

# Una contribución al problema de la medición de longitud en la arquitectura del México precolombino

FRANZ TICHY

Las altas culturas precolombinas son ampliamente conocidas por sus grandes edificaciones, como las pirámides de Mesoamérica, así como por la construcción de grandes ciudades que fueron edificadas rectangularmente, siguiendo una traza cuadrangular, como Chanchán en Perú y Teotihuacan en México. A esto se añade, como resultado de una manera sistemática de población y fundación de asentamientos, la existencia de formas regulares en las localidades y las parcelas en el medio rural; formas que se encuentran en algunas cuencas de México, como son las del altiplano de México, Puebla-Tlaxcala y Oaxaca (Tichy 1982, fig. 3). Se han llevado a cabo investigaciones sobre las formas grandes y pequeñas de la arquitectura, la posición y orientación de las construcciones, la edad y las conexiones culturales y sobre el ambiente económico y social, así como sobre el número de la población. Parece existir una conexión entre la orientación de las construcciones prehispánicas dedicadas al culto, o sea de su posición axial, y la orientación de las actuales trazas de poblaciones y parcelas. Sin embargo, han quedado abiertas varias cuestiones de fundamental importancia o permanecen como suposiciones e hipótesis de trabajo que aún no se han podido demostrar. Esto se refiere a las verdaderas causas, al significado y a la finalidad de la posición axial de las construcciones y trazas de asentamientos humanos que probablemente se realizaron según varios sistemas diferentes, lo cual tiene todavía más importancia con respecto a la pregunta de cómo se pudo haber procedido en la realización de tal planificación.

¿Cómo se determinaron las distancias, longitudes y alturas de las edificaciones, el tamaño de los ornamentos, pero también las distancias y longitudes de los caminos y el tamaño de los campos y de las parcelas? No conozco ningún indicio, en las fuentes bibliográficas de la época colonial temprana, que informe al respecto. Todavía no se ha encontrado ninguna tabla o patrón de medición. Dependemos de la interpretación de las formas que hemos heredado y de las pocas fuentes que nos proporcionan información, por ejemplo, sobre el tamaño de las parcelas. La búsqueda por medidas unitarias hasta ahora no ha sido exitosa. Los pocos

datos que se han encontrado hasta la fecha son insuficientes, no solamente por haber sido sobreinterpretados, en especial por Harleston (1974, 1976) sino por la sencilla razón de no cumplir con lo que hay que exigir de ellos. Es decir, ¿cuáles características debieron haber tenido las medidas de longitud que pudo haber utilizado el hombre en Mesoamérica?

Debieron ser medidas naturales, es decir medidas del cuerpo humano como el pie, la distancia del codo a la punta de los dedos (cúbito), el ancho de una mano (cuarta) o el paso.

El número de unidades debió haber sido expresable o indicable en cifras del sistema vigesimal.

Esto significa que las distancias que se puede encontrar hoy tanto en construcciones, en edificios dedicados al culto y urbanos, como también en parcelas y delimitaciones de campos, así como las que están asentadas en fuentes de archivo, deberían de presentar con frecuencia las cantidades de 20 unidades y sus múltiplos.

Como seguramente faltaban métodos exactos, no se puede exigir una norma de medida. Tampoco tiene sentido tomar en consideración valores de milímetros.

Por ningún lado se ha encontrado hasta ahora la ilustración o representación gráfica de una medida básica, como podría ser un pie o un paso doble, como por ejemplo aquella medida que se guardó en el Capitolio en Roma. En este contexto hay que preguntarse si una medida básica realmente es la condición previa para la planeación y traza de la arquitectura y de los asentamientos humanos y, además, si podemos esperar encontrar alguna vez un equivalente exacto de las medidas indígenas en las de la temprana colonia y en las que usamos nosotros.

Todos los pueblos civilizados del mundo han utilizado dos tipos de medida; por un lado, las medidas populares que se usaban en el comercio y tráfico, y que muchas veces se han denominado como medidas naturales, aunque este término da lugar a interpretaciones equívocas [...]. La mayoría de estas medidas tiene un carácter simbólico que, sin embargo, muchas veces no es comprendido; por eso se equiparan estas medidas populares, en cuanto a su objetivo y destinación, a las medidas de un sistema [...] Las relaciones de medidas simbólicas, pero que no forman parte de un sistema de medición, tienen un gran valor para la investigación etnológica, porque provienen del horizonte y de la forma de pensar común a todos los pueblos y a todos los tiempos.

Paralelamente, los pueblos civilizados más antiguos del mundo ya tenían normas y sistemas de medida, por ejemplo, aquellos sistemas matemáticos desarrollados sobre una unidad de longitud.

Así opinaba Stichling (1951) sobre la importancia de las medidas de campo. Si en la América antigua nos encontrásemos solamente con relaciones no sistemáticas de medida, o sea con medidas populares de carácter simbólico, entonces la búsqueda de una medida unitaria debería ser in-

fructuosa. Si, por ejemplo, se hubiera fijado las longitudes frontales de la base de un templo mediante una pedrada ritual en dirección determinada, entonces todas estas longitudes frontales deberían de ser diferentes y no sería posible reducirlas a una medida básica. En este caso, tampoco hubiera existido un sistema matemático de medida. Sin embargo, tomando en cuenta el alto nivel de las matemáticas que se manifestó en los cálculos astronómicos y sus resultados sorprendentemente exactos, como lo demuestran los cálculos del calendario, es de esperarse que en el transcurso del progreso de las ciencias y de la arquitectura se haya llegado a una medición basada en las matemáticas. En caso de que se hubiera fijado alguna vez, tiempos atrás, la base de una pirámide sin utilizar un sistema, entonces era natural partir de ahí y utilizarla como línea básica en el planeamiento sucesivo. La traza urbana y de construcción tenía que seguir y continuar también en tiempos posteriores, en los que ya llegó a ser posible y usual la aplicación de un sistema matemático en sí. Los planos que siguen una traza rectangular de los edificios dedicados al culto y de las ciudades en el México antiguo no son de ninguna manera "trazas de tableros de ajedrez", completamente regulares. "Sólo una minoría de las calles es recta y equidistante", manifestó Newig (1977, p. 261) acerca de México-Tenochtitlan. No es sino hasta en la época colonial que los arquitectos españoles ordenaron, por ejemplo, la traza de Cholula en cuerdas de  $100 \times 200$  varas, a la manera como se nos presenta hoy en día.

a) LA DEDUCCIÓN DE UNA MEDIDA DE PIE BASADA EN LOS PLANOS  
Y EDIFICIOS DE TEOTIHUACAN

La traza de Teotihuacan que, a primera vista, parece estar planeada tan sistemáticamente, pareció ofrecer la mejor posibilidad de investigar la cuestión de los métodos de medida y las medidas usadas en épocas anteriores. Gracias a la elaboración del plano durante el proyecto de Teotihuacan (Millon, 1973) no había de esperarse problemas especiales. En efecto, Millon (1967) pudo deducir una medida de regla de 57 m. La pirámide del Sol es, con 225 m de longitud lateral, cuatro veces más larga; y la ciudadela, con 400 m, siete veces más larga. Sin embargo, debía haber servido como medida básica una distancia más corta, de un tamaño manejable. Harleston (1974) consecuentemente dividió la unidad, de 57 m, dos veces por tres y una vez por seis, es decir por 54, llegando a una unidad de longitud de 1.055. La cambió en consecuencia a su exagerada interpretación de 1.0594 m y le dio el nombre de "yarda Teotihuacana", "Standard Teotihuacan Unit" o, según una palabra maya "Hunab". Esta medida no presenta ninguna de las características que arriba se explicaron como necesarias, es decir, no es una medida corporal ni sigue el sistema vigesimal.

En 1985 me enteré de otro intento de encontrar una medida básica en Teotihuacan por medio de una carta del arquitecto G. Jouven, de París. Él se basó en mediciones de la pirámide de Quetzalcóatl y encontró una "brasse" a 3.0805 m que probablemente se pueda dividir en cuatro "coudées" a 0.7701 m. Estas dos supuestas unidades de 0.77 m y 1.055 m se pueden fácilmente comparar por estar en la proporción de 3:4 y por tener como base la medida de longitud redondeada de 0.26 cm. Esto no es sino la longitud de un pie humano natural desde el talón hasta la punta de los dedos. En 57 m caben 220 o  $11 \times 20$  de estos "pies". ¿Cuántos pies mide la longitud lateral de la pirámide del Sol? Son 880 pies a 25.6 cm cada uno. La longitud lateral de la pirámide de Quetzalcóatl contiene, en sus 64 m, 250 de estos pies; la ciudadela, con 400 m de longitud lateral, 1540 pies a 26 cm. Estas multiplicaciones de la medida del pie corresponden de forma excelente a la manera de contar y escribir en el sistema vigesimal de la América antigua. Al hacer la prueba en la pirámide de la Luna con sus  $140 \times 150$  m de longitud lateral en la base, resultan 540  $\times$  548 pies a 25.9 cm,  $560 \times 600$  pies a 25 cm. Aquí, como tampoco en la ciudadela, no se puede decidir, por tratarse de un número redondeado en metros, si se usó una medida de pie de 26 o de 25 cm de longitud. Sin embargo, creo poder concluir de estos resultados que en Teotihuacan se usaba una medida de pie que era más o menos de 26 cm.

b) LA DEDUCCIÓN DE UNA MEDIDA BÁSICA EN LA ARQUITECTURA  
EN LA REGIÓN MAYA

Los arquitectos y arqueólogos que trabajan en ruinas prehispánicas pocas veces han tratado de descubrir una medida básica de los valores que ellos han medido. Es comprensible, porque para tratar el problema correctamente, en cuanto a la estadística, se requiere de un gran número de mediciones seguras que hasta hoy no se han conseguido. Sin embargo, un reciente ejemplo es el estudio y la toma de Copán por Hohmann y Vogrin (1982, pp. 71-73). Ellos obtuvieron dos variantes del "pie maya" a 21.6 y 24.2 cm, realizando un análisis de medida del ancho de las escaleras. Las longitudes que con mayor frecuencia encontraron fueron de 10, después 5, 50 y 20 pies. Además, los planos que anexan a su estudio, trazados a escala de 1:100, permiten deducir la longitud de los edificios, como se hizo en el caso de Teotihuacan; y las longitudes de pie que se obtuvieron y se presuponían corresponden a los de Teotihuacan.

Con los datos que Hartung (1971, p. 54; véase fig. 1) que se copiaron cuidadosamente y se refieren a los cuatro edificios, que en su mayoría están bien conservados, del Templo de las Monjas, se pudo llegar a una medida unitaria de pies de 26.7 cm mediante cálculos de prueba para las longitudes entre 21.6 y 27.0 cm. Solamente en el caso de 26.7 cm resultaron, en tres edificios, multiplicaciones redondeadas de 20.

TABLA 1

MEDIDAS DE LOS EDIFICIOS EN COPÁN SEGÚN HOHMANN Y VOGGRIN (1982) EN METROS Y SU EQUIVALENTE EN PIES

		<i>metros</i>	<i>pies</i>	<i>1 pie en cm</i>
PLANO IV				
Estructura 9	base	27.80 × 19.70	110 × 78	25.3
	superficie	20.50 × 15.50	80 × 60	25.8; 25.6
	templo	16.00 × 11.35	62 × 44	25.8
Estructura 10	templo	16.90 × 8.65	66 × 34	25.6; 25.4
PLANO X				
Estructura 22	templo	26.20 × 11.50	100 × 44	26.2; 26.1
Estructura 22A	templo	13.90 × 9.10	54 × 36	25.7; 25.2
Estructura 21A	templo	9.40 × 7.30	36 × 28	26.1

TABLA 2

MEDIDAS DE EDIFICIOS DEL TEMPLO DE LAS MONJAS EN UXMAL SEGÚN HARTUNG (1971) EN METROS Y SU CAMBIO A PIES

	<i>metros</i>	<i>pies</i>	<i>1 pie en cm</i>
Edificio sur	69.33	260	26.7
Edificio este	48.03	180	26.7
Edificio oeste	53.47	200	26.7
Edificio norte	81.11	304	26.7
		300	27.0

También se revisaron las medidas de la pirámide de Kukulcán (El Castillo) de Chichén Itzá, siendo éste un edificio construido con especial cuidado según los datos de Marquina (1964, p. 849). La base, de 55.50 × 50.50 m, era de 220 pies a 25.2 cm o 222 pies a 25.0 cm; la altura, inclusive del templo, de 30 m o 120 pies a 25.0 cm. Cada una de las escaleras en cada lado tiene una altura promedio de 26.4 cm.

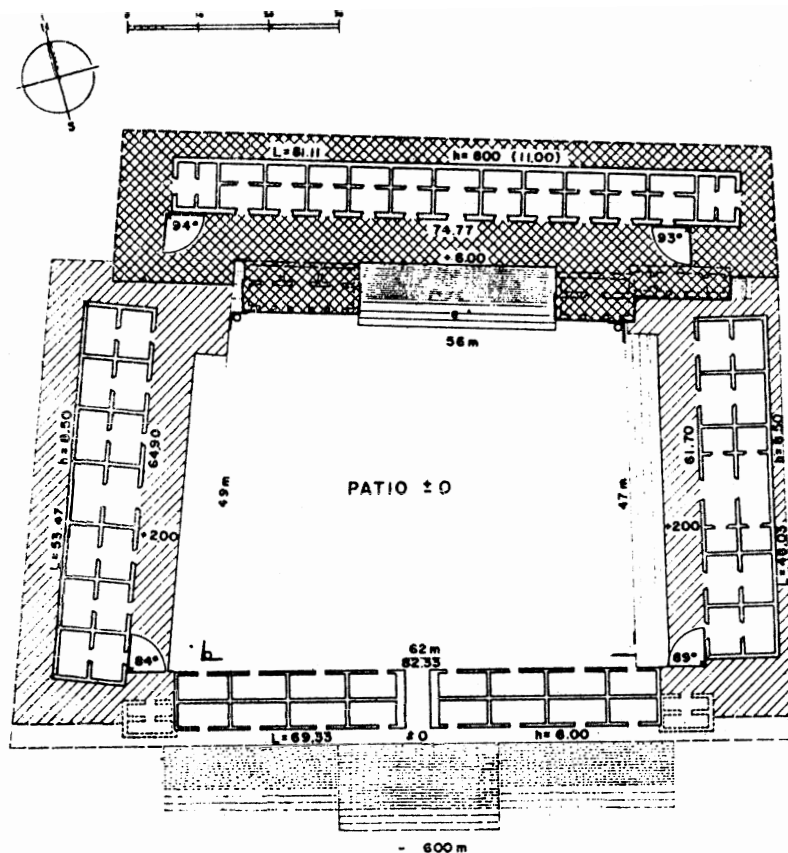


FIG. 1: Plano del Templo de las Monjas en Uxmal/Yucatán según mediciones de H. Hartung (según Hartung 1971, lámina 17D).

Según estos resultados, no se va a poder hablar de un “pie maya” especial; tampoco debe de haber habido en la región maya norma alguna sino para un edificio singular o un grupo de edificios, como se ve claramente en Uxmal.

c) ¿SE PUEDE ESPERAR UNA MEDIDA UNITARIA PARA LOS EDIFICIOS DE Mesoamérica?

Hasta ahora no se ha medido de manera exacta suficientes edificios bien conservados o bien construidos y no se ha publicado suficientes datos

originales sin cifras redondeadas como para poder contestar la pregunta sobre la existencia de una medida unitaria. De todas maneras, no debe haber habido una norma de medida, porque las longitudes de pie que hasta ahora se han descubierto varían entre 24 y 27 cm, sin considerar aquí el "pie maya", de 21.6 cm en Hohmann y Vogrin, que parece ser demasiado pequeño y no aparece en otros lugares.

Para contribuir con algunos datos más, hay que investigar aquellos relacionados con la pirámide de los Glifos de Xochicalco según Marquina (1964, p. 134). Los lados orientales y occidentales, que miden 18.60 cm, tienen 70 pies de 26.7 cm; los lados sur y norte, de 21.10 m, contienen 80 pies de 26.4 cm. Yo mismo pude medir los edificios C y D reconstruidos recientemente en Xochicalco (véase fig. 2). La distancia entre la base respectiva de C y D es de 54.05 m o 206 pies de 26.2 cm (216 pies de 25 cm); el ancho de la pirámide occidental D tiene en su lado oriental 21.05 u 80 pies de 26.3 cm (84 pies de 25 cm); la base de la pirámide oriental C tiene una longitud de 29.45 m en su lado occidental, éstos son 112 pies de 26.3 cm (118 pies de 25 cm).

El juego de pelota de Xochicalco mide en su parte central, que es la verdadera cancha de juego, 51 m de largo y 9 m de ancho (según Marquina) y abarca  $204 \times 36$  pies de 25 cm. Cuando se nos comunican estas longitudes, seguramente están redondeadas, y cuando se convierten a pies, se obtienen siempre cifras llanas en pies de exactamente 25 cm, y por eso no son tan apropiadas para nuestras consideraciones. Es obvio que no se puede excluir efectivamente la posibilidad de que al estar redondeados mínimamente los datos, se trate realmente de esta medida de pie o de una similar.

En cuanto al patio central del juego de pelota de Copán, Hohmann y Vogrin (1982, plano IV) encontraron medidas exactas; éstas son  $28.47 \times 7.03$  m, los que resultan  $114 \times 28$  pies de 25.1 cm. Al cambiar las cifras de Marquina acerca de las partes centrales de los campos de pelota, resultaron las siguientes cifras de pie (todas en 25 cm): Tula  $172 \times 50$ , Monte Albán  $104 \times 20$ , Yagul  $152 \times 96$ , Chichén Itzá  $380 \times 120$ . Aquí habrá que cotejar con los datos exactos.

#### d) PARCELAS DE CULTIVO COMO RESULTADOS DE UNA MEDICIÓN PREHISPÁNICA DE LONGITUD

Después de que la investigación sobre los edificios religiosos y los sitios ceremoniales hizo probable la aplicación de la medida de pie, hay que probar si tal medida se pudo haber usado en general. Fue Daniel G. Brinton quien, en 1885, equiparó la "medida" de Ixtlilxóchitl con el "cematl" (2.50 m) y pensó que se basaba en la huella del pie (xocpalli) y contenía diez de estas huellas (reimpresión 1970, p. 445, citado según Castillo 1972, p. 222). La pregunta ha sido formulada hace mucho tiempo, pero hasta hoy no ha sido contestada unívocamente.

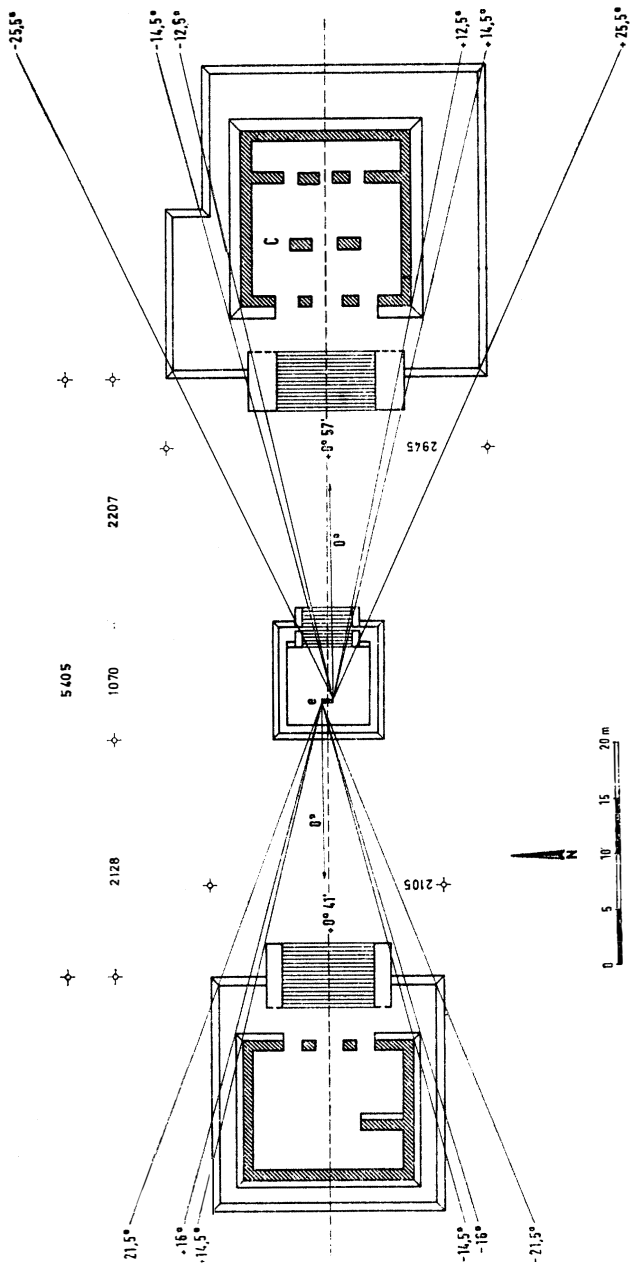


FIG. 2: Grupo de pirámides C y D de Xochicalco/Morelos. En el centro, la estela de los dos glifos (e) como punto de observación. Hacia el este, los lados de la pirámide C marcan las salidas del sol en el tiempo de los solsticios; hacia el oeste, marca la pirámide D las puestas del sol en los días antes del paso del sol por el cenit que son el 15 de mayo y 29 de julio. Los ejes (punteados) marcan los días entre los solsticios (días de equinoccio) según medición de teodolito realizada por Aveni 1977. Toma de las medidas por Tichy 1977, distancias en cm (según Tichy 1985).



Sabemos por medio de representaciones gráficas que contienen campos de cultivos y sus parcelaciones, que en la planicie de las cuencas del altiplano de México se delimitaba de forma rectangular los campos. Las formas prehispánicas de los campos de cultivo no se veían diferentes a las formas del campo de hoy en aquellos parajes que fueron poblados desde hace mucho tiempo y se orientaban hacia los puntos cardinales; en tierras húmedas estaban determinados por los canales y las zanjas. Son ejemplos la llamada carta de papel de maguey, hecha de tiras de hoja de palma que representan una parte de Tlatelolco, así como los bosquejos de secciones de campos de cultivos provenientes de la región de las chinampas en Xochimilco (Schilling, 1939, p. 34 y 35). Era necesario conocer el tamaño de las parcelas de cultivo para poder recaudar los tributos, y por este motivo debe de haber existido en tiempos prehispánicos una medición de las propiedades y las parcelas utilizadas. Podemos sacar la conclusión de que los numerosos bosquejos que se hicieron, por ejemplo, para procesos y ventas de terrenos en el siglo xvi y a principios del siglo xvii, presentan medidas indígenas de longitud. Estos datos se expresan ahí en medidas españolas, en varas, y facilitan un cambio a metros. Gracias a las investigaciones de Castillo (1972) y a la revisión intensa de los documentos y materiales de archivos del siglo xvi sobre la región de México Tenochtitlan que realizó Matías Alonso (1984) nos podemos informar ahora muy bien sobre la manera en que medían los campos los habitantes de las cuencas del altiplano en tiempos coloniales tempranos y también en los prehispánicos.

Se utilizaban para la medición de campo palos de medición de diferentes longitudes o cordones de medición que se denominaban octácatl, cemmécatl, talmécatl, tlalcuáhuatl, tlaltamachihualoni, tlayeyecoloni (Castillo 1972, pp. 222-223). El instrumento de medición tlalquauitl medía, según Matías Alonso (1984, p. 30) una braza o tres varas, que son 2.51 m de largo. Todas las medidas se derivan del cuerpo humano, según manifiestan Castillo (fig. 7 y 8) y Matías Alonso (pp. 75, 76, 80 y 87). En Tenochtitlan y sus alrededores, se usaba para medir tierras el "maitl" que se llamaba en español "braza" y tenía 2.50 de largo. Las medidas parciales que son necesarias para denominar las longitudes restantes que sobran al hacer las multiplicaciones de un "maitl" (cenmaitl), también son medidas corporales, como por ejemplo vara (codo) y cuarta, pero no son partes de la medida básica "maitl". Así sucede que en el mismo bosquejo de traza aparecen diferentes medidas de longitud; en el plano de Oztoticpac son cinco (Castillo, fig. 5). La longitud de un campo en el año 1569 se indica por ejemplo: "cehematl ypan ce yolotli - tres brazas y un corazón que reducido a varas castellanas son siete varas de largo ..." (Matías Alonso, p. 56). "Corazón" es el término de unas de las medidas parciales, que se encuentra en los bosquejos con el glifo Corazón. Tomando en cuenta este tipo de indicación de longitudes y además el hecho de que la medida básica "maitl" pueda tener longitudes completamente diferentes, en-

tonces resulta con claridad que es imposible encontrar una norma de medida, aun teniendo a disposición una gran cantidad de datos, porque esta norma no existía, por lo menos no para la medición de tierras.

La medida básica 1 maitl, cenmaitl o cemmaitl, representado por el glifo "mano" aparece ya en la misma cuenca de México en distintas maneras y con longitudes diferentes (según Matías Alonso, 1984):

a) Braza horizontal, distancia entre las puntas de los dedos extendiendo los brazos:

México-Tenochtitlan 1542	2 varas	1.67 m
Meztitlán 1553	2 1/2 varas	2.08 m
Atotonilco 1553	2 1/2 + 1/12 varas	2.16 m

b) Braza vertical, distancia desde el pie izquierdo hasta la mano derecha levantada: \*

Noroeste de Puebla 1613	2 1/2 varas	2.08 m
Xochimilco 1600	3 varas	2.50 m
Xochimilco 1650	3 1/2 varas	2.95 m

De las medidas parciales sean mencionadas las siguientes: "cemmitl", glifo "flecha", una media braza, medida desde el codo hasta la otra mano, 1.25 m; "cenomitl" o 1 omitl, glifo "hueso", en español codo, es decir vara, también traducida como media braza; "cenyolohtli", glifo "corazón", una media braza o una vara, la longitud entre pecho y mano, según Matías Alonso, unos 90 cm.

El glifo "huella" aparece en los planos, pero muy pocas veces es usado como medida de longitud "cenxocpalli". Matías Alonso conoce como medida comparable de longitud el "paso ordinario" a 26 cm que quizás sí pueda ser la medida suficientemente pequeña que buscamos, que quizás se utilizaba para las construcciones, pero es poco probable que se haya usado en la medición del campo. El glifo "pie" marca en los planos las entradas y salidas de las casas y de los caminos, además también podía designar a una persona. El hecho de que los mayas quiché nunca utilizaran el pie como glifo por ser considerado como concepto divino, eterno y asexual (Matías Alonso, según el *Popol Vuh*) da lugar a la suposición de que si no se podía haber utilizado una medida de pie en la medición de cultivos, precisamente se pudo utilizar en la construcción de edificaciones vinculadas al culto y en construcciones dedicadas a los dioses.

\* Esto incluye también la "braza real" que se usaba en la venta de tierras en la región alrededor de Huejotzingo en 1554 y medía 2 7/8 varas o 2.41 m (Prem, 1978, p. 57).

e) EL TAMAÑO DE LAS TRAZAS DE ASENTAMIENTO EN LA CUENCA DE PUEBLA-TLAXCALA

Las investigaciones sobre la geografía de asentamientos en la región estudiada por el proyecto México de la Fundación Alemana de Investigación tenían como base material fotográfico aéreo y mapas topográficos 1:50 000 realizados según las fotos tomadas. Después, también se contó con planos y mapas oficiales modernos del mismo escalón. Ahí se vio que los campos y parcelas, caminos y trazas de las poblaciones todavía hoy están orientados de una misma manera. Después de haber fijado la posición exacta de las poblaciones con sus iglesias, así como la posición de restos de pirámides y antiguas haciendas, saltó a la vista que estos lugares frecuentemente estaban situados en líneas rectas que mantenían distancias similares entre sí, aunque tenían huecos (Tyrakowski, 1976, 1980, Tichy, 1979, p. 351). Se debe de haber realizado en la época prehispánica, y por lo menos en la época clásica, una distribución planificada del espacio, una planeación de asentamiento, ya que existe una concordancia en cuanto a los sitios y las posiciones axiales de las pirámides. Para ello había que determinar y medir grandes distancias. La red de líneas que así se formó no resultó exactamente rectangular, sino que más bien se formaron trapecios. Tyrakowski encontró como distancia más frecuente de la red de líneas la de 1 km. Otra traza de asentamiento se reconoció en la cuenca de Tepeaca-Tecamachalco, que tiene una amplitud de 3 km (véase fig. 3).

¿Cuántas unidades prehispánicas de medida contiene un kilómetro? Claro está que la "braza larga" con sus 2.50 m cabe 400 veces ahí. La medida de Huejotzingo, la "braza real" a 2.41 m, está 415 veces en un km. Las distancias de 3 km de Tepeaca-Tecamachalco abarcan 1200 brazas largas o 1240 brazas reales.

En la pequeña planicie de Tepoztlán, Morelos, que está circundada en tres lados por escarpadas montañas rocosas, Harleston (1976) encontró y midió junto con su grupo de investigación numerosas señales de roca y reconoció una red cuadrícula con el azimut 106.7°, o sea la dirección de Teotihuacan, que tiene una longitud lateral de 490 m. Éstos serían 2000 pies de 24.5 cm y más o menos la mitad de las distancias de la traza cuadrada de Puebla-Tlaxcala.

Se trató de aportar elementos sobre la forma en que se pudo haber medido en la arquitectura y la planeación de ciudades y asentamientos, así como la manera de medir distancias y superficies en la agricultura. Es obvio que se utilizaron medidas corporales, pero no normas de medición que se hayan fijado con exactitud. En la arquitectura de sitios dedicados al culto, el pie parece haber desempeñado un papel especial; es posible que haya existido también un "pie normal" de 25-26 cm de largo. La medida más grande de longitud que se usaba para medir terrenos en el medio rural era de 10 pies y tenía una longitud de 2.50 m por un lado y 2.40



## BIBLIOGRAFÍA

- Alva Ixtlilxóchitl, F. de: *Obras históricas*, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, México, 1975.
- Aveni, Anthony F. y Horst Hartung: "Precision in the Layout of Maya Architecture", en *Annals of the New York Academy of Sciences*, 385, 1982, pp. 63-80.
- Castillo Farreras, Víctor M.: "Unidades Nahuas de Medida", en *Estudios de Cultura Náhuatl*, 10, 1972, pp. 195-220.
- Harleston, Hugh Jr.: "A mathematical Analysis of Teotihuacan", XLI Int. Congr. of Americanist, México, 1974 (Ms).
- Harleston, Hugh Jr.: "The Teotihuacan Marker System: Solar Observations and Geodesic Measurement", XLII Int. Congr. of Americanists, París, 1976.
- Harleston, Hugh Jr.: "A Probable geodesic Grid System of Stone Markers in the Valley of Tepoztlan", XLII Int. Congr. of Americanist, París, 1976.
- Hartung, Horst: *Die Zeremonialzentren der Maya* (Los centros ceremoniales de los mayas), Akad. Druck- u. Verlagsanstalt Graz, 1971.
- Harvey, H. R. y B. J. Williams: "Aztec Arithmetic: Positional Notation and Area Calculation", en *Science*, 210, 1980, pp. 499-505.
- Hohmann, Hasso y Annegrete Vogrin: *Die Architektur von Copan (Honduras)* (La arquitectura de Copán), Akad. Druck- u. Verlagsanstalt Graz, 1982.
- Marquina, Ignacio: *Arquitectura prehispánica*, INAH, México, 1964.
- Matías Alonso, Marcos: "Medidas indígenas de longitud", Cuadernos de la casa chata, 94. Tlalpan/México, D. F., 1984.
- Millon, René: "Teotihuacan", en *Scientific American*, 216, 1967, pp. 38-63.
- Millon, René (editor): *Urbanization at Teotihuacan*, México, vol. I. The Teotihuacan Map, Univ. of Texas Press, Austin and London, 1973.
- Molina, Fray Alonso de: *Vocabulario Náhuatl-Castellano, Castellano-Náhuatl*, México, 1571, 1966.
- Newig, Jürgen: *Der Schachbrettgrundriss der Stadt Mexico - antikes Vorbild oder indianische Tradition?* (La traza de tablero de ajedrez de la Ciudad de México, ¿modelo de la antigüedad clásica o tradición indígena?), Petermanns Geogr. Mitt. 121, 1977, pp. 253-263.
- Prem, Hanns J.: "Milpa und Hacienda. Indianischer und spanischer Landbesitz im Becken des Alto Atoyac, Puebla, Mex." (1520-1650) (Milpa y hacienda. Tenencia de la tierra indígena y española en la cuenca del Alto Atoyac, Puebla, México 1520-1650), Wiesbaden 1978 (= Das Mexiko-Projekt der DFG XIII - El proyecto México de la Fundación Alemana de Investigación XIII).
- Schilling, Elisabeth: "Die 'schwimmenden Gärten' von Xochimilco. Eine einzigartige Form indianischer Landgewinnung im Becken von Mexiko" (Las chinampas de Xochimilco. Una forma única de obtención

- de tierras en la cuenca de México), Kiel 1939 (= *Schr. d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel* 9).
- Stichling, Paul: *Die kulturgeschichtliche Bedeutung der Feldmasse* (El significado de las medidas de campo para la historia cultural), *Z.F. Vermessungswesen* 76, 1951, pp. 161-168, pp. 205-210.
- Tichy, Franz: "Genetische Analyse eines Altsiedellandes im Hochland von Mexiko. Das Becken von Puebla-Tlaxcala" (Análisis genética de una región poblada desde hace mucho tiempo en el altiplano de México. La cuenca de Puebla-Tlaxcala), en: J. Hagedorn, J. Hövermann y H. J. Nitz (Hrsg.), *Gefügemuster der Erdoberfläche*, Göttingen 1979, pp. 339-373.
- Tichy, Franz: "The Axial Direction of Mesoamerican Ceremonial Centers on 17° North of West and their Associations to Calendar and Cosmvision", en F. Tichy (Hrsg.), *Space and Time in the Cosmvision of Mesoamerica*, München 1982, pp. 63-83. (= *Lateinamerika-Studien Univ. Erlangen-Nürnberg* 10).
- Tichy, Franz: "Sonnenbeobachtungen und Agrarkalender in Mesoamerika. (Observaciones del sol y calendario agrícola en Mesoamérica)", en A. Mönnich, B. Riese y G. Vollmer (Hrsg.), *Gedenkschrift für Gerdt Kutscher*, Teil 2 Berlín, 1985, pp. 99-112 (= *Indiana* 10).
- Tichy, Franz: "Der Fuss zur Längenmessung in Mesoamerika, die Hand zur Winkelangabe?" (¿El pie para medir longitudes en Mesoamérica, la mano para indicar ángulos?), en V. Harms (Hrsg.), *Festschrift für Thomas Barthel zum 65. Geburtstag*, Tübingen, 1988 (im Druck).
- Tyrakowski, Konrad: *Poblamiento y despoblamiento en la región central de la Cuenca de Puebla-Tlaxcala/México*, Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala 13, México 1976, pp. 37-40.
- Tyrakowski, Konrad: "Autóctonas redes regulares de poblados prehispánicos en la Cuenca de Puebla-Tlaxcala/México", en *La Antropología Americanista en la Actualidad, Homenaje a Raphael Girard*, Tomo I, México 1980, pp. 335-349.