

1-1-2015

## Una aproximación a los relieves de Chalcatzingo: el escaneo láser 3D

Mario Córdova Tello

*Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico*

Carolina Meza Rodríguez

*Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico*

Omar Espinosa Severino

*Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico*

Travis F. Doering

*University of South Florida*

Lori D. Collins

*University of South Florida*

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.usf.edu/dhhc\\_facpub](https://digitalcommons.usf.edu/dhhc_facpub)

---

### Scholar Commons Citation

Tello, Mario Córdova; Rodríguez, Carolina Meza; Severino, Omar Espinosa; Doering, Travis F.; and Collins, Lori D., "Una aproximación a los relieves de Chalcatzingo: el escaneo láser 3D" (2015). *Digital Heritage and Humanities Collections Faculty and Staff Publications*. 1.

[https://digitalcommons.usf.edu/dhhc\\_facpub/1](https://digitalcommons.usf.edu/dhhc_facpub/1)

This Technical Report is brought to you for free and open access by the Tampa Library at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in Digital Heritage and Humanities Collections Faculty and Staff Publications by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact [digitalcommons@usf.edu](mailto:digitalcommons@usf.edu).

## **Una aproximación a los relieves de Chalcatzingo: el escaneo láser 3D.**

**MARIO CÓRDOVA TELLO<sup>1</sup>**

**CAROLINA MEZA RODRÍGUEZ<sup>2</sup>**

**OMAR ESPINOSA SEVERINO<sup>3</sup>**

**TRAVIS F. DOERING<sup>4</sup>**

**LORI D. COLLINS<sup>5</sup>**

La arqueología es una disciplina científica cuyas inferencias giran entorno a la memoria colectiva representada en la materialidad de las sociedades; su objetivo principal es reconocer los objetos usados en la antigüedad e identificar en ellos las cargas simbólicas y las construcciones sociales que los hacían útiles, necesarios e indispensables.

Sin embargo, la arqueología se enfrenta a varios retos para alcanzar dicho objetivo: desde la obtención adecuada de los datos para las inferencias, hasta el tipo de interpretaciones que resultan con dichas deducciones. Puede entenderse que hacer memoria es un trabajo laborioso basado más en los datos precisos y empíricos que en la inferencia a priori.

En el caso concreto de este trabajo, se presentan los resultados del registro de elementos arqueológicos mediante el uso de elementos tecnológicos nuevas tecnologías que permiten apreciar símbolos iconográficos antes desconocidos. A través de un recorrido por los relieves de Chalcatzingo —historiografía de sus imágenes— se pretende identificar los elementos, las virtudes y problemáticas que tiene el registro

---

<sup>1</sup> Arqueólogo por la ENAH. Doctorante en la Universidad de Leiden. Investigador del Centro INAH Morelos. Director del Proyecto Chalcatzingo, Morelos.

<sup>2</sup> Arqueóloga por la ENAH. Responsable en campo del Proyecto Chalcatzingo, Morelos.

<sup>3</sup> Egresado de arqueología por la ENAH. Colaborador en el Proyecto Chalcatzingo, Morelos.

<sup>4</sup> Doctor en antropología aplicada por la University of South Florida. Investigador del Departamento de Antropología de la University of South Florida. Director co-fundador de la Alliance for Integrated Spatial Technologies.

<sup>5</sup> Doctora en antropología aplicada por la University of South Florida. Investigadora del Departamento de Antropología de la University of South Florida. Directora co-fundadora de la Alliance for Integrated Spatial Technologies.

arqueológico cuando se requiere información fidedigna para el reconocimiento de las características propias (tanto físicas como simbólicas de los artefactos prehispánicos.

El presente trabajo se realiza en el marco del Proyecto Arqueológico Chalcatzingo del INAH, dirigido por el arqueólogo Mario Córdova Tello, quien recibe la colaboración de la Alliance for Integrated Spatial Technologies –AIST– dirigida por los investigadores Travis Doering y Lori Collins de la University of South Florida –USF– para la puesta en marcha del proyecto de escaneo de los monumentos arqueológicos para la investigación e interpretación del patrimonio cultural resguardado en esta zona arqueológica al oriente del estado de Morelos.

A diez años de iniciado el proyecto arqueológico, se han observado los grandes retos de protección y conservación del patrimonio arqueológico que ha padecido los diversos procesos de deterioro por agentes naturales y antrópicos, siendo estos una de las principales razones para la intervención del sitio en forma integral.

Chalcatzingo, conocido por ser un asentamiento prehispánico con marcada influencia olmeca en el Altiplano Central, resguarda una serie de imágenes talladas en roca donde se plasmaron impresionantes signos con alta carga simbólica alusiva a la fertilidad, la humedad y seres fantásticos que van más allá del estado terrenal de una sociedad. Se localiza en el valle interno de dos macizos rocosos: el Cerro Ancho y el Cerro Delgado (figura 1) ubicados en el lado oeste de la vertiente del río Amatzinac.

Según las investigaciones hasta ahora realizadas, este sitio es un centro urbano que remite su mayor apogeo hacia el Preclásico Medio –1100-400 a. C.– y hasta 2012 se han registrado 44 monumentos con motivos labrados que se encuentran en forma de petroglifos, estelas, altares y un trono. Estos relieves se hallan en dos grupos: labrados directamente en la pared del cerro o en grandes fragmentos rocosos exentos expuestos a lo largo de la falda del Cerro Ancho, que se complementa con otros que están en la

periferia de la Plaza Central, éstos últimos asociados a elementos arquitectónicos (Córdova, 2008: 262).



Figura 1. Vista poniente de los cerros de Chalcatzingo.

En este estudio de caso, una de las problemáticas principales de la arqueología radica en el registro de imágenes específicas que contienen motivos labrados o dibujados, en concreto plasmados en diferentes superficies. Puesto que de ahí y en la mayoría de los casos se desprenden las cuestiones e intentos de comprensión metódica de dichos motivos (iconológica e iconográficamente). Chalcatzingo, dada la naturaleza de sus principales vestigios arqueológicos, presenta retos determinados en cuanto al tipo de registro e interpretación que se deben emplear con la intención de mejorar los resultados futuros en la investigación de la sociedad que se dio a la tarea de elaborar tan complejas imágenes.

### **La tecnología y la arqueología**

La forma en que se concibe la tecnología es importantísima para el aprovechamiento de los conocimientos derivados de ella. La tecnología es la forma en que la sociedad ha sabido sortear problemáticas y retos cotidianos a lo largo de su historia, conformada y

basada en sistemas técnicos, usuarios y fines intencionales; estos procedimientos operan con sistemas de conocimientos, valores y condiciones sociales (Olivé, 2000).

Bajo las condiciones actuales, internacionales y nacionales de legislaturas, circunstancias laborales, acceso y disposiciones institucionales de la gestión patrimonial; la arqueología y las disciplinas encaminadas a la protección de patrimonio histórico-cultural deben recurrir a formas más eficientes, accesibles, fiables y lo menos costosas posibles.

Es el caso de la tecnología que se presenta en este trabajo, el equipamiento de escáneres 3D en conjunto con otro tipo de técnicas como los sistemas de información geográficos (GIS), fotografía y dibujo se ofrecen como una de las opciones crecientes en el campo de trabajo del patrimonio cultural.

Las actuales opciones tecnológicas pueden elevar la calidad de investigaciones de los vestigios arqueológicos, preponderando que éstas son sólo un instrumento dentro del sistema técnico. Los datos, modelos, imágenes –ya sea dibujos, fotogrametrías o tomas estáticas de escáner– derivados de los equipamientos más recientes no son por sí mismos el fin de los trabajos y dependiendo de los objetivos de investigación se focalizarán puntos de reflexión y entendimiento arqueológico. Así mismo, como una opción viable para priorizar los planes de aplicación e intervención de vestigios arqueológicos (Nalda, 2004).

No basta con concentrar corpus informativos y de trabajos si finalmente éstos no son procesados, interpretados y divulgados: los más recientes métodos digitales –como los escáneres– no sólo facilitan la propia labor arqueológica, sino también la forma en que se concibe, sensibiliza, divulga el conocimiento cultural y de patrimonio (Gándara, 1998; Ruiz Zapatero, 1998). En suma, los medios digitales y redes de

intercomunicación pueden ser usados como corte y brecha generacional para el aprovechamiento de recursos humanos y culturales (Malvido, 2004).

### **El registro de imágenes en arqueología**

La arqueología se ha regido desde sus inicios por diferentes técnicas de registro, sin embargo, el dibujo ha sido aplicado primordialmente a vestigios arqueológicos muebles e inmuebles y mantiene su vigencia dentro de la investigación patrimonial. El dibujo se ha hecho de forma artística o técnica, y se ha utilizado para registrar desde cortes estratigráficos hasta piezas de cerámica o escultóricas, completas o fragmentadas. En este sentido, muchas imágenes o motivos se han hecho de manera realista o esquemática para resaltar diversos puntos de interés, como los elementos iconográficos

El dibujo permite resaltar detalles que los investigadores quieren puntualizar, abstrayendo líneas para desfragmentar elementos complejos a selección y criterio de un método analítico. Actualmente no sólo hay variantes manuales del dibujo, hay sistemas computarizados que son instrumentos de apoyo para el registro arqueológico: los programas de diseño asistido por computadora –CAD– son una opción emergente y que se ha establecido como indispensable para los proyectos de investigación.

Por otro lado se tiene la fotografía, que revolucionó la gran mayoría de disciplinas científicas desde mediados del s. XIX. La fotografía significó el registro con la mayor precisión posible de elementos arqueológicos a gran y pequeña escala (Odena Güemes, 1988); al igual que en el caso de los dibujos, en la fotografía –hoy digital– se tienen una gran variedad de sistemas computacionales como apoyo para el procesamiento de imágenes en diferentes escalas.

Incluso, es de vital importancia comprender la relación y las nuevas formas en que dibujos digitales y fotografías pueden trabajarse en conjunto para procesar y producir nuevas formas de registro que aporten más datos a los marcos interpretativos

en arqueología. Sin embargo, ambas técnicas tienen retos que se presentan al reproducir motivos definidos: el dibujo por un lado puede ser víctima de sesgos subjetivos de quién los dibuje; en el caso de la fotografía, a pesar de no tener ese problema subjetivo, puede tener deformaciones en cuanto a la perspectiva y escala en cada toma. Chalcatzingo concretamente no ha sido exento de estos desafíos.

### **El registro en Chalcatzingo**

Haciendo historiografía de la arqueología de Chalcatzingo, se tiene un recuento de imágenes sumamente interesante. A pesar de que Chalcatzingo tuvo indagaciones esporádicas desde 1934 y hasta 2004 –cuando comienza el proyecto de investigación y conservación vigente–, el sitio cuenta ya con una historia de reproducciones en imágenes –dibujos y fotografías– que permiten observar desde el estado de conservación, hasta la imaginería de los elementos representados.

El primer registro fue hecho por la arqueóloga Eulalia Guzmán (1934) que elabora dibujos de cuatro relieves, una escultura mutilada, y el croquis de la Plaza Principal. En 1953, además de las primeras excavaciones arqueológicas, la mano del arqueólogo Román Piña Chan (1955) realiza el dibujo del Monumento 2 y algunas fotografías de los Monumentos 1 y 2, años más tarde publicaría un trabajo mayor donde plasmaría al Monumento 1 (Piña Chan & Covarrubias, 1964). Miguel Covarrubias, movido por sus reflexiones de la Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología en 1942 publica varios dibujos suyos del Monumento 2 (Covarrubias, 1946).

Destacan los registros de Carmen Cook de Leonard (1967) quién menciona los relieves 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 16 y 30, redibujando los relieves 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (figura 2). Igualmente Carlo Gay, quien había referido a Chalcatzingo y dibujado algunos de sus relieves esporádicamente en distintos artículos (Gay, 1967a; 1967b; 1966), pero registra

concretamente los grabados hasta su publicación en 1972 con el libro *Chalcatzingo*. Gay divulga un catálogo de relieves y pinturas rupestres con dibujos realizados por Frances Pratt y fotografías; asimismo este catálogo agrupa los motivos en conjuntos a partir de su localización.

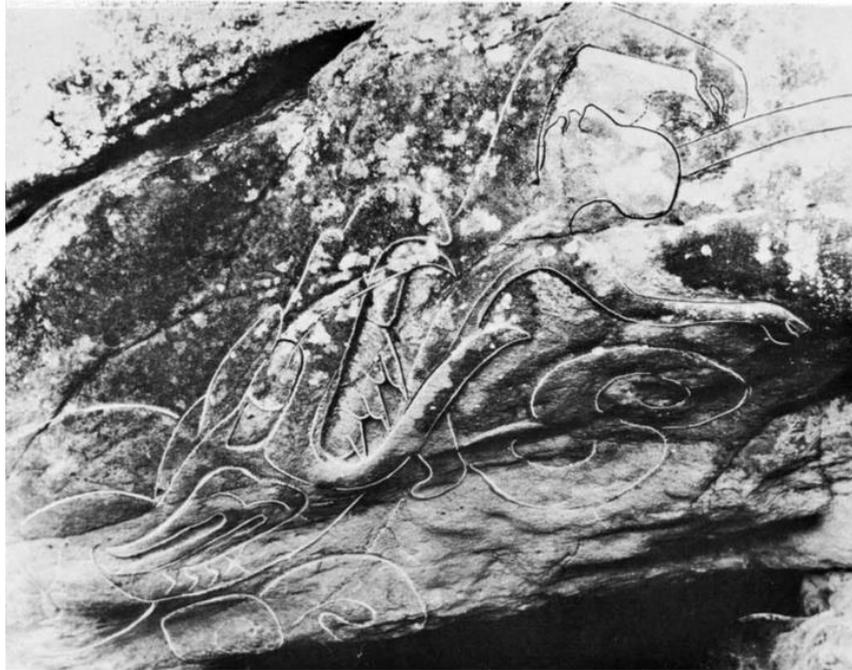
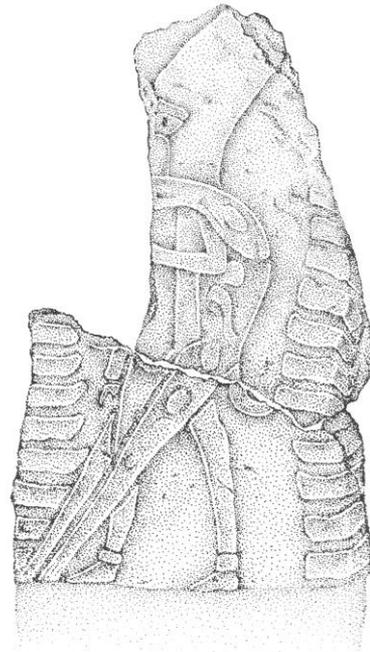


Figura 2. Redibujando el monumento 5 (Foto Cook de Leonard).

Por otro lado está la aportación de David Grove (1968) que realiza un recuento y resumen de los relieves de Chalcatzingo utilizando de referencia sus propias visitas al lugar, utilizando de apoyo las ilustraciones de Cook de Leonard y Gay. Sería hasta 1972 cuando Chalcatzingo es intervenido durante cuatro años en el marco de un proyecto de colaboración del INAH y la Universidad de Illinois bajo la dirección de David Grove en co-dirección con Jorge Angulo y Raúl Arana. De dicho Proyecto en Chalcatzingo derivó la mayor base de datos hasta ese momento, del cual se publica un catálogo de relieves (Grove & Angulo, 1987) que contenía diversos materiales de los investigadores involucrados: destacan las fotografías de David Grove, las calcas de Chappie Angulo y los dibujos de Barbara Fash (figuras 3-4).



Figuras 3-4. Calcado de monumento 4 (Grove, 1974), dibujo del monumento 12 de Barbara Fash 1974.

Finalmente, los últimos trabajos de investigación en Chalcatzingo han sido encabezados por Mario Córdova Tello quién llega a la zona a partir de un conflicto social entre los ejidatarios y el INAH<sup>6</sup>. Desde el año 2004 se inicia el Proyecto Arqueológico Chalcatzingo que se encarga de la protección, conservación, restauración e investigación de este patrimonio cultural. Dadas las problemáticas de registro de los relieves –tanto descubiertos como recientes hallazgos– en 2007 se realizan esfuerzos para hacer un examen de todos los monumentos del sitio por medio de dibujos del arquitecto Víctor Hugo Buendía (figura 5).

Tras el redibujo de los relieves, se tiene contacto con los arqueólogos Lori Collins y Travis Doering y se plantea realizar pruebas con escáneres de alta definición en los relieves (figura 6). Dichas pruebas se concretan hasta 2011, año en que realizan su primera vista de trabajo y repitiéndose otra sesión a principios de 2013, para escanear algunos de los monumentos; los resultados de esas dos sesiones de trabajo fueron los modelos 3D de los Monumentos 1, 2, 4, 12, 22, 27, 31, 34, 40,41, 42, 43 y 44.

---

<sup>6</sup>Mayores referencias sobre el conflicto y su resolución véase: Córdova Tello & Lepez Vela, “Chalcatzingo: Crónica de la lucha por el patrimonio”, 2006.

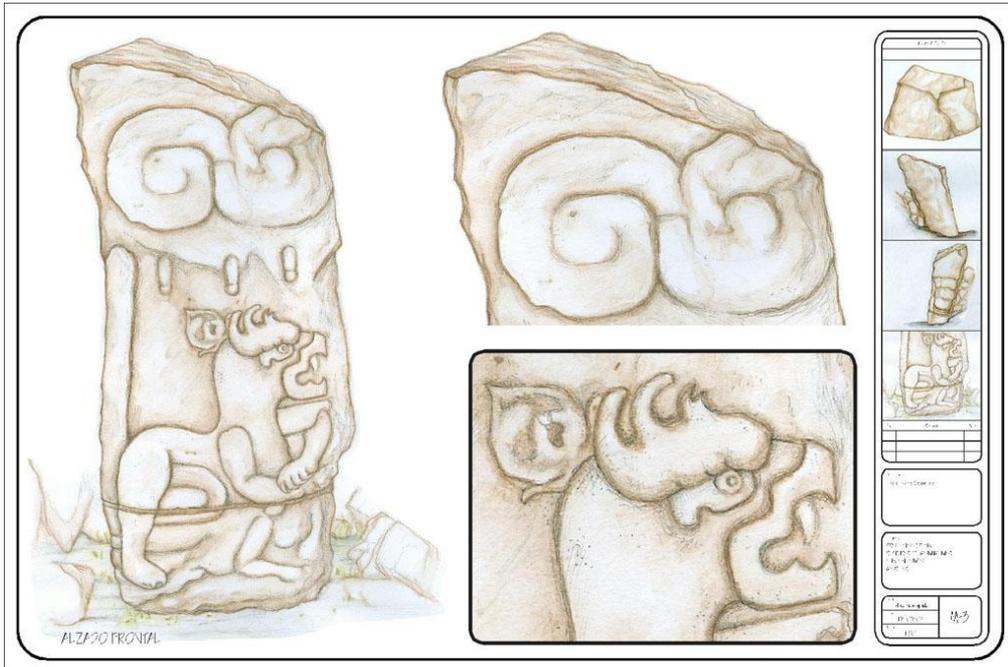


Figura 5. Registro gráfico, mediante dibujo del monumento 31 (Proyecto Chalcatzingo 2007).



Figura 6. Escaneo de monumento 41.

### **Chalcatzingo: un santuario de imágenes en la era digital**

Como se puede ver, en Chalcatzingo existe un corpus de registro de las variadas formas de relieves en diferentes momentos desde su descubrimiento. Dada la importancia académica del sitio este corpus de imágenes presenta una revisión y referencia constante en trabajos que hagan reseña de la historia de Morelos y el Altiplano Central, así como en textos referentes al fenómeno olmeca, así como los relacionados con asentamientos

del Preclásico, en conjunto con los materiales arqueológicos y dinámicas de ese periodo.

El debate principal de Chalcatzingo recae sobre sus monumentos –bajorelieves– que destacan por sus características técnicas, artísticas e iconográficas, lo que ha dado pauta para hablar de la relación de este asentamiento con los grupos olmecas de la Costa del Golfo, Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Sin embargo, a pesar de las características intrínsecamente olmecas, Chalcatzingo posee diferencias notorias en sus imágenes con respecto a las registradas en los asentamientos considerados principales exponentes de la tradición olmeca como La Venta o San Lorenzo.

Lo anterior sostiene que tanto la tecnología de manufactura como los motivos iconográficos son dos esferas de pensamiento que llegaron al Altiplano Central desarrolladas (Grove, 1984; 1987). La técnica de elaboración indica la mano de artesanos propios de la Costa del Golfo. Por otro lado los motivos iconográficos tienen relación con aquellos de la Costa del Golfo, en cuanto al estilo y simbología.

Sin embargo, pese a que los contenidos iconográficos de Chalcatzingo muestran el complejo significado cosmogónico olmeca, difieren ampliamente con aquellos de la Costa del Golfo. Al parecer estos relieves fusionaron las tradiciones locales con la simbología olmeca, lo que derivaría en un tratamiento particular de las imágenes, una variación muy endémica (Grove, 1984).

La particular plástica de Chalcatzingo, resultado de la fusión entre dos tradiciones –Costa del Golfo y Centro de México– es observable en notorios ejemplos como las representaciones de felinos (figura 7), animal recurrente en la cosmogonía *olmeca*. Se observan estos animales representados de cuerpo naturalista, pero con rasgos fantásticos en el rostro, asemejando máscaras o combinación de atributos de otros seres mitológicos. Además en Chalcatzingo se encuentran las únicas escenas del arte olmeca

en que hay dos o tres felinos juntos en un mismo monumento, correspondientes a los Monumentos 4 y 41. Otro ejemplo se observa en el Monumento 16 de Chalcatzingo que presenta una indumentaria similar al Monumento 77 de La Venta pero diferenciándose en la rigidez de representación del personaje.



Figura 7. Representación de felinos en el monumento 41 (Triada de Felinos).

Este asentamiento cuenta con otra característica fundamental, la presencia de arquitectura monumental muy temprana. Se trata de una plataforma pública de 70 m de largo, 30 m de ancho y 4.3 m de alto en el centro del sitio que data de la fase Barranca (1100-700 a. C.). Como parte del paisaje ritual, a los cerros se le asocian con un cúmulo de imágenes de hechura humana para conformar un corpus de significado sin igual en el México antiguo (Iwaniszewski, 2011). Esta asociación fue mediante relieves que se encuentran especialmente distribuidos en la ladera del Cerro Ancho y otros elementos arquitectónicos públicos, lo cual se sugiere que Chalcatzingo fue un sitio de gran importancia simbólica y pública (Hirth, 2008).

La gran accesibilidad de recursos naturales y de bienes de prestigio fue una de las características que condicionaron a Chalcatzingo como centro redistributivo hacia diferentes regiones mesoamericanas. Incluso hay indicios que sugieren grandes

intercambios comerciales o de relaciones bilaterales de comunicación hacia las tierras bajas mayas hacia el Preclásico Tardío, con base en el estilo y motivos iconográficos del Monumento 34 (Gillespie, 2008).

Así, por su larga historia cultural y su particular simbolismo, Chalcatzingo es considerado como uno de los asentamientos prehispánicos que deben conservarse para presentes y futuras investigaciones arqueológicas, sobretodo preservando el gran acervo cultural que ahí se exhibe. Sin embargo, la zona arqueológica presenta un continuo deterioro por las condiciones ambientales y humanas, entre las que destacan la erosión ocasionada por lluvia y viento sobre la superficie de los relieves, daños directos con instrumentos de metal o gis –1980s-90s–, el deterioro de algunos monumentos con resina epóxica al sacar moldes o el saqueo –1960s–, entre otros factores. Por lo anterior se propuso la protección formal e institucionalizada, la cual se instituyó hasta que fue declarada zona de monumentos arqueológicos en 2002.

Es menester de su historia cultural que Chalcatzingo sea reseñado ampliamente en otras investigaciones como punto de comparación, resaltando cómo son retomados los monumentos de Chalcatzingo: la mayoría de las imágenes son tomadas de los investigadores que han trabajado directamente en el sitio, otras son redibujados a partir de fotos o informes previos –Bernal, 1968; Cyphers, 1992; Joralemon, 1971; López Austin & López Luján, 2001; Pohorilenko, 2008; Reilly III, 1991; Soustelle, 1979 por mencionar algunos–. Destacan los monumentos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 21 y 31 como los más referenciados repetidamente en la literatura arqueológica.

Caso de especial mención merece el Monumento 9 puesto que nunca se trabajó in situ debido a que fue saqueado en los 60s para ser destinado –hasta la actualidad aún perteneciente– a una colección privada en EUA. Este monumento abre el debate no sólo de la problemática de saqueo del patrimonio arqueológico, sino de la falta de

información contextual de dichas piezas: este caso especial cuenta con pocas fotografías y estas mismas existen capturadas desde un mismo ángulo, desconociéndose incluso la parte posterior de la pieza; los dibujos existentes de esta pieza en su mayoría son esquemáticos y derivan directamente de las tomas fotográficas. En este caso la tecnología de escáneres laser se vislumbra como una solución para la producción, gestión y procesamiento de datos desconocidos cuando es imposible acceder o repatriar piezas en el extranjero o colecciones privadas.



Figura 8. Fotografía del Monumento 9, Grove.

De la gran colección de material gráfico se toma en consideración que el material fotográfico ofrece un buen patrón para definir el estado de conservación y los niveles de deterioros de varias monumentos, destacando los casos de: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15 y 21. Los dibujos son un buen parámetro para definir los motivos iconográficos, sin embargo aquí es donde surgen más problemas en el registro arqueológico.

Inicialmente se debe tomar en cuenta que los dibujos por más esquemáticos que sean tienen errores, ya sea de composición, tamaño; además del estilo artístico, debe

mencionarse la escala, las proporciones y formas de motivos. Conjuntamente, el problema conlleva mayores implicaciones puesto que es común ver dibujos o fotografías de Chalcatzingo en trabajos de investigación o de divulgación, retomados de uno u otros autores con los errores propios de la subjetividad del dibujo y el autor.

### **La tecnología de escáneres 3D**

Las pruebas con el escáner láser en Chalcatzingo son el punto de partida de trabajos mucho más extensos, precisos y óptimos; como tal la obtención de imágenes de alta definición no es el objetivo final del trabajo de investigación del proyecto, se trata del mejoramiento de técnicas que ayuden en la evaluación –tanto en dictámenes de conservación como en la determinación de características formales de las piezas– de los diferentes vestigios y el manejo de datos (almacenamiento, accesibilidad, replicación y divulgación).

Las nuevas tecnologías aplicadas en arqueología aspiran a la precisión de los modelos 3D, cuyas dimensiones serán totalmente escaladas y serán compatibles con programas CAD para resaltar elementos, además de apoyarse en fotografías para adecuar y presentar texturas reales. En adición, las labores de captura con estos equipos son relativamente rápidos y eficientes en campo; en términos de opciones derivadas para trabajo en gabinete la impresión 3D permite fabricar modelos a escala que pueden tener destinos académicos, divulgativos y pedagógicos.

La precisión de cada modelo 3D es milimétrica y admite trabajar desde elementos en detalle de una pieza hasta espacios arquitectónicos en su totalidad. La capacidad de captura de los objetos por medio de esta técnica es no invasiva ni destructiva ya que el contacto físico es innecesario y permite la observación de minuciosos detalles labrados, evitando las distorsiones subjetivas de los dibujos o las problemáticas visuales de la fotografía tradicional.

Los modelos resultantes permiten la visualización, medición y evaluación de la condición física de cada monumento; de esta manera estas técnicas sirven también de apoyo a la restauración, ya que funcionan como una aproximación real a cada monumento, previamente a su intervención directa: el registro de acabados de superficie con medidas exactas resulta importante en la elaboración de planes de trabajo por área o a gran escala resaltando elementos no visibles al ojo humano. Se busca además la identificación de acabados escultóricos con el objetivo de vislumbrar técnicas de manufactura y detalles imperceptibles o que no se han descubierto en dibujos y fotografías.

La identificación y registro de elementos iconográficos exacta debe ser aprovechada para la elaboración de un corpus de signos, esto con la finalidad de hacer un catálogo a manera de lo realizado por Peter Joralemon (1971) o Barbara Fash (2003), pero con el alcance de una base de datos digital que puede ser consultada y actualizada de manera más eficiente –esfuerzos digitales como éste ya se realizan en diferentes proyectos mexicanos y extranjeros (Doering & Collins, 2010; 2011; Jiménez Badillo & Ruiz Correa, 2014)–.

Asimismo la precisión con que se capturan los signos es una gran virtud, porque no desfigura a los elementos analizados y permite una compilación en la base de datos con exactitud, además de ser un parámetro altamente recomendable para la comparación de datos y arrojar detalles importantes en cuanto a la composición: la proporción y la distribución de los elementos en una superficie, los cuales son vitales para el entendimiento simbólico integral de piezas completas, ya sean estelas, frisos, paneles o espacios arquitectónicos.

En el escaneo de monumentos en Chalcatzingo se utilizó un equipamiento ligero para realizar pruebas de múltiples rangos: LiDAR terrestre, visualizaciones 3D, GPS, GIS y las técnicas de imágenes fotográficas. Los datos aquí presentados fueron tomados

y se respaldan primordialmente con el escáner Focus 3D –marca FARO–, considerado como instrumento de rango medio (figura 9), es decir, tiene 120 m de alcance y la calidad de sus imágenes es de alta definición.



Figura 9. Escáner colocado en la Plaza principal.

Como apoyo de las lecturas, se establecieron puntos de triangulación poniendo objetivos –[*targets*] pequeñas pelotas blancas– en el suelo. Estos objetivos triangulan los láseres y completan varios aspectos de la información, como datos topográficos y de elementos más puntuales como superficies específicas en una estructura por ejemplo.

Se complementa con levantamientos topográficos –que se tenían previamente– y el posicionamiento con GPS de cada uno de los monumentos. Se seleccionaron estos equipos de escaneo porque el corto o medio alcance pueden producir imágenes de alta resolución, permitiendo el modelado 3D con un alto grado de precisión(Doering & Collins, 2010).

### **Un recorrido de modelos 3D en el estudio de caso**

La información recopilada con el escáner láser dio como resultado varias tomas, que en principio aumentan la base de datos de imágenes fijas que había de los monumentos y estructuras arquitectónicas en Chalcatzingo. Lo más importante de todo es comenzar a utilizar propiamente los modelos procesados y que estos mismos sean manipulables por medio de software especializado –CAD o fotogrametría– para definir patrones específicos y elementos no identificados.

A gran escala se puede observar el modelo de la Estructura B de la Plaza Principal (figura 10), cuyo trabajo se realizó con siete puntos de escaneo: moviendo tanto escáner como los objetivos, estos últimos siempre en grupos de tres elementos para una mejor triangulación de los datos; los primeros tres puntos fueron al frente de la estructura para resaltar la arquitectura oblonga en conjunto con su escalinata.



Figura 10. Imágen escaneada de la Estructura B.

Es importante mencionar que para un máximo aprovechamiento del escaneo, se deben tomar en cuenta siempre las condiciones ambientales de los sitios en los cuales se están tomando las imágenes, no sólo porque estos dispositivos son delicados y costosos,

sino también porque demasiada luz directa en el objeto escaneado interferirá en la lectura del dispositivo.

Igualmente importante es reconocer que aunque los trabajos de campo y las lecturas –incluso de un elemento tan grande como un edificio como el caso de la Estructura B– toman alrededor de 20 minutos, es en el trabajo de gabinete donde se recupera la mayor cantidad de datos de volumen y texturas al procesar las nubes de puntos derivadas del escaneo en conjunto con todos los materiales de apoyo, tanto de sistemas de información geográfica y gráficos.

Otro escaneo a menor escala fue el Monumento 22, donde se puede apreciar tanto motivos labrados como elementos asociados (figuras 11-12). Al igual que la Estructura B, el Monumento 22 tuvo repetidas lecturas –nueve en total–.



Figura 11. Colocación de puntos para el escaneo en el monumento 22.

A pesar de los elementos ajenos como la cubierta del monumento, éstos se pueden eliminar durante el proceso de datos, una vez eliminados este tipo de datos “ruido” permiten resaltar la forma esencial del objeto escaneado, haciendo hincapié en que dicho proceso no es invasivo y el procesamiento de datos se puede elaborar con mayor cuidado en gabinete.



Figura 12. Imágen del Monumento 22, durante el escaneo y después del proceso.

Como eje principal del registro de monumentos arqueológicos se tienen los variados relieves asociados al Cerro Ancho. Los trabajos de escaneo consiguieron datos que ahora se pueden usar como el punto de partida de comparaciones en el registro de dichas piezas.

### **Monumento 1 – “El dador de agua”**

Se trata quizá del monumento más emblemático de Chalcatzingo, primeramente porque este relieve fue reportado por primera vez en los años 30s y gracias a el hallazgo se registro como zona arqueológica. Este monumento ha sido dibujado y fotografiado ampliamente por su carga simbólica, iconográfica e iconológica tomando detalle de cada uno de los símbolos independientemente (figura 13).

Sin embargo, la imagen de escáner nos puede dar información adicional como las dimensiones exactas del monumento completo y de cada uno de los motivos –hasta ahora ningún trabajo menciona a precisión las medidas y disposición de motivos–.

El comparativo de fotos y dibujos resulta ser dispar, se observa el cambio de proporción, escala y hasta de algunos trazos artísticos de la pieza. Se observa con claridad la cercanía de imagen entre fotos –en sus diferentes épocas– y el escáner, las permutas de los dibujos es más marcada en un comparativo en escala contra los dibujos. De todos los monumentos de Chalcatzingo, es probable que sea el Monumento

1 donde sea más aparente la forma esquemática de dibujo en contra de los dibujos naturalistas que definen y no excluyen el estado de conservación del vestigio arqueológico, igualmente en este rubro hay diferencia de forma y contenido en los dibujos que si lo caracterizan.

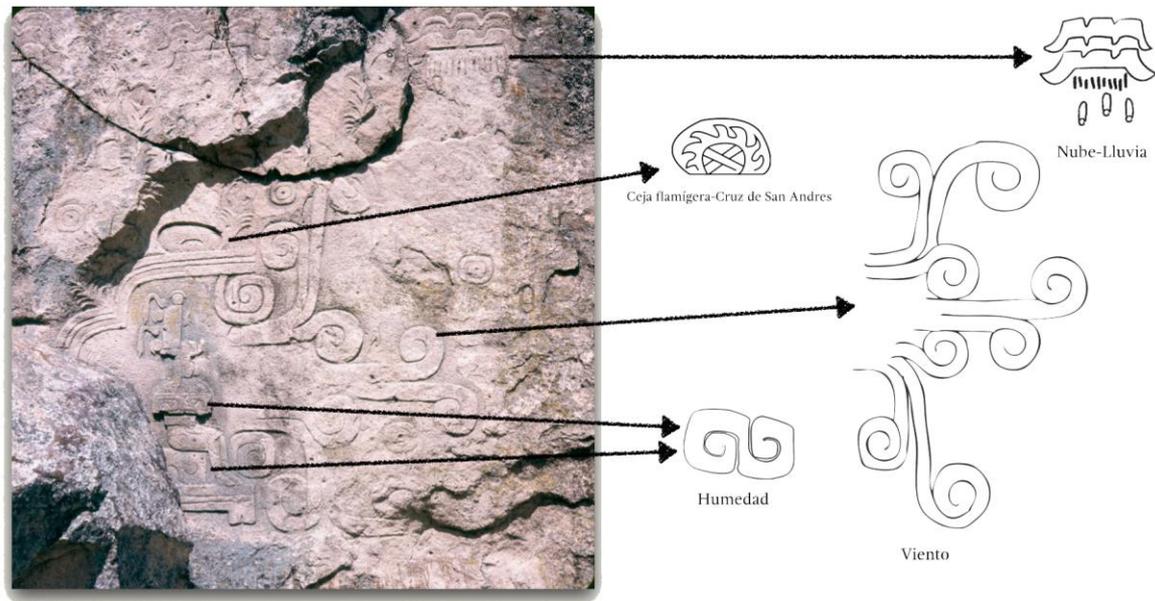


Figura 13. Imagen mostrando la desfragmentación Monumento 1 “El Dador del Agua”.

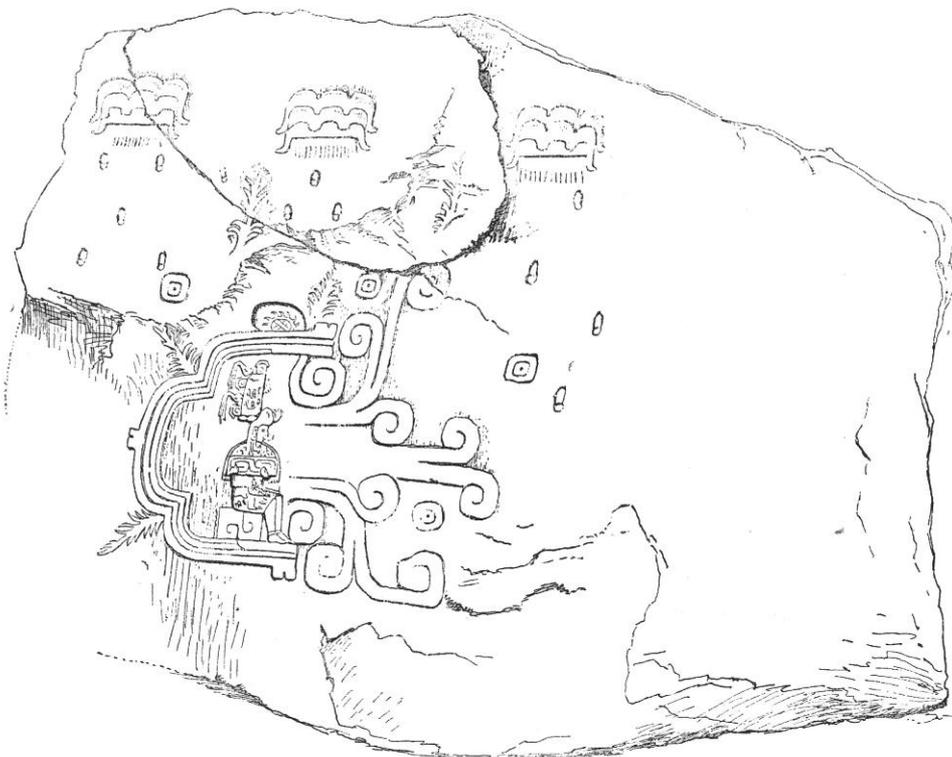


Figura 14. Dibujo del Monumento 1, tomado de Eulalia Guzmán (1934).

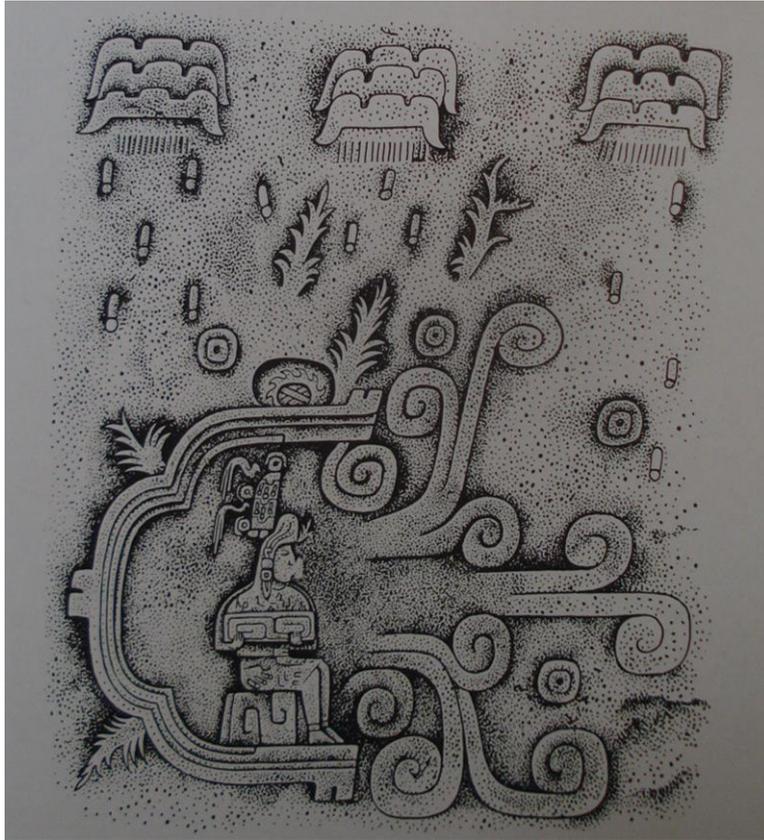


Figura 15. Dibujo del Monumento 1, tomado de Piña Chan y Covarrubias (1964).



Figura 16. Dibujo del Monumento 1, tomado de Carlo Gay (1967).

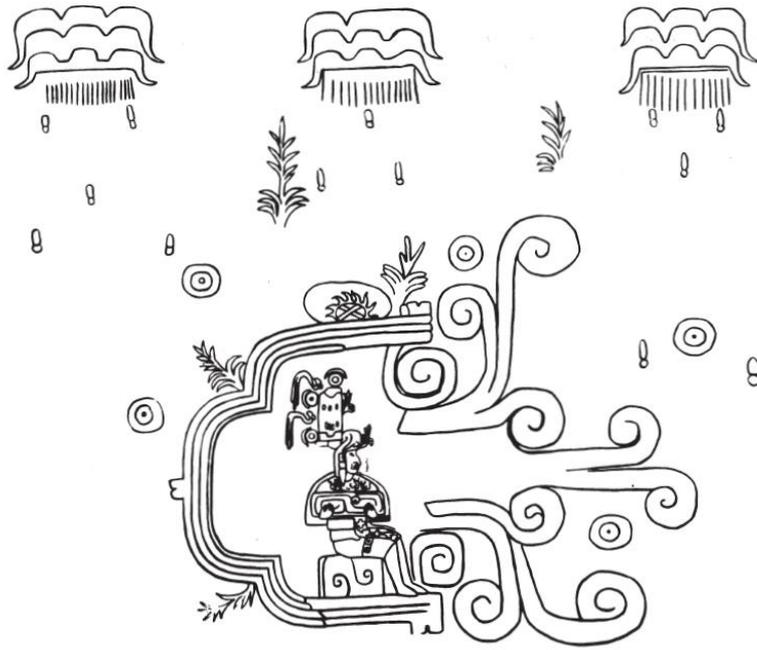


Figura 17. Dibujo del Monumento 1, tomado de Cook de Leonard (1967).

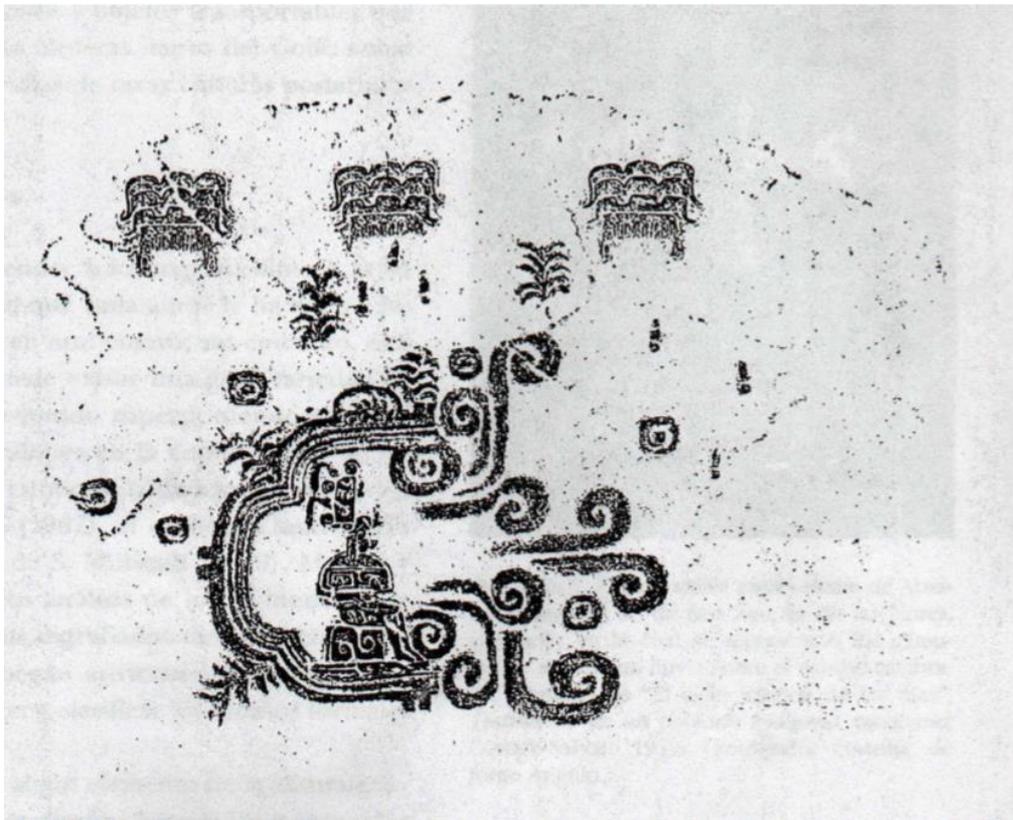


Figura 18. Dibujo del Monumento 1 realizado mediante calca por Chappie - Angulo (1972).



Figura 19. Dibujo del Monumento 1, realizado en el Proyecto Arqueológico vigente, por el Arq. Victor Hugo Buendia (2008).

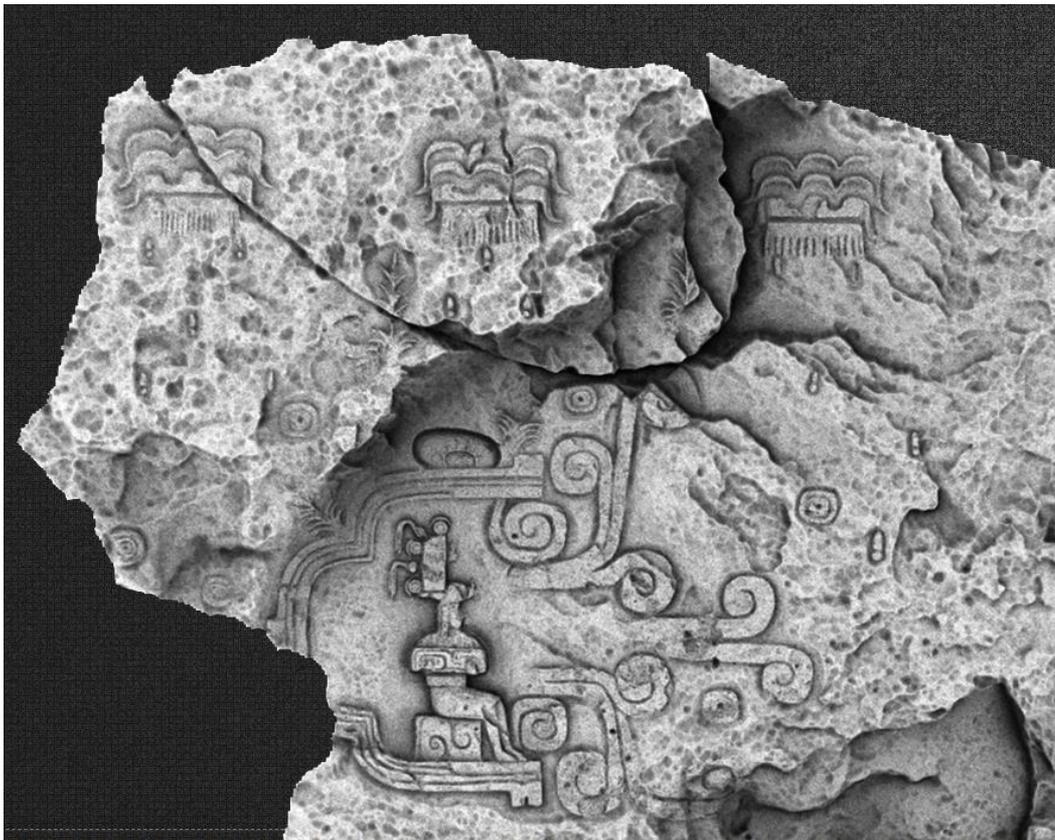
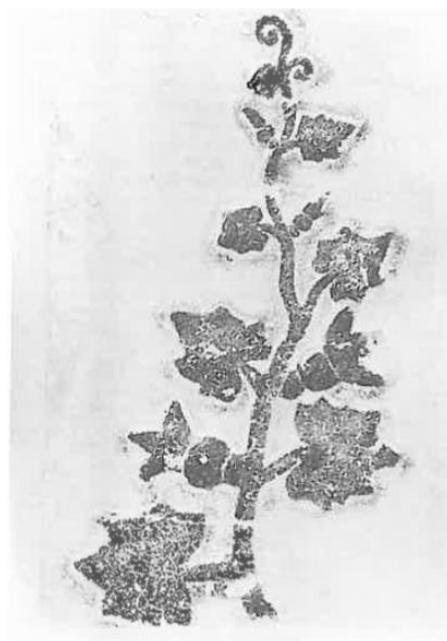


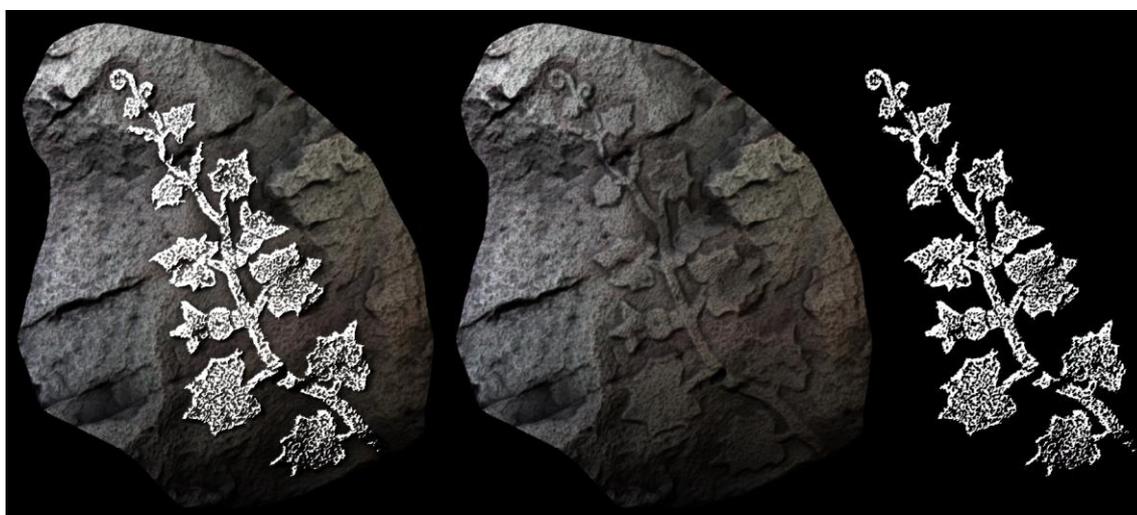
Figura 20. Escaneo del Monumento 1 realizado durante el Proyecto Chalcatzingo vigente, por la AIST (Travis Doering y Lori Collins - 2011).

### Monumento 6 – “Guía de calabaza”

Este relieve, aunque simple, también tiene diferencias evidentes en el trazo de los dibujos, se puede notar en las imágenes el estado de conservación y el nivel de intemperismo a los que han sido expuestos. Este relieve no es independiente, además de estar asociado con el Monumento 1, forma un friso completo con los Monumentos 7, 8, 10, 11, 14 y 15 –se le denomina Friso de la Fertilidad–.

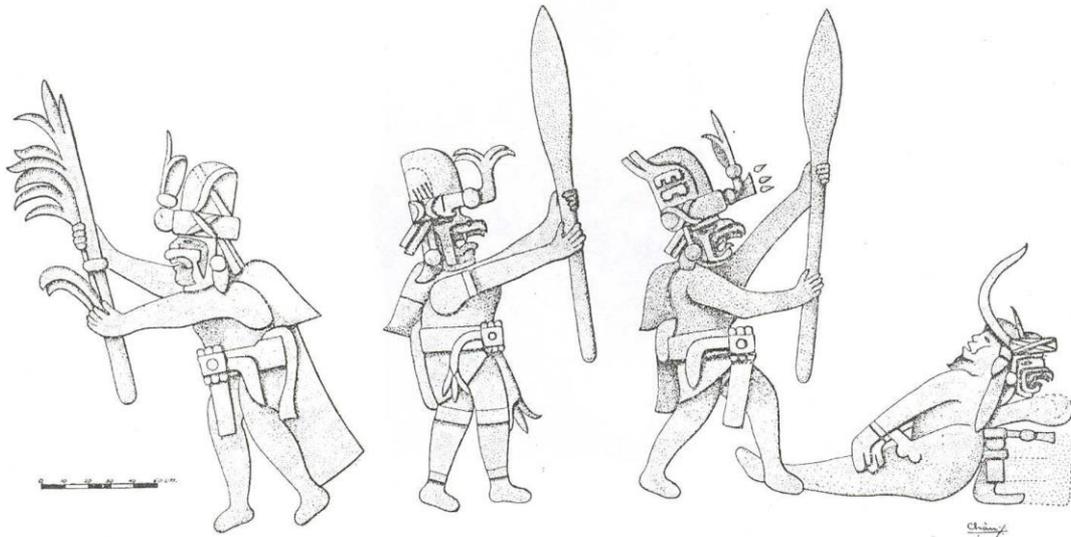


Figuras 21-23. Dibujo (Cook de Leonard 1967), calca (Chappie 1972) y escaneo ( AIST 2012) del monumento 6.



## Monumento 2 – “La Procesión”

Al igual que el Monumento 1, esta pieza presenta puntos confusos en su registro. El Monumento 2 tuvo problemáticas de visibilidad por una gran roca que se encontraba al frente del relieve<sup>7</sup>, razón por la que Eulalia Guzmán tuvo que dibujarlo incompleto; sus sucesores se las ingeniaron para dibujarlo completo pero con variaciones propias de la perspectiva y dimensiones.



Figuras 24-25. Dibujos del Monumento 2, Piñá Chan 1955 (arriba, Cook de Leonard 1967 (abajo).

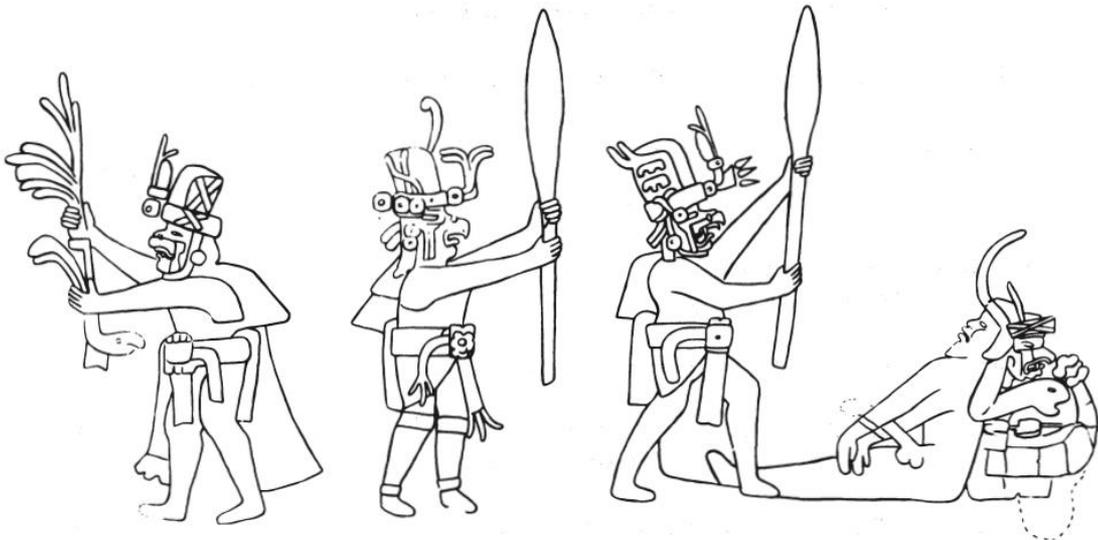


Figure 1

<sup>7</sup>Hacia 2010 se hicieron trabajos de remoción de este elemento, nocivo no sólo a la visibilidad sino para el relieve mismo porque para observarlo era necesario entremeterse entre las dos rocas.

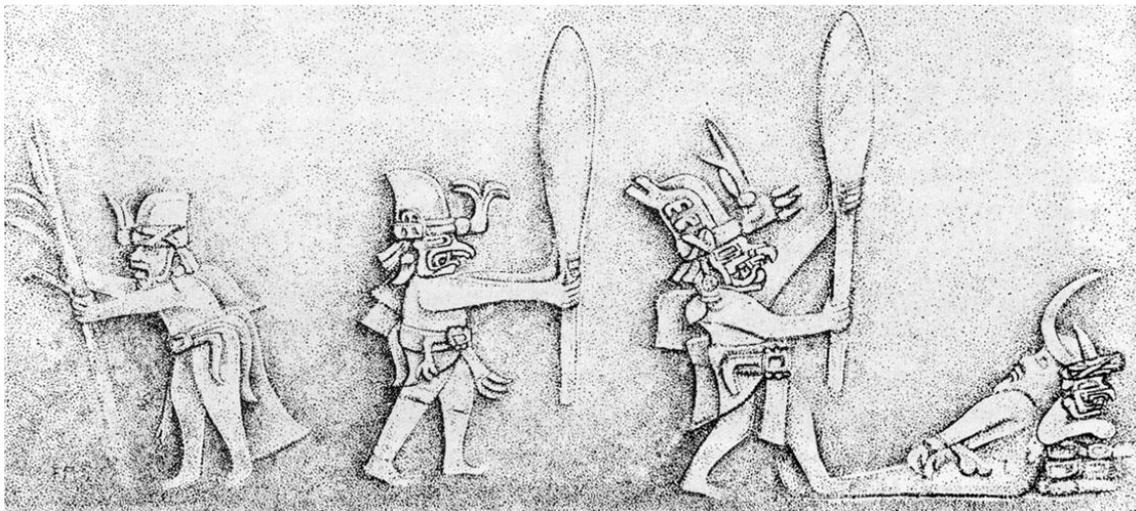


Figura 26-27. Dibujos del Monumento 2 realizados por Carlo Gay (arriba) y Barbara Fash (abajo).

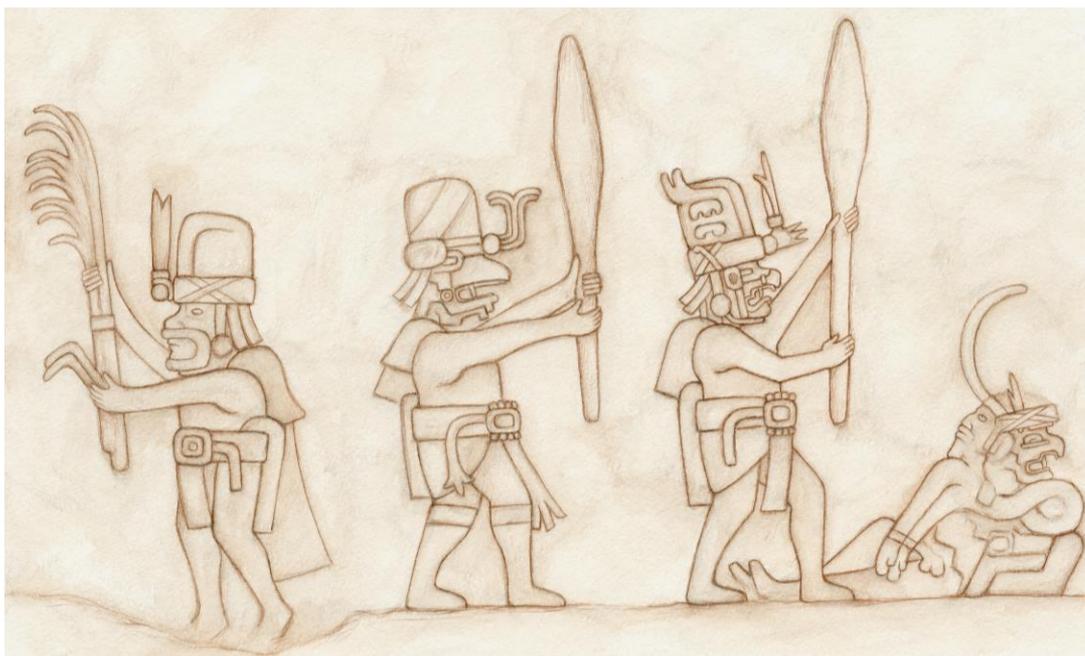
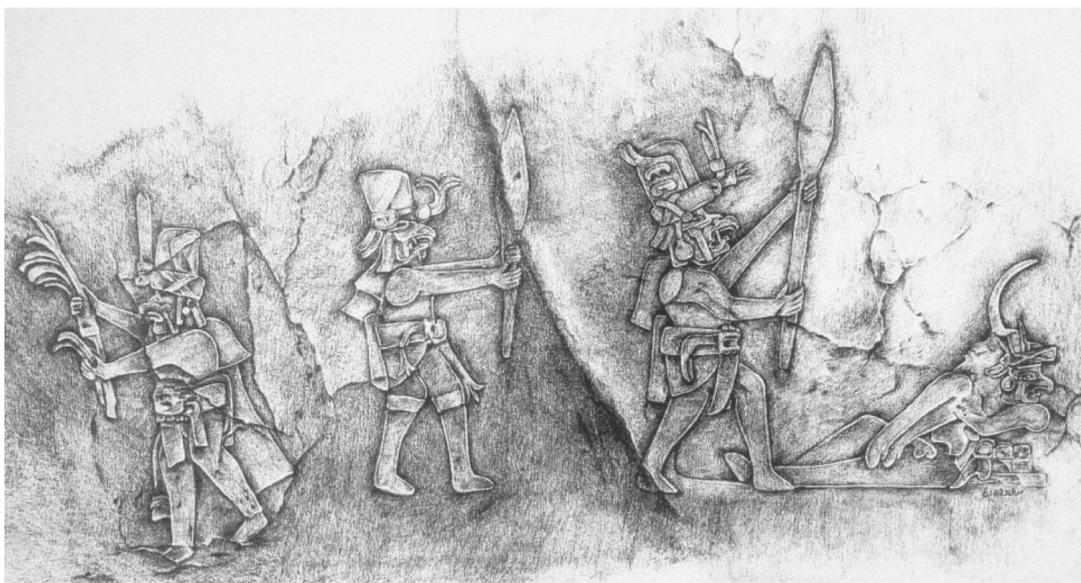


Figura 28. Dibujo del Monumento 2 realizado durante el Proyecto Chalcatzingo (2008).



Figuras 29-30. Escaneo del Monumento 2 y realizado por AIST (Travis Doering y Lori Collins, 2011).



Dentro de las variaciones se puede ver que el primer personaje –de derecha a izquierda– que está recostado siempre ha sido objeto de confusiones, los motivos labrados están ya muy desgastados para observar a detalle la conformación en la que se encontraba. El escaneo tiene detalles al respecto que serán trabajados a fondo para hacer una inferencia de su contenido.

### Monumento 31 – “Felino agazapado”

Hay pocos dibujos de esta pieza y los que hay son retomados de fotos como el caso de Reilly III (1996). La gran ventaja de los escaneos en piezas exentas de la pared del cerro –como el Monumento 31– es que se pueden hacer varias lecturas con el escáner para formar modelos 3D totales, lo que implica conocer todos los ángulos de los elementos. En este caso se recuperan además la simbología independiente del relieve.



Figura 31. Fotografía del Monumento 31.



Figura 32. Imágen del escaneo del Monumento 31, visto de diferentes ángulos.

### **Monumento 41 – “Triada de felinos”**

Monumento descubierto en 2011 que se conforma al igual que el Monumento 31 como una estela, el excelente estado de conservación en el que fue recuperado su relieve hace que los datos sobresalgan desde todos los ángulos visibles. Esta pieza también es relevante dado al excelente trabajo de restauración, originalmente esta pieza fue hallada en once fragmentos de roca.



Figura 33. Imagen del escaneo del monumento 41, con vistas de sus diferentes ángulos.

Tanto el Monumento 31 como el 41 son piezas que requieren cinco lecturas del equipo para inspeccionar su superficie total. Una vez trabajadas en computadora, derivan las vistas desdobladas de todas las caras de cada monumento.

### **Monumento 43 – “Trono”**

Hallado en 2012, se trata de un gran macizo rocoso que tiene labrados sencillos que no han sido tratados iconográficos, además del dibujo y fotos en contexto arqueológico el escaneo láser fue el primer registro formal de la pieza.



Figura 34. Escaneo del Monumento 43.

#### **Monumento 44**

Igualmente descubierto en 2012, es una pieza que se recuperó de excavación en el espacio cerrado de un patio en asociación con los Monumento 27, 33 y 34. Al igual que el Monumento 43 se tienen sólo dibujos y fotos de contexto arqueológico, y el escaneo como primeros registros formales.

Así mismo, se infiere que puede ser un fragmento faltante del Monumento 34, por medio de estas técnicas digitales se podría hacer la unión hipotética de las piezas para confirmar o desechar la hipótesis.

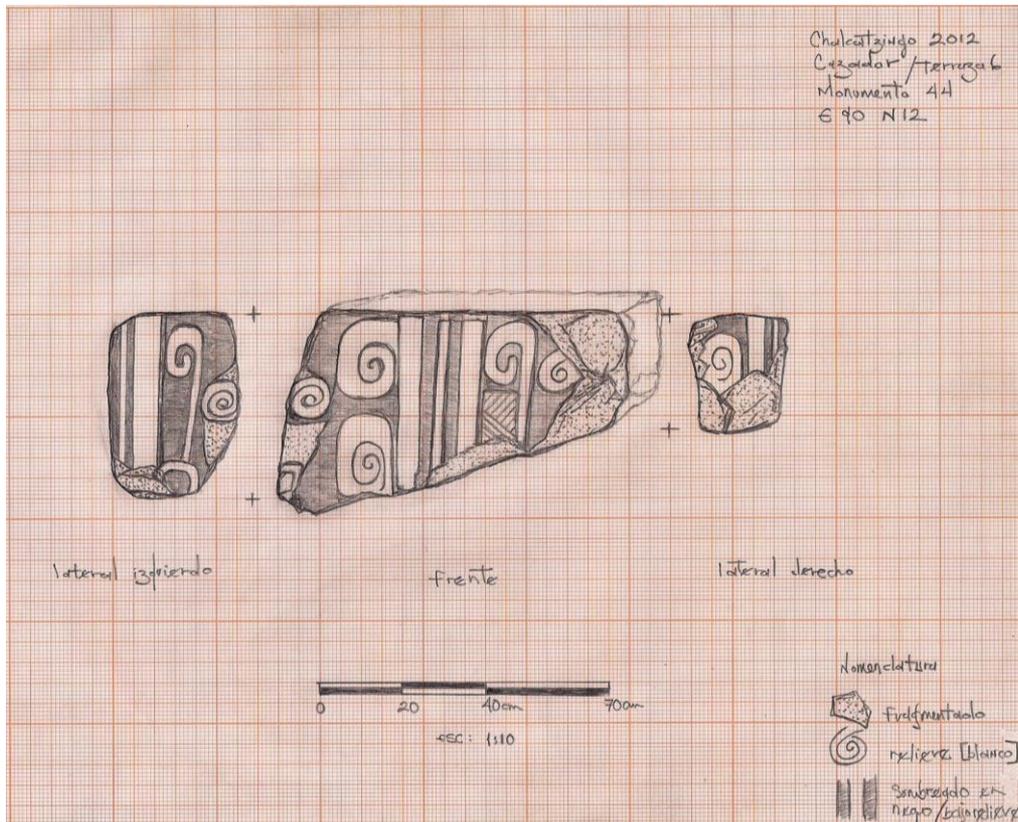


Figura 35. Registro mediante dibujo del Monumento 44.



Figura 35. Imagen escaneada del Monumento 44.

## **Imaginería en Chalcatzingo**

Los relieves de Chalcatzingo han sido objeto de diversas reflexiones e inferencias, las distintas necesidades académicas han llevado al actual proyecto de investigación a proponer algunas de sus hipótesis directamente en las imágenes plasmadas en roca, las cuales forman parte de una escritura y un discurso completo que refiere a la cosmovisión y conformación política de lo olmeca en el Altiplano Central (Córdova Tello, 2008). En este sentido, las labores de contrastación de hipótesis son más fiables con ayuda de la base de datos que contenga un detallado registro de los motivos iconográficos y un catálogo de monumentos derivado de la aplicación de tecnologías recientes de registro.

Así como se hacen específicas las necesidades académicas, hay necesidades concernientes a Chalcatzingo como sitio arqueológico abierto al público que conlleva otro tipo de problemas concretos. Considerando la poca afluencia de visitantes en la zona arqueológica aproximadamente 1300 personas como media mensual, (Espinosa Severino, 2012), por su considerable dificultad de accesibilidad, tanto a la llegada al lugar como la propia infraestructura de servicios de la zona, los medios digitales podrían mostrar un instrumento contundente para la difusión de la información y accesibilidad al sitio.

Como se puede ver, las imágenes estáticas procesadas de los escaneos son una opción viable para producir las gráficas en el sitio propio, resaltando la buena presentación de los materiales audio-visuales y sustentado en datos concretos y reales provenientes directamente de las investigaciones arqueológicas como parte del cederario informativo propuesto desde 2012. Además actualmente se han visto tecnologías como realidad aumentada o enlaces a páginas web con mucha información complementaria que mejoraría la experiencia de visita de sitios arqueológicos.

Una página de Chalcatzingo haría promoción de la zona arqueológica como tal, y además los modelos de recorridos virtuales adicionados con los materiales 3D e imágenes de alta definición harían posible la accesibilidad del sitio a aquellos usuarios a los cuales se les dificulte la movilidad por tiempos o distancias. Como se ha hecho en el INAH desde 2009 con proyectos de escaneo de complejos arquitectónicos (Mora Flores, 2011), así como labores de digitalización en 2011 de piezas del Museo Nacional de Antropología por medio de tomas fotográficas de alta resolución, poniendo disponibles imágenes “megapíxeles” y “paseos virtuales” en su página de internet.

Las innovaciones en cuanto a la impresión 3D y las pruebas realizadas por el grupo de trabajo de la AIST-USF observan que es igualmente viable imprimir modelos reales a escala exacta de los monumentos de Chalcatzingo, con fines académicos y también para realizar materiales didácticos. Materiales didácticos que servirían para dar un acercamiento real y tangible proponiéndose en un primer acercamiento a escuelas locales y población en general para apoyar las labores de conciencia y conservación de su sitio arqueológico.

## **Comentarios finales**

El recuento de las imágenes de Chalcatzingo deja mucho que hacer dentro de las labores y objetivos en el proyecto arqueológico vigente. Por medio de la instrumentación de la tecnología láser 3D se pueden cubrir efectivamente diversas necesidades de un sitio arqueológico en el plano de lo académico, lo social y la propia infraestructura de difusión. El caso concreto de las pruebas con escáner en Chalcatzingo deja visible la factibilidad del registro arqueológico y las opciones disponibles de un registro preciso.

Esta tecnología es efectiva y fiable, no debe dejarse de lado como una fuente de información valiosa dentro de las labores de investigación; sin embargo tampoco debe omitirse que dicho equipamiento debe estar disponible para los proyectos de investigación o deben conformarse acuerdos de colaboración entre dependencias para tener acceso a éste. Además se debe tomar como viable el trabajo conjunto entre quienes administran los sitios arqueológicos y los responsables de dicha tecnología para afrontar las metas a corto, mediano y largo plazo.

En Chalcatzingo se sigue esperando un trabajo mayor con la tecnología láser, a disposición de presupuestos que permitan el transporte de otro tipo de escáner con diferentes rangos de precisión y los recursos humanos que permitan procesar el cúmulo de información derivado de los trabajos de campo. Los desafíos futuros dentro del sitio consideran un modelo total de la zona, elaborado con escáneres del más alto rango de registro, éste sería caracterizado para ver la disposición de las áreas de actividad con su topografía, además de complementar visitas virtuales.

Igualmente se contempla el registro de artefactos arqueológicos menores como piezas cerámicas –figurillas, vasijas– e instrumentos líticos. Al igual que el registro con los relieves, modelos 3D de artefactos menores acrecentarían los datos y la información formal de cada uno de dichos artefactos, implementando nuevas formas de registro más

concisas en materiales que a veces no son medidos a exactitud. Otro punto que se puede explotar es el escaneo de contextos arqueológicos conforme se excava, esto como una medida asequible de la recuperación total de la disposición de espacios en excavación; a pesar de que conforme se retiran las capas de tierra se fotografía y dibuja, la realidad arqueológica es que el investigador puede perder detalles del contexto en el proceso de excavación.

Las posibilidades son vastas, el registro es una base en la labor arqueológica y el buen término de ello es útil para disponer el conocimiento de diversas maneras. Como se ve, la tecnología de escáner 3D encamina a la multiplicación de enfoques dentro de la investigación arqueológica, la senda debe ser el cumplimiento de las metas y la realización de más pruebas de este equipamiento y de otros que faciliten las labores de investigación y conservación de los sitios arqueológicos.

En suma, si estas opciones son viables también para disponer de recursos en los medios electrónicos, ya no solamente para especialistas, debe abrirse la brecha para que la sociedad en general pueda apreciar y conocer más el patrimonio arqueológico de México, dentro y fuera del país. Esto como soporte de todo el trabajo que ya se realiza con un enfoque adicional a la parte social.

Si bien, los relieves de Chalcatzingo anteceden a toda la tecnología láser ocupada hoy en día, las imágenes que derivan de su aplicación serán el vivo testigo de una tradición histórica que ha perdurado desde hace más de 3000 años en el centro de México.

## Bibliografía

Angulo, J. (1987). Los relieves del grupo IA1 en la montaña sagrada de Chalcatzingo. En *Homenaje a Román Piña Chan* (págs. 191-228). México: IIA/UNAM.

Bernal, I. (1968). *El mundo olmeca*. México: Porrúa.

Cook de Leonard, C. (1967). Sculptures and rock carving at Chalcatzingo, Morelos. En *Studies in olmec archaeology* (págs. 57-84). California: Contributions of the University of California archaeological research facility.

Covarrubias, M. (1946). El arte "olmeca" o de La Venta. *Cuadernos americanos*, 4, 153-179.

Cyphers, A. (1992). *Chalcatzingo Morelos, Estudio de cerámica y sociedad*. México: UNAM/IIA.

Córdova Tello, M. (2008). La tradición Olmeca de Chalcatzingo revisión historiográfica y propuesta metodológica. *Thule Revista italiana di studi americanistici*, 261-276.

Córdova Tello, M., & Lepez Vela, R. (2006). Chalcatzingo: Crónica de la lucha por el patrimonio. *Diario de Campo* (83), 54-63.

Córdova Tello, M., & Meza Rodríguez, C. (2007). Chalcatzingo, Morelos. Un discurso sobre piedra. *Arqueología Mexicana*, XV (87), 60-65.

Córdova Tello, M., & Meza Rodríguez, C. (2009). *Plan de Manejo. Zona de Monumentos Arqueológicos de Chalcatzingo*. INAH. México: Archivo técnico.

Doering, T. F., & Collins, L. D. (2010). Revisiting Kaminajuyu Monument 65 in three-dimensional high definition. En *The place of sculpture in Mesoamerica's Preclassic transition: context, use, and meaning*. Washington: Dumbarton Oaks.

Doering, T. F., & Collins, L. D. (2011). *The Takalik Abaj monumental stone sculpture project: High definition digital documentation and analysis*. Alliance for

Integrated Spatial Technologies/University of South Florida. Guatemala: Schieber de Lavarreda y Orrega/Ministerio de Cultura y Deportes De Guatemala/Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural-IDAEH/Proyecto Nacional Tak'alik Ab'aj.

Fash, B. (2003). *Proyecto de archivo y base de datos de Copán*. Recuperado el 9 de Octubre de 2011, de Foundation for the advancement of mesoamerican studies, INC.: [www.famsi.org](http://www.famsi.org)

Gándara, M. (1998). La interpretación temática y la conservación del patrimonio cultural. En B. Cárdenas, *Memoria, 60 años de la ENAH* (págs. 453-477). México: ENAH.

Gay, C. (1966). Rock carving at Chalcatzingo. *Natural History*, LXXV, 56-61.

Gay, C. (1972). *Chalcacingo*. Portland: International Scholarly Book Service Inc.

Gillespie, S. (2008). Chalcatzingo monument 34: A formative period "southern style" stela in the central mexican highlands. *The PARI Journal*, IX (1), 8-16.

Grove, D. (1968). Chalcatzingo, Morelos, Mexico: A reappraisal of the olmec rock carvings. *American Antiquity*, 33 (4), 486-491.

Grove, D. (1984). *Chalcatzingo: Excavations on the olmec frontier*. Nueva York y Londres: Thames & Hudson.

Grove, D. (Ed.). (1987). *Ancient Chalcatzingo*. Austin, EUA: University of Texas Press.

Grove, D., & Angulo, J. (1987). A catalog and description of Chalcatzingo's monuments. En D. Grove (Ed.), *Ancient Chalcatzingo* (págs. 113-131). Austin: University Texas Press.

Guzmán, E. (1934). Los relieves de las rocas del Cerro Cantera, Jonacatepec, Mor. *Anales del Museo Nacional de México*, 1 (2), 237-251.

Hirth, K. (2008). Unidad doméstica, comunidad y artesanía en un cacicazgo del Formativo Medio: revalorando la importancia del Proyecto Chalcatzingo. En A. Cyphers, & K. Hirth (Edits.), *Ideología política y sociedad en el periodo Formativo. Ensayos en homenaje al doctor David C. Grove* (págs. 93-125). México: UNAM/IIA.

Iwaniszewski, S. (2011). El paisaje como relación. En S. Iwaniszewski, & S. Vigliani (Edits.), *Identidad, paisaje y patrimonio* (págs. 23-38). México: DEH/ENAH/INAH/CONACULTA.

Jiménez Badillo, D., & Ruiz Correa, S. (2014). Proyecto "Desarrollo de aplicaciones de computación en arqueología". *Arqueología mexicana* (Edición Especial 56), 75-76.

Joralemon, P. D. (1971). A study of olmec iconography. *Studies in Pre-Columbian art and archaeology* (7), 1-95.

López Austin, A., & López Luján, L. (2001). *El pasado indígena*. México: FCE/COLMEX.

Malvido, A. (2004). Cibercultura. Estoy en red, luego éxito. En L. Arizpe, & L. Arizpe (Ed.), *Los retos culturales de México* (págs. 101-118). México: UNAM/Porrúa.

Mora Flores, Á. (2011). Tecnología escáner láser aplicada al estudio del patrimonio cultural edificado de México. *Intervención. Revista internacional de conservación y restauración y museología* (3), 51-54.

Nalda, E. (2004). Patrimonio arqueológico. Problemas antiguos, soluciones nuevas. En L. Arizpe (Ed.), *Los retos culturales en México* (págs. 307-317). México: Porrúa/H. Cámara de Diputados LIX Legislatura/UNAM.

Odena Güemes, L. (1988). La fotografía. En C. García Mora, & M. d. del Valle Berrocal (Edits.), *La antropología en México. Panorama histórico. 6. El desarrollo técnico* (Vol. 6, págs. 611-634). México: INAH.

Olivé, L. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*. México: Páidos/UNAM.

Piña Chan, R. (1955). *Chalcatzingo, Morelos*. México: INAH.

Piña Chan, R., & Covarrubias, L. (1964). *El pueblo del jaguar (Los olmecas arqueológicos)*. México: SEP/Consejo para la planeación del Museo Nacional de Antropología.

Pohorilenko, A. (2008). La iconografía olmeca: jaguares gruñidores, deidades y seres humanos con el labio superior ensanchado. En K. Hirth, & A. Cyphers (Edits.), *Ideología política y sociedad en el periodo formativo. Ensayos en homenaje al doctor David Grove* (págs. 343-370). México: UNAM/IIA.

Reilly III, K. F. (1991). Olmec iconographic influences on the symbols of maya rulership. En V. Fields (Ed.), *Sixth Palenque Round Table, 1986* (págs. 151-166). Norman: University of Oklahoma Press.

Ruiz Zapatero, G. (1998). Fragmentos del pasado: la presentación de sitios arqueológicos y la función social de la arqueología. *Treballs d'Arqueologia* (5), 7-34.

Soustelle, J. (1979). *Los olmecas* (2ª edición de 2012). México: FCE.

Watson, J. P. (2006). Arqueología, antropología y el concepto de cultura. *Revista Inversa*, 2 (2).