

LA ESTEREOFOTOGRAMETRÍA, APLICADA EN LA ARQUITECTURA DE MONUMENTOS ORIENTALES

POR ESTEBAN LLAGOSTERA
Universidad Autónoma. Madrid

BIBLID: [0571-3692 (2003) 129-145]

RESUMEN: Se describe la técnica de la estereofotogrametría, utilizada para determinar el estado de conservación de importantes monumentos orientales de la antigüedad, que habían recibido de la Comisión de la UNESCO la designación de Patrimonio de la Humanidad. Basándose en los resultados obtenidos, se procedió a la restauración de los siguientes monumentos: Abu Simbel y Philae (*Egipto*), Borobudur (*Indonesia*), Palacio Real de Hanuman-Dhoka (*Nepal*), Petra (*Jordania*), Catedral de Estrasburgo y el “Palacio” Ideal de Cheval (*Francia*), entre otros.

PALABRAS CLAVE: Estereofotogrametría. Restauración. Templo. Monumento. UNESCO. Abu Simbel. Philae. Palacio. Hanuman-Dhoka. Bioestereometría. Catedral. Egipto. Ramsés II, Nefertari, Indonesia. Nepal. Petra. Francia.

ABSTRACT: A description of the technique of stereophotogrametry used to determine the state of preservation of important ancient oriental monuments, which have been considered as World Heritage by the UNESCO Commissionate. According to the obtained results, a restoration of the following monuments was taken up: Abu Simbel and Philae (Egypt); Borobudur (Indonesia); Petra (Jordan); Royal Palace of Hanuman-Dhoka (Nepal); Strasbourg Cathedral and the “Palace” of Cheval (France) among others.

KEY WORDS: Stereophotogrametry. Restoration. Temple. Monument. UNESCO. Abu Simbel. Philae. Palace. Hanuman-Dhoka. Biostereometry. Cathedral. Egypt. Ramesses II, Nefertari, Indonesia. Nepal. Petra. France.

La palabra estereofotogrametría, proviene del griego *Stereós* que significa sólido, aunque se usa también en la formación de neologismos que denotan “tres dimensiones”, de *Phôs-Phothós* que quiere decir luz y *métron* que significa medida.

A manera de introducción, permítanme que les describa como se realiza la estereofotogrametría y les muestre algunos ejemplos.

Entre las numerosas aplicaciones de la fotografía, la fotogrametría es una de las más útiles, de las más espectaculares y de las menos conocidas.

Ello se debe esencialmente, a los procedimientos utilizados para establecer los relieves; es decir, de la técnica fotogramétrica aplicada a la medida, tan completa y exacta como pueda ser posible. Lo que van a conocer Vds. son relieves de arquitectura de monumentos, todos ellos de un importantísimo valor, que fueron declarados Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO¹.

Todas estas obras de arte, tienen en común que se encuentren en el mundo en que vivimos, que estén amenazadas en su propia existencia, por el más terrible depredador de la creación, el Hombre, por el paso de los años desde su construcción, por la polución del aire, por el entorno vegetal (los que lo tienen), que quiere recuperar lo que el hombre le arrebató tiempo atrás y también, en algunos casos, por las sacudidas sísmicas.

Fue por todo esto, que bajo la comisión de la UNESCO, del Gobierno Francés (Ministerio de Asuntos Extranjeros y Ministerio de Cultura), el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Francia y la Casa Kodak-Pathé de París, se procedió a la fotogrametría masiva de estas joyas irrepetibles. El trabajo previo a la restauración, les llevó más de siete años de intensísimo trabajo, como vamos a describir a continuación.

Los seres humanos y algunas especies de animales superiores, pueden ver en relieve, como consecuencia de su visión binocular. La imagen que contemplamos con el ojo derecho, no es igual a la que vemos con el ojo izquierdo y al sobreponerse una a la otra en el cerebro, percibimos el relieve.

Esta antigua técnica, que es la fotogrametría, desarrollada hace más de 150 años por Laussedat² (que en un principio bautizó con el nombre de Metrofotografía), fue puesta en servicio especialmente, para confeccionar relieves topográficos establecidos con la ayuda de fotografías tomadas sobre el terreno, y progresivamente –a partir de los años 30’s– desde aviones.

La Fotogrametría, como así se la denominó más tarde, por el arquitecto alemán Albrecht Meydenbauer, consiste esencialmente, en tomar fotografías de los puntos más característicos de un objeto dado, y determinar exactamente la posición de cada punto, por la intersección de los diferentes ejes de visión, relativos a este punto. La dirección de cada eje de visión, es determinada por la medida del ángulo que forma, tanto en el plano horizontal de referencia, como en el vertical sobre éste.

¹ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, que fue fundado en el mes de Noviembre de 1946, con sede en París).

² Aimé Laussedat (1819-1907). Inventor y geodesta galo, que alcanzó el grado de coronel en el Ejército francés, habiendo sido también, profesor de la Escuela Politécnica de París. Estableció los fundamentos de la utilización de la fotografía en la confección de mapas terrestres e introdujo importantes novedades en las técnicas cartográficas. Colaboró también en el desarrollo de un teodolito fotográfico y mejoró numerosos instrumentos en astronomía.

Es absolutamente necesario, conocer con exactitud y precisión las características ópticas y geométricas de la cámara métrica a utilizar, es decir, las características de la perspectiva que tendrá la imagen fotográfica resultante.

Basados en esta técnica y ayudados por potentes ordenadores, en los últimos 40 años se han realizado estereofotogrametrías de los principales monumentos, que son Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad y que por su estado de conservación, necesitaban perentoriamente este tipo de estudio.

Como dije, la UNESCO, junto con el IGN, los Ministerios de Cultura y Asuntos Extranjeros y la Casa Kodak-Pathé, realizaron esta gran obra, que podemos calificar, sin reparos, de faraónica, debido a que prácticamente no tendrá fin, pues deberá comprobarse periódicamente el estado de conservación de estas joyas únicas e irrepetibles. Se trata pues, de una técnica puesta al servicio del arte de los relieves arquitectónicos, con el fin de dar a éstos, todo el rigor científico exigido hoy en día, para obtener una documentación gráfica, sobre la cual se van a sustentar todas las operaciones necesarias para la conservación, restauración y salvaguarda, de estas extraordinarias obras maestras realizadas por el hombre en diferentes épocas, civilizaciones y continentes.

Desde la invención de la fotografía, por Niepce³ (la primera fotografía que hizo fue con una emulsión de Betún de Judea sobre un cartón y la exposición duró 8 horas), surgió la idea de poder utilizarla para establecer relieves en arquitectura. Por tanto, esta antigua técnica que evoluciona tan rápida y constantemente (hoy en día la electrónica y la informática juegan un papel crucial), es el resultado del desarrollo del invento de Laussedat. Actualmente, está mundialmente adoptada, para trazar mapas y planos a cualquier escala. También se utiliza en ingeniería civil, controles industriales, en hidráulica, ciencias ambientales, medicina, arte, etc., etc.

Estos relieves se ejecutan en dos fases bien distintas. En primer lugar las operaciones *in situ*, que estriban en la toma de las fotografías de un monumento u objeto dado, documentación fundamental, incluso si la degradación está aún en curso. Se trata de establecer el relieve de un objeto, a partir de dos perspectivas fotográficas. Consiste efectivamente, en rayos perspectivos, de la misma manera que cuando se trata de miras hechas con un instrumento topográfico, buscando por cálculo o por gráficos, la intersección de pares de rayos perspectivos homólogos.

³ Joseph-Nicéphore Niepce (1765-1833). Físico e inventor francés. En el año 1822, consiguió las primeras placas de objetos con una cámara oscura por el procedimiento del bitumen; a ello le llamó *Niepcotipia*. A partir de 1829, trabajó asociado con el fotógrafo Daguerre (1789-1851), quien perfeccionó los inventos de Niepce, fundamentales para el desarrollo técnico de la fotografía.

Esto se logra, al examinar simultáneamente, dos fotografías del mismo sujeto tomadas desde puntos de vista diferentes. Para facilitar este examen, se utilizan instrumentos de óptica simples, que no tienen otro objeto que obligar al ojo izquierdo, a observar solamente la fotografía izquierda y al derecho, la derecha. El observador, “fusiona” en su cerebro las dos imágenes fotográficas en una sola, imagen que verá en relieve. La agudeza visual humana permite efectuar esta operación con gran precisión, teniendo en cuenta además, que la imagen estereoscópica presenta un relieve fuertemente exagerado. Esta descripción de laboratorio, se realizó con gran facilidad utilizando potentes ordenadores y programas desarrollados expresamente para este fin.

La técnica más utilizada, es la siguiente: Dos articulaciones fijas, representan los dos puntos de vista. Las dos fotografías ya reveladas, son colocadas por medio de estas articulaciones, en las posiciones (distancia y orientación), que ocupaban en el momento de la toma de las mismas. En torno a estas articulaciones, se pivotan dos vástagos; así se obliga a sus ejes, a pasar respectivamente por cada uno de los puntos-imagen que los dos rayos perspectivas, salidos de un mismo punto del sujeto, han formado sobre el cliché; por lo tanto, son paralelos a los dos rayos perspectivas.

Es así, como son concebidos los aparatos de restitución estereofotogramétrica, donde los principios generales son relativamente simples, pero la realización es extremadamente compleja. Aquí pongo punto final a esta somera y complicada descripción de esta técnica y ahora les comentaré algunos admirables ejemplos.

En Egipto y Sudán fueron fotogramétricamente estudiados 27 monumentos del Antiguo Egipto. Este estudio masivo, se debió exclusivamente a la clarividencia, al coraje y a la incansable labor de Mme. Ch. Desroches-Noblecourt, por aquel entonces conservadora-jefe del Dpto. de Antigüedades Egipcias del Museo del Louvre y actualmente, Inspectora General a perpetuidad de los Museos Estatales de Francia. La Egiptología estará siempre en deuda con esta admirable e insigne dama.

EL TEMPLO RUPESTRE MAYOR DE ABU SIMBEL (NUBIA EGIPCIA)

Este templo está dedicado al faraón Ramsés II (1279-1213 a.J.C.)⁴

Cuando se construyó la alta presa de Aswan (que formó el gran lago artificial Nasser), se tuvieron que salvar de las aguas, varias reliquias del pasado, en cuyo rescate España contribuyó de forma notable, y por lo

⁴ Ramsés II perteneció a la XIX Dinastía (1295-1180 a.J.C.), Imperio Nuevo.

Para las fechas de este estudio, hemos adoptado la cronología propuesta por Jaromír Málek, en: “Cunas de la Civilización. Egipto”, págs. 182-185 (1993). Edit. Folio, Barcelona.

cual, recibimos como agradecimiento del Gobierno Egipcio, el templo de Debod, que fue reconstruido en Madrid.

Pues bien, la estereofotogrametría hizo posible, que el corte en grandes bloques de piedra del templo y su posterior ensamblaje en un lugar más alto y seguro (en el año 1968), fuese relativamente fácil y lo que es más importante, que fuera posible realizarlo.

La fotogrametría del conjunto del templo, fue tomada desde la orilla opuesta del río Nilo. El detalle en las curvas de nivel se puede conseguir, aunque se esté a centenares de metros, pero se pueden perder en los detalles más finos y preciosos. La fachada del templo mide, 35 x 30 mtrs. y cada coloso \pm 20 mtrs.

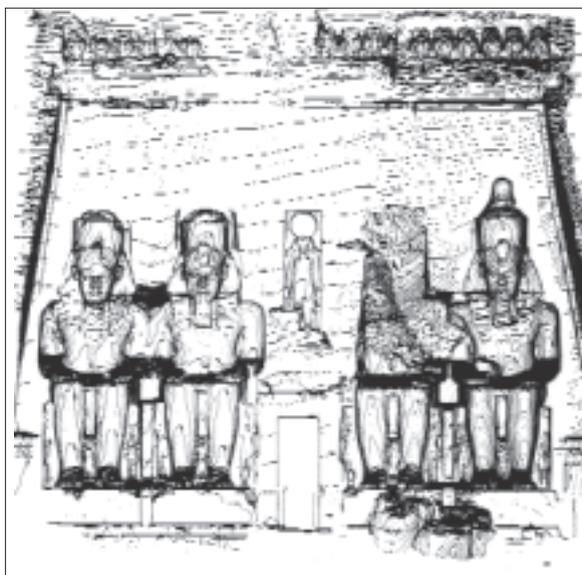


Figura 1. Fachada del Templo Rupestre Mayor de Abu Simbel, dedicado al faraón Ramsés II, en la que se observan los cuatro colosos del monarca.

A menor distancia, se pueden conseguir más finos detalles, parciales o de zonas y, posteriormente ampliarlos. La estereofotogrametría, fue minuciosamente estudiada y calculada para hacer los cortes de los bloques necesarios en el monumento para su ubicación a mayor altura fuera del nivel de las aguas del río Nilo.

Desde luego, todos los pasos que se daban, se introducían en un ordenador.

También se hicieron tomas fotogramétricas de las estatuas colosales del faraón, que se encuentran dentro de la sala de los pilares osíricos, tanto de frente como de perfil con unos extraordinarios resultados.

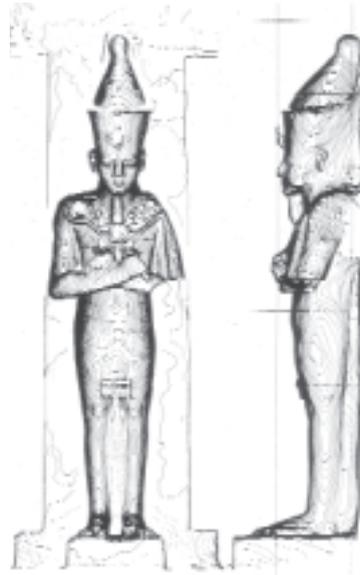


Figura 2. Uno de los colosos de la Sala de los Pilares Osfíricos del Templo Rupestre Mayor de Abu Simbel.

TEMPLO RUPESTRE MENOR DE ABU SIMBEL

Está dedicado a la reina Nefertari, Gran Esposa Real del faraón Ramsés II.

La fotogrametría se realizó también desde la otra orilla del río Nilo para poder abarcar todo el conjunto del templo, al igual que se hizo con el templo de su real esposo.

Después se hicieron los detalles a poca distancia. Además de resultar de una gran belleza, la estereofotogrametría es imprescindible para detectar el más mínimo deterioro, incluso imperceptible para el ojo humano. El retrato resultante de una de las esculturas de la reina Nefertari es extraordinario.

Ya en el interior del templo, vemos como en el vestíbulo de Isis, la madre del dios Horus y la diosa Hathor, divinizan a la reina Nefertari.

CONJUNTO ARQUITECTÓNICO DE PHILAE, llamado “La Perla de Egipto”.

Consta de:

- El Gran Templo Central dedicado a la diosa Isis.
- El templo de la diosa Hathor.
- El kiosco de Trajano y
- Grandes columnatas.

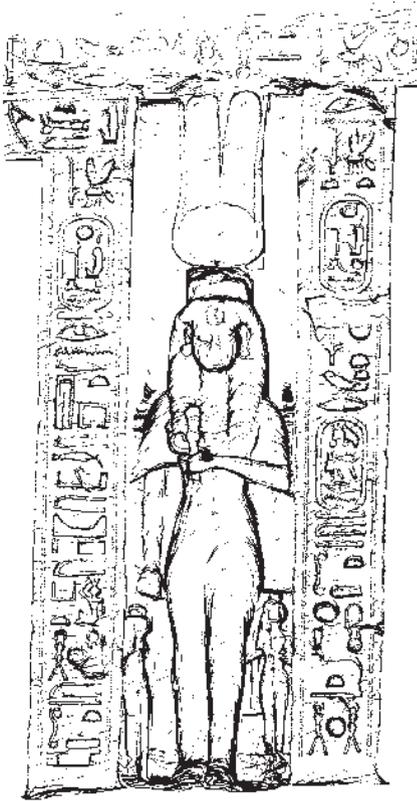


Figura 3. Nefertari, la Gran Esposa Real de Ramsés II en la fachada del Templo Rupestre Menor de Abu Simbel.

Ha sido el último santuario de la Nubia egipcia, que fue salvado de las aguas. En la Época Ptolemaica fue el santuario por excelencia de la diosa Isis. Este conjunto fue desmontado piedra a piedra y vuelto a erigir, en la vecina isla de Agilkiyya, una vez modificada su topografía, para hacerla más parecida al lugar donde se encontraba el conjunto en su primitivo emplazamiento. Los trabajos fueron muy difíciles y costosos en tiempo y en dinero, pues sólo de sus fachadas se hicieron 10.000 m² de fotogrametrías; se tomaron 625 fotografías; 570 puntos de apoyo y se realizaron 70 planchas de restitución de curvas de nivel.

EL TEMPLO DE BOROBUDUR

Este inmenso templo budista, se encuentra situado en la cima de una pequeña colina, en plena selva virgen de la isla de Java (Indonesia), al sur de las islas de Sumatra y Borneo en el océano Índico.

El templo tiene forma piramidal con una ancha base cuadrangular que mide 120 mtrs. de lado y una altura de 40 mtrs. Dentro de su recinto, tiene cuatro galerías decrecientes sobrepuestas, y tres terrazas circulares, estando en su cima la Gran Stupa⁵.

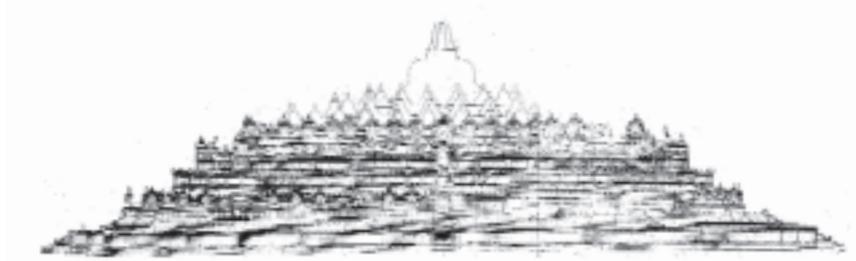


Figura 4. Vista general del templo budista de Borobudur en la isla de Java.

En los 6 Kms. de paredes esculpidas que existen en el templo, hay 1460 bajorrelieves, en los que se describe toda la cosmología budista. “Es el templo budista más grande del mundo y el conjunto más completo de un arte insuperable”, según el historiador francés, Groslier.

En las tres terrazas circulares tiene 72 stupas y en la cima se encuentra la Gran Stupa, que no tiene parangón en el mundo entero, pues mide 15 mtrs. de diámetro y en su interior se encuentra una colosal escultura de Buda.

Los muros de las terrazas, están contruidos con pequeños bloques de piedra muy bien ajustados y sin ningún tipo de mortero ni argamasa. El templo, en su totalidad, fue construido a principios del siglo IX A.D. y se “descubrió” en siglo XIX. Durante los más de diez siglos que estuvo “perdido”, se ignoraba su existencia y su hallazgo fue fortuito. Después de casi doce siglos desde su construcción, las filtraciones de agua, debido a las abundantísimas lluvias monzónicas minaron el asentamiento en la colina y sus cimientos, provocando el hundimiento de las galerías, que se vieron además favorecidos por los movimientos sísmicos tan frecuentes en aquella región.

Después del descubrimiento, se efectuaron importantes aunque insuficientes reparaciones entre los años 1907-1911; insuficientes digo, porque

⁵ Palabra sánscrita que significa montículo. El *stupa* es una derivación del túmulo funerario védico y está formado por una estructura maciza en forma de hemisferio (*anda*), situada sobre un pedestal y rematada por una plataforma (*harmikâ*), estando rodeado por una balaustrada (*vedikâ*), y coronado por un mástil (*chattravâla*).

no se eliminaron las causas que las habían provocado y como consecuencia de ello, las degradaciones del templo se acentuaron peligrosamente a partir de los años 60's. Por otra parte, la humedad aceleraba la disgregación de la piedra (andesita volcánica), ayudada también por los musgos y los líquenes. Resumiendo, un terrible desastre.

Para la restauración de Borobudur, los expertos propusieron una drástica solución: desmontar el templo piedra a piedra y reconstruirlo sobre una gruesa base de cemento armado, que repartiera equitativamente el peso del monumento, para poder resistir mejor los terremotos y asegurar un perfecto drenaje de las aguas.

El IGN de Francia, con el aporte de una importantísima ayuda económica del Gobierno Francés y de Kodak-Pathé, como dije, comenzó la fotogrametría total del templo en el año 1972. La toma de fotogrametrías fue de muy difícil realización, en razón de las enormes dimensiones del monumento, de su complejidad y de su forma piramidal. Debido a que las galerías y balaustradas hacían de "máscaras", la toma de fotografías desde el suelo hacía invisibles a grandes zonas. Por esta causa, se hubo de recurrir a un enorme camión-grúa provisto de un brazo elevador muy alto y a multiplicar los pares de fotogrametrías, abarcando superficies más pequeñas. Además, se montaron grandes andamiajes y grúas; en total se tomaron 360 fotografías y se completó la cobertura fotogramétrica con más de 35 pares de fotogrametrías tomadas desde un helicóptero, tanto en el eje vertical como en el horizontal.

Las estereofotogrametrías resultantes fueron espectaculares, habida cuenta de las condiciones en que se tuvieron que realizar, el trabajo, paciencia y los conocimientos que hubo que tener, para unir cientos de fotogrametrías por medio de unos potentísimos ordenadores programados expresamente para este fin y que consiguieran darnos esas magníficas imágenes.

Una densa red de puntos de referencia, que debían servir de apoyo para el alzado, fueron simultáneamente determinados. Una vez estuvieron establecidos con precisión, se comunicaron al director del proyecto, quién con su equipo, calcularon el volumen total de la obra y la planificación sistemática del trabajo a realizar.

"El Proyecto Borobudur", desbordó todas las previsiones. Hubo que formar previamente a obreros especializados indonesios, así como a capataces. La piedra enferma, hay que trabajarla con mucho cuidado, con mimo, diría yo; hay que tener muy en cuenta, que se trabajaba en la selva, y además, se tenía que habilitar espacio para almacenar las miles de toneladas de piedra que se iban a desmontar, e igualmente, guardar y preservar de la humedad el instrumental electrónico, así como el albergue e intendencia para todo el equipo humano. Cuando se necesitaba algo extraordinario (como el camión-grúa, por ejemplo), había que importarlo desde Francia y perder un tiempo precioso espe-

rándolo, así como todo el instrumental, piezas de recambio, ordenadores, películas y técnicos suplentes para cubrir las vacaciones, enfermedad o muerte, que de todo hubo. Los arquitectos indonesios, fueron especializados en Francia y en los Países Bajos, con el fin que, regularmente, vigilaran el estado del templo y pudieran realizar el mantenimiento y las reparaciones necesarias.

Desgraciadamente, después de su reconstrucción, el terrible *Homo turisticus*, invade el templo a diario; insolentemente lo toca todo y lo degrada nuevamente, amén que la propia naturaleza desea recobrar su territorio perdido que le fue arrebatado por el hombre siglos ha. Mensualmente, hay que limpiar de maleza los alrededores del templo y los musgos y líquenes que continuamente invaden sus piedras.

Solamente nos cabe esperar, que el benevolente Buda lo proteja y no permita que, entre el hombre, los monzones, la selva y los terremotos, pueda algún día desaparecer tanta maravilla.

PALACIO REAL DE HANUMAN-DHOKA

El Palacio Real de Hanuman-Dhoka en Katmandú (Nepal), está situado en el corazón de la capital. En Nepal existen más templos que casas y más dioses que hombres. El nombre del palacio real proviene del dios hindú Hanuman⁶, cuya estatua se encuentra en la entrada de la puerta principal. El conjunto es una especie de laberinto, constituido por catorce corredores irregulares, rodeados de torres, de fachadas interiores, de santuarios, de salas reales, de columnas y de estatuas. Es un típico ejemplo de la arquitectura nepalesa de los siglos XVI y XVII, que utilizaba simultáneamente: la piedra, el ladrillo, el estuco, el adobe y la madera tallada. Se inspiraba en el arte de China y de la India.

El palacio ha sufrido mucho, debido a los monzones que han provocado que la madera se corrompa, y a los terremotos, en particular el del año 1934, que provocó la inclinación de la Torre de Lilitpur, entre otros graves daños. Como en los demás monumentos, se realizó la estereofotogrametría total de todo el conjunto, pero en este caso, no se procedió a desmontarlo. La restauración comenzó el 24 de Febrero del año 1975, día en que se celebraba la coronación del rey Birendra-Bir-Bikram-Shah-Dev.

⁶ Héroe hindú del grupo de los *cirajivins* (inmortales), según el Râmâyana. Recibe veneración en el hinduismo actual como dios-mono, prototipo de protector local de rasgos variables.



Figura 5. Detalle del palacio real de Hanuman-Dhoka en Katmandú.

CONJUNTO ARQUEOLÓGICO DE PETRA (JORDANIA)

Se encuentra situado a \pm 100 Kms. del golfo de Aqaba en el sur de Jordania. En la antigüedad, Petra fue llamada “La Puerta de Oriente”. Fue la capital de los edomitas o idumeos, según los llama la Biblia. Desde el siglo V a.J.C. y hasta el siglo II A.D. fue la capital de los nabateos, que después de años de asedio, fue sometida al Imperio Romano por el emperador Trajano en el año 106 A.D. En todo el conjunto, existen más de 800 tumbas⁷. Este lugar arqueológico ha sufrido muchísimo, debido al paso del tiempo y la erosión, especialmente la “Tumba Corintia”. Su destrucción continúa sin parar hasta el día de hoy. En el año 1969, el IGN de Francia, realizó la fotogrametría de 21 monumentos y una panorámica de la pared oriental a escala 1:100.

Deseo hacer notar, que los trazos discontinuos indican que ciertos elementos, presentan tal deformación y deterioro, que no pueden ser restituidos. Los trabajos de restitución de curvas de nivel se extendieron hasta el año 1974, en total, cinco años.

Pero antes de realizar todos los trabajos que les he relatado hasta ahora en los diversos continentes, se tuvieron que practicar muchas pruebas para determinar la metodología a seguir en todos esos monumentos orien-

⁷ El Subdirector de Excavaciones del Gobierno Jordano, le declaró al autor de este artículo que, nunca habían encontrado ni una sola partícula de hueso humano (¿tumbas?).

tales, con el fin de perfilar muchos detalles, antes de proceder al desplazamiento de todo el personal y equipos fuera de Francia. Como primera providencia se eligió a la catedral de Estrasburgo.



Figura 6. Petra, la ciudad de los nabateos. Es el monumento que ha sufrido más degradación.

LA CATEDRAL DE ESTRASBURGO

Este trabajo fue iniciado en el año 1966 y continuado hasta 1975 en que se terminó. El relieve exterior de esta catedral, es el único relieve fotogramétrico completo de todas las fachadas, que se ha hecho en un gran monumento francés. Esto se hizo, por ser absolutamente indispensable para los trabajos de conservación y restauración de la basílica que se querían emprender, debido a los daños que sufrió por el violento bombardeo del día 11 de Agosto de 1944 y por la degradación a causa de los cercanos vuelos supersónicos, la polución del aire y la degradación producida por el paso del tiempo.

Según Bertrand Monnet, arquitecto en jefe de los monumentos históricos de Francia y adjunto a la Inspección General a la sazón, tres factores fueron los responsables de la degradación de este extraordinario monumento:

- 1º La naturaleza de la piedra (piedra arenisca) que está enferma y es tal el efecto de la polución sobre ella, que las nuevas piedras que

se colocaron hace tan solo 45 años, están nuevamente atacadas y fisuradas. Una comisión de geólogos, químicos y arquitectos estuvieron re-estudiando el caso, pues no se puede restaurar esta inmensa catedral, tres veces por siglo.

- 2º La disposición arquitectónica de la decoración del rosetón, por ejemplo, realizada por el gran maestro arquitecto Erwin von Steinbach (1244-1318)⁸, que es extremadamente fina y atrevida (de ahí su importancia). Erwin quiso acentuar los juegos de sombras y luces; desgraciadamente, sus finos encajes están reforzados con crampones de hierro, sellados con plomo. Esto hace que la piedra estalle debido a las dilataciones y contracciones del metal, producidas por las variaciones de temperatura, lo cual favorece que penetre el agua entre las grietas. El agua oxida el hierro y además, al helarse en invierno, produce microfracturas en la piedra que, lentamente, se va disgregando.
- 3º La falta de conservación desde hace muchos años, provocó un desgaste del mortero y una degradación de las uniones. Una causa moderna, como dije, ha agravado aún más este problema: las ondas de choque provocadas por la aviación supersónica.

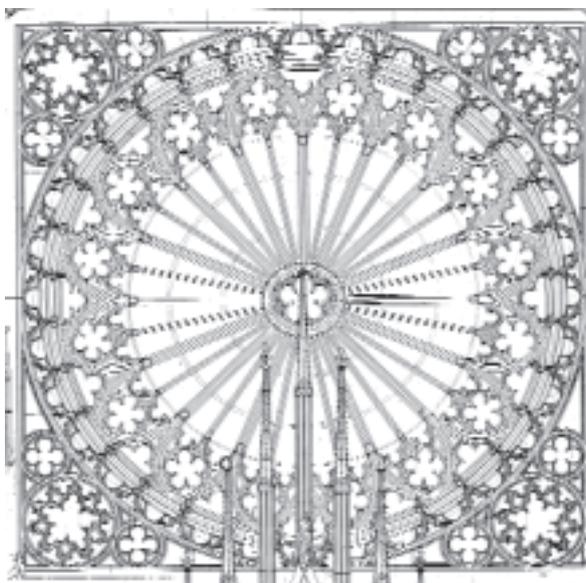


Figura 7. Espléndido rosetón de la catedral de Estrasburgo.

⁸ Su nombre va unido a la catedral de Estrasburgo, cuya construcción dirigió a partir de 1277, en especial su extraordinaria fachada. Sus restos mortales están enterrados en el interior de la basílica.

El día 6 de Diciembre de 1967, el gobierno francés aprobó por Decreto-Ley, un programa de restauración profunda de esta catedral, que todavía hoy se está llevando a cabo y que no terminará nunca. La estereofotogrametría se realizó a escala 1:50.

La filigrana de la fachada norte, ha quedado perfectamente reflejada en una estereofotogrametría parcial a corta distancia. Parece un dibujo hecho a pluma, pero todavía es más preciso y exacto.

EL “PALACIO” IDEAL DEL CARTERO CHEVAL

Finalmente, deseo mostrarles algo increíble y sensacional, en lo que a monumentos se refiere. Se trata de un raro edificio (?) que se encuentra en Hauterives, Dpto. de Drôme (región de Ródano-Alpes): el “Palacio Ideal del Cartero Cheval”. Extraño personaje fue Ferdinand Cheval (1836-1924). Era un cartero rural que pasando de los 40 años, empleó 33 años de su vida construyendo con sus propias manos y esfuerzo, un palacio que deja siempre atónitos a quienes lo ven.

Sus medidas son: largo 26 mtrs. – ancho 12-14 mtrs. – alto 10-12 mtrs.

Cada día, después de su trabajo, aportaba piedras de tosca y otros materiales y exclamaba: “Puesto que la naturaleza hará la escultura, yo haré la edificación y la arquitectura”. Situado sobre una colina de 300 mtrs. de altura, este palacio, según él, está inspirado en la Edad Media y en Oriente. El “palacio” está cruzado por infinidad de galerías y en su interior hay también muchas grutas. Todo el edificio está erizado de ornamentos, de figuras de personajes, de imitaciones, de esculturas de animales y de vegetales. Es algo muy particular, original y único. La fotogrametría se realizó en el año 1973, a petición de la Dirección General de Arquitectura de Francia, que lo tiene catalogado como, “Construcción Insólita”.

Se han realizado también, estudios estereofotogramétricos en otras joyas arquitectónicas e históricas de otras culturas, como pueden ser:

- La Acrópolis de Athenas (Parthenon, Erechteion, Propileos y los templos de Athenea y Nike).
- El Pantheon de París.
- El Palacio Farnesio de Roma.
- La Catedral de Ruán.

Otros estudios se han hecho, y sin lugar a dudas, otros muchos se harán. Me refiero siempre a obras del Patrimonio Artístico de la Humanidad. Desde luego, también se han realizado algunos estudios de pequeñas obras, por iniciativa privada.

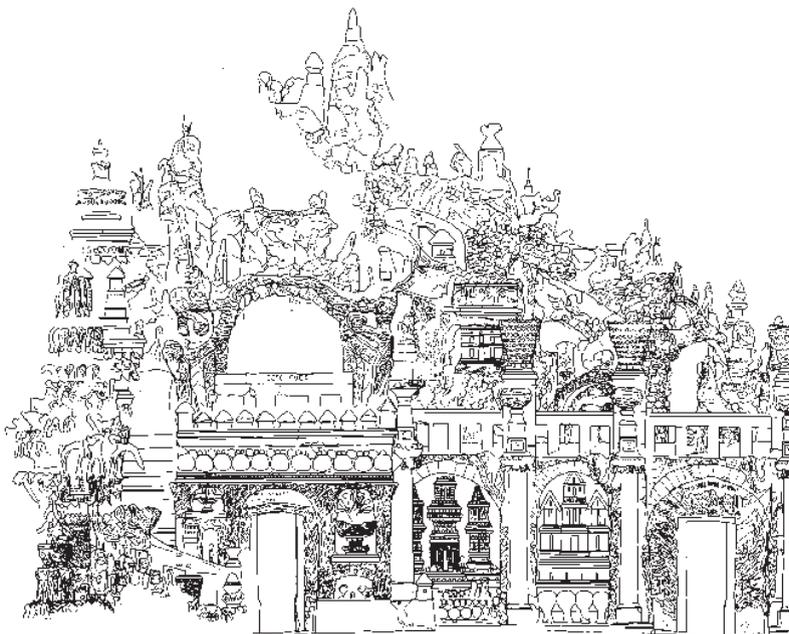


Figura 8. Visión general del insólito “Palacio” del Cartero Cheval en el Dpto. de Drôme (Francia).

Cuando la estereofotogrametría, se utiliza en Medicina, y en Antropología en general, se le denomina Bioestereometría. Especialmente, en la corrección de desviaciones de la columna vertebral, es una técnica muy demostrativa.

Y para finalizar este estudio, deseo mostrarles la impresionante bioestereometría que se le practicó a la momia del más grande faraón de todos los tiempos, Ramsés II, cuando en el año 1976 fue enviada a París para su restauración. Las curvas de nivel se hicieron, en este caso, a escala 1:0,5 y el resultado dejó atónitos hasta a los más expertos.

Esta técnica es muy compleja y costosa, porque hay que realizar muchas bioestereometría (perfil derecho, cara, cráneo, occipucio, perfil izquierdo, etc.), para luego integrarlas en una sola por medio de un ordenador, y más tarde, si se desea, darles relieve tridimensional. Pero, el Director del Instituto Geográfico Nacional de Francia, dijo que: “Tratándose del faraón más grande de toda la Historia del Antiguo Egipto, se lo hacía muy gustoso y totalmente gratis”.

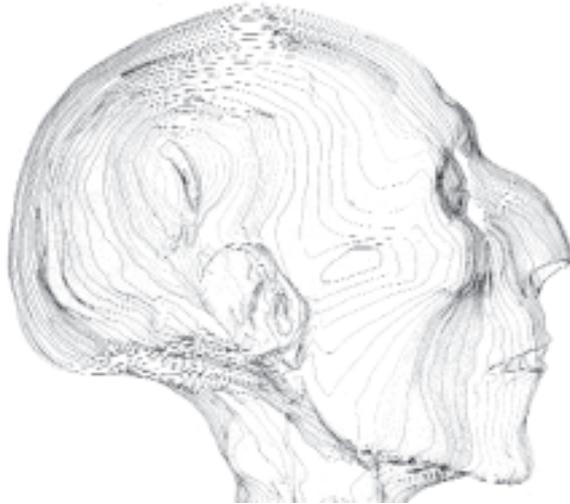


Figura 9.
Bioestereometría del
perfil derecho de la
momia del faraón
Ramsés II.

Desgraciadamente, en el mundo se gastan fabulosas sumas de dinero para destruir, y sólo pequeñas migajas y limosnas para conservar y restaurar el legado que nos dejaron nuestros antepasados. Esperemos que algún día el hombre despierte y reaccione a tiempo. Dios lo quiera, aunque ese tiempo, se acorta trágicamente por momentos.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos dar las gracias más efusivas, a la Casa Kodak-Pathé de París, por la abundante información gráfica que nos ha suministrado.

BIBLIOGRAFÍA SELECTIVA

- BAINES, J. and MÁLEK, J. 1986: "Atlas of Ancient Egypt". Edit. Phaidon. Oxford.
- GARCÍA Escudero, P. 1963: "Métodos topográficos". (Escuela Técnica Superior de Ingenieros). Madrid.
- d'HOLLANDER, R. 1970-71: "Topographie général", 2 Vol. Paris.
- LAUSSE DAT, Aimé 1898-1903: "Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques", 3 Vols. Paris.

- MONNET, Bertrand 1967: "Les travaux de la cathédrale de Strasbourg, et les Monuments Historiques de la France", Vol.XIII, fasc.4, Oct.-Déc. pp.7-39. Paris.
- OLLIVIER, F. 1955: "Instruments topographiques: description, réglage, emploi". Paris.
- VV.AA. 1978: "Le Fil des Pierres". Edit. Dpt. des Relations Publiques de Kodak-Pathé, Institut Géographique National et Caisse Nationale des Monuments Historiques et des Sites. Paris.