

# Interpretación del analemma de Vitrubio<sup>(\*)</sup>

Por RAFAEL SOLER GAYA

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Costas.

*El autor expone su versión sobre la figura del «Analemma» que acompañó a la versión original del libro de Vitrubio y que se perdió desde antiguo. Esta figura es muy útil en Gnomónica para diversas construcciones y, en especial, para la de los cuadrantes solares, según se explica en el texto.*

## 1. OBJETO

El Capítulo VII (u VIII según las ediciones) del Libro Noveno de la célebre obra de Marco Lucio Vitrubio «Los Diez Libros de Arquitectura» se consagra a la descripción de la figura que denomina «analemma», que no es sino una herramienta —o serie de reglas en lo que hoy sería una aplicación de la Geometría Descriptiva— para conocer la longitud de las sombras de la luz solar producidas por un gnomon o estilo vertical, sobre un plano horizontal, aplicable a la construcción de cuadrantes solares.

La figura que acompañaba la explicación del texto, al igual que el resto de las contenidas en la obra, se perdió desde antiguo y esta irreparable pérdida ha introducido una dificultad importante, no ya en la comprensión de los textos, sino, también, en las versiones en lenguas modernas de la obra, cuya ardua interpretación ha sido reconocida por los diversos traductores.

Se trata, en el presente artículo, de reproducir —en versión particular— la figura que debió acompañar al texto del citado Capítulo, de la que se conocen sus letras y unas indicaciones generales de carácter conceptual, para pasar, después, a una figura más completa que responda mejor a la pretensión didáctica de Vitrubio, y, por último, a dos aplicaciones prácticas que debieron ser usuales en la época.

## 1. TEXTOS ORIGINAL Y COMPLETADO

Se transcribe, a continuación, el texto original con la presunta reconstrucción de la figura (la n.º 1) que debió acompañarle. Este texto va

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 28 de febrero de 1989.

en letra normal y, en cursiva, unas interpolaciones que lo completan, para hacerlo más inteligible, junto con otra figura (la n.º 2) del analemma, completada. Dice Vitrubio (Colección «Obras Maestras» de la Editorial Iberia; traducción del Profesor de la Universidad de Barcelona D. Agustín Blanquer, 1.955), bajo el título de «De la descripción de los analemmas»:

*«A nosotros nos será suficiente separar de sus enseñanzas las explicaciones sobre la manera de conocer el acortamiento y alargamiento de los días de cada mes. Pues moviéndose el Sol en el tiempo equinoccial en Aries y en Libra, si se divide en nueve partes la longitud del gnomon, siendo éste vertical sobre un plano horizontal, su sombra tendrá ocho partes bajo la inclinación del cielo de Roma; en Atenas, si el gnomon tiene cuatro, la sombra tiene tres; en Rodas, si tiene siete, la sombra tiene cinco; en Tarento, si tiene once, la sombra tiene nueve, y si en Alejandría tiene cinco, tendrá tres; y así, en los diferentes lugares, las sombras equinociales de los gnomones resultan diferentes.»*

Por eso, cuando en cualquier país se quisiere construir un reloj, se ha de tomar primeramente la sombra equinoccial en aquel lugar; porque si fuese en Roma, de nueve partes del gnomon y ocho de sombra, se trazará sobre un plano una línea en cuyo centro se alzará otra perpendicular de manera que esté a escuadra, y que es lo que se llama «gnomon»; partiendo de la línea del plano hacia la punta del gnomon, se mide con el compás nueve partes y en el sitio donde termina la novena se marca el centro, en donde estará al letra A; y abriendo el compás desde este centro hasta la línea del plano en donde estará la letra B, se describirá un círculo, que se denomina «meridiano»; después de esto, de las nueve partes marcadas desde la línea del plano hasta el centro del gnomon se tomarán

# INTERPRETACION DEL ANALEMA DE VITRUBIO

Figura 1.—Presunta figura que debió acompañar al texto del capítulo VII del Libro Noveno de la Obra de Vitrubio.

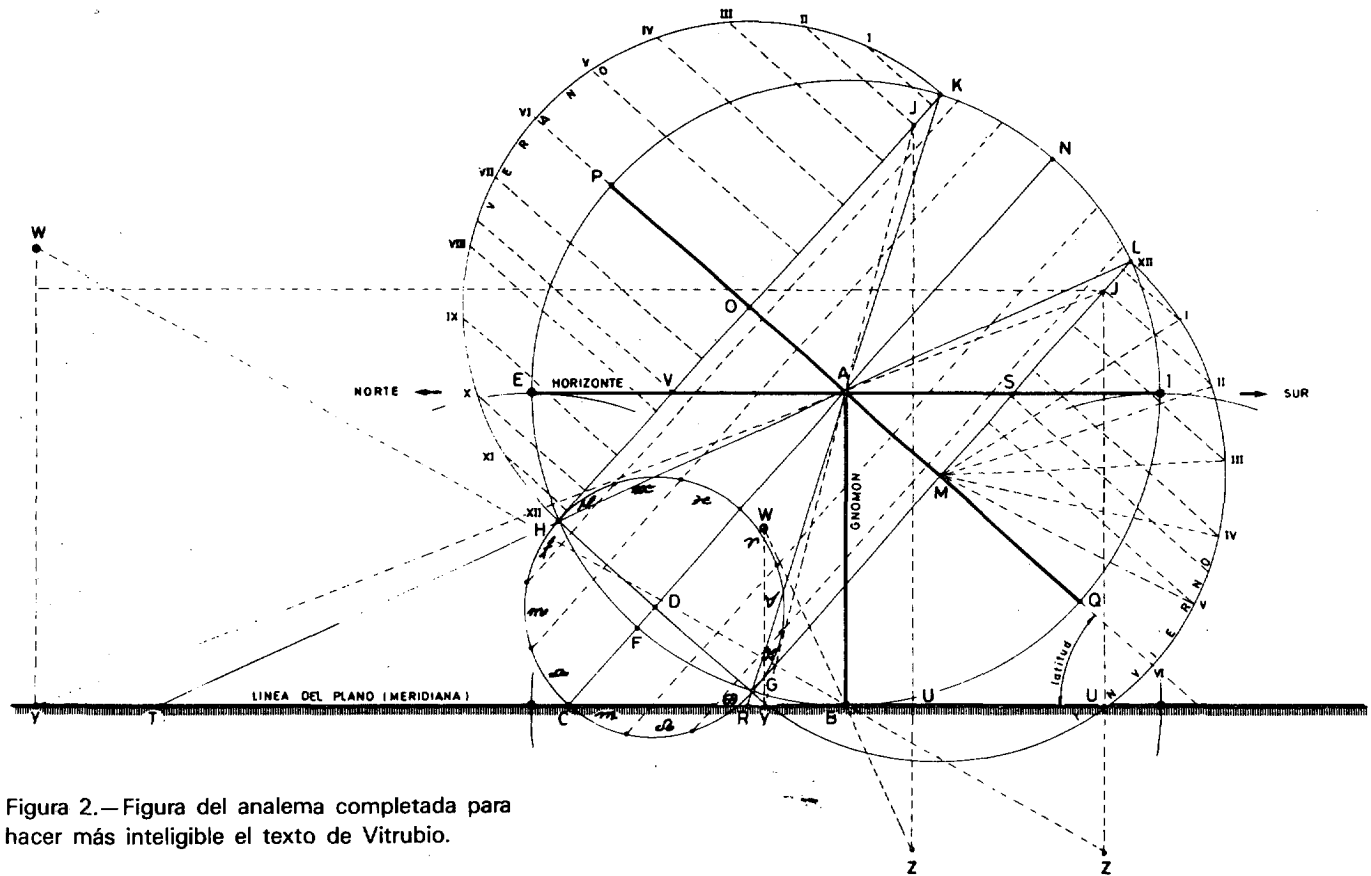
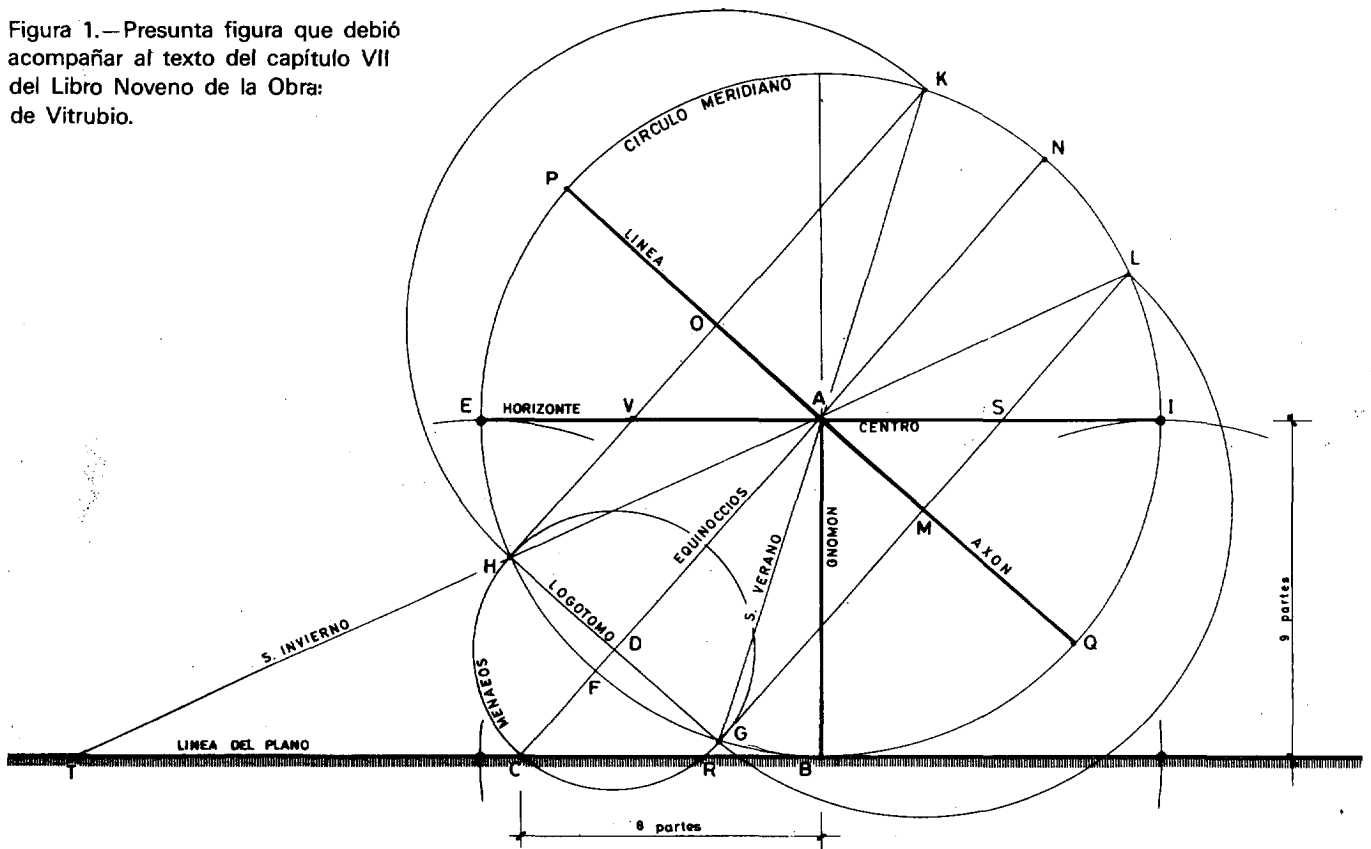


Figura 2.—Figura del analema completada para hacer más inteligible el texto de Vitrubio.

ocho partes y se las señalará en la línea del plano en donde estará la letra C. Esta será la sombra equinoccial del gnomon. Desde este punto y la letra C, por el centro, en donde está la letra A, se tira una línea, que será el radio equinoccial del Sol.

Entonces se abrirá el compás para medir el espacio que hay desde la línea del plano hasta el centro y se harán dos señales iguales, tanto en esta línea como, a partir de éstas y con igual abertura, en los extremos del círculo; una a la izquierda hacia la letra E, y otra a la derecha, hacia I; luego, por el centro, y mediante el diámetro definido por las señales del círculo, trazarán dos semicírculos. A esta línea la llaman los matemáticos «Horizonte».

Después se toma la décimoquinta parte de toda la circunferencia, y abriendo el compás se pondrá una punta en la intersección del círculo con la línea del radio equinoccial, en donde está la letra F, y se harán a derecha e izquierda marcas en donde estarán las letras G y H; después, a partir de estas marcas, unas líneas que salen del centro deber ser prolongadas hasta la línea del plano en donde estarán las letras T y R; así se tendrán dos rayos del Sol, uno el de invierno, y el otro el de verano.

Enfrente de la letra E estará el punto I; en la intersección de la circunferencia con la línea diametral; enfrente de G y H se encontrarán los puntos K y L y enfrente de C, F y A estará el punto N. Se trazan luego los diámetros de otros círculos menores, que son cuerdas del meridiano, desde G hasta L y de H a K; el inferior marcará la parte invernal; el superior, la estival. Estos diámetros se han de dividir igualmente por el medio en los puntos M y O y allí, marcados estos puntos, por ellos y por el centro A se trazará una línea que irá de un extremo del círculo meridiano al otro, en donde están las letras P y Q; esta línea será perpendicular al radio equinoccial, se llama en términos matemáticos «línea axón». Desde estos puntos como centros, abierto el compás hasta los extremos del diámetro de los círculos menores, se describirán dos semicírculos HK y LG, uno de los cuales será el de verano y el otro el de invierno. Corresponden, estos círculos, a la imagen de la órbita aparente del Sol, y su división en 24 partes (ó 12 en el semicírculo) correspon-

derá a las horas del día natural, de tal suerte que el mediodía, o sea la hora XII, tendrá su punto en K (verano), o en L (invierno), el día de los solsticios. Divididos, los semicírculos, en estas partes: I, II, III etc. y proyectadas, estas divisiones, sobre los diámetros HK y GL, se obtiene la proyección de la imagen de la posición del sol, en cada hora, sobre el plano meridiano. Luego, en los puntos en donde las dos paralelas cortan la línea llamada «horizonte», se pondrá a la derecha la letra S y a la izquierda la V. Corresponden, estos puntos, a los de proyección de la imagen del Sol sobre el plano meridiano en los ortos y ocasos, dato imprescindible para fijar las horas temporarias o romanas; para conocer la hora de ortos y ocasos basta proceder a la inversa, proyectando sobre los semicírculos. Desde el ángulo del semicírculo, donde está la letra G; se traza una paralela al axón, hasta el semicírculo izquierdo, donde está la letra H. Esta paralela se llama «logotomo». Finalmente se pone una punta del compás en el punto donde esta línea está cortada por el radio equinoccial, que se marcará con la letra D, y se alargará la otra punta del compás hasta el lugar en el que el radio de verano corta la circunferencia, en donde está la letra H; sobre este centro equinoccial y el intervalo del radio de verano se trazará el círculo mensual que se llama «manaeos». Para conocer los meses zodiacales, se dividirá este círculo en doce partes, una para cada signo, y, por los puntos de división, se trazarán las cuerdas (paralelas a HK y GL) que, prolongadas, darán otras cuerdas sobre el círculo meridiano, correspondientes a los días de cambio de signo, sobre las que podrá producirse la construcción descrita para los solsticios de verano o invierno, con semicírculos de mayor diámetro. Así se tendrá trazada la figura del analemma.

Por medio de este artificio, así descrito y explicado, ya con la ayuda de las líneas de invierno, ya de las de verano, ya de los equinoccios y aún de los meses, se podrá trazar toda clase de cuadrantes solares por medio del analemma, si se introducen en él como hipótesis las múltiples variedades y clases de relojes, y se hacen para todas los trazados siguiendo estos ingeniosos procedimientos. En efecto, el objeto de las figuras y trazados no es otro que

*el de dividir uniformemente en doce partes el día equinoccial y el de menor duración, así como también el solsticial.*

Para conocer la posición sobre el plano horizontal de la sombra de la punta del gnomon en los solsticios, a determinada hora, por ejemplo las II, se halla, según se ha dicho, el punto Z tomando  $U \times Z = J \times II$ ; se define así la línea ZB; por otra parte, se traza la línea JA, que permite conocer el punto Y sobre la línea del plano El y trazar, por Y, una perpendicular a ésta; el punto de intersección X de esta perpendicular con la línea ZB es la proyección buscada de la sombra de la punta A del gnomon sobre el plano horizontal a las II. Al igual que con esta hora puede procederse con las demás. Resulta, así, dibujada, por puntos, la hipérbola de cada uno de los solsticios y determinado el campo que recorre la sombra a lo largo de un año.

*Si de este método no he hablado con más detalle no ha sido precisamente por pereza, sino por temor de ser molesto y pesado escribiendo en exceso. Diré solamente por quiénes fueron inventadas las diversas especies y formas de relojes, pues no puedo ahora describir nuevas clases ni me parece bien hacer pasar por mías invenciones de otros; por tanto voy a decir lo que nos transmitieron otras personas, y quiénes fueron sus inventores.*

### 3. GLOSA DEL TEXTO

1. Si bien Vitrubio señala, en su último párrafo, que no habla con más detalle «por temor a ser molesto y pesado», realmente la explicación dada es suficiente para el fin perseguido. Por ello se ha expuesto un texto ampliado con interpolaciones, que responderían mejor, a juicio del que estas líneas escribe, a las intenciones señaladas por el autor al decir «se podría trazar toda clase de cuadrantes solares por medio del analemma». Por otra parte, Vitrubio es poco respetuoso con este propósito de brevedad, pues a lo largo de su explicación es prolijo en la exposición de construcciones puramente mecánicas (encaminadas al trazado de paralelas, perpendiculares, etc.), mientras es sumamente parco en cuestiones conceptuales o de fondo, que, acaso, no conociera suficientemente.

2. El primero y segundo párrafos tratan —como es evidente— de la materialización en el dibujo, mediante la construcción de un triángulo rectángulo, del ángulo que se llamó «altura de polo» y, hoy día, «latitud del lugar». La explicación es prolija.

3. El tercer párrafo es breve y oscuro, pues priva la exposición puramente operativa sobre el concepto y se presta a errores de interpretación si no se tiene a la vista el párrafo quinto; excepcionalmente, sin embargo, esta exposición queda corta y ambigua, siendo precisas algunas interpolaciones.

4. El cuarto párrafo tiene por objeto señalar las sombras de los solsticios y, por ello, alude a la «décimoquinta parte de toda la circunferencia», es decir a  $24^\circ$ , cifra aproximadamente igual a la máxima (o mínima) declinación solar de  $23^\circ 27'$  en valor absoluto.

5. El quinto párrafo es bastante claro de exposición y el más rico en conceptos, pero adolece de notoria insuficiencia, pues explica la construcción de los círculos menores, correspondientes a las órbitas aparentes del Sol durante el año, sin rematar esta explicación, exponiendo lo necesario para poder determinar las sombras a cualquier hora del día; las más importantes interpolaciones hechas al texto tienden a rellenar esta laguna, aún cuando, a no dudar, el léxico no es el que hubiera sido utilizado por Vitrubio.

6. Del sexto párrafo cabe realizar comentario idéntico al anterior, pues habla de dividir en doce partes el día (se refiere, sin duda, a las horas romanas o «temporarias») y, sin embargo, tras dejar preparada la figura n.º 1 en el párrafo anterior, no indica cómo proceder; por ello, se ha interpolado, a continuación, otro párrafo, para subsanar esta carencia, explicando la determinación del punto del extremo de la sombra del gnomon, a cualquier hora, por medio de dos proyecciones (Figura 2).

### 4. APLICACION DEL ANALEMMA Y COMENTARIOS

Con esta figura (la n.º 1), a la que Vitrubio concede gran importancia en otros parajes de su obra, pudieron, ya, los antiguos, construir,

# INTERPRETACION DEL ANALEMMA DE VITRUBIO

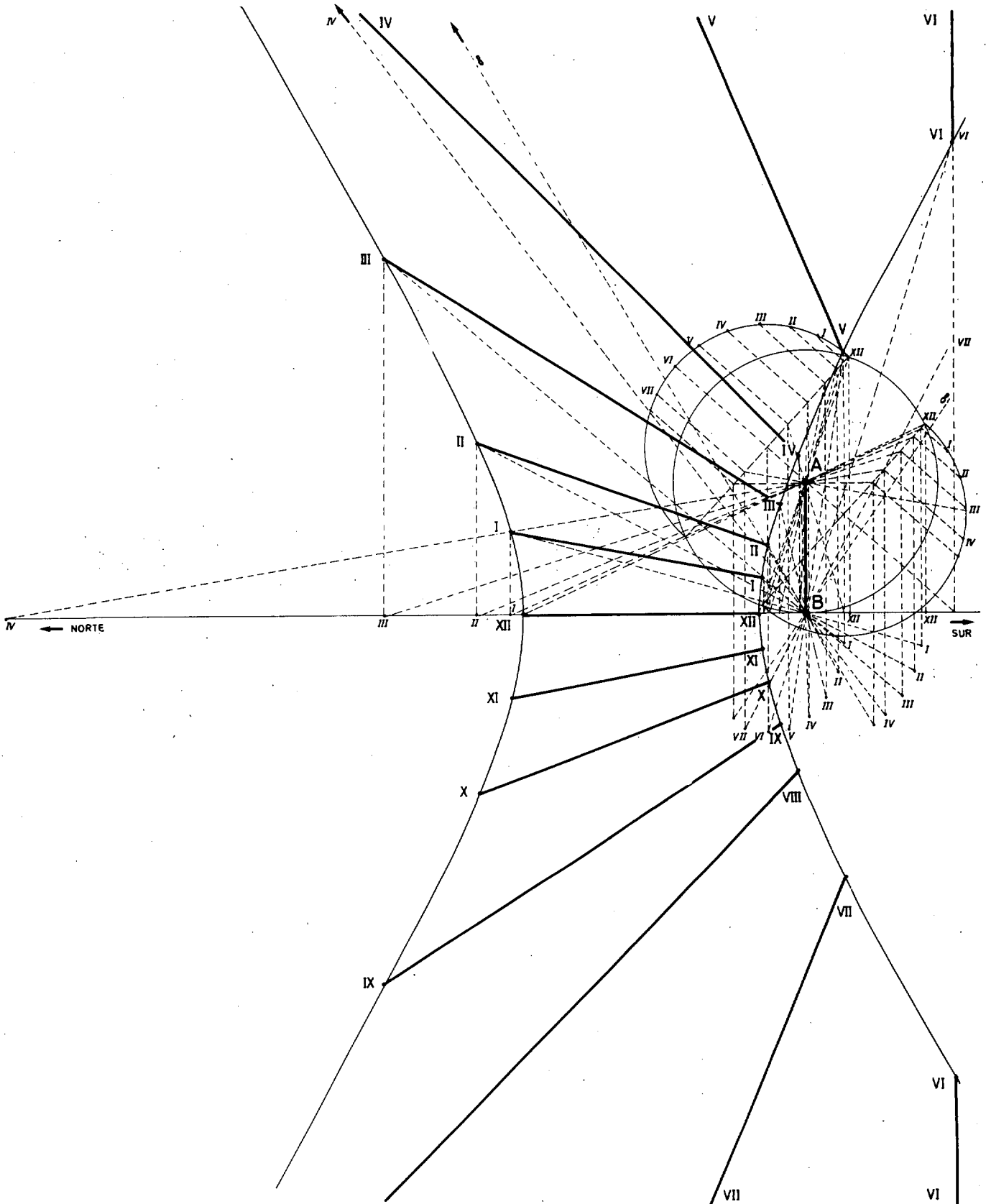


Figura 3.—Construcción de las horas iguales de tiempo verdadero con base en el analema. La hora viene dada por la sombra de la punta A del gnomon AB vertical en B.

INTERPRETACION DEL ANALEMMA DE VITRUBIO

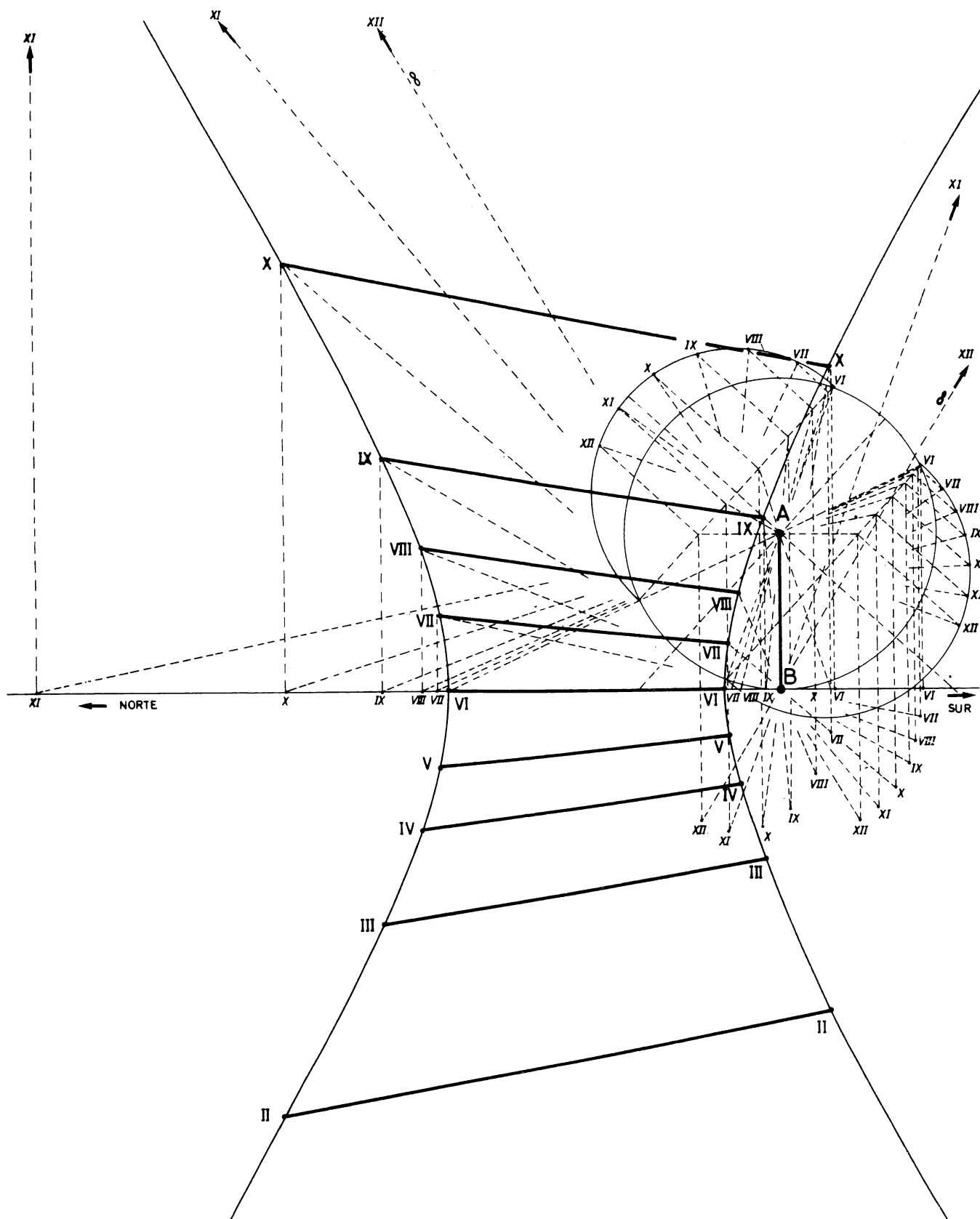


Figura 4.— Construcción de las horas desiguales temporarias (antiguas romanas) con base en el analema. La hora viene dada por la sombra de la punta A del gnomo AB vertical en B.

con toda corrección, relojes de sol horizontales de tiempo verdadero —al igual que los actuales, diseñados con otro método, mejor por permitir la determinación de puntos mediante intersecciones menos oblicuas— con horas iguales, tal como el de la figura (la n.º 3), correspondiente a la latitud de Roma; pero, acaso, no fue ésta su normal utilización, debido al sistema, a la razón vigente, de contar el día mediante horas desiguales, también llamadas «temporarias» o «romanas», de tal modo que el día artificial, es decir, de orto u ocaso, siempre se dividía en doce partes, lo mismo que la noche, con la consecuencia lógica de que las horas, en verano, eran mucho más largas que en invierno, sucediendo al contrario con las horas de la noche. En otro artículo se describe este «desbarajuste» histórico de las horas. En la figura (la n.º 4), que también se acompaña, se ha utilizado el analemma para construir un antiguo reloj de horas temporarias, como los que debieron utilizar los lectores de Vitrubio en la Antigüedad. Obsérvese la importante oblicuidad de las intersecciones en la determinación de los puntos de la hipérbola del solsticio de verano, defecto del método.

Lo práctico del analemma resulta del hecho de que, según se dividan los arcos de los círculos (O) o (M), de respectivos diámetros HK y GL, correspondientes a las órbitas aparentes del Sol en los solsticios de verano o de invierno, y se usan los puntos horarios de las hipérbolas solsticiales y se tengan en cuenta las direcciones de las asíntotas de las intermedias, se obtienen relojes horizontales con distintos tipos de horas: verdaderas (división del semicírculo en 12) temporarias (de orto a ocaso en 12), itálicas (de ocaso a ocaso en 24), babilónicas (de orto a orto en 24), etc.

Así como en los relojes solares que hoy día estamos acostumbrados a ver, la hora viene dada por la sombra de la varilla o gnomon (oblicuo al plano), no sucedía así en estos cuadrantes de la Antigüedad, donde la hora venía señalada por la sombra de la punta del gnomon (perpendicular al plano horizontal); incluso, si se habían dibujado las hipérbolas correspondientes a las divisiones del círculo «menaeos», se disponía de un calendario por meses zodiacales. Esta costumbre continuó hasta la Baja Edad Media, como conocemos por los libros de Alfonso X el Sabio.

---

Rafael Soler Gayá.



Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, ha tenido diversos destinos en la Comisión Administrativa de Grupos de Puertos y en la Jefatura de Puertos y Costas de Baleares (Señales Marítimas). Actualmente es Director del Puerto de Palma de Mallorca. Profesor Titular de Universidad, excedente, en Ingeniería e Infraestructura de Transportes, tuvo a su cargo la Cátedra de Explotación y Dirección de Puertos de la Escuela de Barcelona. Es uno de los delegados españoles de la A. I. P. C. N. Autor de numerosos proyectos tanto de infraestructura portuaria como de ayudas a la navegación. Tiene publicados diversos artículos sobre obras portuarias y sobre señales marítimas (REVISTA DE OBRAS PUBLICAS y «Boletín Informativo del MOPU»). Ha sido profesor en los Cursos Iberoamericanos organizados por el CEEPYC y en Seminarios de Señales Marítimas en las Escuelas de Madrid y Santander.

---