



89.

EL TIEMPO REGISTRADO EN EL ESPACIO
URBANO: ALINEAMIENTOS ASTRONÓMICOS
EN LA ARQUITECTURA DE TIKAL, PETÉN,
GUATEMALA

Ivan Šprajc, Heinz-Dieter Richter y Pedro Francisco Sánchez Nava

XXVI SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
16 AL 20 DE JULIO DE 2012

EDITORES
BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS

REFERENCIA:

Šprajc, Ivan; Heinz-Dieter Richter y Pedro Francisco Sánchez Nava
2013 El tiempo registrado en el espacio urbano: alineamientos astronómicos en la arquitectura de Tikal, Petén, Guatemala. En *XXVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2012* (editado por B. Arroyo y L. Méndez Salinas), pp. 1065-1078. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

EL TIEMPO REGISTRADO EN EL ESPACIO URBANO: ALINEAMIENTOS ASTRONÓMICOS EN LA ARQUITECTURA DE TIKAL, PETÉN, GUATEMALA

Ivan Šprajc
Heinz-Dieter Richter
Pedro Francisco Sánchez Nava

PALABRAS CLAVE

Tierras Bajas Mayas, Tikal, arqueoastronomía, orientaciones, arquitectura, Preclásico, Clásico.

ABSTRACT

According to an archaeoastronomical study recently carried out in the Maya Lowlands and based on a large number of archaeological sites, the civic and ceremonial buildings were largely oriented to astronomical phenomena observable on the horizon, mostly to sunrises and sunsets on certain dates, whose distribution in the year and the calendrically significant intervals separating them suggest that the orientations allowed the use of observational schemes, which facilitated a proper scheduling of agricultural activities and the corresponding rituals. The study accomplished in 2011 at Tikal represents the first attempt at exploring the astronomical properties of architecture of this city with sufficient methodological rigor. Precise measurements revealed the presence of orientations that pertain to alignment groups widely spread in the Maya area and whose astronomical and calendrical significance sheds light on important aspects of architectural design and urban planning of Tikal.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años hemos realizado un estudio sistemático de las orientaciones en la arquitectura maya de las Tierras Bajas. Con mediciones precisas de campo, efectuadas para enmendar las deficiencias de los datos publicados anteriormente por otros investigadores, se han obtenido los datos para 271 orientaciones en 87 sitios arqueológicos. De acuerdo con los resultados de nuestros análisis (Sánchez y Šprajc 2011a; 2011b; Šprajc y Sánchez 2012; Šprajc *et al.* 2011), las orientaciones incorporadas en la arquitectura cívica y ceremonial de las Tierras Bajas Mayas eran astronómicamente funcionales, ante todo o exclusivamente, en dirección este-oeste. Aunque es muy probable que algunas se refieran a los extremos de Venus o de la Luna, mayormente pueden relacionarse con las salidas y puestas del Sol en ciertas fechas. Al analizar la distribución

de las orientaciones solares, detectamos que las fechas que señala un edificio particular en el horizonte este u oeste tienden a estar separadas por intervalos que son múltiplos de 13 o de 20 días.

La consistencia con la que las orientaciones registran los mismos grupos de fechas e intervalos en un área extensa y durante periodos prolongados indudablemente refleja la preocupación por monitorear el desfase del año calendárico respecto al año trópico y la necesidad de determinar los momentos clave en el ciclo estacional. Los alineamientos que registraban las salidas y puestas del Sol separadas por múltiplos de periodos básicos del sistema calendárico mesoamericano no sólo permitían la determinación de ciertas fechas con base en observaciones directas, sino también facilitaban su predicción, cuando las observaciones directas, por condiciones cli-

máticas adversas, no eran posibles: recordemos que, en la cuenta de 260 días, los múltiplos de 20 días conectan fechas con el mismo signo de veintena, mientras que las fechas separadas por múltiplos de 13 días tienen el mismo numeral de trecena; los múltiplos de 20 días conectan, además, las mismas fechas en los meses del año de 365 días (si no se interpone el periodo de 5 días agregados a los 18 meses). Un estudio sistemático realizado anteriormente en el centro de México, donde fue observada la misma regularidad, llevó a la conclusión de que las orientaciones en la arquitectura monumental permitían el uso de calendarios observacionales que facilitaban la programación de las actividades del ciclo agrícola, marcando tanto las fechas canónicas y ritualmente importantes como las “auxiliares”, que permitían la anticipación oportuna de los momentos en que debieron realizarse las labores concretas y las ceremonias correspondientes (Šprajc 2001). La misma interpretación general es aplicable en nuestro caso. En varios sitios encontramos edificios contemporáneos cuyas orientaciones pertenecen a distintos grupos; por lo tanto, aunque normalmente no contamos con información cronológica suficientemente detallada, parece que distintos esquemas observacionales estaban en uso simultáneamente.

Las orientaciones en la arquitectura de Tikal ejemplifican de manera muy ilustrativa los criterios astronómicos empleados por los Mayas en el diseño de su arquitectura monumental y la planeación de sus núcleos urbanos. Las mediciones en Tikal fueron realizadas en julio y agosto de 2011 (Richter y Šprajc 2011). Los datos obtenidos, anotados en la tabla 1, no siempre coinciden con los publicados anteriormente (Hartung 1980; Aveni y Hartung 1986; 1988; Malmström 1981), muy probablemente por razones relacionadas con la metodología (las técnicas de medición y los procedimientos de cálculo empleados en nuestro estudio, así como los criterios para la selección de los edificios, se exponen en: Sánchez y Šprajc 2011a; Šprajc y Sánchez 2012).

Si dos o más edificios prominentes, pertenecientes a un mismo grupo arquitectónico, comparten la misma orientación, ésta fue considerada –para los efectos del análisis– como un solo alineamiento. En estos casos escogimos como relevante la estructura que parece ser la más idónea para las observaciones astronómicas, asumiendo que su orientación fue rectora en el conjunto y que las de las estructuras aledañas fueron ajustadas a ella, sin que fueran observacionalmente funcionales por sí mismas. Los azimuts listados en la tabla 1 corresponden a las líneas más relevantes, p. ej. a los ejes de

los santuarios superiores o a las fachadas principales, o representan –cuando tales elementos no se conservan– promedios de los azimuts medidos a lo largo de diversos muros o paramentos. La magnitud del error asignado refleja las incertidumbres que se deben a la disposición de los elementos constructivos relevantes y a su estado de conservación, o a las divergencias entre las líneas particulares.

Varios edificios de Tikal comparten orientaciones parecidas, por lo que conviene ordenarlos en grupos y tratar de determinar sus posibles referentes astronómicos con base en las analogías de otros sitios del área maya. Cada uno de los grupos discutidos a continuación reúne las estructuras orientadas de manera similar en dirección este-oeste (su funcionalidad astronómica en dirección norte-sur es poco probable: Sánchez y Šprajc 2011a; Šprajc y Sánchez 2012; Šprajc *et al.* 2011), designándose cada grupo con el valor acimutal aproximado. Según Aveni y Hartung (1988: 2), en Tikal predominan las orientaciones desviadas cerca de 10° al este del norte; los resultados de nuestras mediciones indican que las orientaciones de este grupo son comunes, pero el panorama general es mucho más complejo.

GRUPOS DE ORIENTACIONES EN TIKAL Y SUS REFERENTES ASTRONÓMICOS

Grupo de 101°

Los alineamientos de este grupo, uno de los más ampliamente difundidos en las Tierras Bajas Mayas, parecen haber sido funcionales únicamente hacia el oriente, registrando las fechas 22 de febrero y 20 de octubre, separadas por los intervalos de 125 y 240 días, de los que el último es múltiplo de 20 días (Sánchez y Šprajc 2011a; 2011b; Šprajc y Sánchez 2012). En Tikal pertenecen a este grupo las Estructuras 5D-22 de la Acrópolis Norte, el Templo II y la Estructura 5D-54 de la Acrópolis Central (tabla 1). Probablemente podrían incluirse otros edificios, pero su estado actual no permite confirmarlo. En el Grupo G, la parte superior del edificio dominante (Estructura 5E-55) permanece sin excavar, por lo que su orientación –observacionalmente la más relevante, si es que fue motivada por factores astronómicos– no pudo determinarse con precisión. Sin embargo, a juzgar por el plano de Carr y Hazard (1961), todo el conjunto está orientado aproximadamente 10° al sur del este (este plano está orientado al norte magnético, pero la declinación magnética que proporcionan los autores –aprox. 6°45'E– permite determinar las orientaciones

verdaderas al menos de manera aproximada). Asimismo, el azimut medido a lo largo de la parte expuesta del paramento sur del edificio central de la Acrópolis Sur (Estructura 5D-104), que tampoco ha sido excavada, sugiere que la misma orientación regía también en este conjunto.

La Estructura 5D-22 de la Acrópolis Norte comparte su orientación con las adyacentes 5D-23, 5D-24 y 5D-25, con las que conforma un conjunto triádico. Podemos asumir que la observacionalmente funcional fue la Estructura 5D-22, que domina el conjunto, por lo que en la tabla 1 sólo aparecen los datos para este edificio. Su orientación fue medida en la etapa expuesta, que data del Clásico Tardío, pero la estructura mantuvo la misma orientación desde inicios del Clásico Temprano (v. infra: “Perspectiva diacrónica”).

Los Templos I y II, aunque orientados con sus accesos aproximadamente uno hacia el otro, no comparten la misma orientación, como afirman Aveni y Hartung (1988: 2): el eje de simetría del Templo II prolongado hacia el oriente pasa por el Templo I al sur de la entrada al santuario superior de este último, mientras que el eje de simetría del Templo I (que pertenece al grupo de 98°: v. infra) prolongado hacia el poniente atraviesa el Templo II al sur de la entrada de su santuario superior. Considerando que ambos templos son casi contemporáneos, construidos en la primera mitad del Siglo VIII (Harrison 1999: 140ss), y que, observando a lo largo de sus ejes de simetría, mutuamente obstruyen la vista hacia el horizonte en ambas direcciones, no es probable que sus orientaciones fuesen astronómicamente funcionales. Sin embargo, no es imposible que la orientación del Templo II fuera funcional al menos un tiempo: según los datos estratigráficos, su construcción empezó antes que la del Templo I, que albergó la tumba de Jasaw Chan K’awiil I y que probablemente fue edificado apenas por su hijo y sucesor Yik’in Chan K’awiil, es decir, después de 734 DC (Harrison 1999: 142; Martin y Grube 2000: 48).

Grupo de 102°

A este grupo pertenecen el Templo IV, construido a mediados del Siglo VIII por Yik’in Chan K’awiil (Harrison 1999: 153ss; Martin y Grube 2000: 48s), el Templo V, fechado hacia 600 DC y atribuido al gobernante llamado Calavera de Animal (Gómez 2012: 75), y la Estructura 5C-13 (Palacio de las Ventanas o de los Murciélagos), también del Clásico Tardío (Oswaldo Gómez, com. personal, agosto 2011) (tabla 1). Es probable que las

orientaciones de este grupo, identificadas también en otros sitios Mayas, fueran funcionales hacia el oriente, registrando las salidas del Sol en las fechas 19 de febrero y 22 de octubre, separadas por los intervalos de 120 y 245 días, de los que el primero es múltiplo de 20 días (Sprajc y Sánchez 2012). No obstante, también es posible que al menos algunas de estas orientaciones fueran funcionales hacia el poniente, registrando las fechas 17 de abril y 25 de agosto, separadas por los intervalos de 130 y 235 días, de los que el primero es múltiplo de 13 días (v. tabla 1).

Grupo de 98°

Los Templos I, VI y 5E-38, la Estructura 3D-43 en el Grupo H (Zona Norte) y la última etapa de la Estructura 5D-33 en la Acrópolis Norte comparten la desviación cerca de 8° al sur del este. Se trata de edificios del Clásico Tardío (Harrison 1999: 142, 145, 158ss, 164, 181; Martin y Grube 2000: 47s); la Estructura 3D-43 tiene subestructuras importantes del Clásico Temprano (Harrison 1999: 145; Laporte 2001; Laporte y Herman 2003; Herman 2007), pero no conocemos su orientación.

Mientras que las orientaciones del grupo triádico en la parte norte de la Acrópolis Norte pertenecen al grupo de 101° (v. supra), las de los edificios en el lado sur de la acrópolis son ligeramente diferentes, lo que se observa también en los planos de Coe (1990: fig. 6: k, l): las Estructuras 5D-32 y 5D-34, entre las que se sitúan los restos de la hoy desaparecida 5D-33 (cf. Berlin 1967; Rainey *et al.* 1967; Thompson 1967), están desviadas cerca de 8° respecto a los rumbos cardinales. Si esta orientación fue dictada por criterios astronómicos, es de suponer que fue incorporada con particular cuidado en la Estructura 5D-33, la más alta e importante del grupo (cf. Harrison 1999; Martin y Grube 2000: 35ss); la orientación determinada para la última etapa de este templo (tabla 1) se basa en los planos de Coe (1990: fig. 6: l) y en las mediciones de campo realizadas en los edificios vecinos 5D-32 y 5D-34.

Asumiendo que los Templos I y II comparten la misma orientación, Aveni y Hartung (1988: 2, 12, tabla 2) proporcionan para el Templo I el azimut 280°35’, muy diferente del que resultó de nuestras mediciones, pero casi igual al que determinamos para el Templo II. Sin embargo, la afirmación de Hartung (1980: 150) de que el Templo I está orientado 9° al este del norte concuerda con el resultado de nuestras mediciones a lo largo de la fachada poniente del santuario superior (tabla 1). Como ya mencionamos (v. supra: “Grupo de 101°”),

es improbable que la orientación del Templo I fuera astronómicamente funcional. El templo está mirando hacia el poniente y no cuenta con elementos que pudieran haber facilitado la observación de las salidas del Sol, mientras que la vista hacia el horizonte poniente queda tapada por la crestería del Templo II. Podríamos especular que se observaba la posición del Sol encima de la crestería, pero hay que advertir que la fecha exacta correspondiente al eje de simetría del Templo I (que, además, no pasa por el centro de la crestería del Templo II sino considerablemente hacia el sur) hubiera dependido del punto exacto de observación e incluso de la altura del observador. Es probable que el Templo I simplemente reprodujera, por motivos simbólicos, la orientación de la Estructura 5D-33 y las adyacentes.

A las orientaciones de este grupo pueden aplicarse explicaciones diferentes. Algunas parecen haber sido destinadas para señalar las salidas del Sol en las fechas 1 de marzo y 12 de octubre, separadas por los intervalos de 140 ($= 7 \times 20$) y 225 días. De esta manera podemos explicar las orientaciones de la Estructura 3D-43 y la última etapa de la Estructura 5D-33. Un detalle interesante es que la crujía central de la Estructura 5D-32, situada inmediatamente al oriente de la 5D-33, con la que comparte su orientación, posee en su muro oriente un orificio; la crujía tiene apenas 80 cm de ancho, por lo que el observador situado en su extremo poniente pudo haber determinado con bastante facilidad las fechas en que el Sol saliente estaba alineado con el agujero. En cuanto a los Templos VI y 5E-38, parece más probable que sus orientaciones fueran funcionales hacia el poniente, marcando intervalos que eran múltiplos de 13 días: las fechas 11 de abril y 1 ó 2 de septiembre, que estos alineamientos tienden a marcar en el horizonte poniente, están separadas por 143 ($= 11 \times 13$) y 222 ó 144 y 221 ($= 17 \times 13$) días. Ambos edificios están orientados con sus entradas hacia el poniente (tabla 1), pero hay que advertir que la funcionalidad hacia el poniente del Templo 5E-38 es cuestionable, ya que la vista hacia el horizonte en esta dirección es obstruida por edificios en la Acrópolis Central.

Grupo de 97°

Este grupo incluye los Complejos O y Q de pirámides gemelas y el Edificio 5D-96 en la Plaza de los Siete Templos, todos del Clásico Tardío (Harrison 1999: 140, 167s; Gómez 2012). Los Complejos O y Q manifiestan orientaciones casi idénticas (tabla 1), pero su estado de preservación (sólo la pirámide oriente del Complejo

Q ha sido parcialmente excavada) permite determinar con cierta precisión únicamente los azimuts de las líneas este-oeste que conectan las pirámides gemelas en cada conjunto.

Las fechas exactas que marcaban estas orientaciones, encontradas también en otros sitios Mayas (Šprajc y Sánchez 2012), son difíciles de determinar, ya que varios intervalos parecen significativos, p. ej. los de 143 ($= 11 \times 13$; del 11 de octubre al 3 de marzo), 221 ($= 17 \times 13$; del 3 de marzo al 10 de octubre) y 220 ($= 11 \times 20$) días (del 4 de marzo al 10 de octubre). A manera de analogía podemos mencionar que, para algunos alineamientos del Preclásico Tardío en El Mirador, resulta bastante evidente que eran funcionales hacia el oriente, marcando las fechas 3 de marzo y 10-11 de octubre (Šprajc y Morales-Aguilar 2007: 128ss; Šprajc *et al.* 2009: 86). La misma direccionalidad es probable también para los Complejos O y Q de Tikal, no sólo por la analogía mencionada sino también por el hecho de que la línea del horizonte poniente se encuentra, en ambos casos, a poca distancia (v. plano de Carr y Hazard 1961).

No es probable que fuese observacionalmente funcional la orientación de la Estructura 5D-96, la más alta y central entre los edificios alineados en la orilla oriente de la Plaza de los Siete Templos. Construido a mediados del Siglo VIII, este edificio está adosado al talud poniente de la Acrópolis Sur, construcción contemporánea o incluso anterior (Gómez 2012), que obstruye la vista hacia el horizonte oriente. Por otra parte, el eje de simetría este-oeste del templo, prolongado hacia el poniente, pasa por la cercana Estructura 5C-54 (pirámide radial del complejo Mundo Perdido), que alcanzó su volumen actual ya en el Clásico Temprano (Laporte y Fialko 1995: 56).

Grupo de 94°

A este grupo podemos asignar las Estructuras 5D-46 de la Acrópolis Central, 3D-40 del Grupo H (Zona Norte) y 5C-49, 5C-54, 5D-86 y 5D-87 de Mundo Perdido, pero hay razones para pensar que, en realidad, se trata de dos grupos de orientaciones ligeramente diferentes.

Las Estructuras 5C-54 y 5D-86 de Mundo Perdido, que forman parte de un conjunto de tipo Grupo E, siendo la primera la pirámide radial y la segunda el edificio central sobre la plataforma este del grupo, comparten la misma orientación. Las diversas etapas constructivas del conjunto van desde el Preclásico Medio hasta el Clásico Temprano y, al parecer, tanto la pirámide radial como la plataforma este conservaron la misma orien-

tación durante todas las épocas constructivas, pero los azimuts que distintos autores atribuyen a la orientación de la pirámide radial y al eje este-oeste del conjunto (entre las Estructuras 5C-54 y 5D-86) varían de manera notable (Fialko 1987; 1988; Laporte y Fialko 1995: 47, 50; Laporte 2003; Aveni *et al.* 2003: 168), probablemente por basarse en lecturas magnéticas o planos de poca precisión. Según nuestras mediciones, el azimut de la línea que conecta las Estructuras 5C-54 y 5D-86, así como de los ejes este-oeste de ambos edificios, es aproximadamente $94^{\circ}30'$ (tabla 1). Este alineamiento –que, debido a tal desviación, obviamente no puede relacionarse con las salidas equinocciales del Sol, como menciona Harrison (1999: 56)– pudo haber sido funcional en ambas direcciones, ya que la Acrópolis Sur, que actualmente tapa la vista hacia el horizonte oriente, es una construcción predominantemente del Clásico Tardío (Gómez 2012, y com. personal, agosto de 2011). Uno de los intervalos que separan las fechas de salida del Sol correspondientes es múltiplo de 13 días (156 días), mientras que uno de los que separan las fechas de puesta del Sol es múltiplo de 20 días (200 días; tabla 1).

Hasta el momento se han encontrado pocas orientaciones similares en otros sitios Mayas, por lo que su intencionalidad astronómica queda cuestionable. Sin embargo, recordando que en la Estructura 5D-86 de Mundo Perdido, precisamente a lo largo de su eje este-oeste, fue encontrada la Estela 39, que se refiere a las ceremonias de terminación de katún realizadas en 8.17.0.0.0 (376 DC) por el gobernante Chak Tok Ich'aak Chak I, posiblemente enterrado allí mismo (Laporte y Fialko 1995: 57, 64), llama la atención que una orientación prácticamente idéntica a la rectora en Mundo Perdido la manifiesta la Estructura 5D-46 de la Acrópolis Central (tabla 1), identificada como residencia del mismo gobernante (Harrison 1999: 71, 76ss). Este edificio también pudo ser astronómicamente funcional en ambas direcciones, asumiendo que los edificios sobre la Acrópolis Central, que actualmente obstruyen la vista hacia el horizonte poniente, datan mayormente del Clásico Tardío.

Durante el Clásico Tardío fue adosado a la plataforma este de Mundo Perdido, inmediatamente al sur de la Estructura 5D-86, un palacio con cinco accesos abiertos hacia el este; este edificio, representando la primera etapa de la Estructura 5D-87, fue posteriormente clausurado para ser utilizado como base del templo abierto hacia el oeste. Según Laporte y Fialko (1995: 84s, fig. 75), la Estructura 5D-87 materializó un nuevo eje normativo del complejo Mundo Perdido. En efecto,

la orientación de este edificio es ligeramente diferente de la incorporada en la pirámide radial y la plataforma este, pero prácticamente igual a la que determinamos para la última etapa –también del Clásico Tardío– de la Estructura 5C-49, ubicada al noroeste de la pirámide radial (tabla 1). La Estructura 3D-40 del Grupo H (Zona Norte), cuya última etapa también es del Clásico Tardío, aunque construida sobre edificios del Clásico Temprano (Laporte 2001; Herman 2007), manifiesta una orientación parecida (tabla 1). Aparentemente se trata de otro grupo de orientaciones, que registraba las salidas del Sol en las fechas 11 de marzo y 2 de octubre, separadas por los intervalos de 160 ($= 8 \times 20$) y 205 días, o las puestas del Sol en los días 29 de marzo y 14 de septiembre, separadas por los intervalos de 169 ($= 13 \times 13$) y 196 días (cf. tabla 1). Cabe notar, sin embargo, que la orientación de la Estructura 5D-87 de Mundo Perdido difícilmente pudo ser observacionalmente funcional: su eje este-oeste prolongado hacia el poniente pasa por el talud sur de la Estructura 5C-54 (pirámide radial), que alcanzó el volumen actual ya en el Clásico Temprano (Laporte y Fialko 1995: 56); el mismo eje prolongado hacia el oriente pasa por el Templo V, construido alrededor del año 600 DC (Gómez 2012: 75), mientras que el templo que representa el último estadio de la Estructura 5D-87 ha sido fechado a inicios de la fase Imix (Laporte y Fialko 1995: 85). El uso astronómico es factible sólo para la primera etapa de esta construcción: si el edificio palaciego con cinco puertas (Estructura 5D-87-7) fue adosado a la plataforma este antes de la construcción del Templo V, su orientación pudo ser observacionalmente funcional hacia el oriente al menos durante un tiempo, marcando las mismas fechas que la cercana Estructura 5C-49.

Grupo de 91°

El eje este-oeste de las pirámides gemelas del Complejo P, que por la fecha en la estela asociada (751 DC) pertenece al reinado de Yik'in Chan K'awiil (Harrison 1999: 158; Martin y Grube 2000: 50; Gómez 2012: 80), está desviado 1° al sur del este. Las orientaciones de este grupo, relativamente comunes tanto en otros sitios Mayas (Šprajc y Sánchez 2012) como en el centro de México (Šprajc 2001), se relacionan con las puestas del Sol en las fechas 23 de marzo y 21 de septiembre (tabla 1); se trata de los llamados días de cuarto del año que, junto con los solsticios, dividen el año en cuatro partes de igual duración.

Grupo de 104°

Para el Templo III, fechado a principios del Siglo IX (Harrison 1999: 174ss; Martin y Grube 2000: 52s), Aveni y Hartung (1988: 2) mencionan que está desviado 18°16' al este del norte; evidentemente se refieren a su fachada (su azimut es, según nuestras mediciones, 18°44': tabla 1), haciendo notar que la perpendicular marca las salidas y puestas del Sol en los días de su paso por el zenit y el nadir (ibid.: 12, tabla 2). Sin embargo, el eje de simetría este-oeste del santuario superior, cuya planta es patentemente romboidal, tiene el azimut de 103°39', perteneciendo al grupo de alineamientos ampliamente difundidos cuyo objetivo, como se ha argumentado (Šprajc y Sánchez 2012), era registrar las salidas del Sol en los días 12 de febrero y 30 de octubre, separados por el intervalo de 260 días, equivalente a la duración del ciclo calendárico sagrado. Aunque ninguno de los demás edificios mayores y actualmente expuestos en Tikal manifiesta tal orientación, es posible que los alineamientos de este grupo estuvieran presentes en la historia temprana de la Acrópolis Norte (v. infra: "Perspectiva diacrónica").

Grupo de 106°

Las orientaciones desviadas cerca de 16° al sur del este aparecen en algunos sitios de las Tierras Bajas Mayas, pero no son muy comunes; es posible que su objetivo fuera registrar las puestas del Sol el 30 de abril y el 13 de agosto, separadas por los intervalos de 105 y 260 días (Šprajc y Sánchez 2012). En Tikal el único representante de este grupo parece ser la Estructura 5D-52 (Palacio de los Cinco Pisos), uno de los edificios más prominentes de la Acrópolis Central. La fecha en la inscripción sobre un dintel del palacio, 741 DC, corresponde al reinado de Yik'in Chan K'awiil (Harrison 1999: 149).

LOCALIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS Y FACTORES ASTRONÓMICOS

Según Malmström (1981: 253s, fig. 22.1; 1997: 152, 169s, fig. 49), la ubicación de Tikal, específicamente del Templo IV, pudo haber sido determinada a raíz de que, observando en ese lugar, el Pico Victoria, en las Montañas Mayas en Belice, marcaba las salidas del Sol en el solsticio de invierno; debido a que el monte no es fácilmente visible, agrega el autor, posteriormente fue construido en la misma dirección el Templo III, para que su crestería sirviera como marcador adicional

del evento. Según nuestras mediciones, el azimut del centro de la crestería del Templo III, observando desde lo alto del Templo IV, es 114°40'. En esta dirección la altura del horizonte natural, que queda ligeramente por encima de la crestería del Templo III, es 0°03' (Fig.1); la declinación correspondiente es 23°42', por lo que el Sol, efectivamente, salía en esta dirección en los solsticios de diciembre. En cambio, el Pico Victoria, ubicado a más de 116 km de distancia (N16°48'45", W88°37'11"; a.s.n.m.: 1120 m), no pudo tener ningún papel: según los cálculos basados en la cartografía disponible, el monte queda por debajo de la línea del horizonte, además de que su azimut (112°54') no corresponde a la dirección solsticial.

Tanto Malmström (1981: 253s, fig. 22.1; 1997: 170ss) como Aveni y Hartung (1988: 9) afirman que los Templos I y III fueron erigidos a lo largo de la línea este-oeste. De acuerdo con nuestras mediciones, el azimut de la línea entre los centros de las entradas a los santuarios superiores de los Templos I y III es 269°54', igual al que proporcionan Aveni y Hartung (1988: 9, 12, tabla 2). Aunque el alineamiento reproduce casi perfectamente la dirección este-oeste, no puede relacionarse con los equinoccios, como mencionan Aveni y Hartung (ibid.) y Malmström (1981: 253; 1997: 169ss, figs. 48, 50), porque los dos templos, debido a su altura, mutuamente obstruyen la vista hacia el horizonte, como fue acertadamente señalado por Hartung (1980: 148): "A menos que supusiéramos la existencia de un agujero en las paredes traseras de uno o ambos edificios, no era posible llevar a cabo observaciones equinocciales después de terminada la construcción. Evidentemente dicho agujero no existía". Por lo tanto, al tratar de asignar un significado observacional al alineamiento que conforman ambos edificios, hay que tomar en cuenta las alturas de sus cresterías. Observando frente al santuario superior del Templo I, la altura angular de la crestería del Templo III es de 3°36'; la declinación correspondiente a esta altura y al azimut de 269°54' es 0°55'. A la inversa, observando frente al santuario del Templo III, la declinación que corresponde a la dirección hacia el Templo I y a la altura actual de su crestería (2°36'; es probable que la altura original no fuera mucho mayor) es 0°47'. Llama la atención que las dos declinaciones son muy parecidas, pero no corresponden a las posiciones del Sol en los equinoccios sino en las fechas 23 de marzo y 21 de septiembre (Figs.2 y 3). Se trata de los llamados días de cuarto del año, que caen dos días después del equinoccio de primavera y dos días antes del de otoño y que, junto con los solsticios, dividen el año en cuatro

partes de igual duración. Como ya mencionamos, la orientación del Complejo P de Tikal corresponde a las puestas del Sol en estas fechas, registradas por diversos alineamientos en las Tierras Bajas Mayas y el centro de México (Šprajc y Sánchez 2012; Šprajc 2001: 75ss).

Para la línea desde el Templo I al Templo IV, Malmström (1981: 253s, fig. 22.1; 1997: 169ss, figs. 48, 50) proporciona el azimut de 285° y sugiere que marcaba las puestas del Sol el 13 de agosto, conmemorando la fecha del inicio de la Cuenta Larga. También Aveni y Hartung (1988: 8, 12, tabla 2), asignándole a la misma línea el azimut de 104° , observan la posible relación con la fecha base de la Cuenta Larga, pero agregan que también corresponde a las salidas del Sol en las fechas 14 febrero y 29 de octubre, que dividen el año en periodos de 257 y 108 días, cercanos a los de 260 y 105 días. Según nuestras mediciones, el azimut de la línea que conecta los centros de los Templos I y IV es $104^\circ 14'$. Observando frente a la entrada al santuario superior del Templo IV, la crestería del Templo I queda por debajo de la línea del horizonte natural, cuya altura en esta dirección es de $0^\circ 03'$. La declinación correspondiente es $13^\circ 46'$, lo que significa que el Sol sale arriba del Templo I en las fechas 12 de febrero y 30 de octubre, registradas por un gran número de orientaciones en las Tierras Bajas Mayas (Fig.4), incluyendo el Templo III de Tikal (v. supra), así como en el centro de México (Šprajc 2001: 107ss). Ahora bien, para el observador colocado en la entrada del santuario del Templo I, la declinación que corresponde al centro del santuario del Templo IV y a la altura actual de su crestería ($3^\circ 13'$) es $14^\circ 29'$. El Sol tiene esta declinación en las fechas 29 de abril y 14 de agosto. Si la crestería original del Templo IV era algo más alta, las fechas correspondientes hubieran sido 30 de abril y 13 de agosto, también marcadas por varias orientaciones en las Tierras Bajas Mayas y en el centro de México (Šprajc y Sánchez 2012; Šprajc 2001). Asimismo podemos recordar que el Templo IV fue erigido por Yik'in Chan K'awiil, a quien se le ha atribuido también la construcción del Palacio de los Cinco Pisos (Estructura 5D-52) en la Acrópolis Central: como hemos mencionado arriba, es probable que también este edificio fuera destinado para registrar las puestas del Sol en las fechas 30 de abril y 13 de agosto.

Cabe advertir que la intencionalidad de los alineamientos discutidos no es indicada por las orientaciones de los edificios involucrados; es decir, el Templo I no está orientado ni hacia el Templo III ni hacia el IV, y los ejes de simetría de los Templos III y IV tampoco pasan por el Templo I. Mientras no se encuentren otros

casos análogos, la interpretación astronómico-calendárica de los alineamientos referidos queda hipotética. Sin embargo, si recordamos que la importancia de las fechas marcadas por estos alineamientos queda atestiguada en las orientaciones arquitectónicas en diversos sitios, resulta probable que los lugares en que se iban a construir algunos de los edificios más prominentes de Tikal, e incluso sus alturas, fueran, en efecto, dictados por consideraciones de carácter astronómico y calendárico. De ser así, podemos tratar de reconstruir la secuencia de este aspecto de planeación urbana. El gobernante Yik'in Chan K'awiil mandó construir el Templo IV en el lugar adecuado y con la altura requerida para que conformara un alineamiento astronómicamente significativo con el Templo I, mientras que, posteriormente, la selección del lugar para construir el Templo III fue condicionada tanto por el Templo I como por el Templo IV. Puesto que, desde este último, pudieron observarse las salidas del Sol en los solsticios de diciembre sobre el Templo III, parece significativo que la relación entre los Templos I y III permitió observar las salidas y puestas del Sol en los días que, junto con los solsticios, dividen el año en cuatro partes de igual duración. La altura de la plataforma superior del Templo III, además de la ubicación de la entrada en el plano horizontal, debieron ser cuidadosamente premeditadas, para que permitieran observar las apariciones del Sol en los días de cuarto del año sobre la crestería del Templo I (Fig.2); por otra parte, la crestería del Templo III tuvo que tener la altura adecuada para que, para el observador frente a la entrada al santuario superior del Templo I, marcara la posición del Sol descendiente en las mismas fechas (Fig.3).

PERSPECTIVA DIACRÓNICA

Tanto en Tikal como en otros sitios Mayas resulta difícil establecer la secuencia cronológica en la que aparecieron las orientaciones de distintos grupos, o asignar la prioridad temporal a uno u otro grupo, debido a que los edificios tempranos se encuentran, en la mayoría de los casos, cubiertos por construcciones o ampliaciones más tardías. Algunos datos de este tipo, sin embargo, provienen de las intensas excavaciones realizadas en el conjunto Mundo Perdido y la Acrópolis Norte de Tikal.

Aunque las estructuras expuestas de Mundo Perdido son del Clásico, sabemos que la orientación de los edificios principales permaneció sin cambios desde el Preclásico Medio (Fialko 1987; 1988; Laporte y Fialko 1995: 50). Por ende, las orientaciones del grupo de 94°

—dicho con más precisión: las que señalan las salidas del Sol el 9 de marzo y el 4 de octubre y las puestas el 31 de marzo y el 12 de septiembre— se enumeran entre las más tempranas conocidas hasta el momento en Tikal.

También para la Acrópolis Norte conocemos una larga secuencia constructiva. Las orientaciones de las estructuras actualmente desaparecidas o cubiertas por edificios más tardíos pudieron determinarse —al menos de manera aproximada— en los planos de Coe (1990: fig. 6), que para este fin fueron orientados al norte astronómico, usando como referencia las lecturas de campo realizadas en edificios expuestos. Si asumimos que estos planos reproducen la situación encontrada durante las excavaciones con fidelidad, podemos observar que las orientaciones desviadas entre 8° y 10° al sur del este, incorporadas en estructuras tardías, parecen haber estado presentes en la Acrópolis Norte desde que, al inicio del Preclásico Tardío, aparecieron los primeros edificios monumentales de naturaleza claramente cívico-ceremonial (Coe 1990, vol. III: 814, fig. 6: a, b; Loten 2007: 55s). Sin embargo, más tarde en el Preclásico Tardío aparece como dominante una orientación diferente: a juzgar por los planos, las Estructuras 5D-Sub.1-1 y 5D-Sub.9, que constituyen los primeros edificios mayores de la acrópolis y que se encontraron asociadas con la cerámica Chuen y Cauac, manifiestan la desviación de 14°. Estas estructuras, construidas entre aproximadamente 80 AC y 75 DC, según Loten (2007: 14ss, 69), fueron reemplazadas por las 5D-Sub.8-2 y 5D-22-6, que conservaron la misma orientación (Coe 1990: vol. II: pp. 215s, 225, 270, 338, tablas 39, 44, 63 y 78, fig. 6: c-h; Loten 2007: 31ss, 70). La aparición de las orientaciones del grupo de 104° en Tikal durante el Preclásico Tardío hubiera sido congruente con su presencia en la arquitectura contemporánea en varios sitios del sureste de Campeche, México (Šprajc 2008: 237ss), así como en El Mirador, Petén, Guatemala, donde podrían ser incluso más tempranas (Šprajc y Morales-Aguilar 2007: 132ss; Šprajc *et al.* 2009: 87). En la Acrópolis Norte de Tikal, estas orientaciones coexisten con la desviación cerca de 8° al sur del este, plasmada en las Estructuras 5D-Sub.3 y 5D-26-3, erigidas consecutivamente en el lado sur de la plataforma, pero desaparecen al inicio del Clásico Temprano, al construirse las Estructuras 5D-22-5, 5D-23-2 y 5D-24-2, que conforman el primer grupo triádico y que, junto con la versión contemporánea del edificio inmediatamente al sur (Estructura 5D-26-2), adoptan la desviación cerca de 10° (Coe 1990, vol. II: 342, 419, 433, tablas 80, 91, 94, fig. 6: d-i; Loten 2007: 42ss). Esta orientación, conservada hasta los finales del

Clásico en las remodelaciones subsiguientes de los edificios mencionados, parece haber sido incorporada también en la versión temprana de la Estructura 5D-33, construida en la fase Manik del Clásico Temprano en la orilla sur de la Acrópolis Norte, sobre la tumba de Siyaj Chan K'awiil II. Sin embargo, en la adyacente Estructura 5D-34, en la que fue encontrada la tumba del gobernante anterior Yax Nuun Ayiin I, resurgió la desviación alrededor de 8°, presente en la Acrópolis Norte desde épocas tempranas. Esta orientación fue posteriormente adoptada también por la Estructura 5D-32, erigida alrededor de 600 DC inmediatamente al oriente de la 5D-33 y albergando la tumba del gobernante Calavera de Animal, así como por la última etapa del templo 5D-33, construida hacia finales del siglo 7, probablemente por Jasaw Chan K'awiil I (Coe 1990, vol. II: 504, 506, 510, 581, tablas 111, 114, 122, fig. 6: j-l; Harrison 1999: 82ss, 126ss; Martin y Grube 2000: 32ss; Loten 2007: 63ss; Gómez 2012: 78). La desviación de 14°, abandonada en la Acrópolis Norte al terminar el Preclásico Tardío, reaparece durante el Clásico Tardío en la orientación del Templo III y, posiblemente, en la relación espacial entre los Templos I y IV (v. *supra*).

Resulta interesante que las orientaciones de los Templos I y II —aunque su función observacional no es probable, por circunstancias ya referidas— reproducen dos orientaciones que dominaban en la Acrópolis Norte durante épocas tardías: el azimut del eje este-oeste del Templo I es prácticamente idéntico al que reconstituimos para la última etapa de la Estructura 5D-33, mientras que el azimut del eje este-oeste del Templo II es muy parecido al de la Estructura 5D-22 (tabla 1). Si el Templo II es anterior al I (Harrison 1999: 142; Martin y Grube 2000: 48), llama la atención, además, que la relación cronológica entre ambos parece reflejar la secuencia temporal en la que, durante el periodo Clásico, aparecieron las dos orientaciones rectoras en la Acrópolis Norte (v. *supra*).

Por falta de datos sobre la orientación de las subestructuras en otras partes de Tikal, no podemos determinar con certeza los momentos en que una u otra orientación apareció por primera vez, pero es evidente que, durante el Clásico Tardío, coexistieron las orientaciones de todos los grupos identificados. Una excepción podría ser la alineación, antigua y duradera, que regía en Mundo Perdido, si es que cayó en desuso en el Clásico Tardío y fue sustituida, como opinan Laporte y Fialko (1995: 84s), por un nuevo eje normativo, materializado en la Estructura 5D-87.

RESUMEN

Aunque es probable que no todos los edificios incluidos en nuestro estudio fueran orientados con base en consideraciones astronómicas, el hecho de que para varios alineamientos encontramos analogías en otros sitios de las Tierras Bajas Mayas sugiere que las orientaciones examinadas, en su mayoría, sí pueden interpretarse en estos términos. Desde luego, no necesariamente todos los edificios incluidos en la investigación servían para observaciones; algunos pudieron ser orientados en direcciones astronómicamente significativas de manera simbólica. En general, cabe recordar que las funciones primarias de los edificios que incorporan alineamientos astronómicos eran ceremoniales, residenciales o administrativas, por lo que cualquiera de estas estructuras difícilmente puede designarse como “observatorio”, en el sentido moderno de la palabra, pese a la frecuencia con la que se ha estado empleando el término para referirse a ciertos tipos de edificios o conjuntos arquitectónicos. Es evidente que el uso de la astronomía en el diseño arquitectónico y planeación urbana estaba íntimamente relacionado con la religión, el ritual y la ideología política. No obstante esta advertencia, la precisión con la que algunos alineamientos corresponden a las salidas o puestas del Sol en ciertas fechas, registradas en diversos sitios, sugiere que algunos edificios, efectivamente, facilitaban el uso de calendarios observacionales, necesarios para monitorear el deslizamiento del calendario formal respecto al año trópico y útiles ante todo para programar las actividades agrícolas en el ciclo anual.

Es de esperar que las futuras investigaciones arrojen luz sobre los detalles del manejo de los calendarios observacionales, el significado de las fechas registradas, las técnicas de observación y otras cuestiones que permanecen sin resolver. Considerando que se trata de problemas relacionados con otras incógnitas de amplio interés en la arqueología, sería recomendable tener en mente la advertencia expresada ya hace años por Hartung (1980: 145): “Es extremadamente importante reconocer, cuando se está excavando una estructura, si existe en ésta una probable relación astronómica, a fin de detectar los correspondientes alineamientos y líneas visuales con la mayor exactitud posible.” Registrar los datos sobre la orientación exacta de la estructura es de suma importancia sobre todo cuando se trata de restos que serán destruidos en el proceso de excavación o quedarán inaccesibles. Como hemos visto, aunque se han realizado excavaciones en varias subestructuras de Tikal, normalmente no contamos con datos exactos y

confiables sobre su orientación (cosa común también en otros sitios); es precisamente esta información la que permitiría reconstruir los cambios en los patrones de orientación a través del tiempo, contribuyendo a la comprensión más completa de la historia cultural de cada sitio, así como de la interacción entre diversas comunidades y regiones en periodos particulares.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación pudo realizarse gracias al permiso otorgado por el Instituto de Antropología e Historia del Ministerio de Cultura y Deportes de Guatemala. De manera especial queremos agradecer el interés y el apoyo de su director, Master Erik Ponciano, y las facilidades brindadas por la administración del Parque Nacional Tikal, particularmente las intervenciones de Elmer Tun, Fredy Sosa y Álvaro Jacobo. De formas muy diversas nos ayudaron los colegas Manuel May Castillo, Oswaldo Gómez, Alexander Urizar, Jorge Alvarado, Gustavo Balona, Marcos Martínez, Leopoldo González, Raúl Noriega y Markus Eberl. Agradecemos a todos los mencionados, ofreciendo disculpas por alguna omisión involuntaria.

REFERENCIAS

- AVENI, Anthony F., Anne S. Dowd, y Benjamin Vining
2003 Maya Calendar Reform? Evidence from Orientations of Specialized Architectural Assemblages. *Latin American Antiquity* 14 (2): 159-178. Washington.
- AVENI, A., y H. Hartung
1986 *Maya City Planning and the Calendar*. Transactions of the American Philosophical Society Vol. 76, Part 7, Philadelphia.
- 1988 Archaeoastronomy and Dynastic History at Tikal. En *New Directions in American Archaeoastronomy: Proceedings of the 46 International Congress of Americanists* (editado por A. F. Aveni), pp. 1-16. BAR International Series 454, Oxford.
- BERLIN, Heinrich
1967 The Destruction of Structure 5D-33-1st at Tikal. *American Antiquity* 32 (2): 241-242. Washington.
- CARR, Robert F., y James E. Hazard
1961 *Map of the Ruins of Tikal, El Peten, Guatemala: Tikal Report No. 11*. University Museum, University

of Pennsylvania, Philadelphia.

COE, William R.

1990 *Excavations in the Great Plaza, North Terrace, and North Acropolis of Tikal: Tikal Report No. 14*, 6 vols. University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia.

FIALKO, Vilma

1987 Tikal, Mundo Perdido: identificación de un complejo con implicación astronómica. En *Memorias del Primer Coloquio Internacional de Mayistas: 5-10 de agosto de 1985*, pp. 143-164. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

1988 Mundo Perdido, Tikal: un ejemplo de Complejos de Conmemoración Astronómica. *Mayab* No. 4: 13-21. Madrid.

GÓMEZ, Oswaldo

2012 Nuevos datos para la historia de Tikal. En *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011* (editado por B. Arroyo, L. Paiz y H. Mejía), vol. 1, pp. 75-83. Instituto de Antropología e Historia – Asociación Tikal, Guatemala.

HARRISON, Peter D.

1999 *The Lords of Tikal: Rulers of an Ancient Maya City*. Thames & Hudson, London.

HARTUNG, Horst

1980 Arquitectura y planificación entre los antiguos mayas: posibilidades y limitaciones para los estudios astronómicos. En *Astronomía en la América Antigua* (editado por A. F. Aveni), pp. 145-167. Siglo XXI, México.

HERMAN, Carlos H.

2007 Los estadios constructivos en la Plaza A del Grupo 3D-XIV o Zona Norte de Tikal, Petén. En *XX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2006* (editado por J. P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp. 667-678. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LAPORTE, Juan Pedro

2001 Trabajos no divulgados del Proyecto Nacional Tikal, parte 2: hallazgos en las exploraciones de la Zona Norte. En *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000* (editado por J. P. Laporte, A. C. Suasnavar y B. Arroyo), pp. 221-258. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

2003 Exploración y restauración en los espacios abiertos de Mundo Perdido, Tikal (Las Plazas Este, Oeste, Norte y Sur). En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo, y H. Mejía), pp. 335-348. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LAPORTE, Juan Pedro, y Vilma Fialko

1995 Un reencuentro con Mundo Perdido, Tikal, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 6: 41-94. Cambridge.

LAPORTE, Juan Pedro, y Carlos H. Herman

2003 Trabajos no divulgados del Proyecto Nacional Tikal, parte 3: más información sobre la exploración de la Zona Norte (3D-43). En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002* (editado por J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp. 359-380. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LOTEN, H. Stanley

2007 *Additions and Alterations: A Commentary on the Architecture of the North Acropolis, Tikal, Guatemala: Tikal Report 34, Part A*. University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia.

MALMSTRÖM, Vincent H.

1981 Architecture, Astronomy, and Calendrics in Pre-Columbian Mesoamerica. En *Archaeoastronomy in the Americas* (editado por R. A. Williamson), pp. 249-261. Ballena Press, Los Altos – The Center of Archaeoastronomy, College Park.

1997 *Cycles of the Sun, Mysteries of the Moon: The Calendar in Mesoamerican Civilization*. University of Texas Press, Austin.

MARTIN, Simon, y Nikolai Grube

2000 *Chronicle of the Maya Kings and Queens: Deciphering the Dynasties of the Ancient Maya*. Thames & Hudson, London.

RAINEY, Froelich, Alfred Kidder II, Linton Satterthwaite, y William R. Coe

1967 Reply to Berlin. *American Antiquity* 32 (2): 242-244. Washington.

RICHTER, Heinz-Dieter e Ivan Šprajc

2011 *Informe del proyecto de investigación arqueoa-*

trónica en Tikal, Petén, Guatemala (ms.). Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

SÁNCHEZ Nava, Pedro Francisco, e Ivan Šprajc

2011a *Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2010* (ms.). Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

2011b *Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2011* (ms.). Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

ŠPRAJC, Ivan

2001 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México (Colección Científica 427).

2008 *Alineamientos astronómicos en la arquitectura*. En *Reconocimiento arqueológico en el sureste del estado de Campeche, México: 1996-2005* (editado por I. Šprajc), BAR International Series 1742 (Paris Monographs in American Archaeology 19), pp. 233-242. Archaeopress, Oxford.

ŠPRAJC, Ivan, y Carlos Morales-Aguilar

2007 *Alineamientos astronómicos en los sitios arqueológicos de Tintal, El Mirador y Nakbe, Peten,*

Guatemala. En *Proyecto Arqueológico Cuenca Mirador: Informe final temporada 2007* (editado por N. M. López), tomo I, pp. 123-158. Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

ŠPRAJC, Ivan, Carlos Morales-Aguilar y Richard Hansen

2009 *Early Maya Astronomy and Urban Planning at El Mirador, Peten, Guatemala*. *Anthropological Notebooks* 15 (3): 79-101. Ljubljana.

ŠPRAJC, Ivan y Pedro Francisco Sánchez Nava

2012 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura maya de las tierras bajas: nuevos datos e interpretaciones*. En *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011* (editado por B. Arroyo, L. Paiz y H. Mejía), vol. 2, pp. 977-996. Instituto de Antropología e Historia – Asociación Tikal, Guatemala.

ŠPRAJC, Ivan, Pedro Francisco Sánchez Nava y Krištof Oštir

2011 *Astronomical significance of architectural orientations in the Maya Lowlands: new data, analyses and interpretations*. Ponencia presentada en la conferencia SEAC 2011, Évora, Portugal.

THOMPSON, J. Eric

1967 *A third-party comment*. *American Antiquity* 32 (2): 244. Washington.

estructura (grupo)	A norte	error A norte	A este	error A este	H este	H oeste	δ este	δ oeste	error δ	fechas este	fechas oeste	intervalo este	intervalo oeste
Templo I	9°00'	0°30'	97°21'	0°15'	-0°01'	NA	-7°11'	NA	0°15'	2-mar	12-oct	NA	NA
Templo II	10°47'	0°30'	100°41'	0°15'	-0°02'	0°14'	-10°22'	10°07'	0°15'	22-feb	20-oct	16-abr	27-ago
Templo III	18°44'	1°00'	103°39'	0°30'	-0°03'	0°05'	-13°13'	12°53'	0°30'	13-feb	27-oct	23-abr	18-ago
Templo IV	10°52'	1°00'	101°47'	0°30'	-0°05'	0°04'	-11°27'	11°07'	0°30'	19-feb	23-oct	19-abr	25-ago
Templo V	11°30'	1°00'	101°37'	0°30'	-0°03'	0°00'	-11°16'	10°55'	0°30'	19-feb	22-oct	18-abr	25-ago
Templo VI	9°22'	0°30'	98°16'	0°15'	0°09'	1°17'	-8°00'	8°10'	0°20'	28-feb	14-oct	11-abr	2-sep
Templo 5E-38	7°22'	1°00'	98°51'	1°00'	0°02'	0°23'	-8°36'	8°25'	1°00'	27-feb	15-oct	11-abr	1-sep
Estr. 3D-40 (Grupo H)	4°31'	0°15'	93°49'	0°15'	0°00'	0°13'	-3°48'	3°33'	0°15'	11-mar	3-oct	29-mar	14-sep
Estr. 3D-43 (Grupo H)	8°47'	0°10'	97°42'	0°15'	0°02'	0°08'	-7°31'	7°14'	0°15'	2-mar	12-oct	8-abr	4-sep
Estr. 5C-13	13°15'	1°00'	101°21'	1°00'	-0°02'	0°07'	-11°01'	10°43'	1°00'	20-feb	22-oct	17-abr	26-ago
Estr. 5D-22 (Acrópolis Norte)	11°23'	1°00'	100°13'	0°15'	0°00'	0°03'	-9°55'	9°36'	0°15'	23-feb	19-oct	14-abr	29-ago
Estr. 5D-33 (Acrópolis Norte)	8°15'	1°00'	97°36'	1°00'	-0°01'	0°09'	-7°26'	7°09'	1°00'	1-mar	12-oct	7-abr	4-sep
Estr. 5D-46 (Acrópolis Central)	6°00'	1°00'	94°21'	1°00'	0°00'	0°16'	-4°19'	4°05'	1°00'	9-mar	4-oct	30-mar	12-sep
Estr. 5D-52 (Acrópolis Central)	15°00'	1°00'	106°00'	1°00'	0°01'	0°10'	-15°26'	15°09'	1°00'	7-feb	4-nov	1-may	12-ago
Estr. 5D-54 (Acrópolis Central)	10°15'	1°00'	100°00'	1°00'	0°01'	0°06'	-9°42'	9°25'	1°00'	24-feb	18-oct	14-abr	29-ago
Estr. 5C-49 (Mundo Perdido)	3°00'	1°00'	93°30'	0°40'	-0°02'	0°02'	-3°31'	3°11'	0°40'	12-mar	2-oct	28-mar	15-sep
Estr. 5C-54 y 5D-86 (Mundo Perdido)	4°00'	1°00'	94°30'	0°40'	-0°02'	0°03'	-4°28'	4°09'	0°40'	9-mar	4-oct	31-mar	12-sep
Estr. 5D-87 (Mundo Perdido)	4°30'	1°00'	93°15'	1°00'	-0°03'	0°02'	-3°17'	2°57'	1°00'	12-mar	1-oct	28-mar	15-sep
Estr. 5D-96 (Plaza de los Siete Templos)	7°30'	1°00'	97°00'	1°00'	-0°03'	-0°02'	-6°52'	6°30'	1°00'	3-mar	11-oct	6-abr	6-sep
Complejo O	NA	NA	97°00'	1°00'	0°04'	1°09'	-6°50'	6°55'	1°00'	3-mar	11-oct	7-abr	5-sep
Complejo P	NA	NA	91°00'	1°00'	-0°05'	0°05'	-1°09'	0°49'	1°00'	18-mar	26-sep	22-mar	21-sep
Complejo Q	NA	NA	96°51'	1°00'	0°05'	2°38'	-6°41'	7°15'	1°00'	4-mar	10-oct	8-abr	4-sep

Tabla 1. Datos sobre las orientaciones arquitectónicas en Tikal. El significado de los encabezados es el siguiente: A norte: azimut hacia el norte del eje norte-sur del edificio (se omite el azimut hacia el sur, ya que siempre es 180° más grande; si en lugar del valor aparece la sigla NA (“no aplicable”), significa que el azimut no se pudo determinar); error A norte: error estimado del azimut hacia el norte; A este: azimut hacia el este del eje este-oeste del edificio (el azimut hacia el oeste (omitido) difiere por 180°); error A este: posible error del azimut hacia el este; H este/oeste: altura del horizonte este/oeste (si en lugar del valor aparece NA, significa que alguna estructura obstruye la vista hacia el horizonte); este/oeste: declinación correspondiente al azimut hacia el este/oeste (NA significa que alguna estructura obstruye la vista hacia el horizonte); error : posible error de declinación, estimado con base en las incertidumbres en los azimuts y alturas del horizonte; fechas este/oeste: fechas de salida/puesta del Sol que corresponden a la declinación este/oeste (NA significa que la declinación no se ha determinado, por razones mencionadas arriba); intervalo este/oeste: intervalo entre las fechas este/oeste (cada par de fechas divide el año en dos intervalos, cuya suma es siempre 365 días; NA refleja la ausencia de fechas en la columna correspondiente; v. supra).



Fig.1: Vista desde el santuario del Templo IV hacia el oriente, con los Templos I, II y III.



Fig.2: El Sol saliente sobre la crestería del Templo I, observando desde el Templo III, el 21 de septiembre de 2011.



Fig.3: El Sol sobre la crestería del Templo III, observando desde el Templo I, en la tarde del 21 de septiembre de 2011.



Fig.4: Salida del Sol sobre el Templo I el 13 de febrero de 2011, observando desde el santuario superior del Templo IV (nótese que el Sol, alineado con el Templo I, se encuentra ya arriba del horizonte; debido a la nubosidad, no fue posible tomar las fotos el 12 de febrero, fecha en que el Sol estaba alineado con el Templo I precisamente en el momento de su orto).