

ORIENTACIONES ASTRONÓMICAS EN LA ARQUITECTURA DE MESOAMÉRICA

Occidente y Norte

Ivan Šprajc, Pedro Francisco Sánchez Nava y Alejandro Cañas Ortiz

PROSTOR, KRAJ, ČAS



PROSTOR, KRAJ, ČAS 12

Orientaciones astronómicas en la arquitectura de Mesoamérica: Occidente y Norte

Ivan Šprajc

Pedro Francisco Sánchez Nava

Alejandro Cañas Ortiz

Založba ZRC

Ljubljana 2016

PROSTOR, KRAJ, ČAS 12

**ORIENTACIONES ASTRONÓMICAS EN LA ARQUITECTURA DE MESOAMÉRICA:
OCCIDENTE Y NORTE**

Ivan Šprajc, Pedro Francisco Sánchez Nava y Alejandro Cañas Ortiz

Edición: Žiga Kokalj y Nataša Gregorič Bon

Fotografía: Ivan Šprajc

Publicado por: Inštitut za antropološke in prostorske študije,
ZRC SAZU

Editorial: Založba ZRC

Responsable: Oto Luthar

CIP – Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

72.031.2(399.7)(0.034.2)

521.9:72.031.2(399.7)(0.034.2)

903/904(721/724)(0.034.2)

006.951(399.7)(0.034.2)

ŠPRAJC, Ivan, 1955-

Orientaciones astronómicas en la arquitectura de Mesoamérica. Occidente y Norte [Elektronski vir] / Ivan Šprajc, Pedro Francisco Sánchez Nava, Alejandro Cañas Ortiz ; [fotografía Ivan Šprajc].

- El. knjiga. - Ljubljana : Založba ZRC, 2016. - (Prostor, kraj, čas, ISSN 2335-4208 ; 12)

ISBN 978-961-254-892-6 (pdf)

1. Sánchez Nava, Pedro Francisco 2. Ortiz, Alejandro Cañas

284672512

Način dostopa (URL): <http://zalozba.zrc-sazu.si/p/P12>

© 2016, autores, Založba ZRC, ZRC SAZU. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra podrá ser reproducida o transmitida en forma alguna y por ningún medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, o por cualquier otro sistema de almacenamiento de información, sin previa autorización de los propietarios de los derechos de autor.

Abstract

This monograph presents the results of a study of orientations in prehispanic architecture of western and northern Mesoamerica. Analyzing the alignment data collected with field measurements for a number of civic and ceremonial buildings at 21 archaeological sites, we have been able to conclude that they were largely oriented on astronomical grounds. Since the study area is extensive and culturally diverse, while the data sample is relatively small, the orientations that have been analyzed exhibit considerable variability. Although the alignment patterns are, therefore, less clear than in other, previously investigated Mesoamerican regions, they reflect the use of fundamentally the same principles, as well as a few peculiarities. In agreement with the general trend in Mesoamerica, most buildings are skewed clockwise from cardinal directions, but the exceptions are more frequent than elsewhere. The orientations were astronomically functional predominantly or exclusively in the east-west direction, largely marking sunrises and sunsets on certain dates, while a few structures possibly recorded the extreme positions of the Moon or Venus. The intervals that separate the dates recorded by solar orientations tend to concentrate around some multiples of 13 and 20 days. The distribution of dates in the year, the similarities with alignment patterns in other parts of Mesoamerica, and contextual data, including ethnographic information, suggest that the orientations recording the Sun's positions had a practical function: allowing the use of observational calendars composed of elementary periods of the formal calendrical system and their multiples, they facilitated the prediction of important dates in the seasonal cycle and, thereby, an efficient scheduling of agricultural activities and the associated rituals. Some structures seem to have been deliberately aligned to prominent hills on the local horizon; if they also recorded celestial events, the places for their construction were necessarily selected on the basis of both astronomical and topographic criteria. Although few alignments to hilltops have been found, they are likely intentional, considering that they are common in central Mexico and can be interpreted in terms of the aquatic and fertility symbolism of mountains in the Mesoamerican world view. The fact that some buildings are oriented toward the Sun's positions on the dates most frequently recorded by alignments elsewhere in Mesoamerica, including Teotihuacan, is particularly interesting, as it provides, on the one hand, the most compelling evidence that the same orientation principles were prevalent also in the West and the North and, on the other, contributes to the understanding of the processes of cultural interaction among particular regions.

KEYWORDS

Mesoamerica, West, North, archaeology, archaeoastronomy, prehispanic architecture, orientations, urban planning, world view, religion, calendar, agricultural cycle

Resumen

El libro presenta los resultados del estudio de las orientaciones en la arquitectura prehispánica en el Occidente y el Norte de Mesoamérica. Al analizar los datos que obtuvimos con mediciones en campo para diversos edificios cívicos y ceremoniales en 21 sitios arqueológicos, hemos podido concluir que fueron orientados mayormente a partir de criterios astronómicos. La muestra de datos es relativamente pequeña, pero proviene de un área extensa y culturalmente heterogénea, por lo que las orientaciones analizadas manifiestan un grado considerable de variabilidad. Aunque los patrones de orientación son, por consiguiente, menos claros que en otras regiones mesoamericanas investigadas previamente, resulta evidente que las normas que dictaban las prácticas de orientación eran fundamentalmente las mismas, pero también se observan algunas peculiaridades. En conformidad con la tendencia general en Mesoamérica, predominan las desviaciones en el sentido de las manecillas de reloj respecto a los rumbos cardinales, pero las excepciones son más numerosas que en otras partes. Las orientaciones eran astronómicamente funcionales ante todo o exclusivamente en sentido este-oeste, refiriéndose en su mayoría a las salidas y puestas del Sol en ciertas fechas, pero también es posible que algunas estructuras marcaran las posiciones extremas de la Luna o Venus. En la distribución de los intervalos que separan las fechas registradas por las orientaciones solares son notables las concentraciones alrededor de algunos múltiplos de 13 y de 20 días. La distribución de las fechas en el año, las similitudes con los patrones de orientación en otras partes de Mesoamérica y los datos contextuales, incluyendo la información etnográfica, sugieren que los alineamientos solares posibilitaban el manejo de calendarios observacionales que, por estar compuestos de periodos básicos del calendario formal y sus múltiplos, facilitaban la predicción de las fechas importantes en el ciclo estacional y, con ello, la programación de las labores agrícolas y los rituales acompañantes. Algunas estructuras parecen haber sido intencionalmente orientadas hacia los cerros prominentes en el horizonte local; si al mismo tiempo registraban fenómenos astronómicos, debieron ser construidas en lugares seleccionados con base en criterios tanto astronómicos como topográficos. Aunque se han registrado pocas alineaciones hacia cerros, son probablemente intencionales, considerando que son comunes en el centro de México, seguramente reflejando la importancia que tenían las montañas, relacionadas con el agua y la fertilidad, en la cosmovisión mesoamericana. El hecho de que algunos edificios están orientados hacia las posiciones del Sol en las fechas más frecuentemente registradas por alineamientos en otras partes de Mesoamérica, incluyendo Teotihuacan, es particularmente interesante, ya que, por una parte, representa la evidencia más contundente de que también en el Oeste y el Norte prevalecían los mismos principios de orientación y, por la otra, contribuye a la comprensión de los procesos de interacción cultural entre las regiones particulares.

PALABRAS CLAVE

Mesoamérica, Occidente, Norte, arqueología, arqueoastronomía, arquitectura prehispánica, orientaciones, planeación urbana, cosmovisión, religión, calendario, ciclo agrícola

Izvleček

Knjiga predstavlja rezultate raziskave orientacij v predšpanski arhitekturi zahodne in severne Mezoamerike. Analize podatkov, ki smo jih pridobili z meritvami na terenu za vrsto ceremonialnih in drugih pomembnih stavb na 21 arheoloških najdiščih, so pripeljale do zaključka, da so bile povečini usmerjene na osnovi astronomskih referenc. Vzorec podatkov je sorazmerno majhen, območje raziskave pa je obsežno in kulturno raznoliko, zato ni presentljivo, da so analizirane orientacije dokaj raznolike. Čeprav so vzorci orientacij zato manj jasni kot v drugih, prej preučeni mezoameriških regijah, je očitno, da so bila načela usmerjanja v osnovi ista, opazne pa so tudi nekatere posebnosti. V skladu s splošno tendenco v Mezoameriki, prevladuje odklon od glavnih smeri neba v smeri urnih kazalcev, vendar so izjeme bolj pogoste kot drugod. Orientacije so bile astronomsko funkcionalne pretežno ali izključno v smeri vzhod-zahod; večinoma se nanašajo na Sončeva vzhajališča in zahajališča na določene datume, nekatere pa morda na skrajne položaje Lune ali Venere na horizontu. V razporeditvi intervalov med datumi, ki jih registrirajo solarne orientacije, so opazne koncentracije okoli nekaterih mnogokratnikov 13 in 20 dni. Distribucija datumov v letu, podobnosti z vzorci orientacij v drugih predelih Mezoamerike in kontekstualni podatki, vključno z etnografskim gradivom, kažejo, da so solarne orientacije omogočale uporabo opazovalnih koledarjev, ki so prav zato, ker so jih sestavljale osnovne periode formalnega koledarja in njihovi mnogokratniki, olajševali napovedovanje ključnih trenutkov v posameznih letnih časih, s tem pa tudi načrtovanje poljedelskih dejavnosti in s temi povezanih obredov. Za nekaj struktur se zdi, da so bile namerno usmerjene proti izstopajočim hribom na lokalnem horizontu; če so obenem registrirale nebesne pojave, so morale biti zgrajene na mestih, izbranih na osnovi tako astronomskih kot topografskih kriterijev. Čeprav smo našli malo usmeritev proti hribom, so najbrž namerne, če upoštevamo, da so zelo pogoste v osrednji Mehiki, razložiti pa jih je mogoče s pomenom, ki so ga imele gore, povezane z vodo in rodovitnostjo, v mezoameriškem pogledu na svet. Dejstvo, da so nekatere stavbe usmerjene proti Sončevim položajem na datume, ki jih zaznamuje veliko število orientacij drugod po Mezoameriki, vključno s tistimi v Teotihuacanu, je posebno zanimivo, saj po eni strani predstavlja najbolj prepričljiv dokaz, da so tudi na zahodu in severu prevladovala ista načela usmerjanja, po drugi pa prispeva k razumevanju kulturnih povezav med posameznimi regijami.

KLJUČNE BESEDE

Mezoamerika, Zahod, Sever, arheologija, arheoastronomija, predšpanska arhitektura, orientacije, urbano planiranje, pogled na svet, religija, koledar, poljedelski cikel

Índice

Lista de figuras.....	ii
Lista de tablas.....	iii
Agradecimientos.....	iv
1 Introducción.....	1
2 Metodología.....	3
3 Análisis de los datos.....	7
Azimuts.....	9
Declinaciones.....	10
Orientaciones solares: fechas e intervalos.....	15
4 Comentarios sobre orientaciones particulares.....	19
Alta Vista, Zacatecas.....	19
Cañada de la Virgen, Guanajuato.....	24
Cerro del Teúl, Zacatecas.....	25
El Cerrito, Querétaro.....	26
El Chanal, Colima.....	27
El Cóporo, Guanajuato.....	28
El Ixtépete, Jalisco.....	30
Huandacareo (La Nopalera), Michoacán.....	30
Ihuatzio, Michoacán.....	31
Ixtlán del Río (Los Toriles), Nayarit.....	32
La Campana, Colima.....	33
La Ferrería, Durango.....	33
La Quemada, Zacatecas.....	34
Peralta, Guanajuato.....	37
Plazuelas, Guanajuato.....	37
Ranas, Querétaro.....	38
San Felipe los Alzati, Michoacán.....	38
Tingambato, Michoacán.....	39
Toluquilla, Querétaro.....	40
Tres Cerritos, Michoacán.....	41
Tzintzuntzan, Michoacán.....	41
5 Alineamientos astronómicos y el contexto cultural.....	43
Patrones de orientación.....	43
Disposición de los edificios y la direccionalidad de las orientaciones.....	47
Orientaciones y el paisaje circundante.....	48
Uso y significado de las orientaciones.....	49
6 Conclusiones.....	55
Bibliografía.....	57

Lista de figuras

3.1.	Distribución de frecuencias de los azimuts norte y este de las orientaciones.....	10
3.2.	Distribución de frecuencias de las declinaciones correspondientes a los azimuts norte y sur.....	11
3.3.	Distribución de frecuencias de las declinaciones correspondientes a los azimuts este y oeste.	11
3.4.	Distribución de frecuencias de las declinaciones este y oeste por periodos principales.....	12
3.5.	Distribución de frecuencias relativas de las declinaciones este y oeste.	13
3.6.	Distribución de frecuencias relativas de las fechas registradas por las orientaciones en los horizontes este y oeste.....	17
3.7.	Distribución de frecuencias relativas de los intervalos que separan las fechas este y oeste.....	17
4.1.	Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo del pasillo del Laberinto, orientado hacia el Cerro Picacho Pelón al fondo.	20
4.2.	Alta Vista, salida del Sol el 23 de septiembre de 2013, observada a lo largo del pasillo del Laberinto. El Sol salió ligeramente al sur del Cerro Picacho, porque el equinoccio ocurrió el día anterior a las 14:44 horas (Tiempo del Centro).	20
4.3.	Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo de la diagonal de la Plaza Suroeste (Estructura 2), alineada hacia el cerro al fondo.....	22
4.4.	Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo de la diagonal de la Plaza Sureste (Estructura 4), alineada hacia el cerro en el horizonte que se conoce localmente, según Medina y García (2010: 195), como Picacho Montuoso.....	23
4.5.	El Cerrito, vista desde la parte alta del Basamento Piramidal hacia el oriente, con el Cerro Gordo a la izquierda y el Cerro del Cimatarío al fondo.	26
4.6.	El Chanal, Estructura 1 con dos plataformas enfrente, vista hacia el oriente.	27
4.7.	El Cópore, Conjunto Gotas, puesta del Sol a lo largo del eje central de la Plaza del Ocaso, el 2 de abril de 2016 (foto: cortesía de Carlos Alberto Torreblanca Padilla).	28
4.8.	El Cópore, Conjunto Gotas, Plaza del Ocaso, vista hacia el oriente.	29
4.9.	Huandacareo, Montículo 2, vista hacia el oriente a lo largo del paño norte del edificio superior.....	31
4.10.	Huandacareo, Montículo 2, vista hacia el oriente a lo largo del paño sur del edificio superior.....	31
4.11.	La Campana, Estructura 2, vista hacia el norte.....	33
4.12.	La Quemada, Salón de las Columnas, vista hacia el oriente a lo largo del eje de simetría del edificio.	35
4.13.	La Quemada, Salón de las Columnas, vista hacia el poniente a lo largo del eje de simetría del edificio.	36
4.14.	La Quemada, puesta del Sol a lo largo del eje central del Salón de las Columnas, el 29 de abril de 2016 (foto: cortesía de Carlos Alberto Torreblanca Padilla).	36
4.15.	Tingambato, Estructura Oriental, vista hacia el oriente.....	39
4.16.	Toluquilla, Estructura 57, vista hacia el sur.....	40
4.17.	Tzintzuntzan, las yácatas, vista hacia el noreste a lo largo de un talud en el lado sureste del conjunto.	42

Lista de tablas

3.1.	Datos sobre las orientaciones en el área de estudio.....	8
3.2.	Orientaciones que probablemente registraban las salidas y puestas del Sol en los solsticios.....	13
4.1.	Esquema de un posible calendario observacional de Alta Vista.....	21
4.2.	Esquema de un posible calendario observacional de Ixtlán del Río.....	32
4.3.	Esquema de un posible calendario observacional de Ranas.	38
4.4.	Esquema de un posible calendario observacional de Toluquilla.	41
5.1.	Resumen de las relaciones entre las orientaciones analizadas, sus motivos astronómicos, los tipos de edificios, la ubicación de sus accesos, sus posiciones cronológicas y los cerros hacia los que están alineados. Los fenómenos que proponemos como determinantes de cada orientación se presentan en la cuarta columna y las direcciones en que fueron observados en la quinta. Para las orientaciones solares se citan las fechas correspondientes y, entre paréntesis, también los intervalos significativos (múltiplos de 13 o 20 días) que las separan. Si la orientación pudo tener dos referentes astronómicos distintos, se mencionan los dos, separados por coma; los eventos en horizontes opuestos y las correspondientes direcciones en la quinta columna están separados por punto y coma. En la sexta columna se indica la ubicación del acceso o de la fachada principal. Si la estructura está alineada a algún cerro en el paisaje circundante, aparece en la última columna la dirección en la que se localiza la prominencia. El significado de las abreviaturas es el mismo que en la tabla 3.1 (v. explicaciones al principio del capítulo 3).	44

Agradecimientos

La investigación cuyos resultados se presentan a continuación pudo llevarse a cabo gracias al apoyo de las autoridades del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), México, y del Centro de Investigaciones de la Academia Eslovena de Ciencias y Artes (ZRC SAZU), Eslovenia. Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Dra. María de los Ángeles Olay Barrientos, Presidente del Consejo de Arqueología del INAH, por las facilidades dispensadas a nuestro proyecto, y al Lic. Juan Omar Pulido Galicia, Administrador de la Coordinación Nacional de Arqueología del INAH, por hacer más fácil la logística de nuestras salidas al campo. Asimismo agradecemos las facilidades brindadas por los siguientes Delegados de los Centros INAH: Lic. Manuel Naredo Naredo (Querétaro), Lic. Sergio Ramón Tovar Alvarado (Guanajuato), Dr. Roberto Huerta San Miguel (Colima), Dra. Martha Lorenza López Mestas (Jalisco), Dr. Jasinto Robles Camacho (Michoacán), Arq. Othón Yaroslav Quiroga García (Nayarit) y Arq. Laura Sirle Rojas (Durango).

Por otra parte, nuestro trabajo no se hubiera podido realizar de manera tan exitosa sin el valioso apoyo de los arqueólogos Gabriela Zepeda García-Moreno, Patricia Monreal, Cindy Sandoval Mora, Peter Jiménez Betts, Laura Solar, Marco Antonio Santos, Marisol Montejano Esquivias, Jorge Herrejón Villicaña, Pavel Leiva García, Judith Galicia Flores, Andrés Saúl Alcántara Salinas, José Luis Punzo Díaz y Ana María Jarquín Pacheco, y el veterinario Guillermo Valtierra Álvarez. Agradecemos a todos ellos, ofreciendo disculpas por alguna omisión involuntaria.

1 Introducción

Un aspecto de la importancia y del papel social que tenían en Mesoamérica los conceptos derivados de la observación del cielo está plasmado en los vestigios arquitectónicos, pero la información que encubren es críptica y difícil de desenredar. Apenas los estudios realizados en las últimas décadas han permitido reconocer que los templos y otros edificios de significado especial en la vida pública no fueron orientados al azar sino, las más de las veces, hacia las posiciones significativas de ciertos astros. Las primeras investigaciones sistemáticas, enfocadas en algunas regiones que atrajeron particular interés, revelaron que la distribución de las orientaciones no es uniforme y que las concentraciones de los azimuts alrededor de ciertos valores sólo pueden explicarse con el uso de referencias astronómicas sobre el horizonte. También se formularon diversas hipótesis que trataban de interpretar el significado de las orientaciones (*cf.* Aveni 2001; 2003; Aveni y Hartung 1986; Galindo 1994; Tichy 1991; Šprajc 2001). Sin embargo, los datos publicados sobre los alineamientos arquitectónicos eran deficientes, de precisión muy variable y, por ende, poco confiables para interpretaciones más detalladas (*cf.* Sánchez y Šprajc 2015: 26ss). Es por ello que, entre los años 2010 y 2013, realizamos un proyecto de investigación cuyo objetivo fue estudiar los aspectos astronómicos de la arquitectura y el urbanismo mesoamericanos de manera sistemática, empleando una metodología más rigurosa de la que había sido implementada en la mayoría de los estudios de esta índole. En cuatro temporadas obtuvimos, con mediciones en campo, los datos sobre las orientaciones en varias subáreas mesoamericanas. Los resultados se han presentado en los respectivos informes entregados al Instituto Nacional de Antropología e Historia (Sánchez y Šprajc 2011a; 2011b; 2012; Sánchez *et al.* 2014). La información que concierne a las tierras bajas mayas, incluyendo los datos basados en las mediciones, los análisis y las interpretaciones de las orientaciones, se publicó en varios artículos y, de manera exhaustiva, en una monografía (Sánchez y Šprajc 2015), en tanto que otro libro está enfocado en las regiones de Oaxaca y el Golfo de México (Šprajc y Sánchez 2015).

Como continuación de estos esfuerzos, la presente obra expone los resultados de la investigación que llevamos a cabo en las subáreas Occidente y Norte de Mesoamérica. La metodología empleada en las mediciones, los cálculos y los análisis se resume en el capítulo 2, pero fue presentada con mayor detalle en publicaciones anteriores (Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015). El capítulo 3 presenta los análisis y sus resultados que permitieron proponer los referentes astronómicos de las orientaciones. En el capítulo 4 comentamos las orientaciones particulares y otros detalles pertinentes que fueron observados en cada sitio. La información presentada se resume en el capítulo 5, en el que también discutimos la relación de las estructuras con el paisaje circundante y los datos que permiten interpretar el uso y el significado de los alineamientos.

Los sitios de los que derivan los datos analizados se encuentran listados a continuación por orden alfabético, acompañados por citas bibliográficas correspondientes. La bibliografía no pretende ser exhaustiva; generalmente citamos las obras más recientes, que contienen los datos más actualizados sobre la temporalidad y otras características de las estructuras medidas, es decir, la información relevante para los fines de nuestra investigación y considerada en los análisis e interpretaciones (capítulos 3, 4 y 5).

Alta Vista, Zacatecas (Hers 1989; Kelley 1990; Medina y García 2010; Aveni *et al.* 1982)
Cañada de la Virgen, Guanajuato (Zepeda García Moreno 2007; Zepeda y Pérez 2007; Granados Saucedo 2008; Quiroz Ennis 2013)
Cerro del Teúl, Zacatecas (INAH 2010; Peter Jiménez Betts, com. personal, septiembre de 2013)
El Cerrito, Querétaro (Braniff 2000; Crespo 1991; Granados Saucedo 2005; 2011; Valencia Cruz 1998)
El Chanal, Colima (Olay Barrientos 2004; 2005)
El Cóporo, Guanajuato (Torreblanca Padilla 2007; 2008; 2015)
El Ixtépete, Jalisco (Castro-Leal y Ochoa 1976; Gómez Gastélum 1991; Rubio Navarro 2006-2007)
Huandacareo (La Nopalera), Michoacán (Macías Goytia 1990; Cárdenas García 2013; Cárdenas y Fernández 2013)
Ihuatzio, Michoacán (Pollard 2001a; Cárdenas García 2004)
Ixtlán del Río (Los Toriles), Nayarit (Arana *et al.* 2004; Zepeda García Moreno 1994)
La Campana, Colima (Jarquín Pacheco 2005; Jarquín y Martínez 1996; 2004; 2012)
La Ferrería, Durango (Punzo Díaz 2010; 2012)
La Quemada, Zacatecas (Hers 1989; Jiménez Betts 1998; 2004; 2010; Kristan-Graham 2011; Medina González 2012)
Peralta, Guanajuato (Cárdenas García 2007; 2008)
Plazuelas, Guanajuato (Juárez Cossío 1999; Castañeda López 2007)
Ranas, Querétaro (Herrera Muñoz 2010; Mejía Pérez Campos 2001; Mejía y Herrera 2006)
San Felipe los Alzati, Michoacán (Cárdenas García 2013; Cárdenas y Fernández 2013)
Tingambato, Michoacán (Piña y Oi 1982; Siller 1984; Pollard 1997; Cruz y Landa 2013)
Toluquilla, Querétaro (Mejía Pérez Campos 2001; 2012; Mejía y Herrera 2006; Herrera Muñoz 2010)
Tres Cerritos, Michoacán (Pollard 1997; Filini y Cárdenas 2007; Landa Alarcón s.f.; Cárdenas García 2013: 31; Cárdenas y Fernández 2013: 65)
Tzintzuntzan, Michoacán (Fernández 2009; Pollard 2001b; 2003)

No omitimos mencionar que, aparte de las localidades listadas, también visitamos los sitios de Tancama (Querétaro), Las Ventanas y Cruz de la Boca (Zacatecas) y Guachimontones y Teocaltitán (Jalisco), pero las mediciones realizadas no arrojaron datos confiables, debido al estado actual de las estructuras o, en el caso de Guachimontones, a la falta de alineamientos que permitan determinar la orientación de las estructuras/conjuntos de planta circular.

2 Metodología

Los principios metodológicos empleados en la selección de los alineamientos, las técnicas de medición y los procedimientos de cálculo se han presentado y justificado de manera exhaustiva en estudios anteriores (Šprajc 2001: 31ss; Sánchez y Šprajc 2011a; 2015; Šprajc y Sánchez 2015), por lo que a continuación nos limitaremos a un resumen de los criterios más importantes.

Es importante subrayar, en primer lugar, que cualquier alineamiento identificado en un contexto arqueológico o en un paisaje cultural puede relacionarse, con relativa facilidad, con algún fenómeno astronómico, pero la tarea más importante consiste en tratar de demostrar que tal relación no es fortuita. Para poder argumentar, de manera contundente, que la relación propuesta fue lograda intencionalmente, necesitamos evidencias contextuales independientes que sugieran un motivo astronómico para la alineación en cuestión (iconografía, fuentes escritas etc.), o bien, debemos contar con una muestra suficientemente grande de alineamientos comparables, relacionados con la misma posición (declinación) en la esfera celeste e incorporados en un conjunto coherente u homogéneo de rasgos arqueológicos (es decir, del mismo tipo y pertenecientes al mismo complejo cultural), o ambos tipos de datos (*cf.* Hawkins 1968: 49; Ruggles 1999; Aveni 2003: 153ss; Šprajc 2005). Considerando que en Mesoamérica, en general, las evidencias contextuales que permitan suponer que la orientación de un edificio fue motivada por consideraciones astronómicas son frecuentemente ambiguas y, en la mayoría de los casos, inexistentes, los análisis y las interpretaciones deben basarse en una cantidad suficientemente grande de datos confiables y homogéneos. En nuestro caso este objetivo pudo lograrse sólo parcialmente, ya que el área de estudio es extensa y fue escenario de distintas trayectorias de desarrollo cultural, mientras que las estructuras cuyas orientaciones pueden determinarse son relativamente pocas. Aunque por esta razón las conclusiones que vamos a presentar tienen limitaciones, las regularidades que encontramos en la distribución de los datos reflejan algunas tradiciones compartidas y similares a las que caracterizan las prácticas de orientación en otras regiones mesoamericanas, lo que nos ha permitido proponer algunas interpretaciones que parecen contundentes.

Las mediciones se efectuaron en las estructuras evidentemente relacionadas con prácticas religiosas y actividades públicas, asumiendo que los motivos astronómicos intervenían principalmente en la construcción y orientación de los edificios de este tipo. Si dos o más edificios prominentes, pertenecientes a un mismo grupo arquitectónico, comparten la misma orientación, ésta fue considerada como un solo alineamiento. Hay que precisar que nuestros análisis no incluyen las orientaciones de las canchas de juego de pelota. Además de que, según Taladoire (1979; 1981: 412ss), las orientaciones de los campos de juego de pelota en Mesoamérica manifiestan una distribución mayormente aleatoria, por lo que posiblemente no fueron basadas en criterios astronómicos, las canchas no parecen haber sido particularmente idóneas para las observaciones, ya que son construcciones relativamente bajas y frecuentemente rodeadas por otros edificios de mayor altura.

Las investigaciones ya realizadas mostraron que las orientaciones en la arquitectura cívica y ceremonial mesoamericana se refieren, por lo regular, a fenómenos astronómicos observables en el horizonte, es decir, a los puntos de salida y puesta de los cuerpos celestes. Por consiguiente, y en aras de tener una muestra de datos basados en elementos homogéneos (*cf.* Hawkins 1968: 49),

nuestro objetivo fue limitado al estudio de las orientaciones de edificios –indicadas por taludes, paramentos, muros y otros elementos constructivos que hacen patente una orientación en el plano horizontal– y su relación con los eventos astronómicos observables en el horizonte. Desde luego, en los restos arquitectónicos existen diversas líneas visuales que pudieron haber señalado fenómenos astronómicos (cf. Hartung 1975). En varios estudios, de los que algunos aparecen citados en el capítulo 4, encontramos intentos de relacionar las líneas de este tipo con diversos fenómenos astronómicos, pero el supuesto significado de alineamientos de este tipo no puede comprobarse sin antes elaborar una metodología rigurosa que permitiera clasificarlos de manera objetiva y, con ello, obtener una muestra de datos comparables en los que podría detectarse algún patrón; objetivo que queda fuera de las ambiciones de la presente obra.

En la bibliografía arqueoastronómica existente comúnmente se presenta el azimut de una línea medida en un edificio como azimut de orientación de toda la estructura. Sin embargo, estos datos no son suficientemente confiables para indagaciones más detalladas, ya que las plantas de los edificios frecuentemente no son exactamente rectangulares. No podemos concluir, por ejemplo, que la perpendicular a una línea medida en dirección norte-sur corresponda al eje este-oeste de la estructura; resulta difícil imaginar la práctica observacional que permitiera establecer la relación entre una línea arquitectónica norte-sur y un fenómeno astronómico en la dirección perpendicular hacia el este o el oeste. Es por ello que en todas las estructuras tratamos de medir todas las líneas confiables en ambas direcciones, asumiendo que el promedio de los diversos azimuts medidos en una dirección representa la orientación intencionada con bastante exactitud. Al conservarse las líneas en la parte superior de cada edificio, lugar más idóneo para las observaciones, las consideramos como particularmente confiables y relevantes. En todos los casos, sin embargo, asignamos al valor determinado el posible error, estimado con base en las divergencias de los azimuts medidos y las incertidumbres debidas al estado actual del edificio.

Las mediciones se efectuaron con brújulas Suunto Tandem, que permiten leer ángulos con la precisión de $\pm 0.25^\circ$ aproximadamente, y con teodolito y referencia astronómica (el Sol), empleándose las técnicas establecidas en el trabajo arqueoastronómico (cf. Aveni 2001: 119ss; Ruggles 1999: 164ss; Thom 1971). Los azimuts magnéticos se corrigieron a los verdaderos (astronómicos) con los valores de declinación magnética obtenidos para cada sitio mediante la calculadora del *National Geophysical Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*, EE.UU., disponible en línea (<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/>). La validez del modelo predictivo empleado por la calculadora citada fue verificada mediante nuestras propias mediciones: a lo largo de las líneas medidas con teodolito y referencia astronómica también tomamos lecturas magnéticas. En la medida de lo posible, las lecturas con brújula fueron tomadas en ambas direcciones, para detectar posibles anomalías magnéticas locales que hubiesen podido distorsionar los resultados. Las coordenadas geográficas de cada sitio, necesarias en el cálculo de los azimuts medidos con teodolito y referencia astronómica, así como de las declinaciones (v. *infra*), fueron determinadas con receptores portátiles GPS.

Siempre que fue posible, se midieron también las alturas del horizonte a lo largo de los alineamientos, necesarias en el cálculo de las declinaciones correspondientes (v. *infra*); si no fue posible tomar estas lecturas en el campo, debido a que el horizonte no era visible, las alturas necesarias fueron obtenidas con base en el modelo digital de relieve *SRTM NASA* (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>), empleando el software *Horizon 0.11b*, desarrollado por Andrew G.

K. Smith (<http://www.agksmith.net/horizon/>).¹ Debido a que el modelo de relieve referido no es del todo exacto, las alturas del horizonte calculadas pueden tener errores, que en la mayoría de los casos son insignificantes, pero pueden ser considerables si la línea del horizonte se encuentra a poca distancia. Los errores que se estimaron para las alturas del horizonte calculadas se tomaron en cuenta en los errores asignados a las declinaciones (calculadas a partir de los azimuts y las correspondientes alturas del horizonte: v. *infra*).

Para calcular los azimuts de los alineamientos medidos con teodolito y referencia astronómica, así como las declinaciones correspondientes, empleamos las fórmulas de trigonometría esférica presentadas en varias obras (e.g.: Hawkins 1968: 50ss; Thom 1971: 120ss; Aveni 2001: 119s; Ruggles 1999: 164ss; Šprajc 2001: 45ss). Mientras que el *azimut* es el ángulo medido en el plano horizontal a partir del norte hacia la derecha (teniendo valores de 0° a 360°), la coordenada celeste que permite identificar el fenómeno astronómico posiblemente relacionado con un alineamiento es la *declinación*, que expresa la distancia angular medida desde el ecuador celeste (círculo imaginario en la esfera celeste, colocado en el plano del ecuador terrestre) hacia el norte (declinación positiva) o hacia el sur (declinación negativa), teniendo valores de 0° a ±90°. Todos los cuerpos celestes que, observando desde un mismo lugar, salen/se ponen en el mismo punto del horizonte tienen la misma declinación. Su valor depende de la latitud del lugar, el azimut y la altura del horizonte corregida por refracción atmosférica (v. fórmulas en: Šprajc y Sánchez 2015: 8, nota 3). En la tabla 3.1 se presentan las declinaciones que corresponden a los azimuts en los horizontes norte, sur, este y oeste, con sus respectivos errores estimados con base en las incertidumbres en los azimuts y las alturas del horizonte. Si las alturas del horizonte, por no haber sido posible medirlas en campo, fueron calculadas a partir del modelo de relieve, sus posibles errores –considerables si la línea del horizonte se encuentra a poca distancia (v. *supra*)– fueron tomados en cuenta en la estimación de los errores en declinación; es por ello que, en algunos casos (cuando el horizonte en una dirección está mucho más cerca que en la otra), son diferentes los errores asignados a las declinaciones que corresponden a un mismo alineamiento en los horizontes este y oeste (tabla 3.1).

La declinación del Sol varía continuamente en el transcurso del año trópico, alcanzando los valores extremos de aproximadamente ±23.5° en los solsticios de verano (22 de junio ± 1 día) y de invierno (22 de diciembre ± 1 día). Puesto que las declinaciones que se encuentran dentro de las que alcanza el Sol en su desplazamiento anual pueden referirse a las salidas y puestas del Sol, también determinamos las fechas del año correspondientes. El Sol alcanza una misma declinación, salvo la solsticial, dos veces al año, una vez entre el solsticio de diciembre y el solsticio de junio, cuando se desplaza hacia el norte (su declinación está creciendo), y por segunda vez en la otra mitad del año, cuando se mueve en dirección inversa (su declinación está disminuyendo); por lo tanto, a cada alineamiento, salvo a los solsticiales, le corresponden dos fechas en el horizonte oriente y dos en el horizonte poniente. Las fechas en la tabla 3.1 se dan en el calendario gregoriano proléptico (es decir, reconstruido para el pasado antes de su instauración real), que representa la aproximación más cercana al año trópico, y valen para la época de construcción y uso de los edificios a los que corresponden. Debido a las variaciones precesionales en la oblicuidad de la eclíptica, por una parte, y en la longitud heliocéntrica del perihelio de la órbita de la Tierra, por la otra (este último elemento determina la duración de las estaciones astronómicas), una misma

¹ Agradecemos a Andrew Smith (*School of Chemistry and Physics, University of Adelaide, Australia*) el habernos proporcionado los datos *SRTM* para el área de estudio, debidamente procesados para ser usados en el software *Horizon*.

declinación solar no necesariamente corresponde, en cualquier época, a exactamente la misma fecha del año trópico (o gregoriano). Las fechas en la tabla 3.1 fueron determinadas para las épocas correspondientes con el sistema *Horizons*, elaborado por *Solar System Dynamics Group, Jet Propulsion Laboratory, NASA* (EE.UU.), y disponible en línea (<http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>). Las incertidumbres menores en cuanto al fechamiento de las estructuras no tienen mayor relevancia, ya que ciertas declinaciones solares corresponden a las mismas fechas del año durante al menos dos o tres siglos. Para los efectos del análisis de la distribución de las fechas, éstas fueron determinadas con precisión (es decir, con la fracción del día), asumiendo que el equinoccio vernal correspondía en todos los casos a 21.0 de marzo (es decir, a 21 de marzo, fecha gregoriana, a las 0:00 horas del Tiempo Universal).² En la tabla 3.1 no se incluyen las fracciones del día en las columnas con fechas y tampoco los errores en días de cada fecha, que dependen del error de cada declinación, pero las fechas exactas y sus errores fueron considerados en los cálculos de intervalos, que separan cada par de fechas registradas en el horizonte oriente y poniente y que también se encuentran listados en la tabla, con sus respectivos errores en días. Recordemos que cada par de fechas divide el año en dos intervalos, cuya suma equivale a la duración del año trópico. Siendo actualmente de 365.2422 días, la duración del año trópico ha ido decreciendo a través del tiempo. Para los análisis de la distribución de los intervalos, éstos fueron calculados con precisión (es decir, con fracciones del día), tomando en consideración las fechas exactas que los delimitan y los valores de longitud del año trópico en las épocas respectivas, calculados con base en el algoritmo presentado por Meeus y Savoie (1992: 42).³ Aunque los intervalos fueron calculados con precisión, también les asignamos los errores que dependen de los errores de las fechas que los delimitan; estos últimos, como ya mencionamos, no están listados, pero pueden obtenerse de los intervalos: el error de cada fecha en el par que delimita un intervalo equivale a la mitad del error del intervalo.

Los análisis de la distribución de los datos sobre las orientaciones, revelando la existencia de patrones que sugieren los posibles referentes astronómicos para los alineamientos estudiados, se presentan en el capítulo 3, donde también se exponen los métodos empleados. En el capítulo 5 resumimos esta información y examinamos los datos que permiten acercarnos a la comprensión de los usos y significados de las orientaciones en su contexto cultural.

² Para cada uno de los periodos listados en la tabla 3.1 escogimos un año calendárico, para el cual obtuvimos, mediante el sistema de efemérides citado, las declinaciones del Sol y los momentos (fechas y horas del día) correspondientes en intervalos pequeños; al determinar las fechas exactas correspondientes a cada declinación, consideramos invariablemente que el Sol pasó por el punto vernal, teniendo la declinación de 0°, en la fecha gregoriana 21.0 de marzo. Los años elegidos para estos cálculos fueron los más cercanos a la datación más probable de la estructura en cuestión: 350 d.C. (Clásico Temprano), 700 o 920 d.C. (Clásico Tardío o Terminal), 1140 d.C. (Posclásico Temprano) y 1400 d.C. (Posclásico Tardío).

³ Cabe precisar que el año trópico se define como el tiempo requerido para que la longitud media del Sol (es decir, su posición sobre la eclíptica relativa al punto vernal) aumente en 360° (Meeus y Savoie 1992: 40). Sin embargo, debido a la velocidad variable del desplazamiento de la Tierra a lo largo de su órbita elíptica, la duración exacta de este intervalo varía ligeramente en función de la posición inicial que elijamos: así, por ejemplo, el intervalo entre dos equinoccios de primavera consecutivos es más corto que el que delimitan dos solsticios de invierno; además, aun si medimos este intervalo a partir del mismo punto, observamos en varios años consecutivos variaciones ocasionadas por la nutación y las perturbaciones planetarias (*ibid.*: 41s). Por tratarse de variaciones menores e irregulares, en nuestros cálculos de intervalos siempre hemos considerado el valor medio de la duración del año trópico en la época respectiva. Las variaciones respecto a la realidad se observarían apenas en el tercer dígito de la fracción del día (es decir, los posibles errores no exceden 3 minutos de tiempo).

3 Análisis de los datos

Los datos sobre las orientaciones en los que se basan los análisis que siguen están anotados en la tabla 3.1. Todos los valores angulares se dan en grados decimales. En la primera columna de la tabla están listados los nombres de los sitios, en orden alfabético, y de las estructuras. El significado de los encabezados de las demás columnas y de las abreviaturas empleadas es el siguiente:

<i>tipo</i>	Tipo de la estructura, según una clasificación básica sugerida por sus características formales (<i>P</i> – palacio; <i>T</i> – templo; <i>T/P</i> – templo/palacio).
<i>acceso hacia</i>	Rumbo hacia el cual está mirando el acceso o la fachada principal de la estructura.
<i>periodo</i>	Temporalidad de la estructura (<i>C</i> – Clásico; <i>Pos</i> – Posclásico; <i>Te</i> – Temprano; <i>Ta</i> – Tardío).
φ_N, λ_W	Latitud norte, longitud oeste (en el datum WGS84).
A_N	Azimut hacia el norte del eje norte-sur del edificio (se omite el azimuth hacia el sur, ya que siempre es 180° más grande). La orientación de cada edificio (salvo de los de planta circular o irregular) puede definirse con dos azimuths, que corresponden a sus ejes de simetría norte-sur y este-oeste. Los azimuths norte incluyen valores entre 315° y 45°; sin embargo, los azimuths entre 315° y 360° se indican como valores negativos, entre -45° y 0°.
<i>error A_N</i>	Error estimado del azimuth norte.
$\delta_{N/S}$	Declinación correspondiente al azimuth hacia el norte/sur. Si en lugar del valor aparece <i>NA</i> (“no aplicable”), significa que la línea del horizonte se encuentra a poca distancia, haciendo improbable la funcionalidad astronómica de la orientación en esta dirección. Por limitaciones de espacio, las alturas de los horizontes norte y sur, consideradas en los cálculos de las declinaciones, no están incluidas en la tabla.
A_E	Azimuth hacia el este (valores entre 45° y 135°); el azimuth hacia el oeste (omitido) difiere por 180°.
<i>error A_E</i>	Error estimado del azimuth este.
$H_{E/W}$	Altura del horizonte este/oeste. Si en lugar del valor aparece <i>NA</i> , significa que alguna estructura obstruye la vista hacia el horizonte, o que la línea del horizonte se encuentra a poca distancia, haciendo improbable la funcionalidad astronómica de la orientación en esta dirección.
$\delta_{E/W}$	Declinación correspondiente al azimuth hacia el este/oeste. Si en lugar del valor aparece <i>NA</i> , significa que es improbable la función astronómica de la orientación en esta dirección (por razones mencionadas arriba).
<i>error $\delta_{E/W}$</i>	Posible error de declinación este/oeste, estimado con base en las incertidumbres en los azimuths y alturas del horizonte.

<i>fechas este/oeste</i>	Fechas de salida/puesta del Sol que corresponden a la declinación este/oeste. <i>NA</i> significa que la declinación rebasa el rango de declinaciones solares o que no se ha determinado (por razones mencionadas arriba). Las fechas valen para la época más probable de construcción del edificio correspondiente; aunque fueron determinadas con precisión, asumiendo que el equinoccio vernal correspondía en todos los casos a 21.0 de marzo (v. capítulo 2), en la tabla no se incluyen las fracciones del día, pero éstas fueron tomadas en cuenta en los cálculos de intervalos (v. <i>infra</i>).
<i>intervalos este/oeste</i>	Intervalos entre las fechas este/oeste, en días. <i>NA</i> refleja la ausencia de fechas en la columna correspondiente (v. <i>supra</i>). Los intervalos fueron calculados con precisión (es decir, con fracciones del día), tomando en consideración las fechas exactas que los delimitan y los valores de longitud del año trópico en las épocas respectivas (v. capítulo 2).
<i>error intv. este/oeste</i>	Posible error del intervalo este/oeste, derivado de los errores de las fechas este/oeste calculados con base en el error estimado de la declinación este/oeste.

Antes de analizar e interpretar los datos, es importante recordar que los límites de las subáreas Occidente y Norte de Mesoamérica son vagos y arbitrarios, definidos de maneras diferentes por distintos autores. Como observa Pollard (1997: 348):

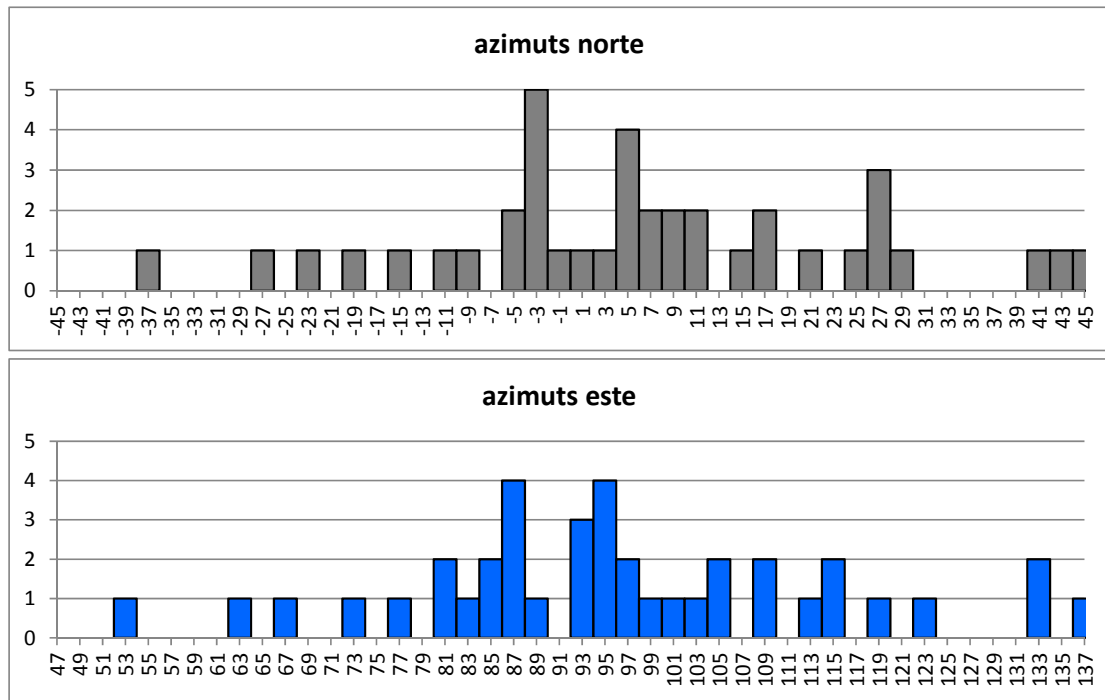
[...] in western Mexico, where there is no evidence of linguistic, political, economic, social, or ecological unity at any time in the past, boundaries are completely arbitrary. There is no west Mexican "Great Tradition"; that is, no set of traits is found throughout the region that distinguishes it from the rest of Mesoamerica at any point in time.

Por lo tanto, no es de esperar que, al analizar la distribución de las orientaciones en los sitios considerados en el presente estudio, obtengamos un patrón común y prevaleciente. No obstante, y pese a las peculiaridades que comentaremos, también en estos sitios encontramos tendencias que son comunes en otras partes de Mesoamérica.

Azimuts

La distribución de frecuencias de los azimuts que corresponden a los ejes norte-sur y este-oeste de las estructuras analizadas se presenta en la figura 3.1. En la escala horizontal de cada histograma sólo se indican los valores de los azimuts hacia el norte o hacia el este (los azimuts en las direcciones opuestas son siempre 180° más grandes). Como acabamos de explicar en los comentarios a la tabla 3.1, los azimuts norte comprenden los valores entre -45° y 45° , mientras que los azimuts este corresponden al cuadrante entre los valores 45° y 135° . Los valores azimutales están espaciados en intervalos de 2° ; cada columna representa el número de azimuts cuyos valores se encuentran en el rango de 2° centrado en el valor indicado abajo, de manera que, por ejemplo, la columna correspondiente al valor de 5° incluye los azimuts mayores de 4° y menores de o iguales a 6° . El hecho de que en los dos histogramas de la figura 3.1 la distribución de los azimuts norte no es exactamente igual a la de los azimuts este se debe a que muchos edificios no son de planta exactamente rectangular.

Figura 3.1. Distribución de frecuencias de los azimuts norte y este de las orientaciones.



Como se observa, la distribución de los azimuts no es uniforme, como esperaríamos si las orientaciones fueran adecuadas a la geomorfología local o motivadas por consideraciones de defensa o factores similares. Esta falta de uniformidad representa el primer indicio de que las orientaciones se refieren a fenómenos astronómicos observables en el horizonte. Predominan las orientaciones desviadas en el sentido de las manecillas de reloj con respecto a los rumbos cardinales, tendencia que se observa también en otras partes de Mesoamérica y que, según argumentamos en otros estudios (Šprajc 2001: 88ss; 2004), deriva de una combinación de consideraciones astronómicas y el simbolismo relacionado con los rumbos del mundo o partes del universo. No obstante, también tenemos un número considerable de orientaciones (15, o 39.5%) desviadas en el sentido opuesto.

Declinaciones

La distribución de frecuencias de las declinaciones que corresponden a los azimuts se presenta en las figuras 3.2 a 3.4. De manera abreviada, designaremos las declinaciones registradas en los horizontes norte, sur, este y oeste como declinaciones norte, sur, este y oeste. Los valores de declinación en la escala horizontal de cada histograma están espaciados en intervalos de 2°; cada columna representa el número de declinaciones cuyos valores se encuentran en el rango de 2° centrado en el valor indicado abajo, de manera que, por ejemplo, la columna correspondiente al valor de 3° incluye las declinaciones mayores de 2° y menores de o iguales a 4°.

Las declinaciones este y oeste se encuentran, en su mayoría, dentro del rango de los valores que alcanza el Sol (entre aprox. -23.5° y 23.5°). Tal distribución, predominante también en otras partes de Mesoamérica, sugiere que las orientaciones, por regla general, eran funcionales en dirección este-oeste, registrando las salidas y puestas del Sol en ciertas fechas del año (cf. Aveni

2001; Aveni y Hartung 1986; 2000: 55; Šprajc 2001: 25s; Šprajc y Sánchez 2012; 2015; Sánchez y Šprajc 2015).

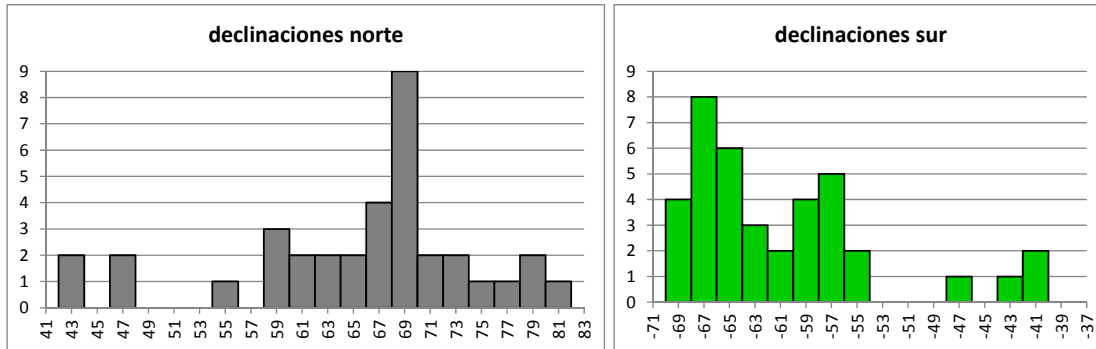


Figura 3.2. Distribución de frecuencias de las declinaciones correspondientes a los azimuts norte y sur.

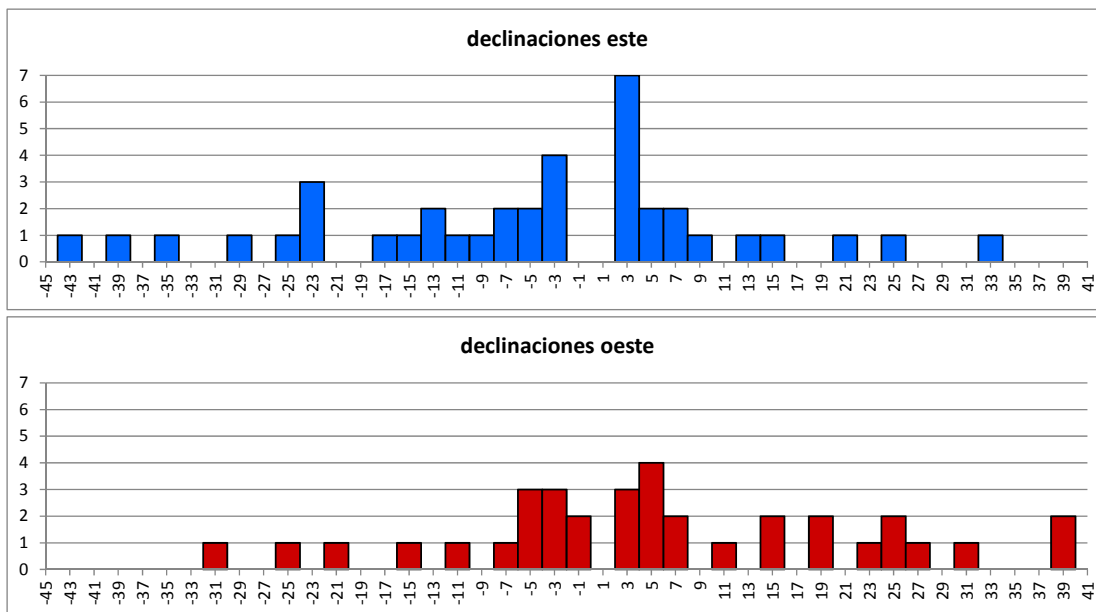


Figura 3.3. Distribución de frecuencias de las declinaciones correspondientes a los azimuts este y oeste.

Por otra parte, hay que advertir que en las partes norte y sur del cielo los ángulos de intersección de las trayectorias del movimiento aparente de las estrellas con el horizonte son más pequeños que en las partes oriente y poniente, situación que tiene dos consecuencias. La primera es que las variaciones en los azimuts corresponden a diferencias menores en las declinaciones correspondientes, por lo que las declinaciones norte y sur se encuentran dentro de un rango de valores más reducido que las este y oeste. La segunda consecuencia es que las declinaciones calculadas para los azimuts en los cuadrantes norte y sur se ven afectadas en mayor medida por las variaciones en las alturas del horizonte que las que corresponden a los azimuts en los cuadrantes este y oeste; en otras palabras, la incertidumbre respecto a la altura del horizonte a lo largo de un azimut hacia el norte o el sur corresponde a un rango de error en la declinación más grande que en el caso de un azimut hacia el este o el oeste. En virtud de que los alineamientos hacia el norte o el sur sólo pueden referirse a los puntos de salida o puesta de las estrellas, hay que agregar que su altura en el momento de su (des)aparición depende del ángulo de extinción (la mínima altura angular sobre el horizonte matemático o plano horizontal, requerida para que la estrella sea visible), que varía en función de la magnitud (intensidad del brillo) de la estrella, así como de las

condiciones atmosféricas concretas. Debido a estas variables, resulta imposible estimar los posibles errores individuales de las declinaciones norte y sur (calculadas para la altura real del horizonte), por lo que no se incluyen en la tabla 3.1; en promedio, el error que debemos considerar para las declinaciones norte y sur es de unos dos grados.

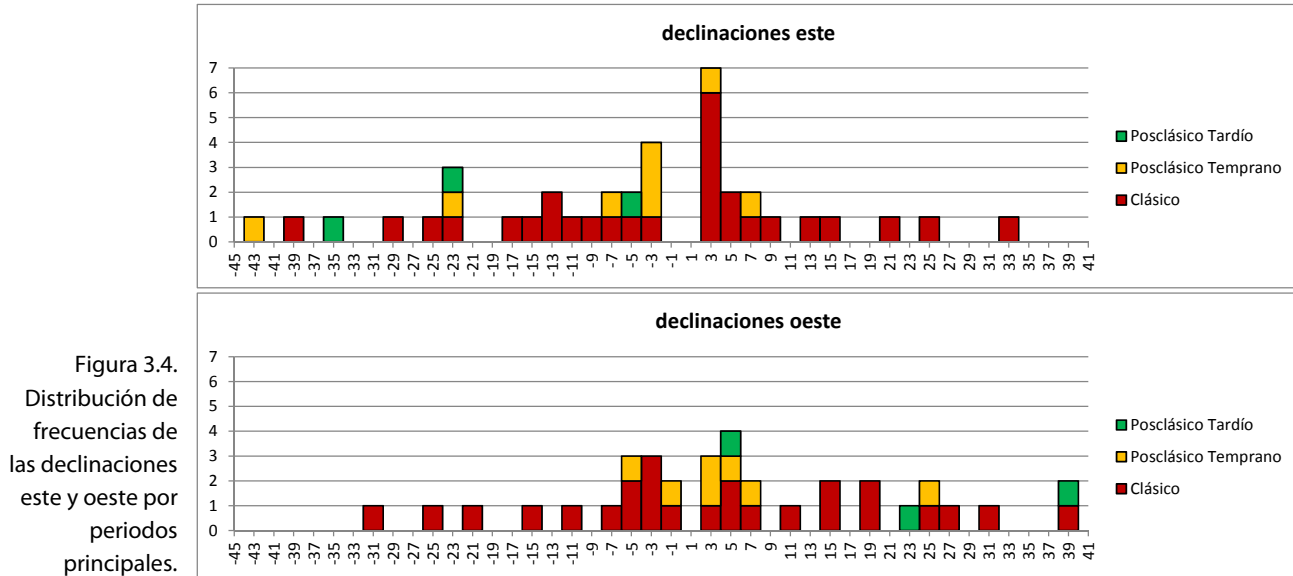


Figura 3.4. Distribución de frecuencias de las declinaciones este y oeste por periodos principales.

En consideración a lo anterior, no es probable que las orientaciones fueran funcionales en dirección norte-sur, por lo que nos limitaremos a analizarlas en sentido este-oeste. Para poder distinguir las posibles variaciones temporales, presentamos en la figura 3.4 la distribución de las declinaciones este y oeste por periodos principales.⁴ Debido a que entre las estructuras analizadas predominan las del periodo Clásico, no es posible discernir patrones que pudieran claramente asociarse con uno u otro periodo.

En vista de la falta de variaciones notables a través del tiempo, a continuación analizaremos la distribución de las declinaciones este y oeste que corresponden a todas las orientaciones estudiadas. Las gráficas elaboradas para este fin presentan frecuencias relativas de las declinaciones (figura 3.5). Para obtener las curvas se tomaron en cuenta los errores, empleando el método conocido como estimación de la densidad del núcleo (*kernel density estimation, KDE*), por lo que los picos más pronunciados de cada curva representan los valores que posiblemente fueron logrados a propósito.⁵

La distribución de las declinaciones (figuras 3.3 a 3.5) manifiesta un grado relativamente alto de dispersión, reflejando la diversidad de los posibles referentes celestes; también hay que considerar que no necesariamente todas las orientaciones de nuestra muestra obedecen a criterios

⁴ Entre las declinaciones que corresponden al Posclásico Temprano también se incluyen algunas registradas por edificios cuyos inicios se han fechado al Clásico Tardío.

⁵ A cada declinación se le asignó el error calculado con base en el error estimado del azimut y la altura del horizonte (tabla 3.1), asumiendo la distribución normal centrada en el valor nominal y con la desviación estándar de la incertidumbre especificada. Al sumar las distribuciones normales de todos los valores (empleando el software *Kernel.xla 1.0e*, desarrollado por S. Ellison y disponible en el sitio de *Royal Society of Chemistry*: <http://www.rsc.org/Membership/Networking/InterestGroups/Analytical/AMC/Software/index.asp>), se obtuvieron los datos para elaborar las gráficas.

astronómicos. Sin embargo, algunas concentraciones son notables, sugiriendo la intencionalidad astronómicamente motivada de las orientaciones correspondientes.



Figura 3.5. Distribución de frecuencias relativas de las declinaciones este y oeste.

Los picos más pronunciados en la figura 3.5 se encuentran dentro del rango de valores solares; su significado tratará de evaluarse más adelante, con el análisis de la distribución de las fechas que les corresponden. Aquí cabe detenernos sólo en los pequeños picos cerca de los valores de 23° y -23° , que han de reflejar el propósito de marcar las salidas y/o puestas del Sol en los solsticios, cuando el astro alcanza sus declinaciones extremas (cerca de $\pm 23.5^\circ$). Para encontrar las orientaciones concretas que pueden relacionarse con los solsticios, hay que considerar las variaciones seculares en la oblicuidad de la eclíptica (ϵ). Tomando en cuenta los valores de ϵ en los periodos de construcción de los edificios⁶ y los errores asignados a las declinaciones (tabla 3.1), resulta que las orientaciones probablemente solsticiales son las que aparecen en la tabla 3.2; las declinaciones que pueden relacionarse con los solsticios, tomando en cuenta los errores estimados, están en negritas (las abreviaturas en esta tabla y las siguientes son las que se emplean en la tabla 3.1). Como se observa, la direccionalidad es indicada, bajo estos criterios, sólo para dos de las cuatro orientaciones listadas.

sitio, estructura	acceso hacia	periodo	A_E	δ_E	error δ_E	δ_W	error δ_W
El Chanal, Estructura 1	W	PosTa	113.961	-22.193	1.0	23.794	1.0
La Campana, Estructura 5	W	CTe/Ta	115.415	-23.471	1.0	25.041	1.0
La Quemada, Ciudadela	W	CTa	63.673	24.498	1.0	-24.339	1.0
San Felipe los Alzati, Pir. Mayor, estr. superior	W	PosTe	114.835	-22.413	2.5	24.180	2.5

Tabla 3.2. Orientaciones que probablemente registraban las salidas y puestas del Sol en los solsticios.

Entre las declinaciones que están fuera del ángulo solar (figuras 3.3 a 3.5) llaman la atención las que corresponden a la Estructura 2 de La Campana y la Plaza de los Sacrificios de La Quemada en los horizontes oeste y este, respectivamente (tabla 3.1), ya que podrían relacionarse con los extremos o paradas mayores de la Luna, fenómenos que ocurren cada 18.6 años, cuando la Luna alcanza las declinaciones de aproximadamente $\pm 28.5^\circ$ (sobre los detalles del movimiento aparente de la Luna, v. Thom 1971: 15ss; Morrison 1980; Ruggles 1999: 36s, 60s; Aparicio *et al.* 2000: 32ss;

⁶ Existen diferentes fórmulas que, con variable precisión, permiten calcular la oblicuidad de la eclíptica para los periodos pasados. Para nuestros fines es adecuada la fórmula que presenta Meeus (1991: 135). Aveni (2001: 103) proporciona valores pasados de oblicuidad de la eclíptica en intervalos de 500 años.

González-García 2015; Sánchez y Šprajc 2015: 59ss). Considerando la paralaje que debe tomarse en cuenta al calcular las declinaciones de la Luna correspondientes a los alineamientos, obtenemos para las declinaciones oeste y este marcadas por la Estructura 2 de La Campana y por la Plaza de los Sacrificios de La Quemada los valores de 27.834° y -28.812° , respectivamente, cuya relación con los extremos lunares mayores es posible debido a los errores que estimamos para estas orientaciones (tabla 3.1). Aunque sólo tenemos dos casos, la intencionalidad de estas correspondencias no se puede descartar, considerando que varias orientaciones compatibles con estos fenómenos han sido identificadas en otras partes de Mesoamérica, el mayor número en la costa nororiental de la península de Yucatán, es decir, precisamente en la región conocida por la popularidad del culto lunar (Šprajc 2009; Sánchez y Šprajc 2015: 62s; Šprajc y Sánchez 2015: 22, 79).

Otros momentos significativos en los ciclos lunares son los extremos o paradas menores, cuando el astro tiene declinaciones cerca de $\pm 18.5^\circ$ y que también ocurren en intervalos de 18.6 años. Dos orientaciones de nuestra muestra podrían relacionarse con estos fenómenos: la Plaza de los Maestros de La Quemada pudo haberlos marcado en ambos horizontes, y la Estructura Oriental de Tingambato en el horizonte oriente (tabla 3.1).

En relación con las posibles orientaciones lunares son necesarias algunas advertencias. Respecto a la Estructura 2 de La Campana, hay que puntualizar que los extremos máximos norte de Venus en el horizonte poniente representan su otro posible referente astronómico, ya que durante el periodo Clásico, al que pertenece el edificio, las declinaciones máximas que alcanzaba Venus variaban entre 26.3° y 27.3° (Šprajc 2015: fig. 34.2). Se ha argumentado que las características del movimiento aparente de Venus, sobre todo la estacionalidad de los extremos de la estrella de la tarde, fueron las bases observacionales de la asociación conceptual del planeta con la lluvia, el maíz y la fertilidad, ampliamente documentada en la cosmovisión mesoamericana, con la que también podemos explicar varios alineamientos en la arquitectura (Šprajc 1996; Sánchez y Šprajc 2015: 57ss). Por otra parte, no podemos tener la certeza de que las dos orientaciones que pueden relacionarse con los extremos menores de la Luna, mencionadas arriba, fueran realmente destinadas a registrar estos fenómenos, toda vez que su otro referente astronómico pudo haber sido el Sol. Sin embargo, en vista de las circunstancias discutidas a continuación, en algunos casos parece más probable la interpretación lunar.

Si consideramos que la intención de registrar los eventos lunares es particularmente probable para las orientaciones que corresponden a los extremos mayores, ya que para éstas es menos patente una explicación alternativa, resulta significativo que las orientaciones que pueden relacionarse con estos fenómenos y que se han identificado en otras partes de Mesoamérica se encuentran regularmente asociadas con las solsticiales (Šprajc 2009; Sánchez y Šprajc 2015: 63s; Šprajc y Sánchez 2015: 22, 79). La explicación probable de tal hecho es que se observaban los extremos de la Luna llena, que siempre coinciden aproximadamente con los solsticios, pero además se observa un interesante contraste: la Luna llena llega a sus extremos *norte* siempre cerca del solsticio de invierno, cuando el Sol sale y se pone en su punto más alejado hacia el *sur*, mientras que cerca del solsticio de verano, cuando el Sol alcanza sus puntos extremos de salida y puesta hacia el *norte*, la Luna llena sale y se pone en los puntos más alejados hacia el *sur*. Esto significa – recordando que la Luna llena siempre sale aproximadamente en los momentos de la puesta del Sol y se pone al amanecer– que las posiciones extremas del Sol y de la Luna llena se observan en los lados diametralmente opuestos del horizonte y que la Luna llena alumbra la noche durante más tiempo justamente en la época del año cuando los días son cortos, y viceversa (cf. Thom 1971: 22s; Ruggles 1999: 149; 2005: 272s; Sánchez y Šprajc 2015: 63s). Es probable que fueran precisamente estas contraposiciones de los dos astros las que motivaron el interés por los extremos lunares en

varias culturas antiguas, en las que se han documentado los alineamientos hacia estos fenómenos (cf. Thom 1971; Ruggles 1999; Belmonte y Hoskin 2002).

Por lo tanto, llama la atención que en La Campana y La Quemada encontramos tanto las orientaciones posiblemente lunares como las solsticiales. En La Quemada la orientación de la Ciudadela puede relacionarse con los solsticios, mientras que la Plaza de los Sacrificios y la Plaza de los Maestros podrían haber marcado los extremos mayores y menores, respectivamente, de la Luna. Respecto a La Campana, donde las direccionalidades de las orientaciones son más claras, quizá no sea fortuito que los eventos con los que podemos relacionar las Estructuras 2 y 5 eran observables casi simultáneamente en horizontes opuestos: si la Estructura 2 registraba los puestas de la Luna llena más alejadas hacia el norte, éstas ocurrían en alguna madrugada cerca del solsticio de diciembre, cuando el Sol saliente llegaba a su extremo sur, marcado por la orientación de la Estructura 5 (tablas 3.1 y 3.2).

Mientras que estas circunstancias favorecen la interpretación lunar para los casos examinados, hay que decir que la orientación de la Estructura Oriental de Tingambato, posiblemente relacionada con los extremos lunares menores, también podría referirse a las puestas del Sol en los días de su paso cenital, ya que la declinación oeste que le corresponde no dista mucho del valor de la latitud del lugar (la diferencia está dentro del rango del error estimado de la declinación). Tal coincidencia se observa también entre la latitud de Toluquilla y la declinación este registrada por la Estructura 15 de este sitio (tabla 3.1). Sin embargo, considerando la escasez de las correspondencias entre las declinaciones y latitudes, no sólo en la muestra de datos analizados aquí sino también en otras partes de Mesoamérica, es probable que se trate de casos fortuitos (cf. Šprajc 2001: 79; Sánchez y Šprajc 2015: 55ss; Šprajc y Sánchez 2015: 23s).

Los motivos astronómicos de las pocas orientaciones que señalan las declinaciones más allá de las que alcanzan el Sol y la Luna (figuras 3.3 a 3.5) no son evidentes.

Orientaciones solares: fechas e intervalos

Los estudios realizados en varias regiones mesoamericanas han demostrado que las orientaciones solares tienden a marcar fechas separadas por intervalos que son múltiplos de 13 y de 20 días, es decir, de los periodos elementales del sistema calendárico mesoamericano (Aveni y Hartung 1986; Aveni, Dowd y Vining 2003; Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2012; 2015). Es por ello que para las declinaciones que pueden relacionarse con el Sol aparecen en la tabla 3.1 no sólo las fechas correspondientes sino también los intervalos que las separan.

Para los fines del análisis elaboramos las gráficas que presentan las frecuencias relativas de las fechas y los intervalos, con valores marcados en la escala horizontal (figuras 3.6 y 3.7). También en este caso empleamos, para obtener las curvas, el método explicado arriba en relación con el análisis de las declinaciones (estimación de la densidad del núcleo), asignando a cada fecha el error en días calculado con base en el error de la declinación, este último derivado de las incertidumbres del azimut y la altura del horizonte (tabla 3.1). Los errores de las fechas que se consideraron, aunque no se incluyen en la tabla 3.1, fueron calculados con fracciones del día para lograr mayor precisión en el cálculo y la evaluación de los intervalos (*v. infra*). Para simplificar las referencias, vamos a designar las fechas registradas en los horizontes este y oeste de manera abreviada como fechas este y oeste, respectivamente; de igual manera, los intervalos que separan las fechas este/oeste se designarán como intervalos este/oeste. Como ya fue notado, en la distribución de las declinaciones no es posible discernir variaciones notables en función del tiempo; puesto que, por

ello –y por ser relativamente pequeña la muestra de datos–, no tendría mucho sentido analizar las distribuciones de las fechas y los intervalos para cada periodo por separado, las gráficas en las figuras 3.6 y 3.7 reúnen los datos para todos los periodos.

En la figura 3.6 notamos pequeñas concentraciones alrededor de las fechas solsticiales (22 de diciembre y 22 de junio). Los picos correspondientes son menos marcados que en la distribución de las declinaciones (figura 3.5), debido a que, para obtener las curvas en la figura 3.6, se consideraron los errores en días, determinados para cada fecha con base en el error en declinación, y que un mismo error en declinación corresponde en diferentes épocas del año a distintos errores en días; éstos aumentan conforme nos acercamos a los solsticios, por lo que la concentración de las fechas cerca de los solsticios resulta en una curva mucho más aplanada que en el caso de otras fechas.

Hay que recordar que a cada alineamiento, salvo a los solsticiales, le corresponden dos fechas de salida del Sol y dos fechas de su puesta. En otras palabras, las orientaciones que corresponden a un grupo de fechas en el horizonte oriente necesariamente señalan otra concentración de fechas en el horizonte opuesto, aunque no necesariamente los dos grupos fueron logrados intencionalmente. Para tratar de determinar la direccionalidad de las orientaciones, es decir, para establecer cuáles de los picos que se observan en la distribución de las fechas en la figura 3.6 pueden atribuirse al propósito de los constructores, a continuación examinaremos también los intervalos que separan las fechas frecuentemente registradas.

En la tabla 3.1 se citan, para cada orientación potencialmente solar, ambos pares de fechas (o sólo uno, si la orientación este-oeste –por razones expuestas en el capítulo 4– pudo ser funcional sólo en una dirección), así como los dos intervalos que separan cada par de fechas y cuya suma es siempre igual a la duración del año trópico. Los intervalos que separan las fechas señaladas en el horizonte este están listados en la tabla 3.1 en las columnas con el encabezado *intervalos este*, en tanto que en las columnas con el encabezado *intervalos oeste* aparecen los que separan las fechas marcadas en el horizonte opuesto. Los intervalos fueron calculados con precisión (con fracciones del día), a partir de las fechas exactas y tomando en cuenta la duración del año trópico en la época de construcción del edificio correspondiente (v. aclaraciones en el capítulo 2). Sus posibles errores, calculados con base en los errores de las fechas, se consideraron en los cálculos resultantes en las gráficas de la figura 3.7, que presentan la distribución de frecuencias relativas de los intervalos en días, anotados en la escala horizontal. Las curvas de los intervalos complementarios están graficadas hacia arriba y hacia abajo y son simétricas, porque –recordemos– una orientación corresponde en un mismo horizonte a dos fechas que dividen el año en dos intervalos complementarios, equivaliendo su suma a la duración del año trópico. Las gráficas no incluyen los intervalos menores de 35 días y sus complementos, porque éstos separan fechas cercanas a los solsticios; considerando sus posibles errores, las orientaciones correspondientes seguramente fueron destinadas a marcar precisamente las fechas solsticiales.

Los picos más prominentes en la curva de las fechas este (figura 3.6) corresponden a marzo 30.05 y septiembre 14.6, que dividen el año en intervalos de 168.14 y 197.1 días, por lo que los picos correspondientes se observan en la distribución de intervalos este en la figura 3.7. Es probable que el intervalo determinante de este grupo de orientaciones fuera el de 169 (= 13 × 13) días, que separa las fechas 29 de marzo y 14 de septiembre. Al consultar los datos en la tabla 3.1, podemos constatar que los picos que se observan en la curva de las fechas oeste cerca del 13 de marzo y el 1 de octubre corresponden al mismo grupo de orientaciones, pero son más bajos que los que aparecen cerca de las fechas este 29 de marzo y 14 de septiembre, sugiriendo que estas orientaciones eran funcionales hacia el este. No obstante, la otra posibilidad es que en las

orientaciones que contribuyen a los picos oeste estén fundidas las que fueron destinadas a registrar las puestas del Sol en fechas distintas: 14 de marzo y 30 de septiembre, separadas por un intervalo de 200 ($= 10 \times 20$) días, y 11 de marzo y 2 de octubre, con un intervalo intermedio de 160 ($= 8 \times 20$) días; nótese que los picos cerca de ambos intervalos oeste se observan en la figura 3.7, aunque al pico de 160 días contribuyen también las orientaciones que marcaban las puestas del Sol alrededor de las fechas 3 de abril y 10 de septiembre, también prominentes en la figura 3.6. Por otra parte, a juzgar por los pequeños picos cerca del 11 de marzo y el 2 de octubre entre las fechas este, también es posible que algunas orientaciones marcaran estas fechas y el intervalo de 160 días en el horizonte oriente.

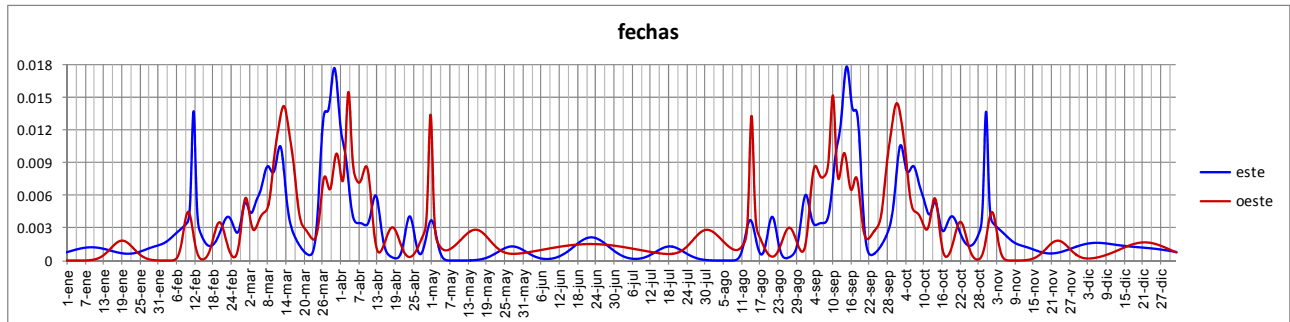


Figura 3.6. Distribución de frecuencias relativas de las fechas registradas por las orientaciones en los horizontes este y oeste.

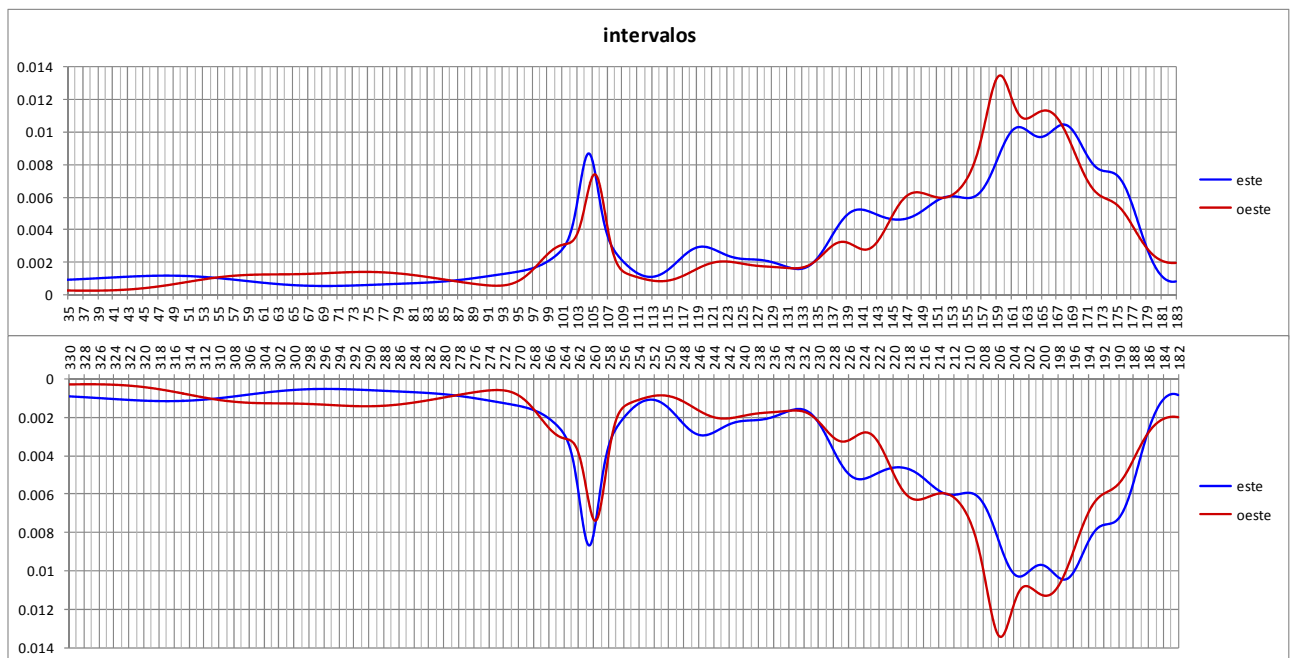


Figura 3.7. Distribución de frecuencias relativas de los intervalos que separan las fechas este y oeste.

Cabe advertir que las concentraciones de fechas e intervalos que mencionamos arriba no son estadísticamente significativas y posiblemente no todas son explicables con los motivos que hemos propuesto. Debido al tamaño reducido de la muestra de datos y a los errores que tenemos que considerar, frecuentemente no es posible proponer los referentes astronómicos de las

orientaciones de manera convincente. Sin embargo, los objetivos de algunas orientaciones son, en vista de los datos comparativos, menos cuestionables. Dos picos que se destacan en la curva de las fechas este se ubican cerca del 12 de febrero y el 30 de octubre. La distancia de la primera a la segunda fecha es 260 días, igual a la que separa las fechas 13 de agosto y 30 de abril, también prominentes en la figura 3.6. Las orientaciones que registran estas fechas son de las más difundidas en Mesoamérica, siendo particularmente comunes en el centro de México y el área maya (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015). Su importancia se debe, sin duda, al intervalo de 260 días que delimita las fechas en ambos pares: los fenómenos separados por este intervalo ocurrían en la misma fecha del ciclo calendárico ritual. Los picos cerca de 260 días se observan en la figura 3.7 en la distribución de los intervalos marcados en ambos horizontes, porque las orientaciones involucradas (de las Estructuras I y II de El Ixtépete, el Salón de las Columnas en La Quemada y la Estructura 57 de Toluquilla) tienden a registrar uno u otro par de fechas en horizontes diferentes (cf. tabla 3.1).

A la luz de estos análisis resulta muy probable que también en el Occidente y el Norte estaba extendida la práctica, común en el resto de Mesoamérica, de orientar los templos y otros edificios importantes hacia las posiciones del Sol en fechas separadas por múltiplos de 13 y de 20 días. Las orientaciones particulares y las fechas que los constructores posiblemente querían registrar se discuten en el capítulo 4. Algunas conclusiones más específicas se ofrecen en el capítulo 5, en el que, examinando los datos comparativos de otras partes de Mesoamérica y la información etnográfica relevante, proponemos los motivos más probables de las orientaciones y tratamos de acercarnos a la comprensión de sus usos y significados.

4 Comentarios sobre orientaciones particulares

En este capítulo se discuten las orientaciones en cada uno de los sitios incluidos en el estudio y ordenados alfabéticamente. Basándonos en los análisis presentados en el capítulo anterior, proponemos para cada orientación sus posibles referentes astronómicos y, de estar disponibles, también mencionamos los datos comparativos que apoyan la interpretación propuesta. Asimismo nos referimos a las interpretaciones que sobre algunas orientaciones fueron proporcionadas por otros investigadores. No repetimos los datos pormenorizados sobre cada orientación, ya que éstos se encuentran en la tabla 3.1.

Como ya puntualizamos en el capítulo 2, si en un sitio dos o más edificios adyacentes comparten la misma orientación, ésta fue considerada en los 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. Sin embargo, si varios edificios en un sitio comparten la misma orientación, tal hecho sugiere su importancia, por lo que en el presente capítulo llamamos la atención a estos casos.

Alta Vista, Zacatecas

Según argumentaron Aveni *et al.* (1982), el sitio de Alta Vista –un centro ceremonial de la cultura Chalchihuites, que floreció durante los periodos Clásico Tardío y Epiclásico (Hers 1989; Kelley 1990; Medina y García 2010; Kristan-Graham 2011: 443, 448)– fue fundado por los grupos de filiación teotihuacana y localizado y orientado deliberadamente a partir de consideraciones astronómicas. Al observar que, en la época más probable de construcción de los edificios principales (cerca de 650 d.C.), el sitio se encontraba a escasos 14 km al sur del Trópico de Cáncer, Aveni *et al.* (1982: 318s) consideran que su ubicación obedeció a la búsqueda del lugar más septentrional en el que pudo observarse el paso del Sol por el cenit en el solsticio de junio, y que otro factor que intervino en la localización del sitio fue el alineamiento equinoccial marcado por el Cerro Picacho (o Picacho Pelón) en el horizonte oriente y materializado en un pasillo que forma parte del conjunto llamado el Laberinto, al oriente del Salón de Columnas. Según nuestras mediciones, el azimut y la altura del Cerro Picacho, observando desde el pasillo, claramente orientado hacia este monte (figura 4.1), son de $91^{\circ}17'$ y $3^{\circ}32'$ (cf. los valores $91^{\circ}11'$ y $3^{\circ}30'$ de Aveni *et al.* 1982: 321), correspondiendo a la declinación de $0^{\circ}10'$ que, en efecto, casi coincide con la declinación equinoccial del Sol (figura 4.2).

En apoyo de su propuesta sobre el alineamiento equinoccial, Aveni *et al.* (1982) agregaron que el Cerro Picacho señalaba las salidas del Sol en el solsticio de verano, observando desde el Cerro El Chapín, situado a 7 km al suroeste de Alta Vista y donde se encuentran grabadas dos cruces punteadas parecidas a las conocidas en el área de Teotihuacan; además, las salidas del Sol en el solsticio de invierno pudieron haberse observado sobre el mismo monte desde el Cerro Pedregoso, al noreste de Alta Vista, donde también se ubica un sitio perteneciente a la cultura Chalchihuites (Medina y García 2010: 164; Kelley y Kelley 2000: 182). Al visitar el Cerro Pedregoso, pudimos notar que algunos montículos efectivamente parecen estar orientados hacia el Cerro Picacho, que pudiese haber servido como marcador solsticial para el observador situado en la parte alta de la elevación.



Figura 4.1. Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo del pasillo del Laberinto, orientado hacia el Cerro Picacho Pelón al fondo.

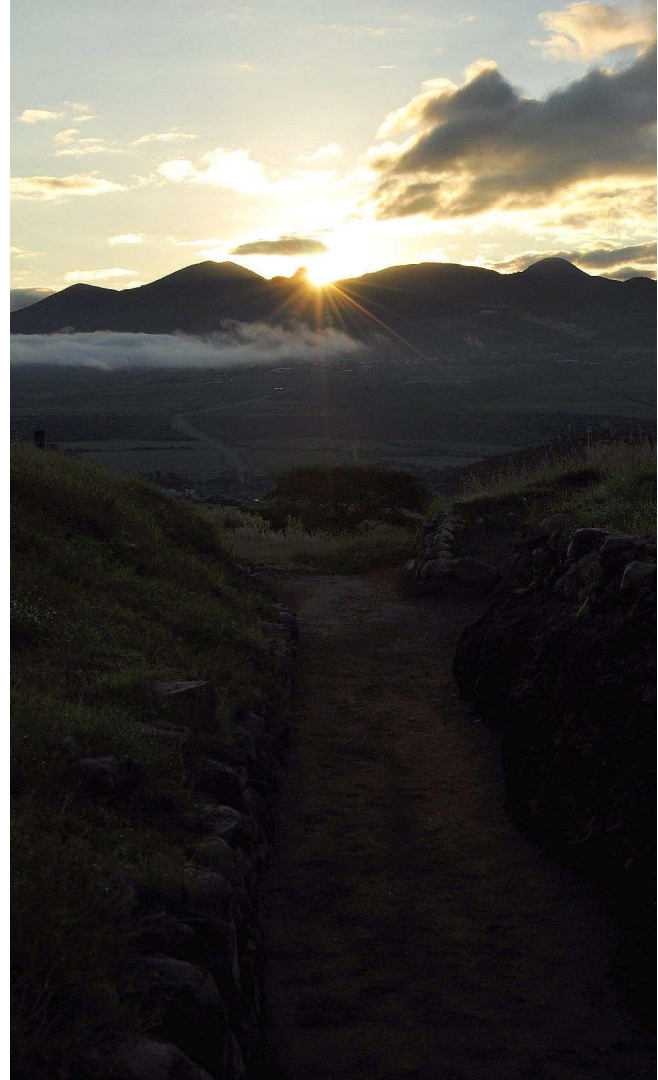


Figura 4.2. Alta Vista, salida del Sol el 23 de septiembre de 2013, observada a lo largo del pasillo del Laberinto. El Sol salió ligeramente al sur del Cerro Picacho, porque el equinoccio ocurrió el día anterior a las 14:44 horas (Tiempo del Centro).

Aveni *et al.* (1982: 319) afirman que las esquinas del Salón de Columnas y de la plaza anexa (Plaza Suroeste) apuntan hacia los rumbos cardinales, siendo éste un caso singular en Mesoamérica. Si consideramos que diversos diseños en la cerámica de la cultura Chalchihuites son semejantes a los motivos decorativos del arte ceremonial de los huicholes, parece significativo que, según algunos reportes etnográficos, los templos de los huicholes y los coras están orientados hacia los rumbos cardinales con sus esquinas (Medina y García 2010: 169ss, 183, 193). La diagonal norte-sur del Salón de Columnas, con el azimut de $359^{\circ}21'$, es casi exactamente cardinal, mientras que el eje este-oeste tiene el azimut de aproximadamente 88° (Aveni *et al.* 1982: tabla 1). Según nuestras mediciones, los azimuts correspondientes de la Plaza Suroeste, anexa al Salón de Columnas, son $357^{\circ}46'$ y $88^{\circ}53'$, respectivamente. El azimut de la diagonal este-oeste corresponde en los horizontes oriente y poniente, cuyas alturas son $3^{\circ}35'$ y $2^{\circ}14'$, a las declinaciones $2^{\circ}23'$

y $-0^{\circ}14'$, respectivamente, lo que concuerda con el reporte de Medina y García (2010: 195) de que el Sol a lo largo de la diagonal sale en las fechas 25-26 de marzo y se pone en los equinoccios.

La orientación de la Plaza Sureste es ligeramente diferente de la de la Plaza Suroeste (tabla 3.1) y sus diagonales discrepan más de los rumbos cardinales, pero la presencia de dos alineamientos equinocciales en la arquitectura de Alta Vista no deja de llamar la atención. Su intencionalidad parece ser apoyada también por el hecho de que el cerro Picacho Pelón pudo haber marcado las salidas del Sol no sólo en los equinoccios –en el caso del pasillo del Laberinto– sino también en los solsticios, observando desde otros dos puntos con vestigios arqueológicos (*v. supra*). Si recordamos que las orientaciones equinocciales son prácticamente inexistentes en Mesoamérica (Šprajc y Sánchez 2013), resulta realmente sorprendente la posibilidad de que el conocimiento de los equinoccios astronómicos existiera en una región periférica. Aunque tal posibilidad, desde luego, no se puede excluir, cabe advertir que existe una explicación alternativa, implicando que los alineamientos en Alta Vista pudieron tener bases astronómicas un poco diferentes.

El azimut de la diagonal este-oeste de la Plaza Sureste es $97^{\circ}59' \pm 15'$ (es decir, la diagonal norte-sur de la plaza, que es cuadrada, no tiene la desviación “teotihuacana” de $15^{\circ}30'$ al este del norte, como afirman Medina y García, 2010: 114); tomando en consideración las alturas de los horizontes este y oeste ($3^{\circ}35'$ y $2^{\circ}15'$), el alineamiento corresponde a las declinaciones $-5^{\circ}56'$ y $8^{\circ}08'$, respectivamente, marcando las salidas del Sol en las fechas 5 de marzo y 8 de octubre y sus puestas el 10 de abril y el 2 de septiembre (± 1 día). Si recordamos que las orientaciones en la región estudiada, así como en otras partes de Mesoamérica, indican la importancia de intervalos (*v. capítulo 3*), llama la atención el intervalo de 220 ($= 11 \times 20$) días que separa el último par de fechas. Por otra parte, el pasillo en el conjunto del Laberinto, orientado hacia el cerro Picacho Pelón (figura 4.1), sugiere que esta cumbre servía como marcador de las posiciones del Sol en el horizonte oriente para el observador situado en el pasillo (también otros pasadizos en el Laberinto apuntan al cerro, al parecer acentuando la importancia de esta dirección); puesto que la declinación del pico, observando allí, es $0^{\circ}10'$, las fechas registradas tendían a ser 21 de marzo y 22 de septiembre, separadas por un intervalo de 180 ($= 9 \times 20$) días, sobre todo si se observaba la posición tangencial del disco solar sobre el monte. Es decir, quizá los alineamientos casi equinocciales en Alta Vista no deriven del conocimiento de los equinoccios astronómicos sino del propósito de registrar fechas que pudieran incorporarse en un calendario observacional compuesto mayormente por múltiplos de 20 días (tabla 4.1), análogo a los que se han reconstruido para otros sitios mesoamericanos (*cf. Šprajc 2001; Šprajc y Sánchez 2015; Sánchez y Šprajc 2015*).

Tabla 4.1. Esquema de un posible calendario observacional de Alta Vista.

alineamiento	evento	fecha	intervalo (días)	fecha
pasillo del Laberinto	salida del Sol	mar 21	180	sep 22
diagonal Plaza Sureste	puesta del Sol	abr 10	20 20	sep 2
			145	

Queremos subrayar que, con los datos disponibles, no es posible decidir si la hipótesis que acabamos de presentar es más verosímil que la que implica el conocimiento de los equinoccios. Para resolver el dilema, sería indispensable contar con más datos sobre las orientaciones arquitectónicas en la región. Es de esperar que las investigaciones futuras permitan acercarnos a este objetivo.

Mencionemos también que las diagonales de las Plazas Sureste y Suroeste apuntan hacia dos prominencias en el horizonte oriente (figuras 4.3 y 4.4); en vista del significado que tenían los cerros en la cosmovisión mesoamericana, estos alineamientos no parecen ser fortuitos y representan un indicador adicional de la importancia de las diagonales en la arquitectura de Alta Vista. No obstante, en aras de mantener una muestra homogénea de datos, en la tabla 1 no incluimos los datos sobre estas diagonales, y tampoco los que corresponden al pasillo del Laberinto: recordemos que, de acuerdo a nuestros principios metodológicos (capítulo 2), únicamente analizamos los alineamientos indicados por los ejes principales de los edificios. Desde luego, en caso de que se encuentren otros sitios que sugieran el significado astronómico de las diagonales, habrá que realizar un análisis comparativo y de esta manera verificar si manifiestan algún patrón astronómicamente significativo.



Figura 4.3. Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo de la diagonal de la Plaza Suroeste (Estructura 2), alineada hacia el cerro al fondo.

En un estudio reciente, Montero García (2013) reexaminó las propuestas planteadas por Aveni *et al.* (1982) y presentó algunas hipótesis nuevas. El autor arguye, acertadamente, que en Alta Vista no hay evidencias que sugieran la observación del paso cenital del Sol, relacionada con la búsqueda del Trópico de Cáncer (*ibid.*: 116ss), pero algunas de sus ideas derivan de datos erróneos. En lugar del equinoccio astronómico, afirma Montero (2013: 102), el Cerro Picacho marcaba el

“equinoccio medio”, que “resulta de dividir por la mitad el número de días entre ambos solsticios” (es decir, el momento que solemos denominar “día de cuarto del año”). El azimut que proporciona para el alineamiento, $90^{\circ}45'$, es incorrecto y ni siquiera resulta de los datos –coordenadas de Alta Vista ($N23^{\circ}28'43.6''$, $W103^{\circ}56'44.5''$) y del Cerro Picacho Pelón ($N23^{\circ}28'34.7''$, $W103^{\circ}50'19.0''$)– que él mismo presenta (*ibid.*: 103); el valor que puede calcularse con base en sus datos es $91^{\circ}25'$ (muy cercano, por cierto, al azimut de $91^{\circ}17'$, que medimos desde el pasillo del Laberinto, v. *supra*). Otra aseercción equivocada es que, observando desde el Templo de los Cráneos (situado en la orilla noroeste de la Plaza Suroeste), el Cerro Alto en el horizonte oriente marcaba los ortos solares en las fechas 12 de febrero y 29 de octubre: los datos presentados (azimut: $105^{\circ}30'$, altura del horizonte: $3^{\circ}35'$; *ibid.*: 109) concuerdan con los resultados de nuestras mediciones, pero corresponden a la declinación de $-12^{\circ}46'$, mientras que la declinación solar en las fechas mencionadas es aproximadamente 1° menor; para que las señalara el cerro mencionado, el observador debería situarse a unos 200 m hacia el noreste, es decir, fuera del área monumental del sitio.⁷ Asimismo Montero (2013: 113ss) mantiene que, observando en el Cerro El Chapín, el Sol sale sobre el Cerro Alto en las fechas 29 de abril y 13 de agosto. Nuevamente, sus datos (*ibid.*: 116) resultan en la declinación de $13^{\circ}22'$, mientras que la declinación solar que correspondía a este par de fechas en la época de Alta Vista era casi $1^{\circ}30'$ mayor del valor citado.



Figura 4.4. Alta Vista, vista hacia el oriente a lo largo de la diagonal de la Plaza Sureste (Estructura 4), alineada hacia el cerro en el horizonte que se conoce localmente, según Medina y García (2010: 195), como Picacho Montuoso.

⁷ Para que el alineamiento marcara la fecha 12 de febrero en el año 500 d.C., su azimut debería ser, según Montero (2013: 109), $106^{\circ}05'$. En realidad, el azimut requerido es de unos $106^{\circ}40'$.

Un comentario final concierne a la propuesta de que Alta Vista fuera fundada por los grupos de filiación teotihuacana (Aveni *et al.* 1982; Medina y García 2010). Kristan-Graham (2011: 448) menciona que esta idea es difícilmente conciliable con los recientes fechamientos de radiocarbono, que sitúan el apogeo de Alta Vista en el Epiclásico, pero agrega que la presencia de orientaciones similares a las de Teotihuacan en los edificios del siglo IX indica algún tipo de familiaridad con la cultura teotihuacana. No sabemos a qué orientaciones se refiere la autora, ya que la realidad que reflejan nuestros datos es diferente: en Alta Vista no encontramos ninguna de las dos típicas orientaciones que rigen la traza urbana de Teotihuacan (Šprajc 2001: 201ss). Más que semejanzas con otros sitios, Alta Vista presenta una peculiaridad, al parecer sin paralelos en Mesoamérica, consistiendo en que son las diagonales de los edificios y conjuntos arquitectónicos las que se aproximan a los rumbos cardinales y que parecen haber tenido un significado astronómico (cf. Aveni *et al.* 1982: 319; Medina y García 2010: 164).

Cañada de la Virgen, Guanajuato

Las mediciones se realizaron en los Complejos A, B y D, que pertenecen al Clásico Tardío y Terminal (Zepeda García Moreno 2007; Zepeda y Pérez 2007).

Los datos sobre la orientación de la pirámide del Complejo A en la tabla 3.1 se basan en los muros del edificio superior, algunos todavía con restos de estuco, así como en la escalinata de acceso. La pirámide posee varias etapas constructivas. La orientación determinada corresponde a la segunda etapa, que es la actualmente expuesta y consolidada, fechada al Clásico Tardío (Zepeda García Moreno 2007: 110), pero parece que el edificio mantuvo la misma orientación a lo largo de sus diferentes fases constructivas. Es probable que el edificio registrara las salidas del Sol en las fechas 13 de abril y 31 de agosto, separadas por 140 (= 7 × 20) días; tal direccionalidad de la orientación se ve apoyada por la ubicación del acceso en el lado oriente de la estructura (tabla 3.1).

Cabe destacar que el eje de simetría este-oeste del cuadrángulo que encierra el patio en el lado oriente del Complejo A manifiesta un azimut diferente del de la pirámide. El azimut de este eje, medido desde el punto central de la pirámide hacia el punto central de la entrada oriente al cuadrángulo (en el pórtico en la plataforma oriente), así como en dirección inversa, es de $79.55^\circ \pm 0.4^\circ$, coincidiendo también con el eje de la calzada que conduce hacia el oriente (el error estimado se debe a que el punto central de la pirámide, debido al estado actual del edificio superior, no se puede determinar con mucha precisión). Las fechas de salida del Sol que corresponden a esta última orientación, 16 de abril y 28 de agosto (± 1 día), difieren por 3 a 4 días de las que marca la pirámide. Por el momento resulta difícil establecer cuál fue la orientación astronómicamente funcional, pero parece más probable que fuera la de la pirámide, pues la orientación de su escalinata es consistente con la de los muros del edificio superior.

Según Granados Saucedo (2008: 25ss), la pirámide del Complejo A está orientada hacia las salidas del Sol el 18 de abril y el 25 de agosto. Se trata de fechas cercanas a las que, según nuestras mediciones, corresponden a la orientación del cuadrángulo y de la calzada. Es significativo, sin embargo, que también Granados (2008: 32ss) observó varios alineamientos en el Complejo A que marcan las salidas del Sol en los días 12 o 13 de abril, lo que refuerza nuestra opinión de que la orientación relevante del conjunto fue la que manifiesta la pirámide. Otras fechas que menciona el mismo autor, incorporándolas en un hipotético calendario observacional compuesto por múltiples significativos de días, no son marcadas por orientaciones o rasgos prominentes del horizonte, por lo que el esquema observacional que propone es especulativo, basado en la selección *a priori* de las fechas que por alguna razón le parecen significativas.

Susanna Quiroz Ennis (2013) asienta que, observando desde el acceso de la plataforma este del Complejo A, el eje de simetría del conjunto corresponde a las salidas del Sol el 17 de abril y 25 de agosto y que, en dirección inversa, el Sol descendiente queda alineado con el centro de la parte superior de la pirámide el 4 de marzo y el 9 de octubre. Según nuestras mediciones, las fechas de orto solar a lo largo de este eje son ligeramente diferentes (*v. supra*), mientras que las fechas de ocultamiento del Sol no se pueden establecer con toda precisión, ya que desconocemos la altura original del edificio superior de la pirámide. Asimismo no podemos tener la certeza de que el acceso en la plataforma este fuera realmente el punto relevante para las observaciones. Quiroz (2013) también discute las fechas que, observando desde el punto referido, marcan diversos puntos del contorno del basamento piramidal al poniente. Para sustentar la importancia de estas fechas en términos del sistema calendárico prehispánico, presenta numerosos datos que proporcionan las fuentes históricas sobre la correlación de las fechas indígenas con el calendario europeo. Sin embargo, es un hecho bien conocido que estos datos presentan un sinnúmero de contradicciones e inconsistencias y que han generado diversas hipótesis interpretativas. La larga argumentación que presenta la autora resulta poco convincente no sólo porque trata de reconciliar las fechas marcadas por los alineamientos con una u otra información o hipótesis, sino también –o sobre todo– porque el año calendárico prehispánico no mantenía una correlación fija con el año trópico (*cf.* Caso 1967; Šprajc 2000a; 2001: 135ss), por lo que los datos sobre la correlación de los calendarios prehispánico y europeo carecen de relevancia: aunque una u otra correlación puede parecer significativa, debido a las coincidencias entre ciertas fechas calendáricas y eventos solares, hay que recordar que pudo ser válida únicamente durante un corto periodo de aproximadamente cuatro años, repitiéndose tales coincidencias en intervalos de 1507 años. En el resto de su obra, Quiroz (2013) relaciona los alineamientos en la arquitectura con el movimiento lunar e incluso con las constelaciones; algunas de sus hipótesis son más sugerentes que otras, pero en vista de su complejidad y numerosidad, así como por falta de datos análogos de otros sitios, resulta imposible evaluar la intencionalidad de las relaciones propuestas.

El Complejo B probablemente marcaba las salidas del Sol el 29 de marzo y el 14 de septiembre, separadas por un intervalo de 169 (= 13×13) días. El acceso principal, que parece estar en el lado oriente, concuerda con la direccionalidad propuesta, pero cabe señalar que la orientación del conjunto Casas Tapadas en Plazuelas (*v. infra*), que corresponde a las mismas fechas en el horizonte oriente, tiene su acceso principal en el lado poniente. En vista de los posibles errores que hay que considerar, no es imposible que ambas orientaciones, así como la del Conjunto 2 de Peralta (*v. infra*), en el que el edificio mayor también tiene su escalinata de acceso en el lado poniente, fueran funcionales en esta dirección, registrando las puestas del Sol en las fechas 13 de marzo y 29 de septiembre, que delimitan un intervalo de 200 (= 10×20) días (tabla 3.1).

Los datos sobre la orientación del Complejo D (tabla 3.1) se basan en la estructura cuadrangular sobre el edificio de planta redonda. Los motivos astronómicos de la orientación no son evidentes. Posiblemente fue ajustada, de manera aproximada, a la del adyacente Complejo A, sin que fuera astronómicamente funcional.

Cerro del Teúl, Zacatecas

En este sitio se midió la estructura este de la Plaza de los Dos Montículos, fechada al Clásico Tardío o Terminal (INAH 2010; Peter Jiménez Betts, com. personal, septiembre de 2013). Parece que el edificio, orientado con su acceso hacia el poniente, registraba las puestas del Sol en las fechas 16 de marzo y 28 de septiembre, con un intervalo intermedio de 169 (= 13×13) días, aunque también es

posible, considerando el error estimado de la medición, que fuera orientado hacia las salidas del Sol el 3 de abril y el 10 de septiembre, separadas por 160 (= 8×20) días (tabla 3.1).

El Cerrito, Querétaro

En este sitio medimos la orientación del Basamento Piramidal, la estructura más grande (de 30 m de altura) y evidentemente la más idónea para las observaciones astronómicas. El edificio, con elementos expuestos sobre todo en sus sectores oriente y sur, cuenta con diferentes etapas constructivas; la segunda, visible en la actualidad, pertenece al Posclásico Temprano (Crespo 1991; Braniff 2000; Valencia Cruz 1998). Los azimuts citados en la tabla 3.1 corresponden a los taludes y a la escalinata de acceso en la fachada oriente de la pirámide, pero la orientación intencionada del edificio no se puede determinar de manera confiable, debido a que la parte superior fue destruida por El Fortín, un recinto militar construido en el siglo XIX. Posiblemente la intención de los constructores fue registrar los ortos solares en las fechas 16 de marzo y 28 de septiembre, con un intervalo intermedio de 169 (= 13×13) días, o 14 de marzo y 30 de septiembre, separadas por 200 (= 10×20) días (tabla 3.1).

Figura 4.5. El Cerrito, vista desde la parte alta del Basamento Piramidal hacia el oriente, con el Cerro Gordo a la izquierda y el Cerro del Cimatario al fondo.



Los aspectos arqueoastronómicos de El Cerrito fueron estudiados extensamente por Granados Saucedo (2005; 2007; 2008; 2011). Las fechas 15 de marzo y 27 de septiembre, que Granados (2011) vincula con el eje de simetría de la escalinata, básicamente concuerdan con los resultados de nuestras mediciones, pero llama la atención que, al medir las orientaciones de diversos elementos arquitectónicos del Basamento Piramidal, pertenecientes a distintas etapas constructivas, Granados las asoció con varias fechas diferentes de salida del Sol, incorporándolas en sus esquemas del calendario de horizonte. Su propuesta de que diversos sectores de la pirámide tuvieron funciones astronómicas diferentes es difícil de sostener, considerando que se trata de partes inferiores del edificio y que las diferencias entre los azimuts medidos son relativamente pequeñas, sugiriendo que el santuario superior, a lo largo de las diferentes etapas constructivas, conservó la misma orientación y que ésta fue reproducida con poca precisión en sectores periféricos del edificio. Un problema adicional reside en que varias fechas que Granados considera

significativas, incluyéndolas en sus esquemas observacionales, no son marcadas por rasgos prominentes del horizonte. Aunque el Cerro Gordo en el horizonte oriente le parece particularmente significativo, su función como marcador astronómico es cuestionable, ya que la elevación se ubica a poco más de 1 km de distancia y no cuenta con una cumbre pronunciada (figura 4.5): la dificultad de asignarle una función astronómico-calendárica se refleja en que el mismo Granados asocia la parte alta del cerro con fechas diferentes, que dependen tanto del punto observado como del punto de observación, incluyendo la altura del Basamento Piramidal en sus diferentes etapas constructivas. La única elevación que, en nuestra opinión, parece significativa y que pudo haber condicionado la selección del lugar para la construcción de la pirámide es el Cerro del Cimatario (figura 4.5), sobre el que el Sol sale el 12 de febrero y el 30 de octubre. Tres circunstancias apoyan la idea: 1) aunque el cerro no cuenta con una cumbre pronunciada, llama la atención que, según Granados (2005: 76s), precisamente en el punto que corresponde a las fechas referidas antaño existía una estructura piramidal; 2) el cerro se ubica a 9 km de distancia, por lo que hubiese registrado las mismas fechas incluso al observar desde niveles más bajos (etapas tempranas) de la pirámide; 3) las fechas mencionadas son marcadas por un gran número de orientaciones en Mesoamérica (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2012; 2015).

El Chanal, Colima

El sitio alcanzó su apogeo en los siglos XIII y XIV (Olay Barrientos 2004; 2005). La Estructura 1, el templo piramidal más grande del área explorada, con su escalinata de acceso en el lado poniente, parece haber sido orientado hacia las puestas del Sol en el solsticio de junio (tablas 3.1 y 3.2). El alineamiento es recalcado por dos plataformas, una circular y la otra rectangular, ubicadas a unos 40 m al poniente del templo y a lo largo de su eje de simetría (figura 4.6). Algunas estructuras aledañas manifiestan orientaciones parecidas.



Figura 4.6. El Chanal, Estructura 1 con dos plataformas enfrente, vista hacia el oriente.

El Cópore, Guanajuato

La ocupación principal del sitio, que se compone de varios conjuntos arquitectónicos, corresponde al Clásico Tardío (Torreblanca Padilla 2007; 2008; 2015).



Figura 4.7. El Cópore, Conjunto Gotas, puesta del Sol a lo largo del eje central de la Plaza del Ocaso, el 2 de abril de 2016 (foto: cortesía de Carlos Alberto Torreblanca Padilla).

La orientación rectora del sitio es la de la llamada Plaza del Ocaso del Conjunto Gotas, no sólo por estar plasmada en el principal espacio público y ceremonial, sino también porque la imitan las estructuras del cercano conjunto doméstico, además de que parece ser compartida por la pirámide del Conjunto Cópore, situado en la parte alta del cerro del mismo nombre, a 400 m al sureste. El estado actual de la pirámide no permite establecer su orientación con mucha precisión, a lo que se deben los errores que asignamos a sus azimuts en la tabla 3.1, pero el azimut medio de las líneas este-oeste que determinamos coincide con el de un cerro que se observa en el horizonte, a poco más de 3 km de distancia. Si el edificio fue, en efecto, alineado hacia esta cumbre, como es muy probable, su orientación era prácticamente idéntica a la de la Plaza del Ocaso, registrando las puestas del Sol en las mismas fechas (tabla 3.1, figura 4.7). Las fechas de salida del Sol que corresponden a la pirámide del Conjunto Cópore y la Plaza del Ocaso difieren notablemente, debido a las grandes diferencias en las alturas del horizonte oriente: observando en la Plaza del Ocaso, la línea del horizonte oriente la conforma el contorno de la rocosa Mesa del Pilar, a escasos 200 m de distancia (figura 4.8). Considerando este hecho, por una parte, y la similitud de las dos orientaciones, por la otra, resulta muy probable que ambas fueran funcionales hacia el poniente. Además de que tanto la pirámide como la plaza están orientadas con sus accesos hacia el poniente, es significativo que las fechas que registran en esta dirección, 3 de abril y 10 de septiembre,

delimitan un intervalo de 160 ($= 8 \times 20$) días (tabla 3.1), cuya importancia es indicada también por otros datos en nuestra muestra (*v. supra*: capítulo 3, figuras 3.6 y 3.7). No obstante, llama la atención que el mismo intervalo separa también las fechas que corresponden a la orientación de la pirámide del Conjunto Cópore en el horizonte oriente, sugiriendo que esta estructura era astronómicamente funcional en ambas direcciones.



Figura 4.8. El Cópore, Conjunto Gotas, Plaza del Ocaso, vista hacia el oriente.

El basamento inmediatamente al noroeste de la Plaza del Ocaso, al parecer un pequeño templo, tiene su escalinata de acceso en el lado poniente; sin embargo, su orientación –diferente de la de la plaza, pero muy parecida a la de la estructura que se localiza cerca de la esquina suroeste de la plaza– parece haber sido funcional hacia el oriente, marcando en esta dirección las mismas fechas que la Plaza del Ocaso y la pirámide del Conjunto Cópore en el horizonte poniente (tabla 3.1).

Esta interpretación de las orientaciones de El Cópore refuerza de manera más concreta la idea de Torreblanca Padilla (2015: 113s) de que los espacios principales del sitio eran escenario de actividades de la clase gobernante, relacionadas con la regulación de actividades agrícolas mediante los ciclos calendáricos y astronómicos: es posible que los eventos solares en abril permitieran anticipar las primeras lluvias y la época de siembra, en tanto que los de septiembre pudieron haber servido para programar la ofrenda de las primicias (*v. infra*: capítulo 5). Asimismo quizá no sea fortuito que el Salón Rojo, en el costado oriente de la Plaza del Ocaso, contara con 20 postes: amén de que el número es calendáricamente significativo (Torreblanca Padilla 2015: 114), podría referirse más específicamente a las características de la orientación de la plaza: recordemos que el intervalo de 160 días que separa las fechas 3 de abril y 10 de septiembre es múltiplo de 20 días. También es interesante que, según propone Carlos Torreblanca (2015: 117s), la ubicación del

sitio respecto al Río Grande de Ibarra al poniente y las rocas secas de la Mesa del Pilar al oriente, así como el simbolismo de algunos petrograbados y su distribución en el espacio, reflejan la asociación del oriente con lo seco y del poniente con la humedad. Como argumentamos en otros estudios (Šprajc 2001: 88ss; 2004), fueron precisamente estos conceptos –que, según lo indican diversos datos, estaban ampliamente difundidos en la cosmovisión mesoamericana– los que debieron haber motivado la desviación de las orientaciones en el sentido de las manecillas de reloj respecto a los rumbos cardinales, predominante en Mesoamérica y compartida también por los edificios en El Cópore: las orientaciones solares desviadas de esta manera, además de cumplir con los requisitos astronómicos, estaban congruentes con el simbolismo de los rumbos del universo, ya que las fechas que marcaban en los horizontes oriente y poniente caían en la época seca y lluviosa, respectivamente.

El Ixtépete, Jalisco

El florecimiento del sitio corresponde al Clásico Tardío y posiblemente Posclásico Temprano. Debido a la presencia de la combinación de talud y tablero en la Estructura I, la más grande del sitio, fueron propuestos los nexos con Teotihuacan, pero ni la arquitectura ni los materiales encontrados atestiguan una conexión significativa con esta ciudad (Castro-Leal y Ochoa 1976; Gómez Gastélum 1991; Rubio Navarro 2006-2007).

Las Estructuras I y II, esta última anexa a la anterior en su costado sur, comparten la misma orientación, cuyo objetivo ha de haber sido registrar las salidas del Sol el 12 de febrero y el 30 de octubre, separadas por un intervalo de 260 días (tabla 3.1). Las partes expuestas de la Estructura III, ubicada hacia el sureste, manifiestan una orientación muy parecida. Aunque las influencias de Teotihuacan no parecen ser claramente indicadas, no deja de llamar la atención la similitud entre la orientación rectora en El Ixtépete y la que está materializada en la parte central de la traza urbana de Teotihuacan, dominada por la Pirámide del Sol. La última etapa de la Pirámide del Sol, ligeramente desviada de la orientación de la traza urbana circundante, al parecer marcaba las puestas del Sol en las fechas 30 de abril y 13 de agosto, que también delimitan un intervalo de 260 días, pero es probable que la intención inicial fuera registrar tanto este par de fechas como los ortos solares en los días 12 de febrero y 30 de octubre; al crecer la altura de la pirámide, este objetivo ya no se pudo lograr, pero quedó materializado en el sector central de la Acrópolis de Xochicalco, cuya orientación registraba ambos pares de fechas (Šprajc 2001: 203ss; 258ss). En El Ixtépete, debido a las alturas del horizonte, la orientación que marcaba las salidas del Sol el 12 de febrero y el 30 de octubre no pudo a la vez registrar las puestas el 30 de abril y el 13 de agosto, ya que éstas sucedían a lo largo de un azimut algo más grande (cf. tabla 3.1). Recordemos que la importancia de ambos pares de fechas está atestiguada en numerosas orientaciones que las registran y que se han identificado en otras partes de Mesoamérica (cf. Šprajc 2001; Šprajc y Sánchez 2012; 2015; Sánchez y Šprajc 2015).

Huandacareo (La Nopalera), Michoacán

Los documentos históricos han permitido establecer la afinidad del sitio con la cultura purépecha del Posclásico (Macías Goytia 1990). Aunque los materiales recuperados indican la ocupación durante el Posclásico, la arquitectura no se parece a la que caracteriza los sitios típicos purépechas, sino a la que fue común en el Bajío y otras partes de Mesoamérica durante el Clásico (Cárdenas García 2013: 31; Cárdenas y Fernández 2013: 66).



Figura 4.9. Huandacareo, Montículo 2, vista hacia el oriente a lo largo del paño norte del edificio superior.

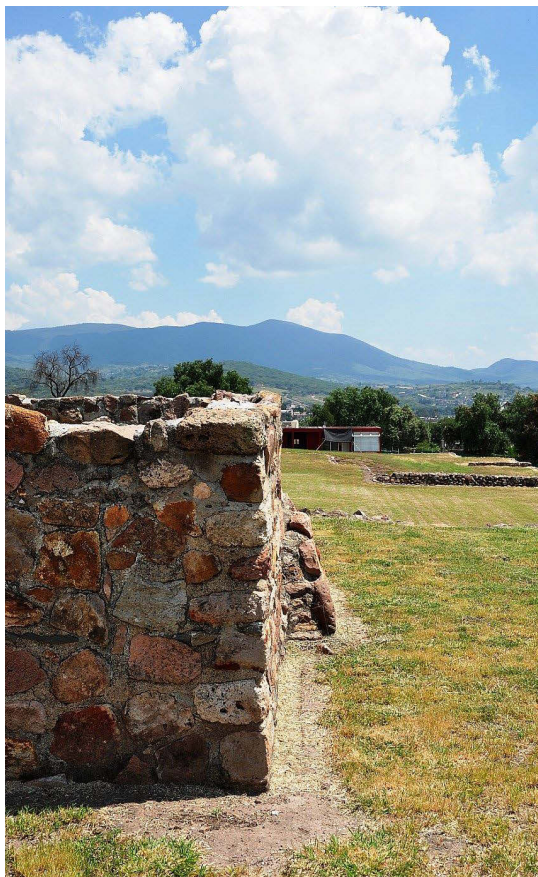


Figura 4.10. Huandacareo, Montículo 2, vista hacia el oriente a lo largo del paño sur del edificio superior.

El azimut este-oeste que aparece en la tabla 3.1 para el Montículo 2, que es la estructura principal del sitio, dominando un patio hundido hacia el poniente, corresponde a la cumbre del Cerro Manuno (llamado también Cruz del Niño), la elevación más prominente en el horizonte oriente, hacia la que parece haber sido orientado el edificio (figuras 4.9 y 4.10). Sin embargo, si el objetivo de la orientación fue registrar las salidas del Sol en las fechas 29 de marzo y 14 de septiembre, separadas por un intervalo de 169 (= 13×13) días (tabla 3.1) y marcadas también por otras orientaciones en la región estudiada (figura 3.6, tabla 5.1), el edificio no pudo estar alineado exactamente hacia el cerro mencionado, ya que debió tener un azimut algo menor. En cambio, con un azimut algo mayor, la orientación hubiera correspondido a las puestas del Sol en los equinoccios, pero tal objetivo del alineamiento es, en vista de la escasez de orientaciones equinocciales en Mesoamérica (Šprajc y Sánchez 2013), poco probable.

Ihuatzio, Michoacán

La ocupación de este sitio probablemente se remonta al Posclásico Temprano, pero su apogeo coincide con el desarrollo del imperio purépecha. Los documentos etnohistóricos permiten establecer la fundación de Ihuatzio durante el siglo XIV por individuos vinculados con el linaje regio tarasco (Pollard 2001a; Cárdenas García 2004).

Las Estructuras 1 y 2, edificios piramidales que dominan un gran espacio encerrado hacia el oriente (Plaza de Armas), comparten la misma orientación, que no tiene paralelos en nuestra muestra de datos; es posible que marcara las puestas del Sol en las fechas 5 de abril y 8 de septiembre, separadas por 156 (= 12 × 13) días (tabla 3.1). Por otra parte, considerando que una de las fechas este que corresponden a la orientación es 6 de octubre, llama la atención que el santo patrono del poblado actual de Ihuatzio es San Francisco, cuya fiesta cae en el 4 de octubre.

Helen Pollard (2003: 374) afirma que el eje norte-sur del sitio está alineado con una loma inmediatamente al norte, que representa una extensión suroccidental del Cerro Tariácuri. En realidad, la loma citada queda considerablemente al oriente del eje del sitio. La línea a lo largo del corredor entre las Estructuras 1 y 2 pasa en medio de dos colinas hacia el oriente, como menciona Pollard (2001a: 30), pero su afirmación de que las cumbres de ambas elevaciones, observando a lo largo del pasillo, enmarcan un ciclo lunar de ambos lados del equinoccio resulta difícilmente conciliable con el hecho de que el ángulo que recorre la Luna a lo largo del horizonte en un ciclo cercano a los equinoccios varía notablemente de un año al otro.

Ixtlán del Río (Los Toriles), Nayarit

La ocupación del sitio comenzó en épocas más tempranas, pero su apogeo corresponde al periodo entre los años 900 y 1300 d.C., época a la que pertenecen los restos arquitectónicos que se aprecian en la actualidad y que mayormente manifiestan tres etapas constructivas (Zepeda García Moreno 1994). Algunos autores han propuesto que cada uno de los conjuntos arquitectónicos que conforman el centro ceremonial se utilizó específicamente en determinadas fechas del año, sobre todo cuando se efectuaban actividades rituales relacionadas con el inicio de la temporada de lluvias y del periodo de secas, además de actos de índole religiosa y política (Arana *et al.* 2004: 267).

En este sitio consideramos las orientaciones del Palacio de los Relieves (Estructura M-79) en la Sección A (norte) y del Palacio en Escuadra (Estructura M-13) en la Sección C (sur) (tabla 3.1). Otros edificios manifiestan orientaciones parecidas. La planta del Palacio de los Relieves, que delimita la Plaza Principal por el costado poniente, es marcadamente romboidal: los azimuts este-oeste de sus paramentos norte y sur son notablemente más grandes que el que aparece en la tabla 3.1 y que corresponde al eje de simetría de la entrada, ubicada en el lado oriente de la estructura; este eje, prolongado hacia el oriente, pasa por el centro del altar central en la plaza. El azimut este-oeste del Palacio en Escuadra corresponde al eje de simetría de la entrada que se localiza en el lado poniente del ala norte de la estructura (*cf.* Arana *et al.* 2004: 244, ilustr. 6). Posiblemente ambas estructuras registraban los ortos del Sol el 11 de marzo y el 2 de octubre, separados por 160 días. Alternativamente, la orientación del Palacio en Escuadra pudo haber sido funcional hacia el poniente, marcando las fechas 31 de marzo y 12 de septiembre, con un intervalo intermedio de 200 días (*cf.* tabla 3.1). De ser así, las dos orientaciones permitieron el uso de un calendario observacional compuesto predominantemente por múltiplos de 20 días (tabla 4.2).

alineamiento	evento	fecha	intervalo (días)	fecha
Edificio de los Relieves	salida del Sol	mar 11	160	oct 2
Edificio en Escuadra	puesta del Sol	mar 31	20 20	sep 12
			165	

Tabla 4.2. Esquema de un posible calendario observacional de Ixtlán del Río.

El Templo de Ehécatl (Estructura M-78) es de planta circular, con varias escalinatas de acceso en su perímetro, cuyas orientaciones no coinciden con la que manifiestan dos pequeños basamentos de planta rectangular en la parte superior, por lo que no es evidente algún alineamiento que pudiera considerarse como el principal.

La Campana, Colima

Este extenso sitio vivió su auge durante el periodo Clásico (Jarquín Pacheco 2005; Jarquín y Martínez 1996; 2004; 2012). La afirmación de que la orientación de los edificios es de 16° al oriente del norte, similar a la de la Pirámide del Sol y la Calzada de los Muertos de Teotihuacan (Jarquín Pacheco 2005: 40), no corresponde a la realidad; en todo el sector excavado predominan las desviaciones entre aproximadamente 25° y 28° respecto a los rumbos cardinales (cf. imágenes de Google Earth). Algunos edificios parecen imitar la orientación del templo piramidal denominado Estructura 5, que probablemente marcaba las salidas del Sol en el solsticio de diciembre (tablas 3.1 y 3.2). Las demás orientaciones se ajustan más a la de la Estructura 2, otro templo piramidal que se localiza a unos 100 m al noroeste de la Estructura 5 (figura 4.11). Esta orientación podría referirse a los extremos mayores norte de la Luna o de Venus en el horizonte poniente, pero la relación con la Luna es, en vista de la presencia de los alineamientos solsticiales, tal vez más probable: como ya mencionamos en el capítulo 3 (pp. 14ss), las orientaciones lunares que se han encontrado en otras partes de Mesoamérica están, en la mayoría de los casos, asociadas con las que registran los solsticios, lo que probablemente refleja la observación de los extremos de la Luna en su fase llena. Recordemos que la orientación solsticial es dominante también en el sitio cercano de El Chanal (v. *supra*).



Figura 4.11.
La Campana,
Estructura 2,
vista hacia el
norte.

La Ferrería, Durango

Los edificios de este sitio fueron construidos entre los años 600 y 1000 d.C. aproximadamente (Punzo Díaz 2010; 2012). Las estructuras denominadas Casa de los Dirigentes y Sala de las Columnas se encuentran al pie de una elevación natural, teniendo las líneas de horizonte oriente y

poniente relativamente cerca, por lo que no es probable que sus orientaciones fueran astronómicamente funcionales. La llamada Casa Colorada manifiesta líneas divergentes, mientras que la orientación del edificio llamado Casa Grande sólo pudo ser funcional hacia el oriente (tabla 3.1), ya que el horizonte poniente, formado por la elevación sobre la que se localiza la Pirámide 1, se encuentra a pocos metros de distancia. Las bases astronómicas de la orientación de la Casa Grande no son evidentes.

La más idónea para las observaciones astronómicas parece haber sido la Pirámide 1, situada sobre la parte alta de la elevación en la que se distribuyen diversos edificios. El edificio, con el acceso principal en el lado este, probablemente marcaba las salidas del Sol el 23 de abril y el 21 de agosto, separadas por 120 (= 6 × 20) días, o tal vez las puestas en las fechas 19 de febrero y 22 de octubre, que delimitan el mismo intervalo. Los azimuts en la tabla 3.1 representan los promedios de las lecturas a lo largo de los muros norte-sur y este-oeste de la estructura superior con el patio hundido, pero cabe advertir que las entradas este y oeste al patio no están colocadas a lo largo de su eje de simetría; el azimut de la línea con la que podemos conectar los centros de ambas entradas es de aproximadamente 85°15'. Punzo Díaz (2010; 2012) propone que, observando en el centro del patio, la entrada oriente y otros elementos constructivos marcan las direcciones equinocciales y solsticiales; la afirmación es difícil de verificar, debido a la cercanía de los elementos considerados como marcadores y a la dificultad de determinar el punto exacto de observación.

Flores Gutiérrez (2010: 390) atribuye a la Pirámide 1 la orientación de 106°, o bien, la desviación de aproximadamente 16° al este del norte; el dato es evidentemente erróneo (como se puede verificar en el plano de Punzo, 2010: 232, e incluso en las imágenes de Google Earth), por lo que tampoco corresponden a la realidad las fechas de salida y puesta del Sol que proporciona el autor.

La Quemada, Zacatecas

Las estructuras de este sitio pertenecen mayormente al Clásico Tardío (Hers 1989; Jiménez Betts 1998; 2004; 2010; Kristan-Graham 2011; Medina González 2012).

En el extremo norte y en la parte más alta de una alargada elevación natural se localiza el conjunto llamado la Ciudadela. Según Lelgemann (1996: 106ss), el conjunto está orientado hacia la salida del Sol en el solsticio de verano y hacia su puesta en el solsticio de invierno. En efecto, es probable que se trate de una orientación intencionalmente solsticial, aunque resulta difícil establecer la dirección en la que habría sido funcional (tablas 3.1 y 3.2). Mucho más cuestionable es la intencionalidad de otros alineamientos que encuentra Lelgemann en la Ciudadela, relacionándolos con los equinoccios y los ortos/ocazos solares en el solsticio de invierno/verano, porque los elementos arquitectónicos que los conforman son de distintos tipos (esquinas del patio, del altar central, de la pirámide anexa, una columna, una jamba, la diagonal entre dos estelas encontradas en el interior del altar central) y parecen haber sido seleccionados de manera arbitraria, además de que el fenómeno de luz y sombra observado en el equinoccio sucede media hora después de la salida del Sol (Lelgemann 1996: 106s, fig. 4). No cabe duda de que fenómenos que pueden parecer comparablemente impactantes son observables en otras fechas y momentos del día, produciéndose por otros elementos arquitectónicos. Lelgemann (1996: 115) encuentra alineamientos solsticiales también en la configuración de dos patios en el segundo y el tercer nivel del sitio. Si bien la intencionalidad astronómicamente motivada de los alineamientos conformados por distintos elementos arquitectónicos no se puede descartar *a priori*, es inevitable la impresión de

que la selección de las líneas discutidas no fue objetiva sino basada en el todavía común prejuicio sobre la gran importancia de los solsticios y los equinoccios en Mesoamérica.

A unos 600 m al sureste de la Ciudadela, en la parte sur de la misma elevación, se ubica una concentración de edificios mayores, destacándose como principales espacios ceremoniales la Plaza de los Maestros y la Plaza de los Sacrificios, cada una con un edificio piramidal en el costado norte. La orientación de la Plaza de los Sacrificios corresponde a los extremos mayores sur de la Luna en el horizonte oriente (*v. supra*: p. 13). La orientación de la Plaza de los Maestros no tiene paralelos en nuestra muestra; es posible que su objetivo fuera el de marcar un intervalo de 80 ($= 4 \times 20$) días en el horizonte oriente o poniente, pero la orientación también es compatible con los extremos menores de la Luna en ambos horizontes. El referente lunar de esta orientación es tal vez más probable, si consideramos que la Plaza de los Sacrificios pudo haber señalado los extremos mayores. Como comentamos en el capítulo 3 (pp. 14s), la interpretación lunar de ambas orientaciones es favorecida por la presencia del alineamiento solsticial en la Ciudadela, sugiriendo que los extremos de la Luna se observaban en su fase llena. Recordemos, además, que también la Estructura 2 de La Campana posiblemente marcaba los extremos mayores de la Luna (*v. supra*) y que las orientaciones lunares han sido encontradas en otras partes de Mesoamérica (Šprajc 2009; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015).

La Pirámide Votiva y el llamado Complejo 1.7, con un edificio piramidal en el costado poniente de una plaza, se localizan al pie oriente del cerro en el que se distribuyen las estructuras ya referidas, por lo que no es probable que sus orientaciones fueran funcionales hacia el poniente (tabla 3.1). Los motivos de la orientación de la Pirámide Votiva no son evidentes, mientras que la pirámide del Complejo 1.7 tal vez marcaba las fechas 22 de febrero y 20 de octubre, separadas por un intervalo de 240 ($= 12 \times 20$) días y comúnmente registradas en otras partes de Mesoamérica (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2012; 2015).



Figura 4.12. La Quemada, Salón de las Columnas, vista hacia el oriente a lo largo del eje de simetría del edificio.



Figura 4.13. La Quemada, Salón de las Columnas, vista hacia el poniente a lo largo del eje de simetría del edificio.



Figura 4.14. La Quemada, puesta del Sol a lo largo del eje central del Salón de las Columnas, el 29 de abril de 2016 (foto: cortesía de Carlos Alberto Torreblanca Padilla).

El extremo sur del núcleo del sitio lo ocupan el Salón de las Columnas y una gran plaza hundida al poniente, de la que una escalinata conduce al vano de acceso al salón. El azimut este-oeste de la sala hipóstila (tabla 3.1) corresponde a su eje de simetría, medido desde el punto central entre las dos columnas de la entrada hacia la columna central de las cinco que conforman la hilera oriente de columnas dentro del salón; a este eje, que pudo medirse con precisión, son paralelos los muros norte y sur de la sala, así como las hileras de columnas en sus mitades norte y sur (figuras 4.12, 4.13 y 4.14). La orientación, evidentemente destinada a marcar las puestas del Sol el 30 de

abril y el 13 de agosto (como ya fue notado por Malmström, 1997: 106), separadas por un intervalo de 260 días (tabla 3.1) y registradas por diversos edificios mesoamericanos, es congruente no sólo con la importancia del Salón de las Columnas, que en su época fue uno de los edificios techados de mayores dimensiones en Mesoamérica (Jiménez Betts 2004: 83), sino también con los nexos de La Quemada, sugeridos a partir de algunas características arquitectónicas, con Teotihuacan y Tula (*cf.* Hers 1989: 173ss; Kristan-Graham 2011): en ambos sitios encontramos las orientaciones que registran estas fechas (Pirámide del Sol en Teotihuacan, Estructura C en Tula: Šprajc 2001). Aunque la orientación del Salón de las Columnas de La Quemada corresponde también, casi con la misma precisión, a las salidas del Sol el 12 de febrero y el 30 de octubre, también separadas por un intervalo de 260 días (tabla 3.1), es probable que su objetivo fuera el de registrar las puestas del Sol. Tal función observacional del edificio es acorde a la propuesta de que el inusualmente grande espacio interno, que estaba completamente techado y sin vanos en los muros perimetrales, “se diseñó para mantenerse en la penumbra, dejando sólo acceder un poco de luz desde el exterior a través de su gran acceso único ubicado al poniente” (Medina González 2012: 279).

Peralta, Guanajuato

El sitio, compuesto de varios grupos arquitectónicos, floreció entre los años 300 y 650 d.C. (Cárdenas García 2007; 2008). Los Conjuntos 1 (Recinto de los Gobernantes) y 2 (El Divisadero) tienen orientaciones ligeramente diferentes, pero quizá ambos marcaran un intervalo de 200 (= 10×20) días, el Conjunto 1 en el horizonte oriente (del 12 de septiembre al 31 de marzo) y el Conjunto 2 en el poniente (del 13 de marzo al 29 de septiembre). La otra posibilidad es que el Conjunto 1 fuera funcional hacia el poniente, registrando las fechas 11 de marzo y 2 de octubre, separadas por un intervalo de 160 (= 8×20) días, mientras que el Conjunto 2, cuya orientación es casi igual a las del Complejo B de Cañada de la Virgen (*v. supra*) y del conjunto Casas Tapadas de Plazuelas (*v. infra*), tal vez señalaba las salidas del Sol el 29 de marzo y el 14 de septiembre, separadas por 169 (= 13×13) días (tabla 3.1).

Plazuelas, Guanajuato

Las orientaciones en este sitio del periodo Clásico Tardío (Juárez Cossío 1999; Castañeda López 2007) fueron medidas en el marco de una investigación anterior y discutidas con detalle en otro estudio (Juárez y Šprajc 2001).

El conjunto Casas Tapadas, compuesto de varios edificios que comparten la misma orientación, probablemente registraba las salidas del Sol el 29 de marzo y el 14 de septiembre, separadas por 169 (= 13×13) días y posiblemente señaladas también por el Complejo B de Cañada de la Virgen y el Conjunto 2 de Peralta (*v. supra*). Sin embargo, la otra posibilidad es que la orientación marcara las puestas del Sol el 13 de marzo y el 29 de septiembre, separadas por 200 (= 10×20) días (tabla 3.1); la direccionalidad poniente de la orientación coincidiría con la ubicación del acceso principal al conjunto.

Podemos mencionar que El Cajete, una construcción de planta circular, tiene en la parte noroeste un montículo que, observando desde el pequeño montículo en el centro del círculo, es visible sobre el contorno de un cerro, cuya parte media aproximadamente corresponde al punto de la puesta del Sol en el solsticio de junio (Juárez y Šprajc 2001: 23, fig. 5). Sin embargo, debido a que el alineamiento, aunque probablemente intencional, no está claramente indicado, no lo hemos incluido en los análisis. Otro aspecto que parece reflejar el papel del entorno natural en el

emplazamiento y la configuración del sitio es que, observando desde algún punto al sur del conjunto Casas Tapadas, su perfil arquitectónico con los basamentos 1, 2 y 3 parece reproducir el contorno de tres cerros que se elevan al norte del conjunto (Juárez y Šprajc 2001: 26s, fig.6; Castañeda López 2007: 32, fig. 12).

Ranas, Querétaro

Para los edificios de este sitio consideramos tentativamente que fueron construidos en el Clásico Tardío, aunque la cronología no se ha establecido con certeza. Se ha supuesto que Ranas y el sitio cercano de Toluquilla, para el que existen fechamientos más confiables, estaban ocupados simultáneamente, de 300 a 1300 d.C. aproximadamente (Herrera Muñoz 2010; Mejía Pérez Campos 2001; Mejía y Herrera 2006).

La orientación del Edificio 3, ubicado al pie de la elevación en la que se distribuyen varios edificios del conjunto Ranas II, dominados por el Edificio 16, no parece haber sido dictada por criterios astronómicos. La orientación del templo del Juego de Pelota 2 probablemente no era funcional hacia el poniente, ya que la línea del horizonte en esta dirección se ubica a escasos 200 m de distancia, mientras que en el horizonte oriente marcaba las fechas 10 de abril y 2 de septiembre, que delimitan un intervalo de 220 (= 11 × 20) días. Llama la atención que el Edificio 16 tal vez señalaba las mismas fechas en el horizonte poniente, aunque la otra explicación posible de esta orientación es que registraba las salidas del Sol en las fechas 1 de marzo y 12 de octubre, separadas por un intervalo de 140 (= 7 × 20) días (tabla 3.1). La segunda alternativa se ve apoyada por el hecho de que el azimut requerido, de 98.15° –sólo 15 minutos de arco menor del que resultó de las mediciones (tabla 3.1)– coincide con el del Cerro Cangandho, visible en el horizonte oriente y ubicado en el estado de Hidalgo, a 38.4 km de distancia. Cabe recordar que las orientaciones hacia los cerros en el horizonte local son comunes en el centro de México (Šprajc 2001: 57). Además, no parece fortuito que las fechas 1 de marzo y 12 de octubre y las que registraba el templo del Juego de Pelota 2 puedan combinarse en un solo calendario observacional, compuesto mayormente por múltiplos de 20 días (tabla 4.3). También podemos notar que el templo del Juego de Pelota 2 y el Edificio 16 miran con sus accesos hacia el oriente, lo que coincide con la propuesta direccionalidad de sus orientaciones.

alineamiento	evento	fecha	intervalo (días)	fecha
Edificio 16	salida del Sol	mar 1	140	oct 12
			40 40	
Templo del Juego de Pelota 2	salida del Sol	abr 10	145	sep 2

Tabla 4.3. Esquema de un posible calendario observacional de Ranas.

San Felipe los Alzati, Michoacán

Este asentamiento de filiación matlatzinca estuvo habitado durante el Epiclásico y el Posclásico temprano (750 – 1300 d.C.). De los cinco conjuntos arquitectónicos que componen el sitio, sólo se ha explorado el espacio cívico-ceremonial de mayores dimensiones (Cárdenas García 2013: 31; Cárdenas y Fernández 2013: 66s).

Los datos sobre la Pirámide Mayor en la tabla 3.1 corresponden a la estructura superior, que al parecer fue orientada hacia las salidas o puestas del Sol en los solsticios. Los paños de la Pirámide Menor son tan divergentes que sería aventurado tratar de determinar su orientación.

Tingambato, Michoacán

Durante las primeras excavaciones arqueológicas en Tingambato se establecieron dos etapas constructivas, la primera entre los años 450 y 600 d.C., tiempo en el que comenzó la construcción del centro ceremonial, y la segunda entre 600 y 900 d.C., época en la que se introdujo el estilo teotihuacano en la arquitectura y se construyó el juego de pelota, elementos que se aprecian en la actualidad (Piña y Oi 1982; Siller 1984; Pollard 1997: 361ss; Beekman 2010: 71). Las exploraciones más recientes han sugerido tres etapas constructivas, distribuidas entre el Clásico Temprano (200 – 600 d.C.) e inicios del Clásico Tardío (600 – 900 d.C.); esta propuesta de datación establece la ocupación principal del sitio entre 200 y 700/750 d.C. (Cruz y Landa 2013).

El edificio que domina el sitio es la Estructura Oriental, conocida también como Pirámide de la Luna. Su escalinata de acceso asciende desde una plaza al poniente, en cuyo centro se localiza, a lo largo del eje este-oeste de la pirámide, un pequeño basamento cuadrangular con cuatro escalinatas (figura 4.15). La orientación del edificio podría referirse a las puestas del Sol en los días de su paso por el cenit o a los extremos menores norte de la Luna, también en el horizonte poniente (*cf.* capítulo 3, tabla 3.1). La otra posibilidad, interesante en vista de las influencias teotihuacanas atestiguadas en la arquitectura del sitio, es que la estructura registrara las salidas del Sol en las mismas fechas que la Ciudadela de Teotihuacan, 9 de febrero y 1 de noviembre, separadas por un intervalo de 100 días (Šprajc 2001: 204, tabla 5.34).

Las demás estructuras de Tingambato manifiestan orientaciones parecidas a la de la Estructura Oriental.



Figura 4.15.
Tingambato,
Estructura
Oriental, vista
hacia el oriente.

Toluquilla, Querétaro

La ocupación de Toluquilla inicia por el año 300 d.C., pero la forma actual del sitio corresponde a la segunda etapa constructiva, fechada entre los años 600 y 1400 d.C. aproximadamente (Mejía Pérez Campos 2001; 2012; Mejía y Herrera 2006; Herrera Muñoz 2010).



Figura 4.16.
Toluquilla,
Estructura 57,
vista hacia el sur.

La orientación de la Estructura 57, que es el templo anexo al Juego de Pelota 2, situado en la parte alta del sitio (figura 4.16), corresponde a las salidas del Sol el 30 de abril y el 13 de agosto, separadas por un intervalo de 260 días, pero parece que al mismo tiempo señalaba las puestas del Sol en las fechas 9 de febrero y 1 de noviembre (tabla 3.1), que delimitan un intervalo de 100 días.⁸ La combinación de los dos pares de fechas, de haber sido lograda a propósito, resulta significativa, si recordamos que en Teotihuacan la Pirámide del Sol marcaba las puestas en el primero y la Ciudadela las salidas del Sol en el segundo par de fechas (Šprajc 2001: 204, tabla 5.34). Llama la atención que la orientación de la Estructura 57 concuerda no sólo con la del adyacente Juego de Pelota 2 sino también con la del Juego de Pelota 1, ubicado a unos 200 m hacia el noroeste, sugiriendo la importancia de esta orientación. Sin embargo, el templo anexo al Juego de Pelota 1, la Estructura 15, manifiesta una orientación diferente, que podría referirse a las salidas del Sol en los días de su paso por el cenit local (25 de mayo y 20 de julio), toda vez que la diferencia entre la declinación que le corresponde en el horizonte oriente y la latitud del lugar es menor que el error asignado a la declinación (tabla 3.1). Tal propósito de la orientación es, empero, poco probable: además de que son muy raras las orientaciones en Mesoamérica que puedan relacionarse con los pasos cenitales del Sol (*cf.* capítulo 3), resulta significativo que la orientación de la Estructura 15, tal

⁸ Los cálculos muestran que el registro de ambos pares de fechas hubiera sido particularmente exacto si se observaba el limbo superior del disco solar (el primero/último rayo) alineado con el eje del edificio.

como fue determinada con mediciones, corresponde a los ortos solares el 27 de mayo y el 18 de julio, separados por 52 (= 4 × 13) días; más aún, no parece atribuible al azar el hecho de que estas fechas y las que registraba la Estructura 57 pueden incorporarse en un solo calendario observacional, compuesto mayormente por múltiplos de 20 y de 13 días (tabla 4.4). Si los asentamientos de Ranas y Toluquilla tenían funciones complementarias, como opina Elizabeth Mejía Pérez Campos (2001: 71), quizá tampoco sea fortuito que los calendarios observacionales que proponemos para ambos sitios (tablas 4.3 y 4.4) puedan unirse en uno solo, compuesto por múltiplos de 13 y de 20 días.

alineamiento	evento	fecha	intervalo (días)		fecha
Estructura 57	puesta del Sol	feb 9	100		nov 1
Estructura 57	salida del Sol	abr 30	80	80	ago 13
Estructura 15	salida del Sol	may 27	27	26	jul 18
			52		

Tabla 4.4. Esquema de un posible calendario observacional de Toluquilla.

Tres Cerritos, Michoacán

El sitio, cuyo florecimiento corresponde al periodo Clásico, aunque estuvo ocupado hasta el Posclásico, se distingue por algunos vestigios que manifiestan su interacción con Teotihuacan (Landa Alarcón s.f.; Pollard 1997: 361s; Filini y Cárdenas 2007; Cárdenas 2013: 31; Cárdenas y Fernández 2013: 65), pero ésta no se refleja en las orientaciones.

En la tabla 3.1 aparecen los datos sobre las orientaciones de las Estructuras 2 y 3, que delimitan la plaza central por los lados este y oeste, respectivamente. La Estructura 3 comparte su orientación con la Estructura 1, edificio piramidal ubicado inmediatamente al noreste de la plaza; ambas parecen haber registrado las puestas del Sol el 18 de abril y el 26 de agosto, separadas por 130 (= 10 × 13) días. La Estructura 1 tal vez marcaba las salidas del Sol en las fechas 4 de marzo y 10 de octubre, que delimitan un intervalo de 220 (= 11 × 20) días. El eje central de este edificio prolongado hacia el oeste pasa por el centro de la Estructura 2, por lo que desde este punto podrían haberse observado las salidas del Sol en las fechas mencionadas sobre el centro de la Estructura 1.

Tzintzuntzan, Michoacán

La arquitectura de este sitio pertenece al periodo Posclásico Tardío (Fernández 2009; Pollard 2001b; 2003).

La orientación del conjunto de las yácatas no parece tener bases astronómicas; sólo podría relacionarse con el punto de salida o puesta de alguna estrella, pero a falta de analogías no queremos especular al respecto. El conjunto está orientado aproximadamente hacia un cerro ubicado a 12 km de distancia al noreste, pero la intencionalidad de esta correspondencia es cuestionable, ya que el eje del conjunto prolongado en esta dirección pasa notablemente al poniente de la cumbre del cerro (figura 4.17). Otra circunstancia que podemos mencionar es que el mismo eje prolongado hacia el suroeste pasa por el sitio contemporáneo de Ihuatzio, que se localiza a poco más de 7 km de distancia, pero también en este caso es probable que se trate de

una casualidad, pues los dos sitios no son mutuamente visibles, debido a que la línea que los conecta pasa por las laderas orientales del Cerro Tariaqueri.



Figura 4.17. Tzintzuntzan, las yácatas, vista hacia el noreste a lo largo de un talud en el lado sureste del conjunto.

5 Alineamientos astronómicos y el contexto cultural

Patrones de orientación

Es justo advertir, en primer lugar, que los motivos astronómicos propuestos en el capítulo anterior para las orientaciones particulares son, en muchos casos, hipotéticos. Los posibles errores en nuestras interpretaciones se deben, por una parte, a que el estado actual de muchos edificios no permite determinar sus orientaciones con precisión. Otro problema reside en que los datos que constituyen nuestra muestra son relativamente pocos, pero procedentes de distintos periodos y de un área muy extensa y culturalmente heterogénea, por lo que no es de esperar que las orientaciones que hemos podido medir y estudiar manifiesten algún patrón predominante; seguramente reflejan una mezcla de tradiciones diferentes, haciendo difícil discernir los principios de orientación vigentes en una u otra región o periodo. Nuestras explicaciones parten de la suposición de que las reglas que dictaban la orientación de edificios importantes en el Occidente y el Norte eran similares a las que se han detectado en otras partes de Mesoamérica, donde los estudios sistemáticos han permitido reconocer los patrones de orientación con mayor claridad. Tal suposición es congruente con diversos vestigios arqueológicos que demuestran la interacción entre distintas regiones mesoamericanas, pero no por ello podemos descartar la posibilidad de que en nuestra área de estudio existieran normas diferentes. Como veremos a continuación, en la distribución de los datos podemos, efectivamente, observar algunas regularidades que, junto con otros elementos culturales, atestiguan relaciones con otras áreas de Mesoamérica, pero también son evidentes algunas peculiaridades, que al parecer caracterizaban ciertas tradiciones locales y para las que no siempre podemos ofrecer explicaciones astronómicas contundentes.

Si bien es muy probable que no todas las orientaciones analizadas obedecieran a criterios astronómicos, la falta de uniformidad en su distribución revela que en gran parte sí pueden atribuirse a motivos de este tipo. Las características de la distribución de las declinaciones que corresponden a los azimuts este-oeste y norte-sur sugieren que las orientaciones eran funcionales, en su mayoría o exclusivamente, en dirección este-oeste y que sus referentes principales eran las posiciones del Sol en el horizonte en ciertas fechas. Las desviaciones de los rumbos cardinales en el sentido de las manecillas del reloj, predominantes en Mesoamérica, prevalecen también en el Occidente y el Norte y han de deberse al simbolismo de los rumbos del universo: los edificios orientados al sur del este (o, visto de otra manera, al norte del oeste) registraban los ortos solares en la época seca, con la que se relacionaba el oriente, y los ocasos en la temporada de lluvias, asociada con el poniente (v. toda la argumentación en: Šprajc 2001: 88ss; 2004). Sin embargo, el porcentaje de estructuras desviadas en el sentido opuesto es más elevado en el Occidente y el Norte que en otras partes, probablemente reflejando conceptos cosmológicos diferentes. Una concentración particularmente evidente de orientaciones al norte del este se encuentra en la parte sur del estado de Guanajuato: las estructuras en Cañada de la Virgen, Peralta y Plazuelas, todas manifestando esta característica, indudablemente reflejan una tradición regional compartida durante el Clásico Tardío, además de que el uso de referentes astronómicos sobre el horizonte representa la explicación más viable de la gran similitud que se observa entre las orientaciones del Conjunto B de Cañada de la Virgen y de los conjuntos principales de Peralta y Plazuelas (tabla 3.1).

Con el objetivo de resumir la información derivada de los datos y argumentos expuestos en los capítulos anteriores, presentamos en la tabla 5.1 los probables motivos astronómicos de las orientaciones analizadas y otros datos que se discuten a continuación.

Tabla 5.1. Resumen de las relaciones entre las orientaciones analizadas, sus motivos astronómicos, los tipos de edificios, la ubicación de sus accesos y sus posiciones cronológicas. Los fenómenos que proponemos como determinantes de cada orientación se presentan en la cuarta columna y las direcciones en que fueron observados en la quinta. Para las orientaciones solares se citan las fechas correspondientes y, entre paréntesis, también los intervalos significativos (múltiplos de 13 o 20 días) que las separan. Si la orientación pudo tener dos referentes astronómicos distintos, se mencionan los dos, separados por coma; los eventos en horizontes opuestos y las correspondientes direcciones en la quinta columna están separados por punto y coma. En la sexta columna se indica la ubicación del acceso o de la fachada principal. El significado de las abreviaturas es el mismo que en la tabla 3.1 (v. explicaciones al principio del capítulo 3).

sitio, estructura	tipo estructura	periodo	referente astronómico	direccionalidad propuesta	acceso hacia
El Chanal, Estructura 1	T	PosTa	solsticio de junio	W	W
La Campana, Estructura 5	T	CTe/Ta	solsticio de diciembre	E	W
La Quemada, Ciudadela, templo	T	CTa	solsticio de diciembre; solsticio de junio	E; W	W
S. Felipe los Alzati, Pir. Mayor, estr. superior	T	PosTe	solsticio de diciembre; solsticio de junio	E; W	W
La Campana, Estructura 2	T	CTe/Ta	extr. lunar mayor norte; extr. mayor de Venus norte	W	NESW
La Quemada, Plaza de los Sacrificios	T	CTa	extremo lunar mayor sur	E	S
La Quemada, Plaza de los Maestros	T	CTa	extr. lunar menor sur; extr. lunar menor norte	E; W	S
Tingambato, Estructura Oriental	T	CTa	extr. lunar menor norte, Sol cenital; 9-feb, 1-nov (100)	W; E	W
El Ixtépete, Estructuras I y II	T	CTa	12-feb, 30-oct (260)	E	NESW
La Quemada, Complejo 1.7, pirámide	T	CTa	22-feb, 20-oct (240)	E	E
Ranas, Edificio 16	T	CTa/PosTe	1-mar, 12-oct (140); 10-abr, 2-sep (220)	E; W	E
Tres Cerritos, Estructura 2	T	CTe/Ta	4-mar, 10-oct (220)	E	W
Ixtlán del Río, Palacio de los Relieves	P	PosTe	11-mar, 2-oct (160); 31-mar, 12-sep (200)	E; W	E
Ixtlán del Río, Palacio en Escudra	P	PosTe	11-mar, 2-oct (160); 31-mar, 12-sep (200)	E; W	W
El Cópore, Conjunto Cópore, pirámide	T	CTa	11-mar, 2-oct (160); 3-abr, 10-sep (160)	E; W	W
El Cerrito, pirámide	T	PosTe	16-mar, 28-sep (169); 14-mar, 30-sep (200)	E; W	E
Cañada de la Virgen, Complejo B	T/P	CTa	29-mar, 14-sep (169); 14-mar, 30-sep (200)	E; W	E
Huandacareo, Montículo 2	T	PosTe	29-mar, 14-sep (169); equinoccio	E; W	W
Peralta, Conjunto 2	T	CTe	29-mar, 14-sep (169); 14-mar, 30-sep (200)	E; W	NW
Plazuelas, Casas Tapadas	T	CTa	29-mar, 14-sep (169); 14-mar, 30-sep (200)	E; W	W
Peralta, Conjunto 1	T/P	CTe	31-mar, 12-sep (200); 11-mar, 2-oct (160)	E; W	W
Cerro del Teúl, Plaza Dos Mont., estructura este	T	CTa	3-abr, 10-sep (160); 16-mar, 28-sep (169)	E; W	W
El Cópore, C. Gotas, Plaza del Ocaso	T/P	CTa	3-abr, 10-sep (160)	W	W
El Cópore, C. Gotas, estructura noroeste	T	CTa	3-abr, 10-sep (160)	E	W
Ihuatzio, Estructuras 1 y 2	T	PosTa	5-abr, 8-sep (156)	W	E
Ranas, templo del Juego de Pelota 2	T	CTa/PosTe	10-abr, 2-sep (220)	E	E
Cañada de la Virgen, Compl. A, pirámide	T	CTa	13-abr, 31-ago (140)	E	E
Tres Cerritos, Estructura 3	T	CTe/Ta	18-abr, 26-ago (130)	W	E
La Ferrería, Pirámide 1	T	CTa	23-abr, 21-ago (120); 19-feb, 22-oct (120)	E; W	E
La Quemada, Salón de las Columnas	T/P	CTa	30-abr, 13-ago (260)	W	W
Toluquilla, Estructura 57	T	CTa	30-abr, 13-ago (260); 9-feb, 1-nov (100)	E; W	N
Toluquilla, Estructura 15	T	CTa	27-may, 18-jul (52); Sol cenital	E	N
Cañada de la Virgen, Complejo D	T	CTa	?	?	E
La Ferrería, Casa Grande	P	CTa	?	?	E
La Quemada, Pirámide Votiva	T	CTa	?	?	S
Ranas, Edificio 3	T	CTa/PosTe	?	?	E
Tzintzuntzan, Yácatas	T	PosTa	?	?	E

Las orientaciones explicables en términos astronómicos están plasmadas mayormente en edificios que pueden calificarse como templos. Las estructuras de tipo palaciego son pocas, pero al parecer sus orientaciones no fueron dictadas por criterios esencialmente diferentes.

Dos de las pocas orientaciones que materializan las direcciones fuera del ángulo de desplazamiento del Sol por el horizonte pueden relacionarse con los extremos mayores de la Luna o Venus. En vista de su escasez, la intencionalidad de tales correspondencias es cuestionable, pero no improbable, considerando que los alineamientos hacia estos fenómenos se han documentado en otras regiones mesoamericanas (Šprajc 1996; 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015). La interpretación lunar de las orientaciones de la Estructura 2 de La Campana y de la Plaza de los Sacrificios de La Quemada se ve reforzada por su asociación con las solsticiales; como argumentamos en el capítulo 3, la presencia de ambos tipos de alineamientos, común en otras partes, sobre todo en los sitios de la costa nororiental de la península de Yucatán, probablemente refleja la observación de los extremos de la Luna en su fase llena. Por otra parte, las orientaciones de la Plaza de los Maestros de La Quemada y de la Estructura Oriental de Tingambato podrían referirse a los extremos menores de la Luna, pero hay que considerar que su otro referente pudo haber sido el Sol; en efecto, para la Estructura Oriental de Tingambato es más probable la interpretación solar (*v. infra*), mientras que la relación con la Luna parece más plausible en el caso de la Plaza de los Maestros de La Quemada, donde otras dos orientaciones pueden relacionarse con los extremos mayores de la Luna y los solsticios.

Entre las orientaciones que pueden relacionarse con el Sol, algunas corresponden a los solsticios, frecuentemente registrados por los alineamientos en la arquitectura mesoamericana, pero en su mayoría apuntan a las posiciones del Sol en otras fechas. Su distribución permite suponer que en este aspecto de planificación arquitectónica prevalecían las normas que el Occidente y el Norte compartían con el resto de Mesoamérica. El apoyo más convincente de esta suposición lo representan las orientaciones de edificios importantes en El Ixtépete, La Quemada y Toluquilla. Las fechas 12 de febrero y 30 de octubre, que corresponden a las Estructuras I y II de El Ixtépete, y las fechas 30 de abril y 13 de agosto, registradas por el Salón de las Columnas en La Quemada y la Estructura 57 de Toluquilla, son marcadas por orientaciones ampliamente difundidas en el centro de México y el área maya, así como por algunas en el Golfo de México (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015). La importancia de ambos pares de fechas ha de deberse a que cada uno delimita un intervalo de 260 días, equivalente a la duración del ciclo calendárico ritual, así como a su significado agrícola (*v. infra*). Llama la atención que los tres sitios mencionados manifiestan algunas características que parecen reflejar nexos, al menos indirectos, con Teotihuacan (Castro-Leal y Ochoa 1976; Rubio Navarro 2006-2007; Piña y Oi 1982: 41, 87s, 93s; Siller 1984; Pollard 1997: 362; Cruz y Landa 2013; Kristan-Graham 2011; Mejía Pérez Campos 2001; 2012), donde los alineamientos que señalan las fechas referidas están plasmados en la Pirámide del Sol y la parte central de la traza urbana (Šprajc 2000b; 2001: 201ss). Más aún, recordemos que la Estructura 57 de Toluquilla pudo registrar no sólo las salidas del Sol el 30 de abril y el 13 de agosto, sino también sus puestas en las fechas 9 de febrero y 1 de noviembre, señaladas en Teotihuacan por la Ciudadela: resulta significativo que las cuatro fechas pudieron integrarse en un solo calendario observacional (tabla 4.4), idéntico al que se propuso para Teotihuacan, donde el primer par de fechas era registrado por la Pirámide del Sol en el horizonte poniente y el segundo por la Ciudadela en el oriente (*ibid.*). Agreguemos que las orientaciones en Xochicalco y Las Pilas permitían el uso del mismo esquema observacional (Šprajc 2001: 246ss, 258ss) y que las fechas 9 de febrero y 1 de noviembre, separadas por un intervalo de 100 (= 5 × 20) días, son señaladas también por otros edificios en el centro de México, el área maya y la Costa del Golfo (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2015). En vista de las influencias teotihuacanas atestiguadas en Tingambato, es probable que también la Estructura Oriental en este sitio fuera destinada a registrar precisamente este par de fechas.

Los casos discutidos sugieren la probabilidad de que las orientaciones solares en el Occidente y el Norte frecuentemente marcaran eventos separados por periodos calendáricamente significativos, es decir, por múltiplos de 13 o de 20 días, tendencia que se ha observado en regiones estudiadas previamente y que seguramente refleja el uso de calendarios observacionales fácilmente manejables mediante el sistema calendárico formal (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2012; 2015; Šprajc y Sánchez 2015).

Como se observa en la tabla 5.1, las orientaciones de los conjuntos B de Cañada de la Virgen, 2 de Peralta y Casas Tapadas de Plazuelas podrían referirse a las salidas del Sol el 29 de marzo y 14 de septiembre, separadas por 169 ($=13 \times 13$) días, o a las puestas en las fechas 14 de marzo y 30 de septiembre, que delimitan un intervalo de 200 ($=13 \times 13$). Los errores que debemos considerar no permiten determinar la direccionalidad de estas orientaciones, pero es más probable que fueran funcionales hacia el oriente, ya que también la orientación del Montículo 2 de Huandacareo corresponde al primer par de fechas en el horizonte oriente, pero no al segundo en el horizonte opuesto; aunque esta última orientación es, debido al posible error del azimut, compatible también con las puestas equinocciales del Sol, es improbable que su objetivo fuera registrar estos eventos, considerando que las orientaciones en Mesoamérica que puedan relacionarse con los equinoccios son prácticamente inexistentes (Šprajc y Sánchez 2013). La idea de que este grupo de orientaciones fue destinado a registrar los ortos solares el 29 de marzo y el 14 de septiembre es favorecida también por el hecho de que las orientaciones en el centro de México tienden a registrar este par de fechas y el intervalo de 169 días con mayor frecuencia que los días 14 de marzo y 30 de septiembre y el intervalo de 200 días, aunque allí este último par de fechas es registrado en el horizonte oriente y el primero en el poniente (Šprajc 2001: figs. 8 y 12).

El intervalo de 169 días separa también las fechas 16 de marzo y 28 de septiembre, posiblemente registradas por la pirámide de El Cerrito y la estructura este de la Plaza de Dos Montículos en Cerro del Teúl en los horizontes oriente y poniente, respectivamente, pero la otra posibilidad es que la pirámide de El Cerrito marcara los ortos del Sol el 14 de marzo y 30 de septiembre, separados por 200 días, y que la orientación de la estructura referida de Cerro del Teúl fuera funcional hacia el oriente, señalando las fechas 3 de abril y 10 de septiembre, con un intervalo intermedio de 160 ($= 8 \times 20$) días. Este último par de fechas parece haber sido importante, ya que en El Cópore es marcado por la Plaza del Ocaso, la estructura inmediatamente al noroeste y la pirámide del Conjunto Cópore, situado sobre el cerro hacia el sureste. Otro par de fechas que delimita el intervalo de 160 días, 11 de marzo y 2 de octubre, pudo haber sido señalado por la pirámide de El Cópore y el Palacio de los Relieves y el Palacio en Escudra en Ixtlán del Río en el horizonte oriente y por el Conjunto 1 de Peralta en el poniente. Sin embargo, tampoco podemos descartar la posibilidad de que los referentes de las últimas tres orientaciones fueran las fechas 31 de marzo y 12 de septiembre, separadas por 200 días y marcadas en horizontes opuestos. Como ya mencionamos en el capítulo 4, los dos edificios de Ixtlán del Río, con orientaciones ligeramente diferentes, parecen haber registrado los eventos solares en sendos pares de fechas, haciendo posible el uso de un solo calendario observacional (tabla 4.2).

Los casos discutidos hacen patente la dificultad en asignar con certeza los referentes astronómicos a orientaciones particulares. No obstante, la distribución de las fechas que corresponden a las orientaciones solares y de los intervalos intermedios, manifestando concentraciones alrededor de ciertos valores (*cf.* capítulo 3, figuras 3.6 y 3.7), indica que el requisito de que los alineamientos registraran fechas separadas por múltiplos de 13 y de 20 días era importante también en el Occidente y el Norte de Mesoamérica. Es muy posible que esta regla no aplique a todas las orientaciones analizadas y que algunas tengan explicaciones diferentes de las

que hemos propuesto y resumido en la tabla 5.1, pero también es probable que algunas de las que no hemos discutido, aunque aisladas en nuestra muestra, reflejen precisamente esta norma. Los ejemplos más sugerentes son las orientaciones que pueden relacionarse con las fechas 22 de febrero y 20 de octubre (pirámide del Complejo 1.7 de La Quemada), 13 de abril y 31 de agosto (pirámide del Complejo A de Cañada de la Virgen) y 18 de abril y 26 de agosto (Estructura 3 de Tres Cerritos): estos pares de fechas, cada uno delimitando algún intervalo calendáricamente significativo (v. tabla 5.1), son registrados por diversos edificios en otras partes de Mesoamérica (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2012; 2015).

Recordemos que la Estructura Oriental de Tingambato y la Estructura 15 de Toluquilla están dirigidas aproximadamente hacia las posiciones del Sol en los días de su paso cenital, pero probablemente por casualidad, no sólo porque los alineamientos que correspondan a estos eventos son muy escasos en Mesoamérica, sino también porque para ambas orientaciones existen explicaciones más probables, acordes con las normas predominantes y los argumentos que acabamos de presentar. La Estructura Oriental de Tingambato, como ya mencionamos, fue probablemente orientada hacia los ortos solares el 9 de febrero y el 1 de noviembre, separados por 100 días y marcados también por la Ciudadela de Teotihuacan, cuyas influencias son notables en Tingambato. También las fechas que corresponden a la orientación de la Estructura 15 de Toluquilla delimitan un intervalo calendáricamente significativo, además de que pudieron unirse con las señaladas por la Estructura 57 en un solo calendario observacional (tabla 4.4).

Entre los alineamientos sobre cuyas posibles bases astronómicas no queremos especular, algunos podrían ser estelares, pero cualquier hipótesis podría tener sustento sólo si tuviéramos algún dato contextual relevante o si contáramos con varias orientaciones que correspondieran a declinaciones parecidas. Es muy probable que no todos los edificios considerados en el presente estudio fueran orientados a partir de criterios astronómicos, pero merece ser mencionada la posibilidad de que en las plazas principales de Alta Vista fueran astronómicamente planeadas las diagonales: aunque por el momento no conocemos casos análogos que apoyen la hipótesis, quizá no sea fortuito que las fechas correspondientes puedan integrarse en un calendario observacional compuesto por intervalos calendáricamente significativos (tabla 4.1).

Disposición de los edificios y la direccionalidad de las orientaciones

En virtud de que para muchos edificios no podemos determinar de manera confiable las direcciones en las que sus orientaciones eran funcionales, resulta imposible establecer si existe alguna correspondencia predominante entre sus direccionalidades y la ubicación de sus accesos o fachadas principales. Al estudiar las orientaciones en las regiones de Oaxaca y el Golfo de México, pudimos constatar que la ubicación del acceso mayormente coincide con la dirección que, según argumentamos, era astronómicamente funcional (Šprajc y Sánchez 2015: 85s). En cambio, en el centro de México y en el área maya no detectamos una correlación predominante en este sentido, por lo que concluimos que la ubicación del acceso no es indicativa de la dirección astronómicamente funcional de la estructura; tal conclusión es apoyada sobre todo por los edificios que miran hacia el norte o el sur, pero cuyas orientaciones pertenecen a los grupos ampliamente difundidos y evidentemente funcionales en direcciones este u oeste (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015).

Al discutir las orientaciones particulares en el capítulo 4, en algunos casos advertimos la correspondencia entre la ubicación del acceso y la direccionalidad probable de la estructura. Si bien

estas coincidencias acaso favorecen nuestras interpretaciones astronómicas, también podemos recordar que, según los indicios discutidos en el apartado anterior de este capítulo, las orientaciones del Complejo B de Cañada de la Virgen, el Montículo 2 de Huandacareo y de los conjuntos 2 de Peralta y Casas Tapadas de Plazuelas eran observacionalmente funcionales hacia el oriente, pero –de ser así– sólo en el Complejo B de Cañada de la Virgen la direccionalidad propuesta coincide con la ubicación del acceso al conjunto (tabla 5.1).

Por lo tanto, al no tener otros indicadores confiables sobre las direccionalidades de las orientaciones particulares en el Occidente y el Norte, consideramos que sería imprudente proponerlas a partir de la ubicación de los accesos a las estructuras. En vista de estas dudas, tampoco tendría sentido especular sobre las posibles técnicas de observación, cuestiones que hemos abordado con mayor detalle en estudios anteriores (Šprajc 2001: 126ss; Sánchez y Šprajc 2015: 109ss; Šprajc y Sánchez 2015: 85s).

Orientaciones y el paisaje circundante

Como mencionamos en el capítulo 4, la pirámide del Conjunto Cópore en el sitio de El Cópore, la Estructura 16 de Ranas y el Montículo 2 de Huandacareo están alineados hacia los cerros prominentes en el horizonte local. La orientación de las yácatas de Tzintzuntzan hacia una elevación en el horizonte noreste es menos exacta (figura 4.17) y probablemente fortuita, pero los otros tres casos son difícilmente atribuibles al azar, porque los alineamientos hacia los cerros son comunes en el centro de México y también se han encontrado en Oaxaca, el Golfo de México y el área maya (Ponce de León 1982; Tichy 1991: 159ss; Šprajc 2001: 57ss, 127; Šprajc y Sánchez 2015: 86ss; Sánchez y Šprajc 2015: 121ss, 200, figs. 16, 17, 18 y 43). Por lo regular, los edificios que incorporan tales alineamientos a la vez manifiestan orientaciones astronómicas, lo que implica, obviamente, que tuvieron que ser erigidos en lugares premeditados, donde los ejes arquitectónicos pudieran reproducir tanto las direcciones hacia las prominencias en el horizonte como las que eran dictadas por criterios astronómicos. Las cumbres se localizan en diferentes direcciones, pero en Oaxaca y el Golfo de México mayormente hacia el oriente, por lo que quizá no sea casual que también los tres edificios mencionados arriba estén orientados hacia los montes en el horizonte oriente.

A los tres casos referidos tal vez podemos agregar El Cajete de Plazuelas, donde la línea visual trazada desde el centro de la estructura circular a través del montículo sobre su perímetro pasa por un cerro en el horizonte noroeste; el alineamiento, aunque posiblemente intencional, no fue incluido en los análisis, ya que el estado actual de los elementos arquitectónicos no permite determinarlo con precisión (*v. supra*: p. 37). Asimismo merecen ser mencionados los alineamientos en Alta Vista, materializados en el pasillo del Laberinto y las diagonales este-oeste de las dos plazas principales; aunque también éstos, por razones de consistencia metodológica, quedaron excluidos de los análisis, ya mencionamos que su importancia es indicada no sólo por su posible significado astronómico sino también por su relación con tres cerros prominentes en el horizonte oriente (*v. supra*: p. 22, figuras 4.1, 4.3 y 4.4).

En varios casos documentados en otras partes de Mesoamérica, la ubicación del cerro coincide con la dirección astronómicamente funcional de la estructura, lo que significa que la cumbre marcaba la posición relevante del Sol con particular precisión y, por tanto, facilitaba las observaciones. Tal coincidencia se observa entre el Laberinto de Alta Vista y el Cerro Picacho en el horizonte oriente, entre la orientación del Edificio 16 de Ranas –si es que, como es probable, era

funcional hacia el oriente– y el Cerro Cangandho en la misma dirección (*v. supra*: p. 38), así como entre el alineamiento mencionado en El Cajete de Plazuelas y el cerro al noroeste, mientras que las diagonales de las plazas principales de Alta Vista, alineadas hacia las prominencias en el horizonte oriente, probablemente marcaban eventos astronómicos en el horizonte opuesto; la pirámide de El Cópore, orientada hacia un cerro al oriente, pudo haber sido funcional en ambas direcciones, pero las fechas de puesta del Sol parecen haber sido más importantes. En el caso del Montículo 2 de Huandacareo la situación es menos clara: si registraba los ortos solares el 29 de marzo y el 14 de septiembre, como suponemos, su orientación no incorporaba la dirección exacta hacia la cumbre del Cerro Manuno en el horizonte oriente; aunque tal exactitud quizá no fuera importante, la explicación alternativa que no se puede descartar es que el factor determinante de la orientación no fue el astronómico sino el topográfico, es decir, la cúspide mencionada (*v. capítulo 4*).

Si bien algunos alineamientos hacia los cerros facilitaban las observaciones astronómicas, su significado general puede interpretarse en términos del simbolismo de las montañas en la cosmovisión mesoamericana, íntimamente relacionado con el culto del agua y la fertilidad (*cf. Broda 1991; 1993*). Los casos discutidos, ejemplificando la práctica ampliamente difundida en Mesoamérica, reflejan la complejidad de las normas que intervenían en la disposición de los templos y otros edificios importantes y en las que las consideraciones astronómicas estaban entrelazadas con las creencias sobre el entorno natural (*cf. Aveni 1991: 63; Aveni et al. 1982; Aveni y Hartung 2000; Šprajc 2001: 124s; Šprajc y Sánchez 2015: 86ss*).

El papel que tenía la combinación de requisitos astronómicos y topográficos en la localización de las construcciones importantes es particularmente evidente en el centro de México. Para diversos sitios se ha mostrado que las cumbres prominentes en el horizonte local, observando desde alguna estructura principal, corresponden a las posiciones del Sol en las fechas frecuentemente señaladas por las orientaciones y, por lo tanto, significativas; además, las fechas marcadas por los cerros y los alineamientos arquitectónicos pueden, en varios casos, incorporarse en un solo calendario observacional compuesto por intervalos calendáricamente significativos (Šprajc 2001). En el Occidente y el Norte no hemos investigado sistemáticamente el potencial astronómico de los cerros, sobre todo porque, antes de conocer los patrones de orientación, era imposible saber cuáles pudiesen haber sido las fechas significativas en el área. Sin embargo, podemos recordar que, observando desde la pirámide de El Cerrito, el Cerro del Cimatario marca los ortos solares el 12 de febrero y el 30 de octubre, lo que quizá no sea fortuito, considerando la ya mencionada importancia de estas fechas en Mesoamérica, atestiguada en un gran número de orientaciones.

Un aspecto de la importancia del simbolismo de los cerros y de su función en el emplazamiento de ciertos edificios parece reflejarse también en el conjunto Casas Tapadas en Plazuelas: aunque aquí no se trata de alineamientos precisos, no deja de llamar la atención la silueta del conjunto que, para quien se esté acercando desde el sur, parece imitar el contorno de los tres cerros en el horizonte norte (*v. supra*: pp. 37s). Una situación análoga se encuentra en Teotihuacan, donde la Pirámide del Sol, observando desde la cúspide de la Pirámide de la Luna, parece delinear la silueta del Cerro Patlachique, que se eleva al sur de la metrópoli.

Uso y significado de las orientaciones

El surgimiento de la astronomía, una de las ciencias más antiguas de la humanidad, puede explicarse con sus funciones prácticas. Los conocimientos de los ciclos celestes, que permiten

computar el tiempo y predecir los cambios estacionales en la naturaleza, tenían un papel muy importante en la estrategia adaptativa de las sociedades antiguas, sobre todo de las basadas en la agricultura, ya que este modo de subsistencia requiere el debido ordenamiento y la planeación de las labores en el ciclo anual. Por otra parte, el orden celeste, que parece invariable y perfecto, dio origen a una enorme variedad de mitos que explican la estructura y el funcionamiento del universo (cf. Van der Waerden 1974: 1ss; Krupp 1983: 1ss; Reyman 1975: 206s, 212s; Iwaniszewski 1989: 28s; Aveni 2001: 1ss). Ambos aspectos, tanto el práctico como el simbólico, contribuyeron a la importancia de la astronomía en Mesoamérica, reflejándose también en las orientaciones en la arquitectura.

Desde hace tiempo ha sido evidente que las orientaciones se refieren mayormente a las posiciones del Sol sobre el horizonte, marcando los momentos relevantes en el ciclo agrícola (cf. Aveni 2001: 217ss; Aveni y Hartung 1986: 56s; Aveni *et al.* 2003; Tichy 1991). Más recientemente, al realizar las investigaciones en el centro de México, Oaxaca, el Golfo de México y el área maya, hemos podido mostrar, además, que las fechas registradas por las orientaciones solares tienden a estar separadas por múltiplos de 13 o de 20 días. Tal distribución de las fechas, con concentraciones que corresponden a las épocas más relevantes del ciclo agrícola, nos ha llevado a la conclusión de que los alineamientos permitían el uso de calendarios observacionales fácilmente manejables mediante el calendario formal y necesarios para poder programar las actividades agrícolas y los rituales acompañantes en el ciclo anual (Šprajc 2001; Sánchez y Šprajc 2015; Šprajc y Sánchez 2012; 2015). La utilidad de las observaciones astronómicas resulta comprensible si recordamos que el calendario prehispánico no incorporaba ningún sistema regular de intercalaciones, con el que se mantuviera la concordancia perpetua entre los años calendárico y trópico (Šprajc 2000a). Si los alineamientos arquitectónicos registraban las salidas y puestas del Sol separadas por múltiplos de periodos elementales del sistema calendárico, no sólo permitían la determinación de ciertas fechas con base en observaciones directas, sino también facilitaban su predicción, eliminando el peligro de que las observaciones directas en estos días fueran impedidas por la nubosidad: con base en los intervalos calendáricamente significativos era relativamente fácil anticipar las fechas relevantes, conociendo la estructura del calendario observacional y la mecánica del calendario formal. 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 añadidos a los 18 meses). Suponiendo que una de las funciones de las orientaciones astronómicas fue su uso práctico relacionado con la regulación de las actividades agrícolas, este aspecto anticipatorio de los calendarios observacionales debe haber sido de suma importancia, permitiendo la preparación de los trabajos y de los rituales correspondientes con debida antelación.

Mientras que la función de algunas orientaciones pudo haber sido simplemente la de facilitar la predicción de las fechas más importantes mediante los intervalos fáciles de manejar, otras probablemente marcaban los momentos *canónicos* en los que debieron realizarse ciertos rituales, aunque la programación exacta de las labores agrícolas particulares dependía de otras consideraciones, tanto prácticas como religiosas. El carácter canónico de ciertas fechas puede explicarse precisamente en términos de los intervalos que las separaban y que eran múltiplos de periodos constitutivos del ciclo calendárico sagrado. Recordemos que la naturaleza canónica caracteriza también varias fiestas cristianas actuales que se relacionan con el ciclo agrícola.

Hay que admitir que no disponemos de evidencias explícitas de la época prehispánica que sustenten las conclusiones resumidas arriba: aunque la importancia del conteo por intervalos, a

veces explícitamente relacionado con la agricultura, está atestiguada en los códices, la información arqueológica que sugiera el significado de ciertos grupos de orientaciones (iconografía, objetos asociados con los edificios estudiados) es ambigua o inexistente. Sin embargo, numerosos datos etnográficos corroboran nuestras interpretaciones. Resulta significativo que varias festividades, cuyo simbolismo agrícola evidentemente representa la fusión de los rituales prehispánicos con el ceremonial católico (cf. Broda 2003; 2004), siguen celebrándose en fechas sorprendentemente cercanas a las que corresponden a las orientaciones. Más aún, en algunas comunidades indígenas actuales ha sido documentada la importancia de los periodos básicos del antiguo sistema calendárico, es decir, de los múltiplos de 13 y de 20 días. Los datos concretos se han examinado extensamente en otros estudios (Šprajc 2001: 79ss, 91ss, 101ss; Sánchez y Šprajc 2015: 89ss; Šprajc y Sánchez 2015: 88ss).

Según los análisis que presentamos, en el Occidente y el Norte prevalecían las normas esencialmente iguales a las que regían las prácticas de orientación en el resto de Mesoamérica, por lo que también son aplicables las mismas interpretaciones. La distribución de las fechas es algo diferente y más dispersa que en otras partes, evidentemente reflejando la heterogeneidad ambiental y cultural de esta extensa área y las diferencias respecto a las demás, pero el significado específico de orientaciones particulares resulta más difícil de explicar: además de que la información que ofrecen los contextos arqueológicos es poco útil para estos fines, la variabilidad de las orientaciones hace difícil identificar los datos etnográficos que sean representativos de una u otra tradición local. No obstante, algunos merecen ser mencionados.

Respecto a la fiesta del santo patrono de San Miguel de Allende, Guanajuato, Cervantes y Crespo (1999: 136) mencionan que antiguamente incluía la ofrenda de las primicias y que el sacerdote iba a bendecir las huertas de los indígenas, antes de comenzar la recolección. El origen de la fiesta, que culmina el 29 de septiembre, se relaciona con una batalla que se llevó a cabo, según la tradición local, del 14 al 29 de septiembre de 1531 y en la que se enfrentaron los otomíes y chichimecas cristianizados con los chichimecas que no habían sido evangelizados. La leyenda contiene evidentes elementos prehispánicos (Correa 2006), entre los que posiblemente podemos incluir las fechas asignadas a la batalla: recordemos que dos de las fechas que corresponden a las orientaciones del Complejo B de Cañada de la Virgen y los conjuntos 2 de Peralta y Casas Tapadas de Plazuelas, en Guanajuato, así como a la de la pirámide de El Cerrito, en Querétaro, son 14 y 30 de septiembre (tabla 5.1). El significado agrícola caracteriza no sólo la fiesta de San Miguel sino también la celebración de la Exaltación de la Santa Cruz, el 14 de septiembre; ambas festividades se relacionan con la maduración de los primeros elotes (Sierra Carrillo 2004; Broda 2004: 74s; Good Eshelman 2004: 159ss; Maldonado Jiménez 2004: 179ss; Hémond y Goloubinoff 2008: 156ss). Por otra parte, la importancia de las fechas en marzo, también registradas por las orientaciones referidas, posiblemente anticipando las primeras lluvias y siembras en abril (Cervantes y Crespo 1999: 36), quizá sobreviva en otra fiesta muy importante en San Miguel de Allende, la del Señor de la Conquista, que se celebra el primer viernes de marzo y en la que solamente participan indígenas (*ibid.*: 39).

La información citada sobre las primeras siembras en abril concuerda con una tradición en el Valle de Toluca, según la cual la siembra se inicia el 4 de abril (Albores 1997: 407); de esta manera tal vez podemos explicar el significado de las orientaciones en El Cópore, que registran la fecha 3 de abril, así como de otros alineamientos que marcan fechas en este mes (tabla 5.1).

Las orientaciones que acaso evidencian influencias teotihuacanas (en El Ixtépete, La Quemada, Tingambato y Toluquilla: v. *supra*) corresponden a fechas registradas por un gran número de orientaciones en Mesoamérica y cuya importancia sobrevive en las fiestas de la

Candelaria (2 de febrero), la Santa Cruz (3 de mayo), la Asunción de la Virgen (15 de agosto) y Todos los Santos y Fieles Difuntos (1-2 de noviembre). La gran popularidad y ubicuidad de estas festividades es atribuible a su relación con cuatro momentos importantes en el ciclo agrícola, reflejada en su simbolismo y actos rituales, documentados en numerosas publicaciones que citamos extensamente en otros estudios (Šprajc 2001: 83ss; Sánchez y Šprajc 2015: 95ss).

Los datos presentados, que arrojan luz sobre el posible significado de algunas orientaciones, así como las analogías de otras regiones mesoamericanas, permiten suponer que también las demás orientaciones solares de nuestra muestra tenían algún papel en la programación de las actividades agrícolas. Es probable que la relativa diversidad de las fechas registradas refleje la existencia de diferentes versiones del año agrícola ceremonial, es decir, las variaciones regionales y locales en las observancias rituales, análogas a las que permanecen en la actualidad. No obstante, cabe advertir que no necesariamente todas las fechas que corresponden a cada alineamiento eran relevantes y que, por otra parte, algunas pudieron tener una función auxiliar, permitiendo predecir, mediante los intervalos fácilmente manejables, las fechas más importantes.

Los solsticios, a los que corresponden cuatro de las orientaciones analizadas (tablas 3.2 y 5.1) –aunque también podríamos agregar el alineamiento probablemente incorporado en El Cajete de Plazuelas (v. *supra*: p. 37)–, son los momentos marcados por los extremos fácilmente perceptibles del desplazamiento anual del Sol por el horizonte, por lo que parecen haber sido las referencias más elementales para ubicarse en el año de las estaciones. El gran significado simbólico que adquirieron en varias culturas antiguas se debe también a que en estos momentos el Sol invierte la dirección de su movimiento anual, presagiando los cambios en la duración de la luz diurna y las transformaciones estacionales de la naturaleza. Los diversos testimonios de la importancia de los solsticios en la cosmovisión mesoamericana permiten comprender las orientaciones que los registran y que son relativamente frecuentes en varias regiones de Mesoamérica. A los datos discutidos en estudios anteriores (Šprajc y Sánchez 2015: 88; Sánchez y Šprajc 2015: 89s) agreguemos que los huicholes de la Sierra de Nayarit, para los que los puntos solsticiales son los pilares que sostienen el cielo, celebran la fiesta de la siembra en el solsticio de verano, que marca el inicio de la temporada de lluvias (Neurath 2001: 483ss; 2002a: 243, 267ss).

Las correspondencias entre las orientaciones y los extremos lunares son pocas (tabla 5.1), pero es posible que al menos algunas fueran logradas a propósito, si consideramos la presencia de tales orientaciones en otras partes de Mesoamérica. Llama la atención que en La Campana y La Quemada encontramos tanto las orientaciones potencialmente lunares como las solsticiales, asociación que se ha documentado en varios sitios y que posiblemente refleja la observación de los extremos de la Luna en su fase llena (v. *supra*, pp. 14s). El significado de los alineamientos lunares puede entenderse en términos de las asociaciones de la Luna con la tierra, el agua y la fertilidad en la religión mesoamericana, simbolismo que pudo haber tenido bases observacionales. Según algunas investigaciones recientes, también existe una correlación entre el régimen pluvial y las temperaturas, por una parte, y el ciclo nodal de la Luna, de 18.6 años, por la otra, ofreciendo una base atractiva para interpretar, específicamente, el significado de las orientaciones hacia los extremos lunares, cuya periodicidad obedece al ciclo de los nodos (una discusión detallada de estos datos y los que atañen al posible significado de la observación de los extremos de la Luna llena cerca de los solsticios, así como la bibliografía correspondiente, se presentan en: Sánchez y Šprajc 2015: 106ss).

Cabe recordar que los extremos máximos norte de Venus en su manifestación vespertina representan otro posible referente de la orientación de la Estructura 2 de La Campana (tabla 5.1). Su relación con estos fenómenos no se puede descartar, considerando que los registran otras

orientaciones en el centro de México y el área maya; se ha argumentado que fueron precisamente los extremos norte y sur de la estrella de la tarde, que coinciden con el inicio y el fin de la época de la lluvias, respectivamente, los que motivaron la ampliamente documentada asociación conceptual de Venus, particularmente de su aspecto vespertino, con la lluvia, el maíz y la fertilidad (Šprajc 1996; 2015). Uno de los datos etnográficos que sustentan el argumento proviene precisamente del Occidente de Mesoamérica: en un canto de los coras documentado por Preuss (1912: LXXXI, 230) la estrella de la tarde llega del norte, trayendo consigo las nubes, las plumas de la urraca azul y las flores *turás*, *cempasúchil*, *zacalosúchil* y *tsakwas*, que se asocian con la época de lluvias (Šprajc 1996: 42).⁹

Las orientaciones que podrían referirse a la Luna o Venus no hubieran tenido un uso práctico inmediato –ante todo porque las observaciones del Sol permiten ubicarse en el tiempo con mayor precisión y facilidad– por lo que hacen particularmente evidente la importancia del aspecto simbólico de los alineamientos astronómicos. Cabe subrayar que también las orientaciones solares, si bien facilitaban la programación de las actividades relacionadas con el ciclo agrícola, han de entenderse en el contexto de los conceptos religiosos y la cosmovisión. Para medir el tiempo mediante la observación del Sol no era necesario construir edificios monumentales y alinearlos con precisión. Las orientaciones astronómicas materializaban las direcciones que representaban referentes espaciales del transcurso del tiempo cíclico; al estar plasmadas en los templos y otras construcciones encomendadas por los gobernantes, responsables del debido desenvolvimiento de los ciclos naturales, también reflejan el intento de sus diseñadores por recrear y –de acuerdo con el pensamiento mágico– perpetuar el orden cósmico en su entorno terrenal (cf. Aveni 2001: 217ss; Aveni y Hartung 1986: 8; Šprajc 2001: 121ss, 412s; 2005). Si las prácticas de orientación, por lo tanto, formaban parte de la estrategia con la que el estrato en poder aparentaba asegurar la supervivencia de la población bajo su mando, deben haber tenido un papel importante no sólo en la religión y cosmovisión sino también en la ideología política.

⁹ Neurath (2002b: 168s; 2005: 86, 95) rechaza esta interpretación, diciendo que el canto se refiere a la estrella de la mañana y que es ésta la que provoca las lluvias. El hecho que contradice tal opinión es que las flores que trae la deidad invocada aparecen en otro canto como hermanos de *Sautari* (“el que recolecta flores”), que es la estrella de la tarde (Preuss 1912: LXI, 94; Šprajc 1996: 42). Neurath (2005: 95, nota 6) sostiene que los coras distinguen perfectamente bien los aspectos matutino y vespertino de Venus y que para ellos no hay duda de que es la estrella de la mañana la que trae las lluvias. La afirmación sorprende, pues el mismo autor en sus estudios hace hincapié en los traslapes y transformaciones entre ambas manifestaciones del planeta. Aunque la referencia a la estrella de la tarde en el caso concreto citado arriba parece explícita, también Šprajc (1996: 41ss) reconoce la alternación y fusión de conceptos y menciona que en uno de los cantos coras es el lucero matutino el que pide las nubes al dios del norte (Preuss 1912: 247). Según comenta Šprajc (1996: 43), Venus se relaciona con varios rumbos, pero lo que parece significativo y posiblemente basado en la realidad observacional es que sólo sus asociaciones con el norte traen como consecuencia las lluvias: mientras que los extremos norte de la estrella de la tarde siempre ocurren antes del solsticio de verano, anunciando el comienzo de la época de lluvias, la estrella de la mañana llega a sus extremos norte después del solsticio, es decir, en la plena temporada de lluvias (Šprajc 1996: 23ss; 2015). Neurath (2002b: 169; 2005: 74, 86) contiene que las referencias al norte han de relacionarse con las posiciones septentrionales del Sol alrededor del solsticio de verano y el inicio de las lluvias, apoyando su aseveración en que no ha podido confirmar que Venus fuera objeto de observaciones directas. Tal argumento es, desde luego, bastante endeble: la ausencia de la práctica en la actualidad no implica que nunca haya existido; su desaparición sería sólo uno de tantos ejemplos de la continua y cada vez más acelerada pauperización del bagaje cultural prehispánico. En realidad, resulta difícil concebir que la complejidad de los conceptos sobre Venus que se conservan entre los coras se hubiera desarrollado sin referencia alguna a las características observables del comportamiento del planeta.

6 Conclusiones

El área que abarca el Occidente y el Norte de Mesoamérica es extensa, culturalmente heterogénea y sin límites claramente definidos. En contraste, los sitios con restos arquitectónicos cuyas orientaciones pueden determinarse de manera confiable son relativamente pocos y de temporalidades y filiaciones culturales distintas. Los patrones de orientación son, por estas razones, menos claros que en otras regiones estudiadas previamente, dificultando la determinación de los probables referentes astronómicos. Pese a ello podemos observar, en la distribución de los datos, algunas regularidades que reflejan, junto con otros elementos culturales, la interacción de distintas partes del área estudiada con otras regiones mesoamericanas.

De acuerdo con la tendencia general en Mesoamérica, las orientaciones desviadas de los rumbos cardinales en el sentido de las manecillas del reloj prevalecen también en el Occidente y el Norte. El porcentaje de las que ostentan la desviación en el sentido opuesto es, empero, más elevado que en otras partes, debiéndose seguramente a conceptos cosmológicos diferentes de los que regían la práctica predominante y que se han tratado de explicar en otro lugar (Šprajc 2001: 88ss; 2004). Los análisis de los datos han mostrado que las orientaciones eran funcionales predominantemente en sentido este-oeste, refiriéndose mayormente a las posiciones del Sol en ciertas fechas del año. Algunos alineamientos marcan los solsticios, pero son mucho más comunes los que corresponden a otras fechas. Entre los pocos edificios cuyos ejes este-oeste reproducen las direcciones fuera del ángulo de desplazamiento anual del Sol por el horizonte, algunos posiblemente se refieren a los extremos de Luna o Venus. Aunque un motivo astronómico es probable para la mayoría de las orientaciones, algunas parecen ser fortuitas o condicionadas por otros criterios.

Así como en otras regiones que estudiamos con anterioridad, las fechas que corresponden a las orientaciones solares tienden a delimitar múltiplos de 13 y de 20 días, periodos constitutivos del sistema calendárico mesoamericano. Aunque algunos datos son más contundentes que otros, las similitudes con los patrones de orientación en otras partes de Mesoamérica sugieren que los alineamientos solares, en su mayoría, posibilitaban el uso de calendarios observacionales fácilmente manejables mediante el sistema calendárico formal. La relación de las fechas más frecuentemente registradas con los momentos importantes del ciclo estacional, incluso con algunas festividades actuales que conservan elementos prehispánicos con evidentes connotaciones agrícolas, permite suponer que la función de los esquemas observacionales era facilitar la predicción de los cambios climáticos anuales y, con ello, asegurar la debida programación de los trabajos agrícolas y los rituales acompañantes. El indicio más sugerente del uso de tales esquemas es la presencia de las orientaciones que registran las fechas comúnmente señaladas en otras regiones (9 de febrero y 1 de noviembre, 12 de febrero y 30 de octubre, 30 de abril y 13 de agosto); particularmente notable es el hecho de que los sitios con estas orientaciones (El Ixtépete, La Quemada, Tingambato y Toluquilla) se caracterizan por algunos rasgos que reflejan nexos, aunque indirectos, con Teotihuacan, donde las fechas referidas son registradas por dos alineamientos rectores en la traza urbana. Otras orientaciones son menos frecuentes en nuestra muestra, pero algunas corresponden a fechas comúnmente marcadas en varias partes de Mesoamérica y separadas por intervalos calendáricamente significativos, indicando que las normas subyacentes eran análogas a las que estaban en uso en otras regiones. Un caso que también

merece ser destacado es la similitud de las orientaciones en Cañada de la Virgen, Peralta y Plazuelas, evidentemente manifestando una tradición compartida durante el periodo Clásico y difícilmente explicable sin el empleo de referentes astronómicos.

Al comparar la ubicación de las entradas principales a los edificios estudiados y las direcciones que determinamos como astronómicamente funcionales, no hemos encontrado alguna correlación predominante –situación que caracteriza también las orientaciones en el centro de México y el área maya–, pero cabe recordar que en varios casos los referentes astronómicos y, por lo tanto, las direccionalidades de las orientaciones no se pueden establecer de manera convincente. Los alineamientos hacia los cerros prominentes en el horizonte local son pocos, pero el menos algunos probablemente intencionales, si consideramos que tal práctica –explicable en términos del simbolismo de las montañas y a veces relacionada también con las técnicas de observación– era común en el centro de México.

Como lo ejemplifican los casos que se acaban de mencionar, las orientaciones no sólo obedecen a requisitos astronómicos y prácticos. Ni siquiera las orientaciones solares, para las que argumentamos que facilitaban la programación de actividades agrícolas, pueden interpretarse únicamente en términos que, desde nuestro punto de vista, definiríamos como utilitarios. Las direcciones que marcaban momentos críticos en el ciclo de estaciones seguramente llegaron a ser sacralizadas, por lo que su incorporación en los templos, edificios administrativos y palacios residenciales refleja el significado simbólico de las orientaciones y su papel en la religión, cosmovisión e ideología política, interpretación que aplica también a los alineamientos posiblemente relacionados con la Luna o Venus. No obstante, si recordamos que también estos dos astros y los cerros, a los que parecen apuntar algunos edificios, tenían connotaciones acuáticas y de fertilidad, podemos concluir que todas las consideraciones que intervenían en la orientación y la ubicación de los edificios importantes estaban relacionadas con la principal actividad económica en Mesoamérica. Se trata, por lo tanto, de motivos prácticos, en el sentido más amplio de la palabra, ya que –desde el punto de vista prehispánico– las fuerzas sobrenaturales que regían en el universo y los rituales que aseguraban la debida alternancia de las estaciones, el crecimiento de las plantas de cultivo y la abundancia de la cosecha seguramente no eran menos importantes que la debida programación de las labores agrícolas. Los estudios de orientaciones realizados a la fecha en otras regiones mesoamericanas permiten la misma conclusión general.

Las causas de la variabilidad que se observa en las orientaciones en el Occidente y el Norte han de buscarse en las diferencias ambientales y la diversidad cultural que caracteriza el área. Por otra parte, ya mencionamos algunos indicios que pueden, junto con otros vestigios arqueológicos, aportar a la comprensión de los procesos de interacción cultural en distintos periodos. Por consiguiente, el estudio arqueoastronómico de los alineamientos en la arquitectura, además de arrojar luz sobre las ideas que intervenían en el diseño arquitectónico y la planeación urbana, tiene implicaciones más amplias, contribuyendo a la solución de problemas de relevancia general en la arqueología mesoamericana.

Recordemos, finalmente, que la muestra de datos que hemos analizado es relativamente pequeña, por lo que varias cuestiones permanecen sin resolver y algunas interpretaciones que hemos propuesto no son más que hipótesis que habrá que verificar. Confiamos, empero, en que los resultados de nuestro trabajo, aunque deficientes, representen una base suficientemente sólida y útil para las investigaciones futuras.

Bibliografía

Albores, Beatriz

- 1997 Los quicazcles y el árbol cósmico del Olotepec, estado de México. En: Beatriz Albores y Johanna Broda, coords., *Graniceros: Cosmovisión y meteorología indígenas de Mesoamérica*, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas – Zinacantepec: El Colegio Mexiquense, pp. 379-446.

Aparicio, Antonio, Juan Antonio Belmonte, y César Esteban

- 2000 Las bases astronómicas: el cielo a simple vista. En: Juan Antonio Belmonte Avilés, coord., *Arqueoastronomía hispánica*, 2a. ed., Madrid: Equipo Sirius, pp. 19-65.

Arana Álvarez, Raúl Martín, Raúl Barrera Rodríguez, y Josefina del Carmen Chacón Guerrero

- 2004 Arquitectura del centro ceremonial prehispánico de Ixtlán del Río, Nayarit. En: Antonio Benavides, Linda Manzanilla, y Lorena Mirambell, coords., *Homenaje a Jaime Litvak*, Colección Científica 458, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, pp. 235-271.

Aveni, Anthony F.

- 1991 Mapping the ritual landscape: debt payment to Tlaloc during the month of Atlcahualo. En: David Carrasco, ed., *To change place: Aztec ceremonial landscapes*, Niwot: University Press of Colorado, pp. 58-73.
- 2001 *Skywatchers: A revised and updated version of Skywatchers of ancient Mexico*. Austin: University of Texas Press.
- 2003 Archaeoastronomy in the ancient Americas. *Journal of Archaeological Research* 11(2): 149-191.

Aveni, Anthony, y Horst Hartung

- 1986 *Maya city planning and the calendar*. Transactions of the American Philosophical Society Vol. 76, Pt. 7, Philadelphia.
- 2000 Water, mountain, sky: the evolution of site orientations in southeastern Mesoamerica. En: Eloise Quiñones Keber, ed., *In chalchihuitl in quetzalli: Precious greenstone precious quetzal feather: Mesoamerican studies in honor of Doris Heyden*, Lancaster: Labyrinthos, pp. 55-65.

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.

Aveni, Anthony F., Horst Hartung, y J. Charles Kelley

- 1982 Alta Vista (Chalchihuites), astronomical implications of a Mesoamerican ceremonial outpost at the Tropic of Cancer. *American Antiquity* 47 (2): 316-335.

Beekman, Christopher S.

- 2010 Recent research in western Mexican archaeology. *Journal of Archaeological Research* 18 (1): 41-109.

Belmonte Avilés, Juan Antonio, y Michael Hoskin

- 2002 *Reflejo del cosmos: Atlas de arqueoastronomía en el Mediterráneo antiguo*. Madrid: Equipo Sirius.

Braniff, Beatriz

- 2000 A summary of the archaeology of north-central Mesoamerica: Guanajuato, Querétaro, and San Luis Potosí. En: Michael S. Foster y Shirley Gorenstein, eds., *Greater Mesoamerica*:

The archaeology of west and northwest Mexico, Salt Lake City: The University of Utah Press, pp. 35-42.

Broda, Johanna

- 1991 Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica. En: Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewski, y Lucrecia Maupomé, eds., *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 461-500.
- 1993 Astronomical knowledge, calendrics, and sacred geography in ancient Mesoamerica. En: C. L. N. Ruggles y N. J. Saunders, eds., *Astronomies and cultures*, Niwot: University Press of Colorado, pp. 253-295.
- 2003 La ritualidad mesoamericana y los procesos de sincretismo y reelaboración simbólica después de la conquista. *Graffylia: Revista de la Facultad de Filosofía y Letras* No. 2: 14-28.
- 2004 ¿Culto al maíz o a los santos? La ritualidad agrícola mesoamericana en la etnografía actual. En: Johanna Broda y Catharine Good Eshelman, coords., *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas: Los ritos agrícolas*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 61-81.

Cárdenas García, Efraín

- 2004 *Jiuatsio*, la “casa del coyote”. En: Efraín Cárdenas García, ed., *Tradiciones arqueológicas*, Zamora – Morelia: El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, pp. 195-215.
- 2007 Peralta, Abasolo: arquitectura monumental de la tradición El Bajío. En: Carlos Castañeda López, Gabriela Zepeda García Moreno, Efraín Cárdenas García, y Carlos Alberto Torreblanca Padilla, *Zonas arqueológicas en Guanajuato, cuatro casos: Plazuelas, Cañada de la Virgen, Peralta y El Cóporo*, Guanajuato: Fideicomiso de Administración e Inversión para la Realización de las Actividades de Rescate y Conservación de Sitios Arqueológicos en el Estado de Guanajuato, pp. 187-249.
- 2008 Peralta, Guanajuato. *Arqueología Mexicana* XVI, núm. 92: 56-59.
- 2013 Mesoamérica y la tradición cultural del Occidente mexicano: una introducción a la arqueología regional. *Arqueología Mexicana* XXI, núm. 123: 29-36.

Cárdenas, Efraín, y Eugenia Fernández V.

- 2013 Zonas arqueológicas de Michoacán. *Arqueología Mexicana* XXI, núm. 123: 61-67.

Caso, Alfonso.

- 1967 *Los calendarios prehispánicos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Castañeda López, Carlos

- 2007 Plazuelas, Pénjamo. En: Carlos Castañeda López, Gabriela Zepeda García Moreno, Efraín Cárdenas García, and Carlos Alberto Torreblanca Padilla, *Zonas arqueológicas en Guanajuato: Cuatro casos: Plazuelas, Cañada de la Virgen, Peralta y El Cóporo*, Guanajuato: Fideicomiso de Administración e Inversión para la Realización de las Actividades de Rescate y Conservación de Sitios Arqueológicos en el Estado de Guanajuato, pp. 21-67.

Castro-Leal, Marcia y Lorenzo Ochoa Salas

- 1976 El Ixtépete como un ejemplo de desarrollo cultural en el occidente de México. *Anales del INAH (1974-1975)*. 7ª época, tomo V, núm. 53: 121-154.

Cervantes Jáuregui, Beatriz, y Ana María Crespo

- 1999 *Fiesta y tradición en San Miguel de Allende (Memoria de don Félix Luna)*. Guanajuato: Ediciones de la Rana – Instituto Estatal de la Cultura de Guanajuato.

- Correa, Phyllis M.
2006 El mito de origen de los otomíes del río Laja en el estado de Guanajuato. *Estudios de Cultura Otopame* 5: 161-182.
- Crespo, Ana María
1991 El recinto ceremonial de El Cerrito. En: Ana María Crespo y Rosa Brambilia, coords., *Querétaro prehispánico*, Colección Científica No. 238, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 163-223.
- Cruz Hernández, Laurie Melchor, y Olga Lidia Landa Alarcón
2013 Tingambato: un sitio del Occidente de México y una tumba real. *Arqueología Mexicana* XXI, núm. 123: 43-46.
- Fernández Villanueva Medina, Eugenia
2009 Tzintzuntzan, Michoacán, a lo largo del tiempo. *Arqueología Mexicana* XVII, núm. 99: 48-55.
- Filini, Agapi, y Efraín Cárdenas García
2007 El Bajío, la cuenca de Cuitzeo y el estado teotihuacano: un estudio de relaciones y antagonismos. En: Brigitte Faugère, coord., *Dinámicas culturales entre el Occidente, el Centro-Norte y la Cuenca de México, del Preclásico al Epiclásico*, Zamora: El Colegio de Michoacán – Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, pp. 137-154.
- Flores Gutiérrez, J. Daniel
2010 Astronomía prehispánica en Durango. En: José Luis Punzo Díaz y Marie-Areti Hers, eds., *Historia de Durango, tomo I: Época antigua*, Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 372-397.
- Galindo Trejo, Jesús
1994 *Arqueoastronomía en la América antigua*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Editorial Equipo Sirius.
- Gómez Gastélum, Luis
1991 “De Teotihuacan al Iztepete: Dos desarrollos culturales diferentes.” Tesis de licenciatura. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, Facultad de Filosofía y Letras.
- González-García, A. César
2015 Lunar alignments – identification and analysis. En: Clive L. N. Ruggles, ed., *Handbook of archaeoastronomy and ethnoastronomy*, New York: Springer, pp. 493-506.
- Good Eshelman, Catharine
2004 Trabajando juntos: los vivos, los muertos, la tierra y el maíz. En: Johanna Broda y Catharine Good Eshelman, coords., *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas: Los ritos agrícolas*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 153-176.
- Granados Saucedo, Francisco Salvador
2005 “Importancia de los cerros en la orientación calendárico-astronómica de la Zona Arqueológica de El Cerrito, Querétaro.” Tesis de maestría. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.
2007 *El equinoccio en El Cerrito*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
2008 Observaciones astronómicas en el Centro Norte de México: los casos de El Cerrito, Querétaro, y Cañada de La Virgen, San Miguel de Allende, Guanajuato. En: Carlos Viramontes Anzures, coord., *Tiempo y Región: Estudios Históricos y Sociales*, vol. II: 137-176. Querétaro: Municipio de Querétaro – Universidad Autónoma de Querétaro - Instituto Nacional de Antropología e Historia.

- 2011 "El culto a la montaña en El Centro Norte de México y sus implicaciones calendárico-astronómicas: Los casos de El Cerrito, El Barrio de la Cruz, El Rosario y La Trinidad, en Querétaro; y Huamango, Estado de México." Tesis de doctorado. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.
- Hartung, Horst
1975 A scheme of probable astronomical projections in Mesoamerican architecture. En: A. F. Aveni, ed., *Archaeoastronomy in Pre-Columbian America*, Austin – London: University of Texas Press, pp. 191-204.
- Hawkins, Gerald S.
1968 Astro-archaeology. *Vistas in Astronomy* 10: 45-88.
- Hémond, Aline, y Marina Goloubinoff
2008 El "Via Crucis del agua": clima, calendario agrícola y religioso entre los nahuas de Guerrero. En: Annamária Lammel, Marina Goloubinoff, y Esther Katz, eds., *Aires y lluvias: Antropología del clima en México*, Publicaciones de la Casa Chata, México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos – Paris: Institut de Recherche pour le Développement, pp. 133-169.
- Herrera Muñoz, Alberto
2010 Los enfoques básicos de la arqueología de la Sierra Gorda: un balance desde sus dimensiones principales. En: Jaime Nieto Ramírez, coord., *Sierra Gorda de Querétaro: La tierra y el hombre*, Querétaro: Universidad Marista de Querétaro – Universidad Autónoma de Querétaro, pp. 87-103.
- Hers, Marie-Areti
1989 *Los toltecas en tierras chichimecas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- INAH
2010 Escultura de un jugador de pelota decapitado, El Teúl, Zacatecas. *Mexicon* 32 (6): 135-136.
- Iwaniszewski, Stanisław
1989 Exploring some anthropological theoretical foundations for archaeoastronomy. En: A. F. Aveni, ed., *World archaeoastronomy*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 27-37.
- Jarquín Pacheco, Ana María
2005 La Campana. En: *Tesoros de Colima: Hallazgos de ayer y hoy*. México: Gobierno del Estado de Colima – Universidad de Colima – Editorial Raíces, pp. 38-41.
- Jarquín Pacheco, Ana María y Enrique Martínez Vargas
1996 La Campana, Colima. *Arqueología Mexicana* III, núm. 18: 69-72.
2004 Ritos y mitos prehispánicos nahuas en dos tumbas de La Campana, Colima. *Estudios de Cultura Náhuatl* 35: 75-94.
2012 *La Campana de Colima: Historia breve y catálogo de piezas arqueológicas del antiguo asentamiento de La Campana, Colima*. Colima: Universidad de Colima.
- Jiménez Betts, Peter
1998 La Quemada. *Arqueología Mexicana* V, núm. 30: 33.
2004 La Quemada, Zacatecas. *Arqueología Mexicana* XII, núm. 67: 80-87.
2010 *La Quemada: Rescate y estudio de un monumento arqueológico*. Zacatecas: Instituto Zacatecano de Cultura Ramón López Velarde.
- Juárez Cossío, Daniel
1999 Exploraciones en San Juan el Alto, municipio de Pénjamo, Guanajuato. *Arqueología: Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología del INAH*, 2a. época, núm. 22: 41-68.

Juárez Cossío, Daniel, e Ivan Šprajc

- 2001 Observaciones para el estudio de alineaciones astronómicas y simbólicas en San Juan el Alto Plazuelas, Guanajuato. *Arqueología: Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología del INAH* segunda época, núm. 26: 15-33.

Kelley, John Charles

- 1990 The Classic epoch in the Chalchihuites culture of the state of Zacatecas. En: Amalia Cardós de Méndez, ed., *La época Clásica: Nuevos hallazgos, nuevas ideas*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 11-14.

Kelley, J. Charles, y Ellen Abbott Kelley

- 2000 The archaeoastronomical system in the Río Colorado Chalchihuites polity, Zacatecas: an interpretation of the Chapín I pecked cross-circle. En: Michael S. Foster y Shirley Gorenstein, eds., *Greater Mesoamerica: The archaeology of West and Northwest Mexico*, Salt Lake City: University of Utah Press, pp. 181-195.

Kristan-Graham, Cynthia

- 2011 Structuring identity at Tula: the design and symbolism of colonnaded halls and sunken spaces. En: Jeff Karl Kowalski y Cynthia Kristan-Graham, eds., *Twin Tollans: Chichén Itzá, Tula, and the Epiclassic to early Postclassic Mesoamerican world*, Washington: Dumbarton Oaks Research Library and Collection, pp. 429-467.

Krupp, E. C.

- 1983 *Echoes of the ancient skies: The astronomy of lost civilizations*. New York: Harper & Row.

Landa Alarcón, Olga Lidia, coord.

- s. f. "Proyecto Especial Michoacán: Mantenimiento y puesta en valor de las zonas arqueológicas de Tzintzuntzan, Ihuatzio, Tingambato, Huandacareo y Tres Cerritos: Informe técnico 2011" (ms.). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.

Lelgemann, Achim

- 1996 Orientaciones astronómicas y el sistema de medida en La Quemada, Zacatecas, México. *Indiana* 14: 99-125.

Macías Goytia, Angelina

- 1990 *Huandacareo, lugar de juicios, tribunal*. Colección Científica 222. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Maldonado Jiménez, Druzo

- 2004 El culto a los muertos en Coatetelco, Morelos (una perspectiva histórica y etnográfica). En: Johanna Broda y Catharine Good Eshelman, coords., *Historia y vida ceremonial en las comunidades mesoamericanas: Los ritos agrícolas*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 177-195.

Malmström, Vincent H.

- 1997 *Cycles of the Sun, mysteries of the Moon: The calendar in Mesoamerican civilization*. Austin: University of Texas Press.

Medina González, José Humberto

- 2012 La Quemada, Zacatecas. En: Antonio Benavides C. et al., *Diálogos con el pasado: Recuento*, México: INAH, pp. 275-284.

Medina González, José Humberto, y Baudelina L. García Uranga

- 2010 *Alta Vista: A 100 años de su descubrimiento*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Meeus, Jean

- 1991 *Astronomical algorithms*. Richmond: Willmann-Bell.

- Meeus, Jean, y Denis Savoie
1992 The history of the tropical year. *Journal of the British Astronomical Association* 102 (1): 40-42.
- Mejía Pérez Campos, Elizabeth
2001 Ranas y Toluquilla, Querétaro. *Arqueología Mexicana* IX, núm. 50: 68-71.
2012 Toluquilla, Querétaro. En: Antonio Benavides C. et al., *Diálogos con el pasado: Recuento*, México: INAH, pp. 207-216.
- Mejía Pérez Campos, Elizabeth, y Alberto Herrera Muñoz
2006 El sur de la Sierra Gorda: Ranas y Toluquilla. *Arqueología Mexicana* XIII, núm. 77: 38-41.
- Montero García, Ismael Arturo
2013 Apuntes sobre Alta Vista en Chalchihuites, Zacatecas. *Cuicuilco* 20, núm. 56: 95-126.
- Morrison, L. V.
1980 On the analysis of megalithic lunar sightlines in Scotland. *Archaeoastronomy* No. 2 (*Journal for the History of Astronomy*, Supplement to Vol. 11): S65-S77.
- Neurath, Johannes
2001 El Cerro del Amanecer y el culto solar huichol. En: Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewski, y Arturo Montero, coords., *La montaña en el paisaje ritual*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Universidad Autónoma de Puebla – Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 475-488.
2002a *Las fiestas de la Casa Grande: Procesos rituales, cosmovisión y estructura social en una comunidad huichola*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
2002b Venus y el Sol en la religión de coras, huicholes y mexicanos: consideraciones sobre la posibilidad de establecer comparaciones con las antiguas concepciones mesoamericanas. *Anales de Antropología* 36: 155-177.
2005 The ambivalent character of Xurawe: Venus-related ritual and mythology among west Mexican Indians. *Archaeoastronomy: The Journal of Astronomy in Culture* XIX: 74-102.
- Olay Barrientos, María de los Ángeles
2004 *El Chanal, Colima: Lugar que habitan los custodios del agua*. México: Universidad de Colima – Instituto Nacional de Antropología e Historia.
2005 El Chanal. En: *Tesoros de Colima: Hallazgos de ayer y hoy*. México: Gobierno del Estado de Colima – Universidad de Colima – Editorial Raíces, pp. 36-37.
- Piña Chan, Román, y Kuniaki Oi
1982 *Exploraciones arqueológicas en Tingambato, Michoacán*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Pollard, Helen Perlstein
1997 Recent research in west Mexican archaeology. *Journal of Archaeological Research* 5 (4): 345-384.
2001a Ihuatzio. En: David Carrasco, ed., *The Oxford encyclopedia of Mesoamerican cultures: The civilizations of Mexico and Central America*, vol. 2: 30-31. Oxford – New York: Oxford University Press.
2001b Tzintzuntzan. En: David Carrasco, ed., *The Oxford encyclopedia of Mesoamerican cultures: The civilizations of Mexico and Central America*, vol. 3: 279-281. New York: Oxford University Press.

- 2003 Lugares centrales y ciudades en el núcleo del estado tarasco. En: William T. Sanders, Alba Guadalupe Mastache, y Robert H. Cobean, eds., *El urbanismo en Mesoamérica*, vol. 1: 346-390. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia – University Park: The Pennsylvania State University.
- Ponce de León H., Arturo
1982 *Fechamiento arqueoastronómico en el Altiplano de México*. México: Dirección General de Planificación, D.D.F.
- Preuss, Konrad Theodor
1912 *Die Nayarit-Expedition, Erster Band: Die Religion der Cora-Indianer*. Leipzig: B. G. Teubner.
- Punzo Díaz, José Luis
2010 La población chalchihuiteña del Valle de Guadiana. En: José Luis Punzo Díaz y Marie-Areti Hers, eds., *Historia de Durango, tomo I: Época antigua*, Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 190-206.
2012 Paisaje y petrograbados del sitio de La Ferrería, Durango, México. En: Françoise Fauconnier y Serge Lemaitre, eds., *Rock art in the Americas: Mythology, cosmogony and rituals*, BAR International Series 2448. Oxford: Archaeopress.
- Quiroz Ennis, Martha Rosanna
2013 "Orientaciones astronómicas en la zona arqueológica Cañada de la Virgen y en la cuenca central del Río Laja, San Miguel de Allende, Guanajuato". Tesis de doctorado. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras.
- Reyman, Jonathan E.
1975 The nature and nurture of archaeoastronomical studies. En: A. F. Aveni, ed., *Archaeoastronomy in Pre-Columbian America*, Austin – London: University of Texas Press, pp. 205-215.
- Rubio Navarro, Hugo Yareed
2006-2007 Pasado prehispánico de Guadalajara: la zona arqueológica El Iztépete. *Grieta: Estudios y Narraciones Históricas* I-II, núm. 3: 13-19 (<http://www.publicaciones.cucsh.udg.mx/grieta/pdf/grieta03/3.pdf>).
- Ruggles, Clive
1999 *Astronomy in prehistoric Britain and Ireland*. New Haven – London: Yale University Press.
2005 *Ancient astronomy: An encyclopedia of cosmologies and myth*. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Sánchez Nava, Pedro Francisco, e Ivan Šprajc
2011a "Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2010" (ms.). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.
2011b "Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2011" (ms.). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.
2012 "Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2012" (ms.). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.
2015 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura maya de las tierras bajas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (Colección Arqueología, Serie Logos).

- Sánchez Nava, Pedro Francisco, Ivan Šprajc, y Alejandro Cañas Ortiz
2014 "Propiedades astronómicas de la arquitectura y el urbanismo en Mesoamérica: Informe de la temporada 2013" (ms.). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.
- Sierra Carrillo, Dora
2004 San Miguel Arcángel en los rituales agrícolas. *Arqueología Mexicana* 12 (68): 74-79.
- Siller, Juan Antonio
1984 Presencia de elementos arquitectónicos teotihuacanos en Occidente: Tingambato, Michoacán. *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana* núm. 2: 61-65.
- Šprajc, Ivan
1996 *Venus, lluvia y maíz: Simbolismo y astronomía en la cosmovisión mesoamericana*, Colección Científica 318. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
2000a Problema de ajustes del año calendárico mesoamericano al año trópico. *Anales de Antropología* 34: 133-160.
2000b Astronomical alignments at Teotihuacan, Mexico. *Latin American Antiquity* 11 (4): 403-415.
2001 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura prehispánica del centro de México*, Colección Científica 427, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
2004 The south-of-east skew of Mesoamerican architectural orientations: astronomy and directional symbolism. En: Maxime Boccas, Johanna Broda, y Gonzalo Pereira, eds., *Etno y arqueoastronomía en las Américas: Memorias del simposio Arq-13 del 51 Congreso Internacional de Americanistas*, Santiago de Chile, pp. 161-176.
2005 More on Mesoamerican cosmology and city plans. *Latin American Antiquity* 16 (2): 209-216.
2009 Propiedades astronómicas de la arquitectura prehispánica en la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. En: *Los Investigadores de la Cultura Maya* 18, tomo II: 113-136. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.
2015 Alignments upon Venus (and other planets): identification and analysis. En: Clive L. N. Ruggles, ed., *Handbook of archaeoastronomy and ethnoastronomy*, New York: Springer, pp. 507-516.
- Šprajc, Ivan, y Pedro Francisco Sánchez Nava
2012 Orientaciones astronómicas en la arquitectura maya de las tierras bajas: nuevos datos e interpretaciones. En: Bárbara Arroyo, Lorena Paiz y Héctor Mejía, eds., *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, vol. 2, Guatemala: Instituto de Antropología e Historia - Asociación Tikal, pp. 977-996.
2013 Equinoxes in Mesoamerican architectural alignments: prehispanic reality or modern myth? En: Ivan Šprajc y Peter Pehani, eds., *Ancient cosmologies and modern prophets: Proceedings of the 20th Conference of the European Society for Astronomy in Culture*, Anthropological Notebooks XIX, supplement, Ljubljana: Slovene Anthropological Society, pp. 319-337.
2015 *Orientaciones astronómicas en la arquitectura de Mesoamérica: Oaxaca y el Golfo de México*. Prostor, kraj, čas 8, Ljubljana: Založba ZRC.
- Taladoire, Eric
1979 Orientation of ball-courts in Mesoamerica. *Archaeoastronomy: The Bulletin of the Center for Archaeoastronomy* 2 (4): 12-13.

- 1981 *Les terrains de jeu de balle (Mésoamérique et Sud-ouest des Etats-Unis)*. México: Misión Arqueológica y Etnológica Francesa en México (Etudes Mésoaméricaines - Serie II, 4).
- Thom, A.
1971 *Megalithic lunar observatories*. Oxford: Oxford University Press.
- Tichy, Franz
1991 *Die geordnete Welt indianischer Völker: Ein Beispiel von Raumordnung und Zeitordnung im vorkolumbischen Mexiko*. Das Mexiko-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft 21, Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Torreblanca Padilla, Carlos Alberto
2007 El Cóporo, Ocampo: la arqueología del Tunal Grande. En: Carlos Castañeda López, Gabriela Zepeda García Moreno, Efraín Cárdenas García, y Carlos Alberto Torreblanca Padilla, *Zonas arqueológicas en Guanajuato, cuatro casos: Plazuelas, Cañada de la Virgen, Peralta y El Cóporo*, Guanajuato: Fideicomiso de Administración e Inversión para la Realización de las Actividades de Rescate y Conservación de Sitios Arqueológicos en el Estado de Guanajuato, pp. 253-305.
2008 El Cóporo, Guanajuato. *Arqueología Mexicana* XVI, núm. 92: 60-63.
2015 *El Cóporo: Una antigua ciudad bajo la nopalera*. Guanajuato: Ediciones La Rana.
- Valencia Cruz, Daniel
1998 "Proyecto arqueológico El Cerrito, Qro: Informe técnico parcial: Temporada 1996-1997" (ms.). Centro INAH Querétaro.
- Van der Waerden, Barthel L.
1974 *Science awaking II: The birth of astronomy*. Leyden: Noordhoff International Publishing – New York: Oxford University Press.
- Zepeda García Moreno, Gabriela
1994 *Ixtlán, ciudad del viento*. Tepic: Instituto Nacional de Antropología e Historia – Grupo ICA.
2007 Cañada de la Virgen, San Miguel de Allende: la Casa de los Trece Cielos y la Casa de la Noche Más Larga. En: Carlos Castañeda López, Gabriela Zepeda García Moreno, Efraín Cárdenas García, y Carlos Alberto Torreblanca Padilla, *Zonas arqueológicas en Guanajuato, cuatro casos: Plazuelas, Cañada de la Virgen, Peralta y El Cóporo*, Guanajuato: Fideicomiso de Administración e Inversión para la Realización de las Actividades de Rescate y Conservación de Sitios Arqueológicos en el Estado de Guanajuato, pp. 71-182.
- Zepeda García-Moreno, Gabriela, y Delfino Pérez Blas
2007 Zona Arqueológica Cañada de la Virgen: proyecto de excavación y consolidación. En: Alejandro Martínez Muriel, Alberto López Wario, Óscar J. Polaco, y Felisa J. Aguilar, eds., *Anales de Arqueología 2005*, México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp. 404-409.

La serie *Prostor, kraj, čas* (Espacio, lugar, tiempo) tiene como objetivo la publicación de los estudios temáticos enfocados en diversos aspectos de la investigación del espacio y del tiempo, tanto en las técnicas contemporáneas de percepción remota y los Sistemas de Información Geográfica como en las cuestiones acerca de cómo el espacio y el tiempo son percibidos, imaginados, usados y recreados por las sociedades en diferentes épocas y lugares.

Editores de la serie: Nataša Gregorič Bon y Žiga Kokalj, ZRC SAZU

ORIENTACIONES ASTRONÓMICAS EN LA ARQUITECTURA DE MESOAMÉRICA

Occidente y Norte

Ivan Šprajc

Arqueólogo, Doctor en Antropología por la Universidad Nacional Autónoma de México, investigador del Centro de Investigaciones de la Academia Eslovena de Ciencias y Artes. Dedicándose especialmente a la arqueoastronomía de Mesoamérica, ha estudiado los conceptos sobre el planeta Venus y el significado astronómico de las orientaciones en la arquitectura. En el campo de la arqueología maya, su otro foco de interés, ha dirigido nueve temporadas de reconocimiento arqueológico en el sureste del estado de Campeche, México.

Pedro Francisco Sánchez Nava

Arqueólogo, Doctor en Antropología por la Escuela Nacional de Antropología e Historia, investigador del Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, actualmente Coordinador Nacional de Arqueología. Además de ocupar distintos cargos administrativos, ha fungido como responsable y participante de numerosos proyectos de investigación y salvamento arqueológico. Uno de los principales focos de su interés y actividad profesional ha sido el registro y la conservación del patrimonio arqueológico mesoamericano, tanto los aspectos legales como las estrategias específicas relacionadas con el saqueo, tráfico y coleccionismo de bienes arqueológicos.

Alejandro Cañas Ortiz

Arqueólogo por la Escuela Nacional de Antropología e Historia. Ha colaborado en la catalogación de pintura mural teotihuacana y en diferentes proyectos arqueológicos en Quintana Roo, Oaxaca y el Occidente de México. Su investigación se ha enfocado en la interacción de los mayas con Teotihuacan. Actualmente cursa la Maestría en Estudios Mesoamericanos en la Universidad Nacional Autónoma de México.