 2006), la técnica de fotografía digital conocida como *Reflectance Transformation Imaging* (RTI) ha probado ser una herramienta práctica para conservadores y especialistas en patrimonio cultural alrededor del mundo. En el Perú esta técnica ha venido siendo aplicada por los autores desde el año 2012 enfocada en sitios arqueológicos de la cuenca del río Nasca en Ica y del río Chillón en Lima. Debido a que RTI provee una muy precisa representación tridimensional de la superficie de la roca y permite a los investigadores estudiar detalles que no son siempre visibles en fotografía con luz ambiente, la aplicación sistemática de esta técnica de recuperación de imágenes ha sido extremadamente útil para la documentación y el estudio de las técnicas de manufactura de las quilcas, y para estimar su deterioro a través del tiempo.

Los sitios con quilcas (arte rupestre) seleccionados para el presente artículo son los llamados «X02» en el valle de Nasca, y «Checta», en el valle del Chillón, los cuales han constituido sitios ideales para examinar la utilidad de RTI debido a sus diferencias en el tipo de roca, en la conservación y en el tipo de manufactura usada para producir sus motivos.

## ASPECTOS BÁSICOS DE RTI

Entre los muchos desafíos que los investigadores del arte rupestre deben enfrentar, la documentación o el registro es uno de los más importantes. El dibujo a menudo depende de la experiencia, capacidad del dibujante y las condiciones de iluminación en el momento de realizarlo. Calcar ya no es una práctica aceptable debido a los posibles daños que las quilcas pueden sufrir durante el proceso si hay ningún contacto con la superficie de la roca. Además, dibujos y calcos raramente documentan información sobre superposición de motivos o indican las técnicas de manufactura específica utilizadas. La fotografía es considerada generalmente como una representación más directa, que sobrepasa las limitaciones de dibujo y calco, pero también es muy dependiente de las condiciones de iluminación. Incluso cuando un fotógrafo usa luz rasante o ángulos bajos de luz para acentuar los petroglifos, el ángulo en el cual se coloca la luz es una decisión arbitraria del fotógrafo y puede enfatizar sólo algunos motivos mientras obscurece otros.

En un esfuerzo para trabajar con métodos de documentación claros y objetivos hemos optado por utilizar *Reflectance Transformation Imaging* (imágenes por modificación de la reflectancia o RTI). El RTI es una técnica de fotografía digital que consiste en combinar varias fotografías tomadas con distintos ángulos de luz en las que se incluyen dos esferas reflectantes negras, las cuales ayudan al programa a

1 La versión original de la técnica fue llamada *Polynomial Texture Mapping* (PTM). Malzbender describió el proceso el 2001. Se puede acceder a la dirección electrónica de Hewlett Packard para mayor información <<http://www.hpl.hp.com/research/ptm/index.html>>.

determinar el ángulo de luz de cada fotografía. Las fotografías en el set de datos deben tomarse cuidadosamente para asegurar que ninguna parte del equipo se mueva durante la secuencia de captura de imágenes (Fig. 1). El software que se utiliza para procesar las imágenes (*RTIBuilder*) asume que cada píxel en las fotografías corresponde a un punto específico en el objeto fotografiado y es capaz de utilizar la información de la reflectancia de los píxeles, junto con el ángulo de luz determinada desde las esferas reflectantes, para calcular el vector normal (perpendicular) para ese punto en la superficie del objeto. Con esa información el programa es capaz de construir una representación tridimensional de la superficie del objeto (un archivo de imagen por modificación de la reflectancia, también conocido como RTI). Usando el programa llamado *RTIViewer*, uno puede ver este archivo y cambiar la posición de la fuente virtual de luz alrededor del objeto, lo cual permite un más cercano y detallado estudio de su superficie. Adicionalmente el *RTIViewer* incluye diversos modos de renderización que enfatizan matemáticamente la información almacenada en los archivos de RTI, a veces mostrando detalles que no son claramente visibles cuando se examina un objeto directamente.



**Figura 1. Equipo para la toma del RTI instalado frente al panel con petroglifos.**

Comparado con otras técnicas de adquisición de imágenes como la fotogrametría o el escaneo de láser, RTI no requiere conocimientos de programas complicados, o costoso equipamiento (Mudge *et al.* 2012). El software de procesamiento es bastante intuitivo, siempre y cuando el proceso de captura de imagen sea ejecutado correctamente. La captura de imagen puede hacerse con cualquier cámara réflex digital, cuyos ajustes puedan controlarse con una computadora, aunque esto no es un requisito. Adicionalmente, debido a que el registro de las quilcas se realiza al aire libre, es necesario que la fuente de luz utilizada durante la captura de imágenes sea un potente flash (para nuestro trabajo en Perú usamos un Alien Bee B1600 accionado por un sistema de alimentación portátil Vagabond Mini), utilizado en combinación con filtros de densidad neutra que reducen la luz ambiente.

Para la aplicación de RTI seguimos el flujo de trabajo sugerido por la Cultural Heritage Imaging («Guide to Highlight Image Capture», CHI 2013), una organización con sede en San Francisco que promueve y desarrolla tecnologías para la adquisición de imágenes digitales para los profesionales del patrimonio cultural. El flujo de trabajo incluye el mantener un registro con los detalles de la secuencia de captura de imagen (incluyendo el tipo de flash utilizado, potencia y distancia de flash, los filtros usados y las personas que participaron en la secuencia de captura). Las fotografías son tomadas en formato RAW, pero se convierten en negativos digitales (DNG) cuando se procesan las imágenes, de esta forma se registran los metadatos de cada disparo y los cambios realizados en los archivos durante el proceso. Adicionalmente, cualquier observación basada en el análisis de los RTIs puede ser verificada por cualquier persona directamente sobre el archivo.

Debido a que el proceso de captura de imagen RTI no implica ningún contacto con la superficie del objeto a fotografiar, esta técnica es ideal para la conservación de arte y especialmente útil para los investigadores de las quilcas o arte rupestre. Teniendo en cuenta los múltiples factores que pueden afectar y dañar las quilcas, sean estos el resultado de procesos naturales o antrópicos, una documentación clara y exhaustiva de los paneles rupestres es absolutamente necesaria. RTI nos permite hacerlo y también nos permitirá seguir los cambios que estas soporten en el tiempo.

## RTI EN LAS QUILCAS DEL PERÚ

Un estudio rupestre debe comprender mínimamente cuatro categorías de análisis, las que aplican a todos los sitios con quilcas, estas son: el motivo o la imagen figurada, el soporte, el entorno inmediato y el paisaje o el medio geotmosférico (Echevarría 2009). Aunque cada categoría es nominalmente excluyente, su análisis es siempre interconectado. Por ejemplo, el estudio de las técnicas de manufactura lleva implícitos aspectos como la creación del motivo, transformando el soporte y definiendo a su vez el entorno inmediato al generar una zona de producción específica. La adquisición detallada de imágenes de los motivos rupestres y su minucioso estudio mediante RTI lleva implícito estos niveles de análisis.

Como se ha establecido más atrás, la aplicación de RTI implica un proceso no invasivo porque evita tocar completamente la superficie de las rocas, sin embargo el proceso involucra una considerable cantidad de movimiento y tráfico directamente frente a las quilcas, lo cual afecta parte del área de producción de los motivos; no obstante, aun hoy no existe un procedimiento de registro que no involucre actividad frente a las quilcas. Tomando esto en consideración, establecimos un protocolo (Echevarría y Nieves 2013) el cual redujo el tráfico sobre estas áreas y por lo tanto minimizó cualquier innecesaria y no intencionada alteración del área alrededor de las quilcas, que, como ya dijimos, puede haber sido usada para la producción de los motivos rupestres. Adicionalmente, dibujos y descripciones de los sitios y paneles fueron hechos junto con a la captura de imágenes RTI en los diferentes sitios.

Otra consideración importante es que, dependiendo del espacio o de la condición de un sitio, quizá no sea posible realizar capturas de imágenes RTI en parte o todo el panel rupestre; por lo tanto algunas áreas deben ser seleccionadas para estas capturas. Los parámetros para la selección del RTI involucran el potencial de un área determinada de exponer diferentes técnicas de manufactura y otras marcas culturales, y el potencial de mostrar la meteorización de las superficies de la roca o el deterioro de los petroglifos. No obstante es obvio que un completo y sistemático conjunto de capturas RTI en la superficie de la roca es siempre recomendable.

## QUILCAS DE CHECTA, LIMA

Checta (Fig. 2) es el sitio arqueológico con quilcas más grande de la costa central del Perú y presenta la secuencia rupestre más larga de la región (Echevarría 2011), cubriendo un lapso aproximado de 2000 años (circa 2500 aEC - 200 aEC). El sitio fue descubierto por el Dr. Pedro Eduardo Villar Córdova en 1925 (Villar 1935). Debido a su exposición al público y su proximidad a Lima, Checta ha sufrido un constante vandalismo que ha disturbado prácticamente toda la superficie del yacimiento, cambiando severamente la imagen del sitio y modificando la mayoría de los motivos rupestres. En la actualidad no existe una estimación precisa de la severidad de la afectación sufrida por las quilcas, ya sean naturales o antrópicas, siendo esta la razón principal por la cual decidimos usar RTI en este sitio.

Checta se ubica en el valle medio del río Chillón, en la región natural «yunga», que se caracteriza por un clima cálido y seco de baja precipitación pluvial y poca humedad atmosférica (Pulgar 1946). La zona se encuentra sobre los 800 msnm, en la vertiente occidental de los Andes que es cortada por el río Chillón; río que desemboca al Océano Pacífico aproximadamente 50 km al suroeste del sitio. El sitio consiste de un depósito coluvial (Figs. 3 y 4) formado por la denudación y el desprendimiento de bloques de rocas ígneas y metamórficas, que han aflorado como consecuencia del levantamiento de la cordillera de los Andes. Estas rocas fueron utilizadas como soporte de las marcas culturales y el depósito geológico en el que se encuentran ha sido afectado posteriormente por pequeños procesos aluviales, desprendimientos, y más recientemente por la disturbación del yacimiento hecho por pobladores locales aproximadamente por el año 500 EC.

La mayoría de las rocas usadas en la antigüedad son metamórficas de tipo esquistos clorítico y se localizan en la base del depósito. Estas rocas presentan una gran dureza teniendo formas irregulares,



*Figura 2. Imagen satelital de Google Earth mostrando la ubicación del sitio arqueológico de Checta en la cuenca media del río Chillón, Lima. Imagen © 2013 Digital Globe, Google.*



*Figura 3. Vista panorámica del sitio arqueológico de Checta y del depósito coluvial que lo forma.*



*Figura 4. Vista al nivel del suelo en el depósito coluvial, sitio arqueológico de Checta, valle del Chillón, Lima.*

de bordes angulosos, con facetas planas derivadas de la fractura natural desde su desprendimiento. Los petroglifos fueron hechos usando la técnica de percusión directa sobre las facetas planas, y estas han permanecido expuestas a la intemperie desde su producción original estando sujeta a toda clase de decaimiento, deterioro y daño, natural o antrópico.

Para la aplicación de RTI seleccionamos una muestra de petroglifos que pertenece a la Fase 2 del sitio (Fig. 5). Debido a que el área cubierta por el RTI es solo una porción del panel, hicimos un examen de toda la superficie de la roca y de los motivos existentes antes de empezar la secuencia de captura de imágenes con RTI. A simple vista la quilca muestra un conjunto de motivos abstracto-geométricos percutidos en la roca sin un arreglo formal explícito. Los surcos, formados por percusión, son muy evidentes debido a sus dimensiones, más de un centímetro de ancho en la mayoría de los casos y con un promedio de 2 a 3 milímetros de profundidad. Estos motivos se encuentran claramente patinados exhibiendo un color uniforme, lo que inicialmente parece indicar un buen estado de conservación, no obstante, como se probará con RTI, esta observación superficial es engañosa debido a que la verdadera condición del panel es difícil de advertir únicamente con luz natural.

Como se puede ver en la Figura 6, el panel se encuentra en pésimo estado de conservación y el 100% de las líneas percutidas ha sufrido un repaso, incluso obliterando la textura y forma del surco. La superficie natural de la roca también sufrió el mismo tipo de deterioro. Sin embargo, a pesar que las marcas de percusión originales han sido distorsionadas, RTI puede ayudar a observar la imagen original de los contornos de los motivos ya que estos han sido menos afectados que las bases de los



*Figura 5. Faceta de la roca seleccionada para captura de imágenes con RTI, mostrando los motivos hechos por percutidos. Checta, valle del Chillón, Lima.*



*Figura 6. Imagen RTI mostrando el deterioro del panel con petroglifos. Checta, valle del Chillón, Lima.*

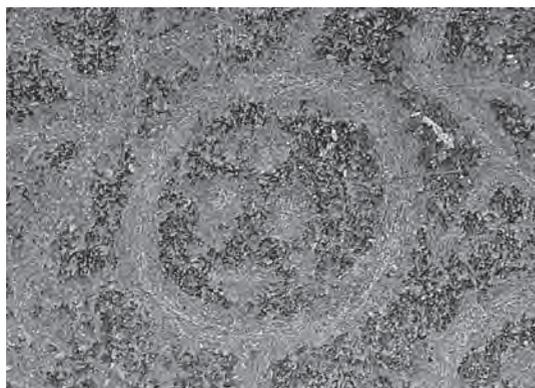
surcos, lo que nos da una mejor imagen, aunque parcial, del estado original de los petroglifos (Fig. 7). Usando algunos de los filtros de rederización y la iluminación interactiva del objeto en la pantalla, podemos enfatizar la percepción volumétrica de las marcas con la intención de confirmar nuestras observaciones sobre el deterioro de los motivos (Fig. 8) y/o verificar estas observaciones en otros sectores del panel y motivos independientes (Figs. 9 y 10).



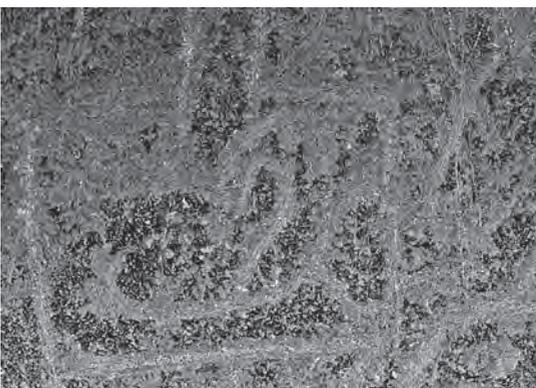
**Figura 7.** Imagen RTI destacando las marcas originales hechas mediante percusión. Checta, valle del Chillón, Lima.



**Figura 8.** Imagen RTI enfatizando las marcas por rayado del repase sobre el petroglifo (ver Fig. 7). Checta, valle del Chillón, Lima.



**Figura 9.** Imagen RTI mostrando el motivo central de la sección analizada, destacando las marcas sobre el motivo. Checta, valle del Chillón, Lima.



**Figura 10.** Imagen procesada por RTI destacando las marcas sobre el motivo y otras marcas sobre la superficie de la roca. Checta, valle del Chillón, Lima.

La superficie original patinada de la roca es claramente visible en RTI. La superficie de la roca es bastante regular y presenta pequeños orificios naturales continuos que no afectan la forma o el nivel general de la faceta (ver Fig. 7). La superficie fue primeramente marcada mediante percusión directa para producir los motivos rupestres, y después, golpes adicionales, trazos y ralladuras se hicieron sobre los primeros motivos. Estas técnicas pueden verificarse por observación directa. Más allá de esto, marcas aparentemente aleatorias, también hechas mediante el golpeado de la superficie de la roca, pueden ser observadas independientemente de los petroglifos (Fig. 11), y fueron probablemente hechas arrojando objetos contundentes a la roca.

Como se puede observar, las figuras 8, 9 y 10 muestran claramente incisiones y rayas marcadas sobre los petroglifos originales. Estas fueron hechas durante muchos años, y pudieron haber sido producidas con rocas angulosas del sitio, clavos o llaves, entre otros objetos. Estas líneas se hicieron primariamente siguiendo la dirección de los surcos percutidos en los motivos, repasándolos por

completo. En algunos casos estas marcas se realizaron de manera tan definida que han modificado completamente la acanaladura del motivo (ver Figs. 7 y 8), y en otros casos las marcas por incisión y rayado se han realizado para hacer nuevas formas sobre los motivos más tempranos (ver la letra M a la izquierda en la Figura 6). Incluso, en otros casos, rayas aleatorias fueron hechas sobre toda la superficie de la roca (Fig. 10). Aunque no se percibe en las fotos, otras quilcas han sido cubiertas incluso con pinturas tipo esmalte, químicos y otros líquidos.

La mayoría de las marcas visibles en los RTIs fueron producidas a partir de 1925 y son muy difíciles de observar a simple

vista debido a que no han sido profundamente incisas en la superficie de la roca. Adicionalmente, el proceso natural de repatinación de la superficie de la roca está cubriendo la variación de color causada por el rayado de la misma. Sin los cambios en el color de la pátina y la profundidad necesaria para crear sombras, las marcas incisas o rayadas son difíciles de fotografiar con luz ambiente; sin embargo RTI también nos permite demostrar el grado de modificación de estas quilcas. Es claro que la mayoría, sino todos los petroglifos del sitio han sido alterados de una forma u otra. Desde un punto de vista de la conservación, esta información ayuda a evaluar la condición del sitio en una manera mucho más precisa que en cualquier otro tipo de documentación hasta ahora usado en el sitio.



**Figura 11. Imagen RTI mostrando improntas de golpes sobre la roca. Checta, valle del Chillón, Lima.**

## QUILCAS DE NASCA, ICA

El sitio X02 es uno de los sitios arqueológicos con quilcas más importantes de la cuenca del río Grande de Nasca en Ica, y fue documentado por primera vez por Ana Nieves el año 2000 (Nieves 2001, 2007). El sitio se ubica sobre una de las quebradas que colectan a la cuenca baja del río Nasca en su margen derecha (Fig. 12) y consiste de un conjunto de bloques de arenisca asentadas en las laderas del cauce y el lecho del río seco, formando un depósito deluvial y coluvial. Los bloques y fragmentos poliédricos de arenisca provienen de la fractura y desprendimiento irregular de los estratos de rocas sedimentarias que forman la base geológica de la región, sirviendo posteriormente como soporte a los petroglifos y pictogramas en el sitio (Fig. 13).

Debido a que el sitio, geológicamente, se ha formado a través de un alargo periodo de tiempo, hay diferencias marcadas en la conservación de las rocas por su grado de meteorización. Las rocas del depósito coluvial están más degradadas y muestran perfiles redondeados causados por exfoliación y erosión eólica, exponiendo muy poco de la pátina original de la roca debido a la pérdida del sustrato superficial original por este decaimiento. Por otro lado, las rocas del depósito deluvial, aún en la ladera media del talud, muestran una morfología más definida con planos regulares en las facetas expuestas, en algunos casos exponiendo la pátina original de la roca y un moderado proceso de exfoliación.



**Figura 12.** Imagen satelital de Google Earth mostrando la ubicación del sitio arqueológico X02 en la cuenca del río Nasca, Ica.



**Figura 13.** Vista panorámica del sitio X02 y del depósito coluvial-deluvial que lo forma.

La distinción en el estado de conservación de la roca es significativa, ya que los pictogramas han sobrevivido solo en superficies que muestran la patinación original, que aún no se han desprendido por exfoliación u otros procesos. En estas mismas superficies hay evidencias de petroglifos que fueron producidos por esgrafiado e incisión, técnicas poco documentadas en los Andes, además de percusión directa. La evidencia en el sitio X02 demuestra claramente el alto deterioro y la frágil condición de los sitios con quilcas en la costa sur del Perú. Los pictogramas en particular se encuentran en el «umbral tafonómico» (Bednarik 2007) o decaimiento absoluto para el fenómeno en la región y su conservación se debe a las condiciones climáticas locales. X02 se localiza en la costa desértica con un clima cálido, con poca humedad atmosférica y alta radiación solar en el día. El sitio se encuentra aproximadamente a 300 msnm, y a 52 km del litoral siguiendo el cauce natural del río.

Para la aplicación de RTI se seleccionó la roca 3 de X02, debido a que contiene uno de los paneles con quilcas mejor conservados en el sitio. La roca corresponde al depósito deluvial y aún expone una superficie patinada original en la mitad inferior de la faceta (Fig. 14). Escogimos un área conteniendo diversos motivos, incluyendo pictogramas y petroglifos, estando particularmente interesados en tres figuras hechas por incisión y percusión directa. Usamos RTI para evaluar la condición de petroglifos, pero también usamos el programa *DStretch* para procesar las fotos digitales del panel con el objetivo de enfatizar los pictogramas existentes (Fig. 15 y 16).



Figura 14. Roca No 3 mostrando el panel con pinturas y petroglifos, sitio X02, cuenca del río Nasca, Ica.



Figura 15. Fotografía a luz ambiente del panel de quilcas seleccionada para análisis con RTI. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

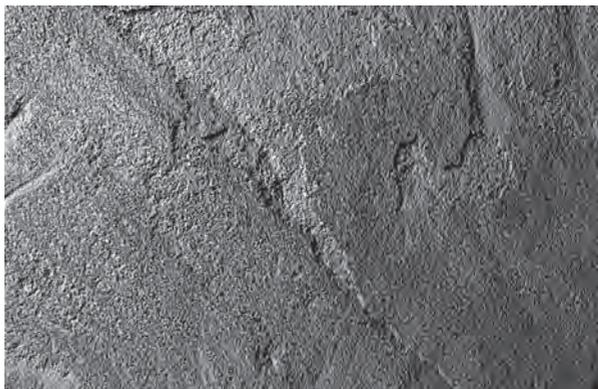


Figura 16. Imagen procesada por *DStretch* del área seleccionada en la roca 3 mostrando la superposición de petroglifos sobre los pictogramas. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

La Figura 16 muestra claramente que el panel fue extensamente decorado con pictogramas previamente a la introducción de los petroglifos, y por lo tanto el episodio de manufactura más temprano registrado en la roca (y posiblemente en toda el área) consiste de pictogramas. Como se puede ver en la imagen RTI (Fig. 17), los pictogramas fueron hechos sobre una superficie patinada de arenisca de grano fino. La roca tiene una apariencia laminada y es atravesada por craqueladuras o fracturas naturales, a partir de las cuales se están abriendo nuevas exfoliaciones en el panel (Fig. 18). El ancho de las láminas exfoliadas de la superficie de la roca es aproximadamente de un milímetro, y una vez que esta se desprende expone una superficie granulada e irregular.



**Figura 17.** Imagen RTI mostrando el panel de quilcas y su soporte de arenisca. X02, cuenca del río Nasca, Ica.



**Figura 18.** Imagen RTI mostrando el sustrato superficial de roca patinado y la exfoliación actual que soporta. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

Los tres motivos principales del panel han sido producidos con una combinación de técnicas observables a simple vista (ver Fig. 17). El motivo de la izquierda en la selección del RTI es el más irregular, y el ancho promedio de las líneas usadas en su manufactura es de aproximadamente 1 cm. Los contornos de esta figura muestran una combinación de técnicas de incisión y percusión en la manufactura. La imagen de RTI resalta claramente las improntas redondeadas de los impactos de percusión, especialmente en los contornos exteriores de las líneas que forman el motivo y particularmente sobre el brazo derecho de la figura (Fig. 19). El lado opuesto de las líneas parece haber sido nivelado con un bisel, enfatizándose el trazo, cuya acanaladura tiene una sección transversal en V con los extremos rebajados, no obstante el trazo nunca fue completamente emparejado. Es difícil indicar cuál es la técnica primaria de ejecución ya que los trazos parecen haber sido repasados eventualmente ya sea por percusión o incisión. Es posible sin embargo que el motivo original haya sido hecho por incisión y luego se haya repasado con percusión, dando como resultado la figura de trazo irregular que tenemos ahora. Uno de los apéndices lineales de la cabeza (ver Fig. 19), el del extremo derecho de la figura, ha sido hecho por incisión y quizá sea un remanente de la producción original del motivo.

El motivo central por su parte, muestra clara evidencia de las técnicas de manufactura descritas, exponiendo percusión sobre incisión en varias secciones de las líneas que forman la figura. Como se puede ver en la imagen de RTI, los golpes de percusión fueron hechos progresivamente sobre las líneas incisas, alterando principalmente el borde exterior de los surcos que forman el cuerpo y el borde superior de las líneas que forman los brazos (Fig. 20). La mayoría de estas marcas no fueron aplicadas regular o consistentemente. De hecho la percusión directa ha sido usada para enfatizar la cabeza, los brazos y otras partes menores de la figura, sin alterar la regularidad del trazo en el cuerpo y los apéndices que fueron producidos por incisión. La forma interior de los surcos en esta figura, visibles en RTI, sugiere que fue una persona derecha la que hizo las marcas sobre la superficie de la roca, sosteniendo la herramienta con una ligera inclinación (Fig. 21).



**Figura 19.** Imagen RTI mostrando uno de los motivos antropomorfos del panel y las técnicas usadas en su manufactura. X02, cuenca del río Nasca, Ica.



**Figura 20.** Imagen RTI mostrando una figura antropomorfa, destacando las diferentes técnicas de manufactura del motivo. X02, cuenca del río Nasca, Ica.



**Figura 21.** Imagen RTI mostrando una figura antropomorfa, enfatizando las diferentes técnicas de manufactura y las modificaciones hechas al motivo. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

El motivo sobre la derecha del área seleccionada para RTI es también muy interesante. A diferencia de los dos motivos anteriores, este motivo no muestra haber sido repasado por percusión y su deterioro deriva de las zonas exfoliadas que lo circundan, especialmente hacia la parte superior de la figura, donde los apéndices lineales de la cima han perdido la parte inferior de su trazo debido a este proceso (Fig. 22). El ángulo de la incisión biselada es claramente visible en el RTI de este motivo. Moviendo la luz alrededor de la figura en el RTIViewer, el ángulo de las marcas biseladas permanece consistente, lo cual sugiere un proceso singular en la manufactura del motivo. Adicionalmente, la figura se completa con dos orificio percutidos en los cuadrantes superiores del motivo.



**Figura 22.** Imagen RTI mostrando una figura antropomorfa, su deterioro y técnicas de manufactura. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

RTI muestra que todo el panel también fue afectado por otros tipos de marcas, tales como líneas superficiales que se pueden ver en algunas secciones de área analizada. Por ejemplo existe una línea larga vertical asociada a otras líneas oblicuas transversales ubicadas hacia la parte baja y derecha del motivo rectangular (Figs. 15 y 17), y también existen muy delgadas líneas que se suman a los apéndices de la cabeza del motivo antropomorfo central, y sobre el brazo derecho del mismo motivo (Figs. 20 y 21); e incluso líneas en la esquina inferior izquierda del motivo rectangular (Figs. 17 y 22). Así mismo también se puede verificar un conjunto de marcas hechas por percusión, principalmente sobre los motivos pintados (ver Fig. 16), existiendo otras huellas similares hechas de manera aleatoria sobre la superficie de la roca. RTI puede ser usado para enfatizar visualmente estas marcas y analizarlas también (Fig. 23).



**Figura 23.** Imagen RTI mostrando marcas de golpes producidas para superponer motivos pintados, y otras hechas aparentemente de manera aleatoria. X02, cuenca del río Nasca, Ica.

X02 posee un gran potencial para el estudio de las técnicas de producción y manufactura usados en las quilcas del valle de Nasca. El análisis demuestra que incluso una pequeña muestra puede exponer la gran complejidad de las tradiciones rupestres de esta región. Investigación adicional con RTI seguramente contribuirá mucho más al análisis y conservación de este importante sitio arqueológico.

## DISCUSIÓN

Una significativa contribución de nuestro proyecto no es el hecho de que esta es la primera vez que el RTI es usado para el estudio de sitios con quilcas en el Perú, sino que su uso nos ha permitido reevaluar aproximaciones y procedimientos anteriores de registro, y formular una nueva metodología para la investigación rupestre peruana. Debido a esto, consideramos este análisis como un proceso continuo que todavía debe aportar un conjunto mayor y más sistemático de información para cada uno de estos sitios.

Las detalladas observaciones que fueron posibles mediante el uso de RTI nos ha facilitado el presentar una discusión técnica más precisa sobre las quilcas de Checta y X02. Las limitaciones que usualmente involucran un estudio de petroglifos con luz natural pueden ser superadas con esta técnica de adquisición de imágenes, y RTI permite un examen interactivo de una representación tridimensional de la superficie de la roca que puede ser posteriormente enfatizada a través de filtros. Sin embargo hay que advertir que RTI no puede reemplazar el estudio directo de los petroglifos y su aplicación tiene algunas limitaciones. Por ejemplo la calidad del RTI depende del equipo usado para la secuencia de captura, ya que las cámaras varían en resolución y los lentes pueden producir distorsiones en la imagen. En todos los casos el producto final del RTI es una reproducción digital de un hecho físico (la superficie de la roca) basado en información de reflectancia, y no es un sustituto para el objeto mismo. De allí que RTI debe ser considerada como una importante herramienta que suplementa el estudio directo de las quilcas y la superficie de la roca *in-situ*.

Habiendo algunas limitaciones, como ya hemos dicho, existen considerablemente mucho más ventajas que desventajas en el uso de RTI. Por ejemplo la capacidad de aumentar la visión (zoom) de los petroglifos y ver detalles que no se pueden distinguir a simple vista, el examinar minúsculos aspectos de las fracturas en la roca, revisar el casi imperceptible deterioro de la superficie de la roca; o la capacidad de mover la fuente de luz alrededor del petroglifo para una inspección de mayor precisión son todas ventajas prácticas de esta técnica. La mayoría de las observaciones hechas en el presente artículo no hubiesen sido posibles sin el uso de RTI, de allí que consideramos que esta técnica es una valiosa e importante herramienta en el estudio de las quilcas del Perú.

Habiendo algunas limitaciones, como ya hemos dicho, existen considerablemente mucho más ventajas que desventajas en el uso de RTI. Por ejemplo la capacidad de aumentar la visión (zoom) de los petroglifos y ver detalles que no se pueden distinguir a simple vista, el examinar minúsculos aspectos de las fracturas en la roca, revisar el casi imperceptible deterioro de la superficie de la roca; o la capacidad de mover la fuente de luz alrededor del petroglifo para una inspección de mayor precisión son todas ventajas prácticas de esta técnica. La mayoría de las observaciones hechas en el presente artículo no hubiesen sido posibles sin el uso de RTI, de allí que consideramos que esta técnica es una valiosa e importante herramienta en el estudio de las quilcas del Perú.

## CONCLUSIONES

Como una técnica de adquisición de imágenes que supera muchos de los problemas en el registro de las quilcas o arte rupestre, que no involucra ningún contacto con el panel rupestre, protegiendo así la superficie de roca, y que permite un examen detallado de las técnicas de manufactura y más precisas

observaciones sobre la conservación de los motivos y la roca; RTI puede ayudar a la investigación rupestre peruana a avanzar más allá de descripciones formales e interpretaciones iconográficas, hacia análisis técnicos más detallados y al estudio de los cambios que los sitios con quilcas atravesaron a lo largo del tiempo, incluyendo daño causado por procesos naturales o antrópicos.

En Checta pudimos documentar claramente el grado de afectación de los petroglifos hechos por visitantes modernos. RTI muestra la transformación y modificación de las quilcas causadas por agentes humanos, incluso en paneles de roca que aparentan estar en buenas condiciones cuando son examinados a simple vista. La fotografía convencional (bi-dimensional) aun no ha ilustrado claramente el grado de repase y vandalismo sufrido por estas quilcas, y es evidente ahora que en menos de 100 años desde su descubrimiento, casi todos los motivos individuales en las quilcas de Checta han sido dañados y modificados severamente.

Así mismo RTI ha mostrado que en la mayoría de los casos e independiente del tipo de motivo afectado, las marcas tardías del vandalismo son de poca profundidad, a comparación de las marcas en los petroglifos originales. En la mayoría de los casos el daño moderno consistente básicamente de rayados en la superficie de los petroglifos y en el retiro de la superficie patinada de la roca. En muchos de los petroglifos afectados, una acción constante y permanente de rayado ha eventualmente modificado las marcas más tempranas destruyendo o alterando la forma de los motivos individuales, en algunos casos aparentando incluso un desgaste por abrasión. No obstante, la mayoría del deterioro en Checta consiste simplemente en la remoción de pátina más que en la modificación de las marcas percutidas; por lo tanto el proceso natural de repatinación de estas superficies de roca podría eventualmente devolver, en parte al menos, la imagen original del sitio proveyendo nuevamente una percepción visual cercana a la que tuvo en 1925. Para que esto suceda sin embargo, el vandalismo tendría que detenerse por completo.

Por su parte, en el valle de Nasca RTI produjo claras imágenes de las técnicas de manufactura rupestre y del deterioro natural de las rocas de arenisca y sus superficies expuestas. Debido a que X02 ha sido muy recientemente reportado (Nieves 2001), no se registró un daño severo causado por visitantes modernos, y éste aún no se manifiesta directamente sobre los paneles de petroglifos como se pudo ver en Checta. El estudio de la piedra 3 ha sido muy interesante debido a la gran complejidad gráfica que expuso y a los momentos de producción rupestres que se documentaron en un solo panel con quilcas. La piedra 3 muestra motivos pintados y petroglifos, algunos de los cuales fueron hechos combinando diferentes técnicas de manufactura, incluyendo incisión biselada. Debido a que las marcas incisas son las primeras en ser destruidas por procesos naturales, como la exfoliación, los motivos incisos en arenisca como los registrados en X02 son extremadamente raros.

Lamentablemente X02 y otros sitios de Nasca están propensos a su destrucción por la falta de protección y el turismo indiscriminado creciente en la región. Debido a la frágil naturaleza de estos petroglifos, los cuales consisten en marcas superficiales generalmente destruidas por la meteorización natural prevaleciente en la zona, es imperioso que se restrinja el acceso público a estos sitios para su protección y estudio. Un plan de conservación podría ser particularmente provechoso en X02, y un extensivo y sistemático registro fotográfico en el valle de Nasca, tal como el que hemos conducido en X02 el 2013, podría servir como una valiosa referencia digital para el futuro. Adicionalmente registros con RTI de los mismos sitios y marcas podrían ayudar a monitorear el daño que estos petroglifos han sufrido a través del tiempo

Observación detallada es sin duda un requisito insustituible para la investigación científica de las quilcas o arte rupestre y RTI provee una base adicional de información, grandemente requerida, para el análisis técnico de estas valiosas y frágiles evidencias del pasado nacional. Su uso puede contribuir significativamente al desarrollo de nuevas aproximaciones a la investigación rupestre permitiendo un análisis que vaya más allá de las simples descripciones formales, hacia nuevos paradigmas y derroteros, aún poco abordados, como la técnica, la conservación y el uso racional de estas evidencias.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los arqueólogos Rubén García, Mario Olaechea, Enzo Mora, Carlos Rodríguez y Donald Proulx; así como a la Cultural Heritage Imaging (CHI) y Northeastern Illinois University por su apoyo en la aplicación de la técnica de RTI en los sitios arqueológicos con quilcas de Lima y Nasca. Finalmente expresamos nuestro agradecimiento a Dumbarton Oaks, por el otorgamiento de una beca Project Grant para la campaña del 2013.

### BIBLIOGRAFÍA

BEDNARIK, Robert

2007 *Rock Art Science, The Scientific Study of Palaeoart*. New Delhi: Aryan Books International.

CULTURAL HERITAGE IMAGING

2013 *Reflectance Transformation Imaging: Guide to Highlight Image Capture*. En: <[http://culturalheritageimaging.org/What\\_We\\_Offer/Downloads/RTI\\_Hlt\\_Capture\\_Guide\\_v2\\_0.pdf](http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/RTI_Hlt_Capture_Guide_v2_0.pdf)>.

ECHEVARRÍA, Gori

2009 «The four material categories of Peruvian rock art». *AURA Newsletter* 26: 5-11.

2011 «A tentative sequence and chronology for Checta». *Rock Art Research* 28: 211-224.

ECHEVARRÍA, Gori y Ana NIEVES

2013 «Protocolo para el registro RTI en las quilcas de Nasca». *Boletín APAR* 15-16: 693-694.

MUDGE, Mark; Tom MALZBENDER, Carla SCHROER y Marlin LUM

2006 «New reflectance transformation imaging methods for rock art and multiple-viewpoint display». En: M. Ioannides, D. Arnold, F. Niccolucci, K. Mania (eds) *The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage*, Nicosia, Chipre, pp. 195-202. Geneva: Eurographics Association.

MUDGE, Mark, Carla SCHROER, Neffra MATTHEWS, Szymon RUSINKIEWICZ, y Cory TOLER-FRANKLIN

2012 «Robust and scientifically reliable rock art documentation from digital photographs». En: J. McDonald y P. Veth (eds.) *A Companion to Rock Art*. pp. 644-659. Oxford, Malden: Blackwell Publishing Ltd.

NIEVES, Ana

2001 *Los Petroglifos de la Cuenca del Río Grande de Nasca, Informe Final*. Reporte para el Instituto Nacional de Cultura, Perú, Expediente No. 5077-99.

2007 *Between the River and the Pampa: A Contextual Approach to the Rock Art of the Nasca Valley (Grande River System, Department of Ica, Peru)*. Tesis de Doctorado. University of Texas at Austin, Austin.

NIEVES, Ana y Gori ECHEVARRÍA

2012 «Evaluación de la técnica de fotografía computacional 'Reflectance Transformation Imaging' (RTI) en las quilcas (petroglifos) de la cuenca del Río Grande de Nasca, Ica, Perú». *Boletín APAR* 13-14: 491-494.

PULGAR VIDAL, Javier

1946 *Historia y Geografía del Perú. Tomo 1. Las Ocho Regiones Naturales del Perú*. Lima: UNMSM.

VILLAR CÓRDOVA, Pedro

1935 *Las culturas prehispánicas del departamento de Lima*, 1ª edición. Auspiciada por La H. Municipalidad de Lima, Lima.