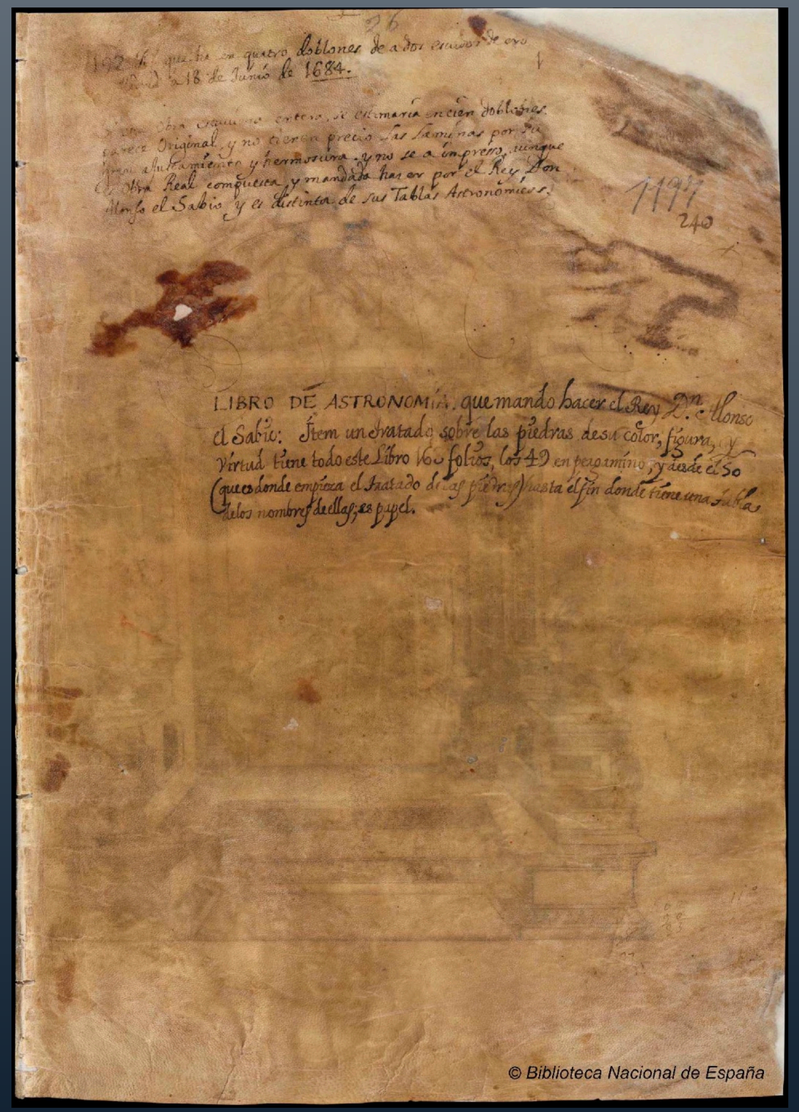
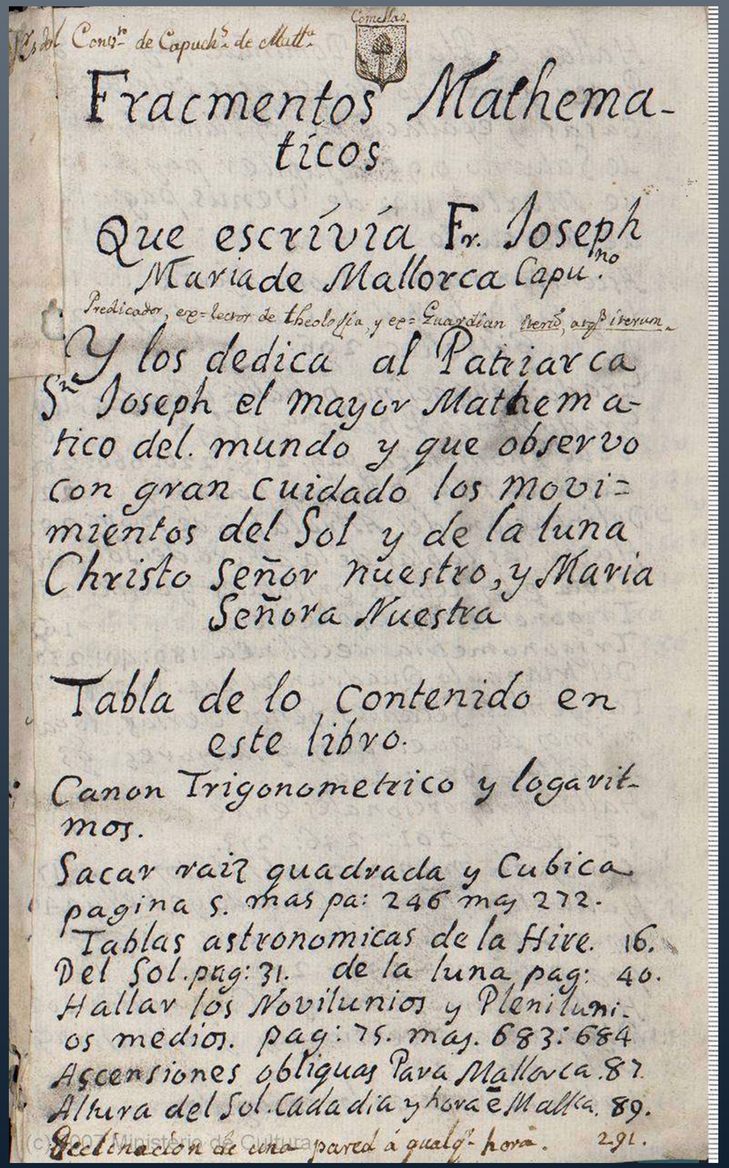


Portada en pergamino del manuscrito (incompleto) de "Los Libros del Saber de Astrología ", que se editó entre 1276-1277, bajo el auspicio del Rey Alfonso X de Castilla



"Fracmentos Mathematicos". de Fr. Josep Maria Comellas de Mallorca.

Construccion del Astrolabio Planispherico a partir de dos manuscritos españoles

"Libro Primero del Astrolabio Llano"

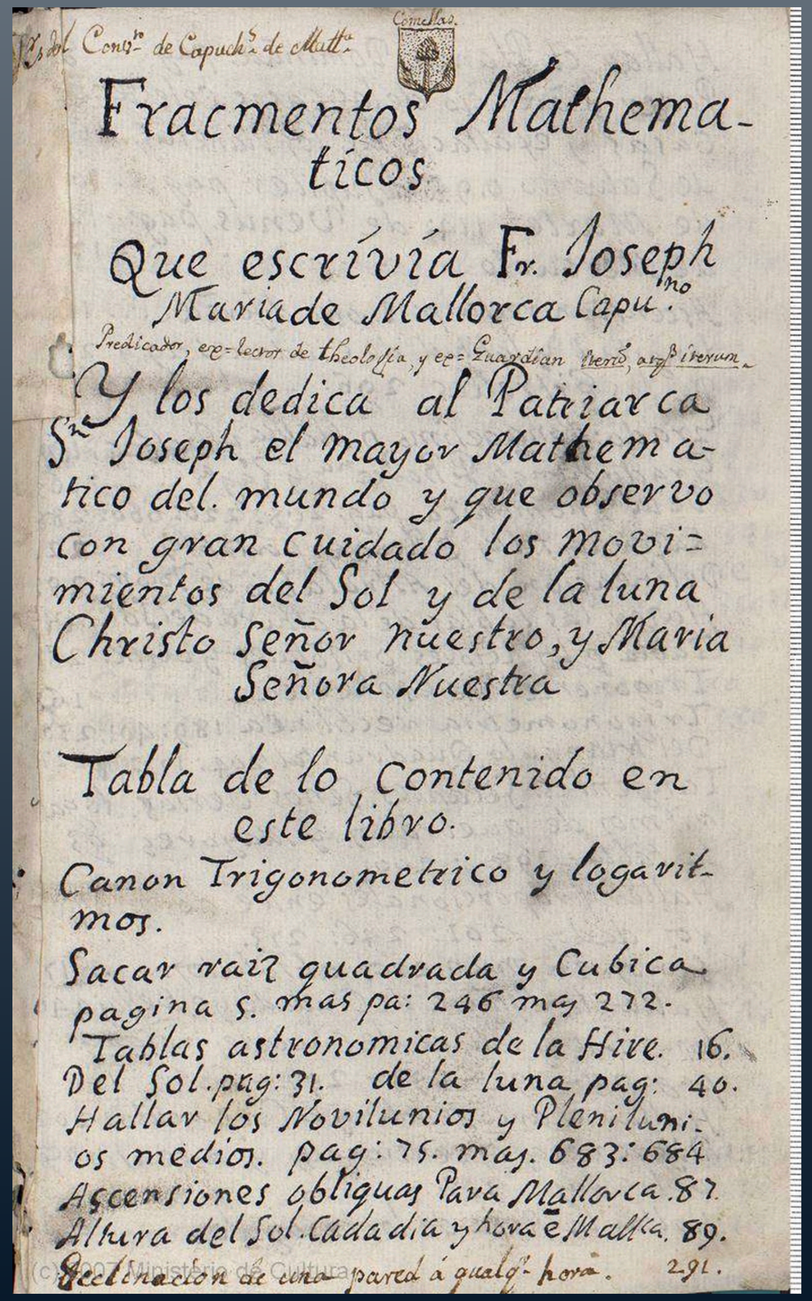
Incluido en el corpus del manuscrito de los "Libros del Saber de Astrología"
del Rey Alfonso X de Castilla.
(Toledo, 1276 y 1277)

"El Astrolabio de Tolomeo o Equinoccial"

Incluido en el corpus del manuscrito de "Fracmentos Mathematicos"
de Fr. Joseph María Comellas de Mallorca.

Las portadas de los dos manuscritos utilizados en este trabajo se muestran en las paginas siguientes.
Ambos manuscritos han sido transcritos y commentados por

Alfonso Pastor Moreno
Campoolivar. Godella. (Valencia)
Abril y Mayo de 2020



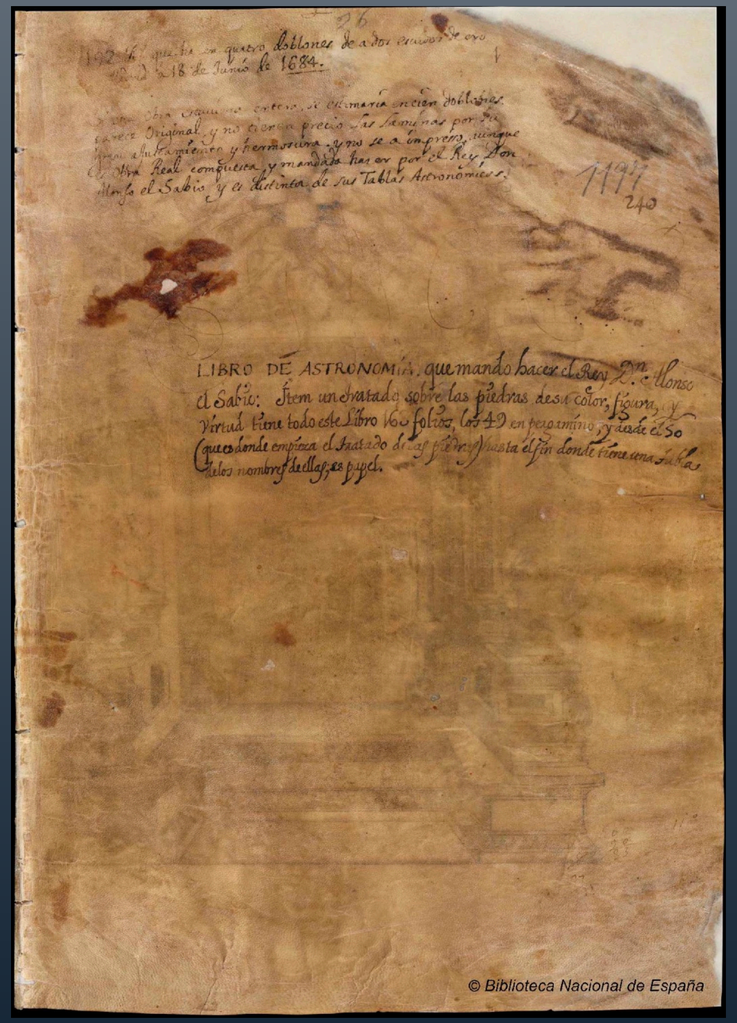
"Fracmentos Mathematicos" que escrivía Fr. Joseph Mairía de Mallorca .

Fracmentos Mathematicos" es un manuscrito recopilado por el Capuchino Fr. Joseph Maria de Mallorca, apellidado Comellas y tal como se indica el la nota biográfica que contiene el manuscrito, nació en Mallorca en el año 1680 y murió en 1768.

El manuscrito, redactado en el Siglo XVIII, en papel de 210 x 155 mm, contiene 950 paginas y está encuadernado en pergamino. Procede del Convent de Caputxins de Mallorca y tiene las siguientes referencias: Bover, nº 646; J. Garcia Pastor i M. Marsà, nº 484, hoy se encuentra en la Biblioteca Pública de Mallorca del Govern Balear y figura en la lista de manuscritos digitalizados por el Ministerio de Cultura de España en el año 2007.

En la pagina 298, comienzan unas notas manuscritas con dibujos muy bien hechos, sobre el trazado de un Astrolabio de Ptolomeo para una Latitud de 42° lo que lo hace válido para ser utilizado en toda la Isla de Mallorca.

(c) 2007 Ministerio de Cultura



Portada en pergamino del manuscrito de los "Libros del Saber de Astrología"

Biblioteca Nacional de España

"Los del Saber de Astrología"

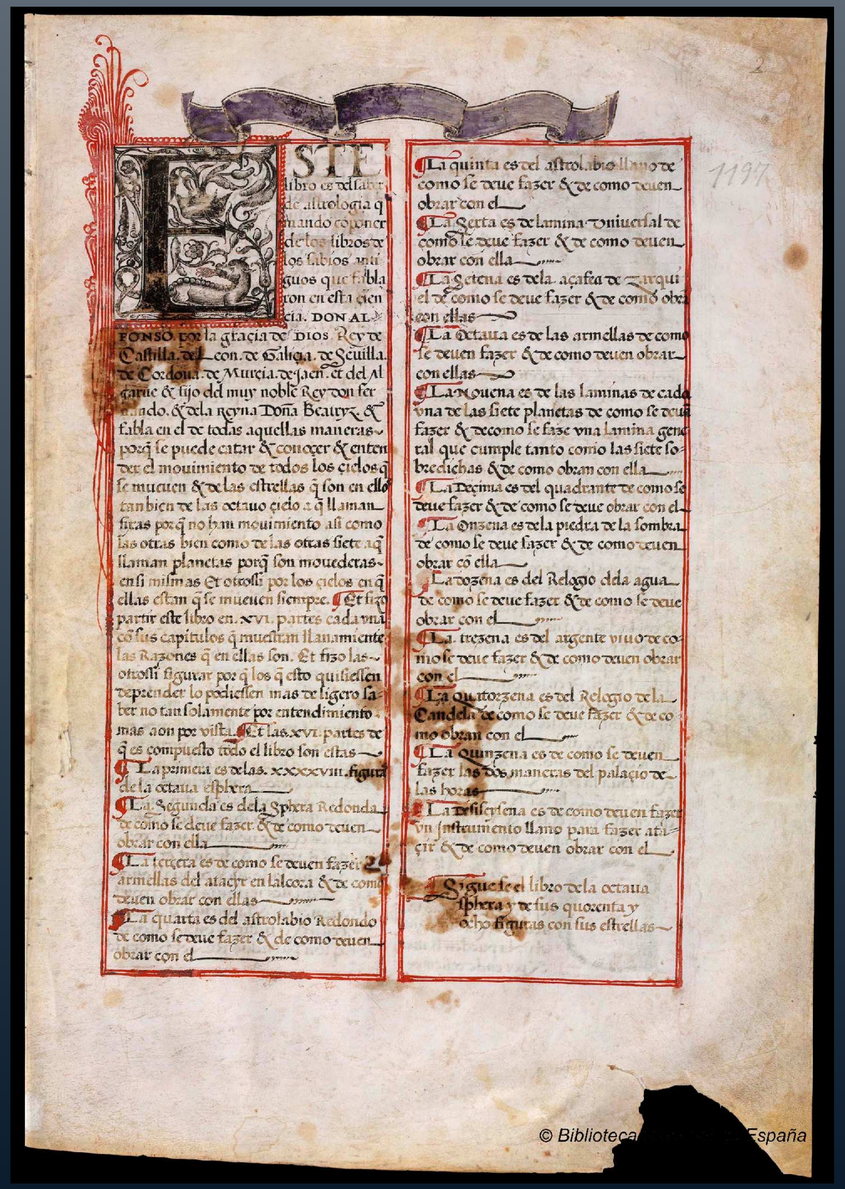
Portada del manuscrito que se conserva en la Biblioteca Nacional de España, escrito entre 1276-1277, con el auspicio del Rey Afonso X de Castilla.

Escrito bajo en patrocinio del

Rey Afonso X de Castilla, en Toledo entre 1276-1277.

Con la aportación de los sabios de la

Escuela de traductores de Toledo" .



Primera pagina en pergamino del manuscrito incompleto de los "Libros del Saber de Astrología".

El texto dice claramente:

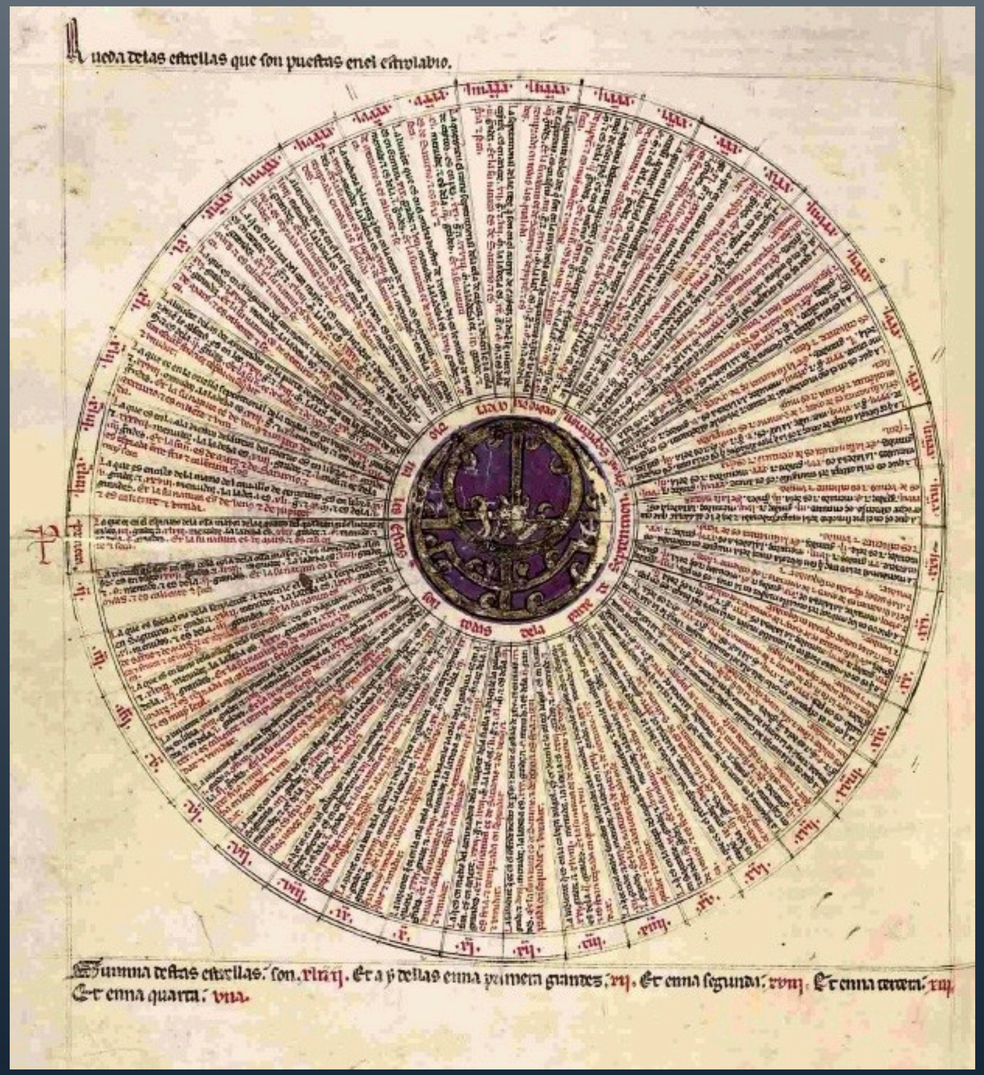
"Este es el Libro del Saber de Astrología que mandó componer de los libros de los sabios antiguos que fablaron de esta ciencia Don Alfonso por la Gracia de Dios....."

Aunque la mayoría de los autores se refieren a este manuscrito como "Los Libros del Saber de Astronomía", en realidad, su titulo original es:

"Los Libros del Saber de Astrología",

En la epoca en la que se escribio el manuscrito Astrología y Astronomía eran una misma ciencia.

El Libro Primero del Astrolabio Llano



Rueda de las Estrellas que son puestas en el Astrolabio. Pagina del manuscrito de los Libros del Saber de Astrología del Rey Alfonso X de Casilla, que se conserva en la Universidad Complutense de Madrid.

El corpus del manuscrito de

"Libros del Saber de Astrología"

Contiene varios libros dedicados a la construcción de Astrolabios..

Entre esos libros están los "Libros Primero y Segundo del Astrolabio Llano"

En el "Libro Primero del Astrolabio Llano", se explica el modo de construir el Astrolabio, mientras que en el "Libroo Segundo del Astrolabio Llano", se explica el modo de utilizarlo.

En este trabajo nos hemos centrado unicamente en los métodos de trazado geometrico de los Astrolabios que se describen en el libro primero..

En otro trabajo mas extenso,, hemos estudiado tambien estos métodos desde el punto de vista de su justificación trigonométrica.

Comentarios y transcripción de los manuscritos originales por

Alfonso Pastor Moreno

entre Abril y Mayo de 2020)

El "Libro Primero del Astrolabio Plano" es una valiosa herramienta para conocer como se trazaban los Astrolabios Planisféricos en el Siglo XIII.

Sin embargo, la transcripción e interpretación del manuscrito presenta cierta dificultad, no solo por los caracteres antiguos de su escritura, si no porque además, las construcciones gramaticales y el lenguaje muy primitivo en el que se expresa, hacen muy ardua su comprensión.

A parte de eso están las formas arcaicas que se utilizan para designar los términos astronómicos a los que se refiere el manuscrito, que muchas veces son dificiles de interpretar.

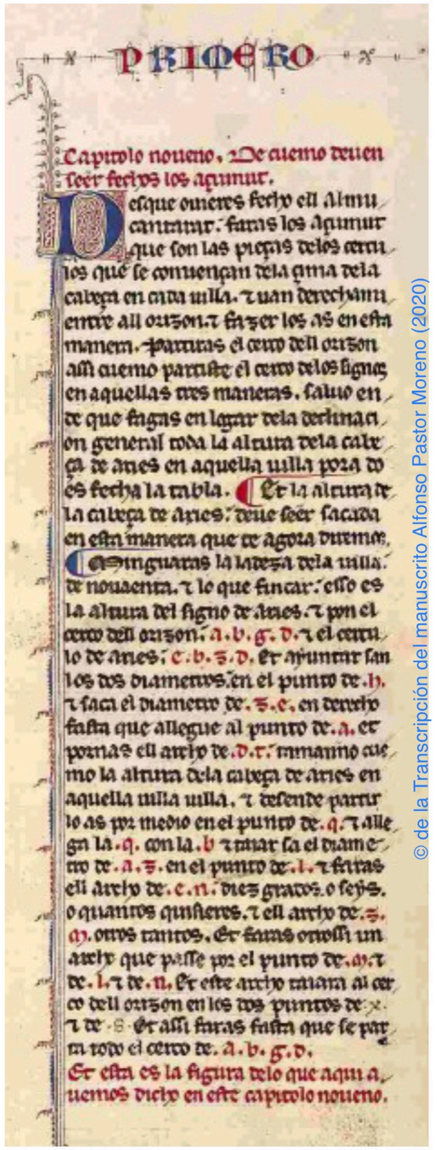
Para que el lector se haga una idea de la dificultad que entraña el transcribir los procedimientos que se describen en el manuscrito, en la imagen siguiente se muestra el capítulo noveno del manuscrito original y su transcripción a caracteres modernos.

Como puede comprobarse, la jerigonza de términos astronómicos y geométricos que utiliza para describir el procedimiento para el trazado de la construcción geométrica que aparece en la imagen adjunta, es difícilmente inteligible para quienes no estén habituados a esa terminológia

Es por ello, por lo que en lugar de transcribir los procedimientos tal como aparecen en el manuscrito, hemos optado por redactarlos de nuevo en un lenguaje mas cercano al que se utiliza en la actualidad.

Si a las dificultades con el lenguaje le añadimos, que muchas de las imágenes del manuscrito están mal trazadas, posiblemente debido a que el amanuense que las copió no entendía lo que estaba copiando, el trabajar con este manuscrito ha resultado una ardua tarea.

Transcripción a caracteres actuales del texto del Capituo IX del mauscrito


PRIMERO

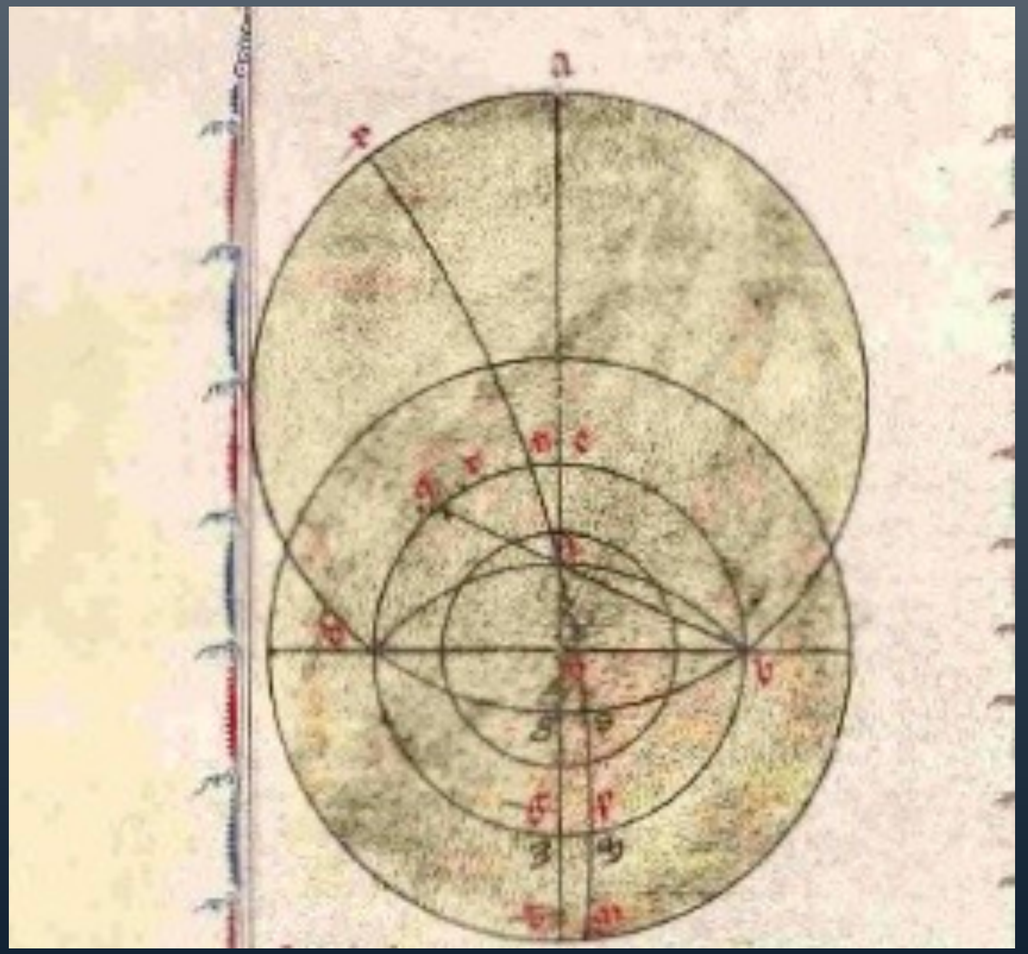
Capitolo noueno. De cuemo deuen seer fechos los açimur.

Desque ouieres fecho ell Almucantarar, farás los Açimur que son llas pieças de los círculos que se comiençan dela çima de la cabeça en cada uilla et uan derechamente all orizon. Et facerlos as en essa manera. partras el cerco dell orizon assi cuemo partiste el cerco de los signos en aquellas tres maneras, saluo ende que fagas en logar dela declinacion general toda la altura de la cabeça de aries en aquella uilla pora do es fecha la tabla.

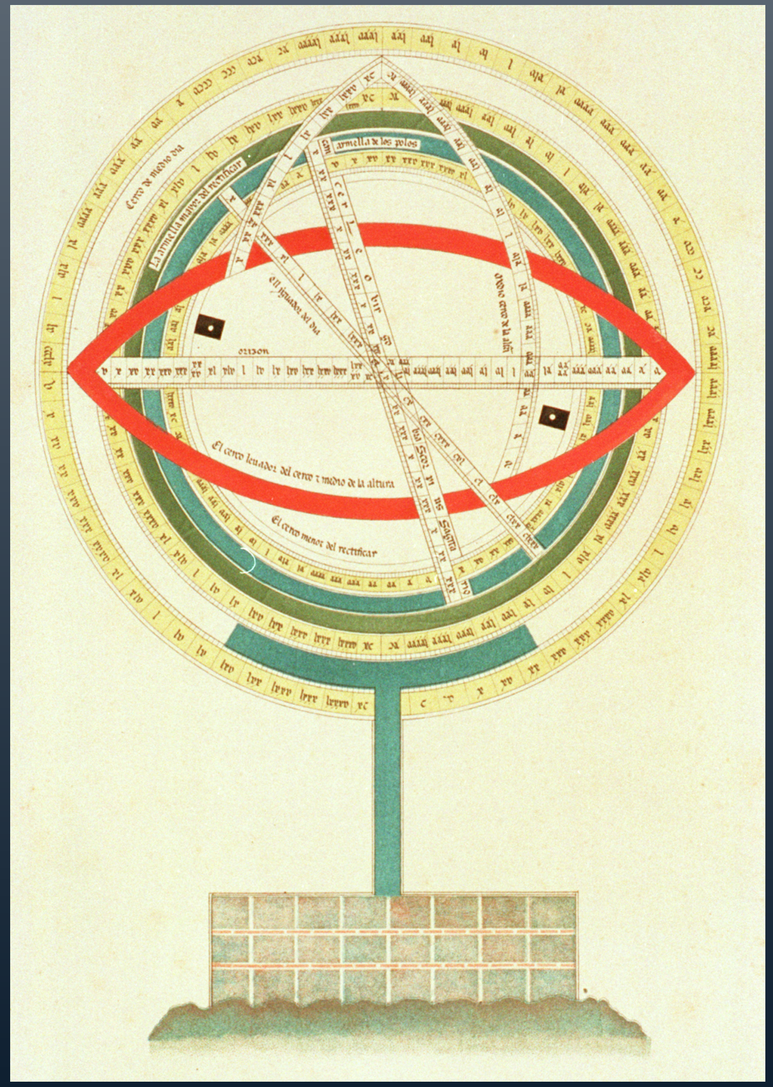
Et la altura de la cabeça de aries deue seer sacada en essa manera que te agora diremos. Minguaras la ladeza de la uilla de nouaenta et lo que sincar, esso es la altura dell signo de aries. Et pon el cerco dell orizon a,b,g,d et el cerculo de aries e,b,z,d. Et ayuntarsàn los dos diametros en el punto de h. et saca el diametro de z,e en derecho fasta que allegue al punto de a. et pornás ell ancho de d.t, tamanno cuemo la altura de la cabeça de aries en aquella della uilla. et desende partirlo as por medio en el punto de q. et allega la q con la b et tallarsá el diametro de .a.z. en el punto de l. et farás ell archo de .e.n. diez grados ó seys ó quantos quisieres, et ell archo de z.m otros tantos. Et farás otrossi un archo que passe por el punto de m et de l. et de n. Et este archo taiará al cerco dell orizon en los dos puntos de x et de S et asi farás fata que se parta todo el cerco de a,b,g,d.

Et esta es la figura delo que aquí auemos dicho en este capitolo noueno.

© de la Transcripción del manuscrito Alfonso Pastor Moreno (2020)



La imagen correspondiente al texto del Capituo IX del mauscrito



Trazado de los elementos del Astrolabio

En realidad, los Astrolabios Panisfericos nacieron de la idea de proyectar una Esfera Armillar sobre un plano por medio de la proyección estereografica.

Los circulos que componen un Astrolabio, podríamos dividirlos en dos grandes grupos,

los circulos universales llamados asi porque son identicos en todos los elementos del Astrolabio, Son validos para todas las latitudes. Están proyectados sobre la **Rete del Astrolabio** y algunos también sobre los Tímpanos, y son idénticos en todos los Tímpanos

Los circulos locales, que son distintos para cada lugar, porque dependen de la Latitud para la que se trazan. Estan proyectados solo en los **Tímpanos del Astrolabio.**

Esfera Armillar. Imagen de una pagina del manuscrito de los Libros del Saber de Astrología del Rey Alfonso X de Casilla, que se conserva en la Universidad Complutense de Madrid.

Trazado de los elementos de la Rete del Astrolabio por los métodos descritos en el "Libro Primero del Astrolabio Llano" incluido en los "Libros del Saber de Astrología"

Los dos primeros Capítulos del Libro Primero del Astrolabio Llano se refieren a:

Capitolo I De mostrar porque es dicho astrolabio llano.

Sobre porqué se llama Astrolabio llano.

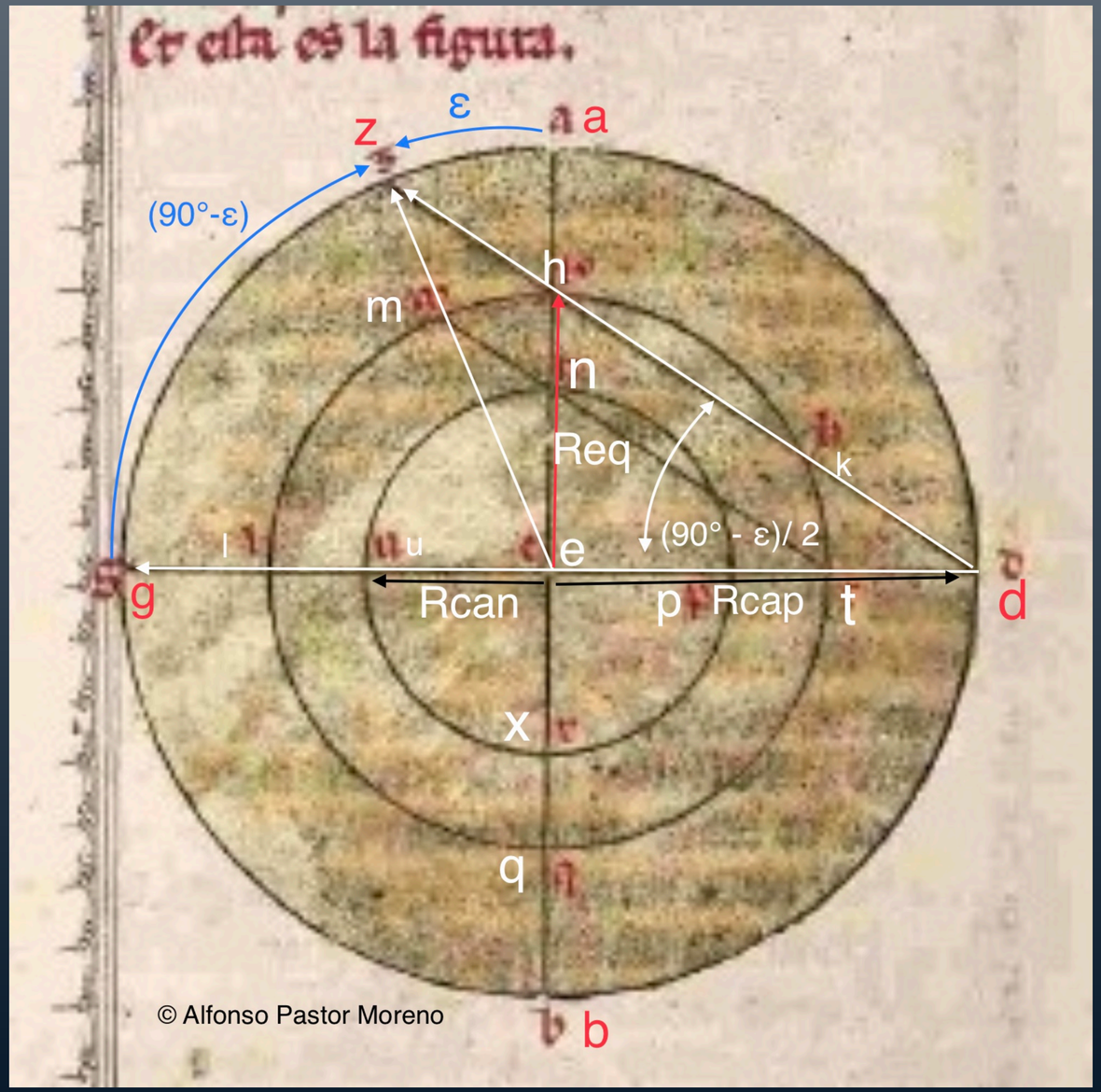
Según dice el manuscrito, el nombre Astrolabio proviene del latín. Astro que quiere decir estrellas y labra como labros (labios).

Capitolo II De saber de quales cosas deuen fazer ell astrolabio.

De saber con que materiales se puede hacer el Astrolabio

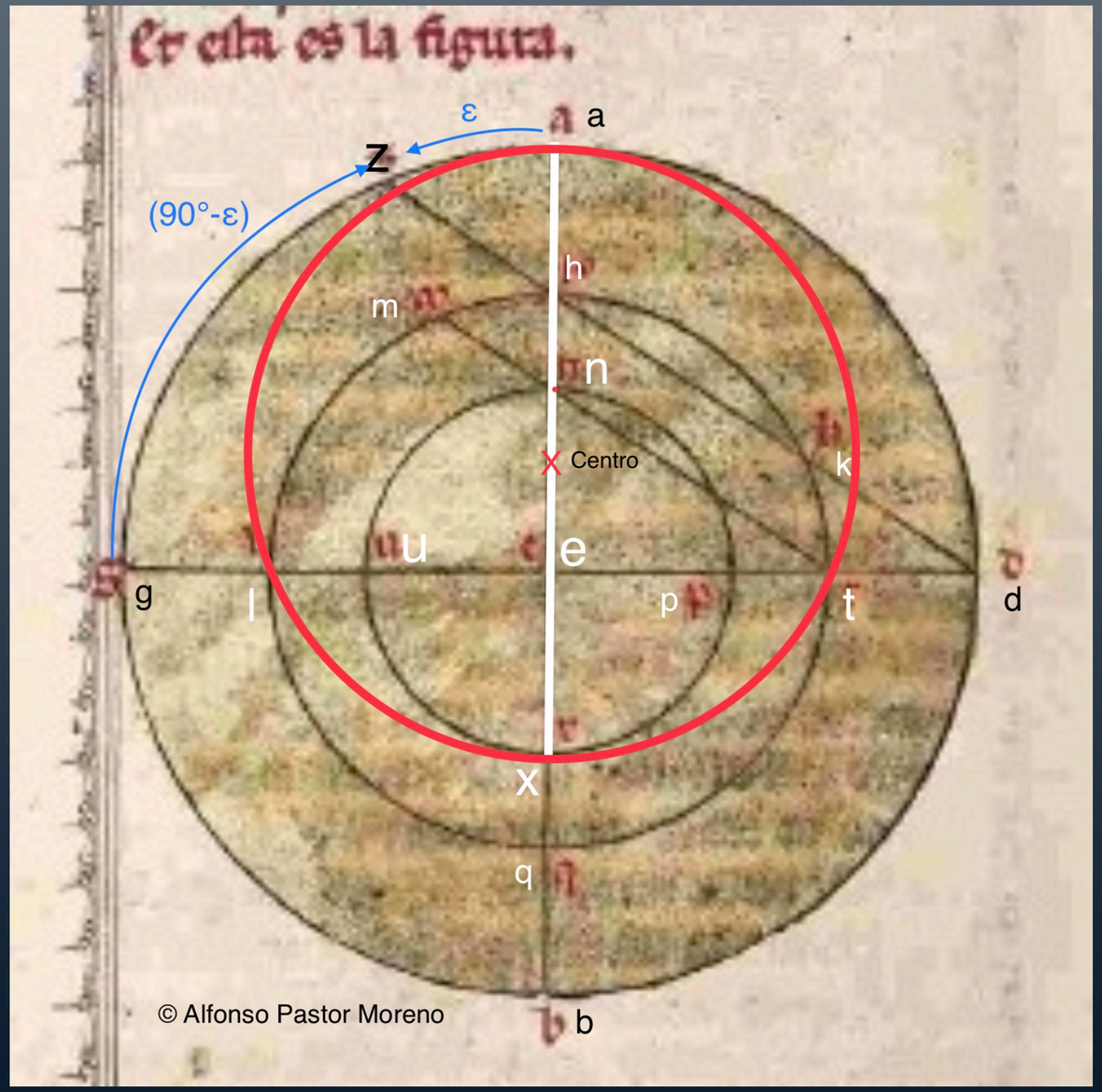
Según dice el manuscrito, el mejor material para hacer los Astrolabios es el latón.

Capítulo III modo de trazar los circulos del Ecuador y los Trópicos del Astrolabio



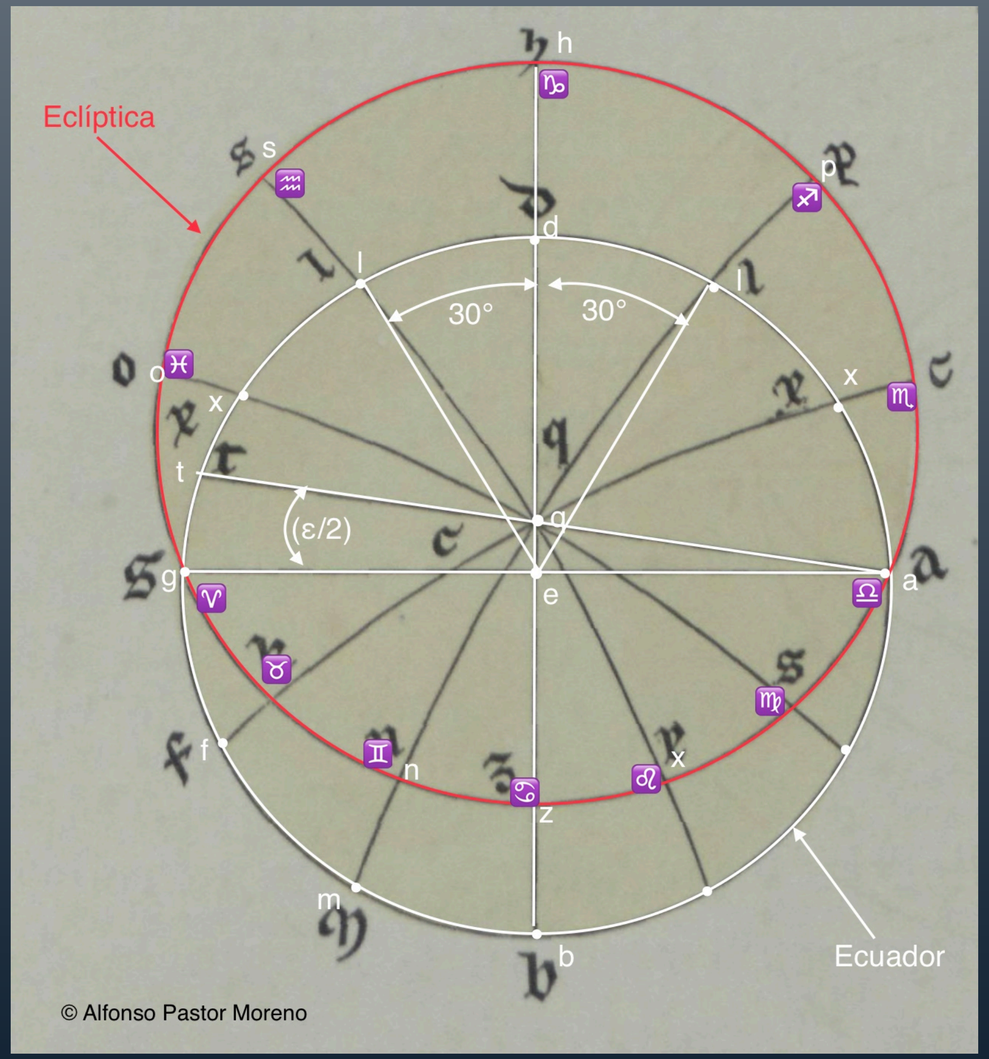
Con centro en (e), se traza el círculo del Trópico de Capricornio con Radio = (e_d) = Rcap
Se trazan los dos diámetros perpendiculares entre si (a_b) y (g_d)
Desde (a), hacía (g), se traza el ángulo (a_e_z) igual a la oblicuidad de la Eclíptica (ε).
Una vez trazado el ángulo (a_e_z), se traza una linea desde (d_z), que corta al diámetro (a_b) en el punto (h).
Con radio (e_h) se traza el círculo (h_l_q_t), que será la proyección del círculo del Ecuador.
Desde (h), hacía (m), se traza el ángulo (h_e_m) igual a la oblicuidad de la Eclíptica (ε).
Ese círculo (h_l_q_t), corta al diámetro (g_d) en el punto (t).
Desde el punto (t) se traza la linea (t_m), que corta al diámetro (a_b) en (n).
Con radio (e_n) se traza el círculo (n_u_x_p), que será la proyección del círculo del Trópico de Cancer.
Con lo cual quedan trazados las proyecciones de los círculos del Ecuador y de los dos Trópicos, que es lo que se buscaba.

Capítulo IV modo de trazar el Círculo de la Eclíptica del Astrolabio



Desde el punto que corresponde al Solsticio de Cancer en el Círculo del Trópico de Cancer, punto (x), se traza una linea hasta el punto que corresponde al Solsticio de Capricornio en el círculo del Trópico de Capricornio, punto (a).
Se halla el punto medio de esa linea (a_x), que aquí hemos marcado como (X).
Haciendo centro en (X), y con radio (a_X), se traza el círculo de la Eclíptica: (a_l_x_t)
El círculo trazado debe cruzarse con el círculo del Ecuador en los puntos del Equinoccio de Aries, punto (l) y en el del Equinoccio de Libra, punto (t) Si no es así, es que está mal trazado.

Capítulo V Modo de dividir el Círculo de la Eclíptica del Astrolabio



Una vez trazados los círculos del Ecuador y de la Eclíptica. Desde elextremo del diámetro del Ecuador (a_g) y en el punto correspondiente a Libra (a), se traza la recta (a_t), que forme un ángulo (t_a_g,) con una abertura igual a la mitad de la oblicuidad de la Ecliptica (ε/2).

Esa linea (a_t) cortará al diámetro (d_b) en el punto (q). Ese punto (q) es la proyección del Polo Eclíptico.

Con centro en (e), que es el centro del círculo del Ecuador, y comenzando en (d), se trazan 12 arcos sobre el Ecuador, de 30° de apertura cada uno y se marcaran en el círculo del Ecuador 12 puntos, que estarán distanciados 30° grados entre si.

De esos puntos, se tomara cada uno y su opuesto al otro extremo de un diámetro que los una, pasando por el centro (e). Por ejemplo, el opuesto del punto (l), sería el punto (m). El opuesto del punto (x) sería el punto (f), Etc.

Una vez establecidos todos los puntos y sus opuestos, se trazarán los arcos de las circunferencias que pasen por tres puntos, el punto (q) y sus dos puntos opuestos a cada lado de (q), que como hemos dicho es la proyección del Polo Eclíptico.

Donde esos arcos corten al Círculo de la Eclíptica, comenzará el sector del Zodiaco correspondiente a cada signo. Esos sectores tendrán 30° cada uno, que son los que le corresponden a cada signo,

Nota: Es muy importante tener en cuenta que el punto (q) (proyección del Polo Eclíptico), no es el centro del círculo de la Eclíptica.

Capítulo VI Modo de situar las Estrellas Fijas en la Rete del Astrolabio

Este Capitulo, merece un tratamiento especial, ya que aparecen en él varios terminos que son dificiles de relacionar con sus equivalentes actuales, como son el Medio_Cielo y la "longura sobre el Equador": tal como dice aqui: "Pon una estrella fixa qual quisieres. por su longura dell equador con el grado con que passa medio cielo".

Por el sentido que se le da en el manuscrito, podríamos traducir " longura dell equador" por Declinación.
Sin embargo, el termino "Medio Cielo, (prefiero decir *Medio_Cielo*), necesita una aclaración a parte, que daremos en las siguientes paginas.

Debido al interes especial que tiene este Capitulo VI, lo reproduzco aqui completo, junto con su transcripción a caracteres actuales.

LIBRO PRIMERO

Capitulo vi. de cuemo se deuen poner las estrellas fixas en la red.

Desque partieres el cerculo de los signos. la partician cierta cuemo dicho es deues poner las estrellas fixas en ell. et dámoste exiemplo a esto. pon una estrella fixa qual quisieres. por su longura del equador con el grado con que passa medio cielo. et ponerlo as en esta guisa. que sea el cercúlo dell equador. que es el cercúlo de aries et libra a.b.g.d. et los dos diámetros passarán por el punto de e. et sea el cercúlo de los signos et el cercúlo de a.z.g.h. Et ponemos ell exiemplo en una de las estrellas que son luenne dell equador. á la parte de septentrión. et que sea el boeytre uolant. et farás assí. Taía del punto de d. tanto cuemo su longura dell ygua-dor contra la parte de g. et es all archo de d.t. . et llega la t con la a por una linna. et taiarsá el diámetro por el punto de k. Et pornás el punto de e. centro. et farás un cercúlo tamanno cuemo la longura de e. k. et es cercúlo de k.m. et passará este cércalo por la estrellíi sobredicha. Et despues catarás el punto del zodiaco con (pie passa esta estrella por mediol cielo, que es el punto de l. et desende llegarás la l. con la e. con una liuua drecha. et taiará esta linna de l.e. el cercúlo de k.m.. en el punto de m. et será el punto de m. el punto del centro del boeytre uolant.

Et queriemos te dar otro exiemplo dotra estrella que es luenne del yguíidor á parle de septentrión otrossí. Et ponemos que sea esta estrella addauarán. et farás assí. Taía del punto de d. tanto euemo su longura dell equador contra la parte de g. et es ell archo de d.n. et llega la a. con la n. con una linna. et sácala fata que taíe h.b. en el punto de p. et pon el pun-to de e. centro, et faz un cercúlo tamanno cuemo la longura de e.p. es cercúlo de p.f. et desende cata el punto del zodiaco con que passa la estrella en mediol cielo, et es el punto de .x. et llega la e. con la x con una linna drecha. et sácala fata que taie el cercúlo de p.f. en el punto de f. et será el punto de f. el de addauarán. Et en esta guissa pornás todas las estrellas que se deuen poner en la red. que son luenne dell equador á parte de scptentrion.

Et si fuer la su longura de la estrella dell equador á parte de mediodía, toma quanto es la estrella luenne dell equador del punto de d. contra la parte de a, et llega la a. con una linna fata que taíe la otra linna de b. et caerá fuera del cerco dell equador contra mediodía, et será su longura contra mediodía. Et sabrás la longura sobredicha, et farás un circulo que passe por aquella longura. assí cuemo feziste en las estrellas de septentrión. (Et esta es la figura de lo que aquí auemos mostrado en este capítolo.}

Capitulo VI. De cueno se deuen poner las estrellas fijas en la red

Transcripción

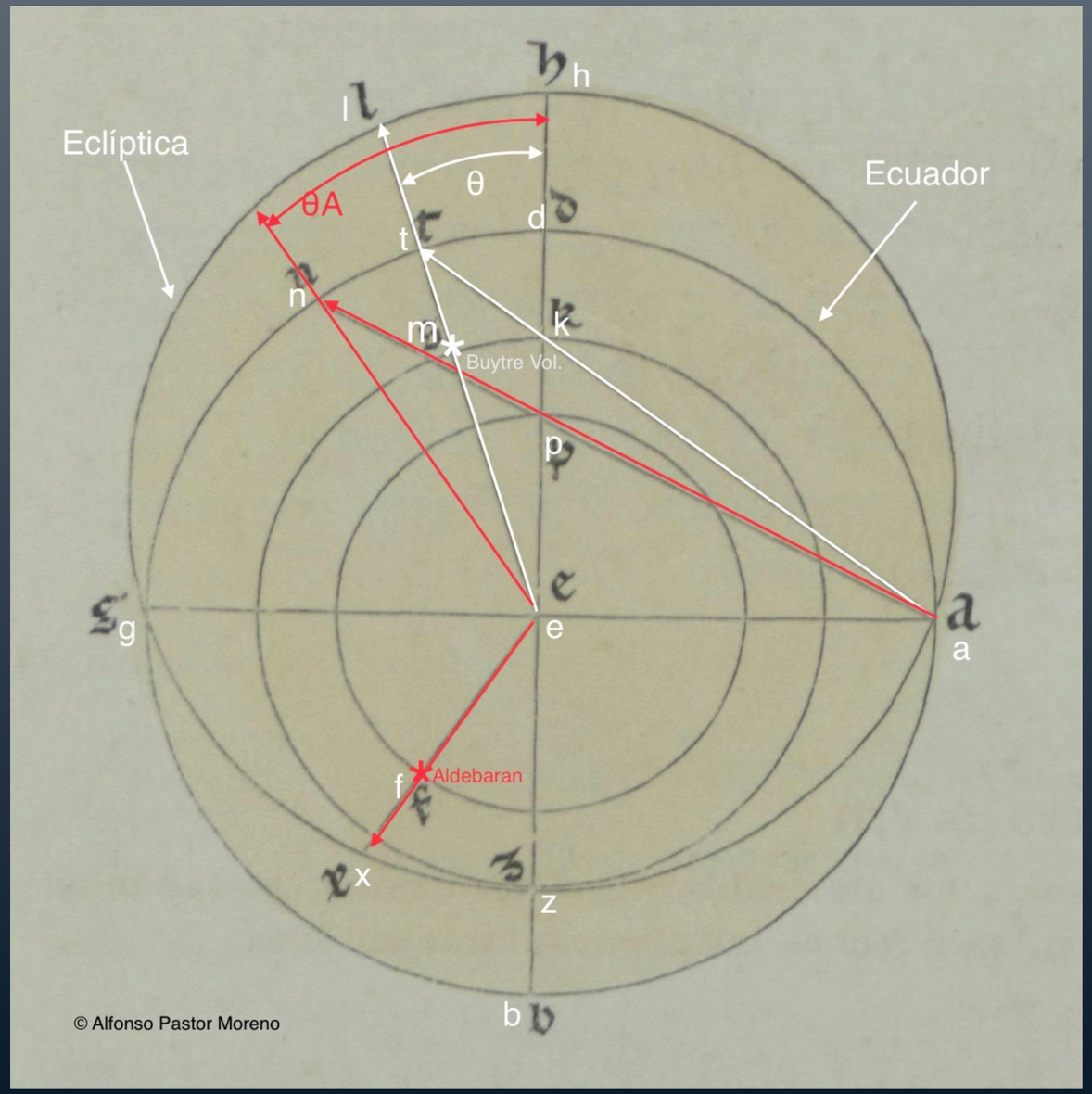
CAPITOLO VI.
De cuemo se deucn poner las estrellas flxas en la red.

Desque partieres el círculo de los signos la partición cierta cuemo dicho es. deues poner las cstrellas fixas en ell. et dámoste exiemplo a esto. Pon una estrella fixa qual quisieres. por su longura dell equador con el grado con que passa medio cielo, et ponerlo as en esta guissa. que sea el círculo dell equador. que es el círculo de aries et libra a.b.g.d. et los dos diámetros passarán por el punto de e. et sea el círculo de los signos et el círculo de a.z.g.h. Et ponemos ell exiemplo en una de las estrellas que son luenne dell equador. á la parte de septentrión, et que sea el boeytre uolant. et farás assí. Taía del punto de d. tanto cuemo su longura dell ygua-dor contra la parte de g. et es all archo de d.t. . et llega la t con la a por una linna. et taiarsá el diámetro por el punto de k. Et pornás el punto de e. centro, et farás un círculo tamanno cuemo la longura de e. k. et es círculo de k.m. et passará este círcalo por la estrellíi sobredicha. Et despues catarás el punto del zodiaco con (pie passa esta estrella por mediol cielo, que es el punto de l. et desende llegarás la l. con la e. con una liuua drecha. et taiará esta linna de l.e. el círculo de k.m.. en el punto de m. et será el punto de m. el punto del centro del boeytre uolant.

Et queriemos te dar otro exiemplo dotra estrella que es luenne del yguíidor á parle de septentrión otrossí. Et ponemos que sea esta estrella addauarán. et farás assí. Taía del punto de d. tanto euemo su longura dell equador contra la parte de g. et es ell archo de d.n. et llega la a. con la n. con una linna. et sácala fata que taíe h.b. en el punto de p. et pon el pun-to de e. centro, et faz un círculo tamanno cuemo la longura de e.p. es círculo de p.f. et desende cata el punto del zodiaco con que passa la estrella en mediol cielo, et es el punto de .x. et llega la e. con la x con una linna drecha. et sácala fata que taie el círculo de p.f. en el punto de f. et será el punto de f. el de addauarán. Et en esta guissa pornás todas las estrellas que se deuen poner en la red. que son luenne dell equador á parte de scptentrion.

Et si fuer la su longura de la estrella dell equador á parte de mediodía, toma quanto es la estrella luenne dell equador del punto de d. contra la parte de a, et llega la a. con una linna fata que taíe la otra linna de b. et caerá fuera del cerco dell equador contra mediodía, et será su longura contra mediodía. Et sabrás la longura sobredicha, et farás un circulo que passe por aquella longura. assí cuemo feziste en las estrellas de septentrión. (Et esta es la figura de lo que aquí auemos mostrado en este capítolo.}

Capítulo VI Modo de situar las Estrellas Fijas en la Rete del Astrolabio



Sea (a_b_g_d) el círculo de Aries y Libra (Ecuador).
Sea (a_z_g_h) el circulo de los signos (Eciptica)
Sus respectivos diámetros perpendiculares (a_g) y (h_z), se cruzan en el punto (e). (Centro del Circulo del Ecuador)
Vamos a colocar en la Rete una Estrella Fija situada al Norte del Ecuador con declinación (θ):
Sobre el Circulo del Ecuador, desde el punto (d), tracemos un arco (d_t) con una abertura igual a la Declinación de la Estrella(θ).
Desde el extremo (a) del diámetro (a_g), se traza la linea (a_t), que corta al diámetro (d_b) en el punto (k).
Con centro en (e) y con radio (e_k), se traza un circulo (k_m_z_a).
La estrella de declinación (θ) estará en ese círculo.
Después, desde el grado del *Medio_Cielo* en el que se encuentre esa estrella en el Zodiaco, sea por ejemplo el punto (l), se traza una linea (l_e), que se cruza con el círculo de la estrella, en el punto (m), que será el punto donde deberá marcarse la posición de la estrella.

Capítulo VI Modo de situar las Estrellas Fijas en la Rete del Astrolabio Ejemplos

Vamos a colocar en la Rete una Estrella Fija situada al Norte del Ecuador con declinación (θ):
Por ejemplo El ***Buitre Volante.***
Sobre el Circulo del Ecuador, desde el punto (d), tracemos un arco (d_t) con una abertura igual a la Declinación de la Estrella(θ).
Desde el extremo (a) del diámetro (a_g), se traza la linea (a_t), que corta al diámetro (d_b) en el punto (k).
Con centro en (e) y con radio (e_k), se traza un circulo (k_m_z_a).
La estrella de declinación (θ) estará en ese círculo.
Después, desde el grado del *Medio_Cielo* en el que se encuentre esa estrella en el Zodiaco, sea por ejemplo el punto (l), se traza una linea (l_e), que se cruza con el círculo de la estrella, en el punto (m), que será el punto donde deberá marcarse la posición de la estrella.

Situemos ahora en la Rete la posición de ***Aldebaran***, que es otra estrella al Norte del Ecuador.
Sobre el Circulo del Ecuador, desde el punto (d), se traza un arco (d_n) con abertura igual a la Declinación de Aldebaran (θA).
En el diametro (a_g), se traza desde su extremo (a) la linea (a_n)
La linea (a_n) corta al diametro (h_b) en el punto (p).
Con centro en (e) se traza un círculo con radio (e_p). Aldebaran, con declinación (θA) se encontrará en ese círculo.
Desde el punto del Zodiaco que se corresponda con el *Medio_Cielo* de Aldebaran, el punto (x), se traza una linea (x_e), que se cruza con el círculo de Aldebaran, en el punto (f), que será el punto donde deberá marcarse la posición de Aldebaran en la Rete del Astrolabio.

Estas construcciónes son válidas para las Estrellas situadas al Norte del Ecuador. Para las estrellas situadas al Sur del Ecuador, los arcos que representan la Declinación de la Estrella, deberán trazarse desde (d) en sentido directo, hacia (a).

Nota aclaratoria sobre el *Medio_Cielo* al que se refiere en el Capitulo VI.

En el procedimiento que se describe en este Capitulo del manuscrito para situar las Estrellas Fijas en la Rete, aparece un termino para el que hoy es difícil establecer alguna correspondencia con un termino actual, ya que se utiliza una coordenada llamada el Medio_Cielo.

Las posiciones de las estrellas en las Tablas Medievales de estrellas y en los tratados antiguos sobre Astrolabios, como es el caso de nuestro manuscrito, se tabulaban con su *Longura sobre el Ecuador* (Hoy lo llamamos Declinación) y una coordenada híbrida que venía dada por el punto de intersección del Circulo Horario de la Estrella con la Eclíptica. (Hollander).

Las Coordenadas Eclípticas de ese punto de intersección del Circulo Horario de la Estrella con la Eclíptica (El punto de *Medio_Cielo)*, , se pueden convertir a Coordenadas Ecuatoriales por medio de la siguiente ecuación: (Morrison).

$\tan \alpha = ((\sin \lambda \cos \varepsilon) - (\tan \delta \sin \varepsilon)) / \cos \lambda$

Siendo;

α = Ascensión Recta.

λ = Longitud Eclíptica.

ε = Oblicuidad de la Eclíptica.

δ = Declinación Eclíptica

Dado que el Medio_Cielo, se mide sobre la Eclíptica su declinación Ecliptica ($\delta = 0$), por lo tanto, el Medio_Cielo de una Estrella (m) sería la Longitud Eclíptica de la Estrella, para una ascensión recta dada:

$\tan (m) = \tan (\alpha / \cos \varepsilon)$

El Medio_Cielo generalmente se expresaba como una posición en grados dentro de un signo del Zodiaco, aunque también se puede expresar en grados de Longitud Eclíptica.

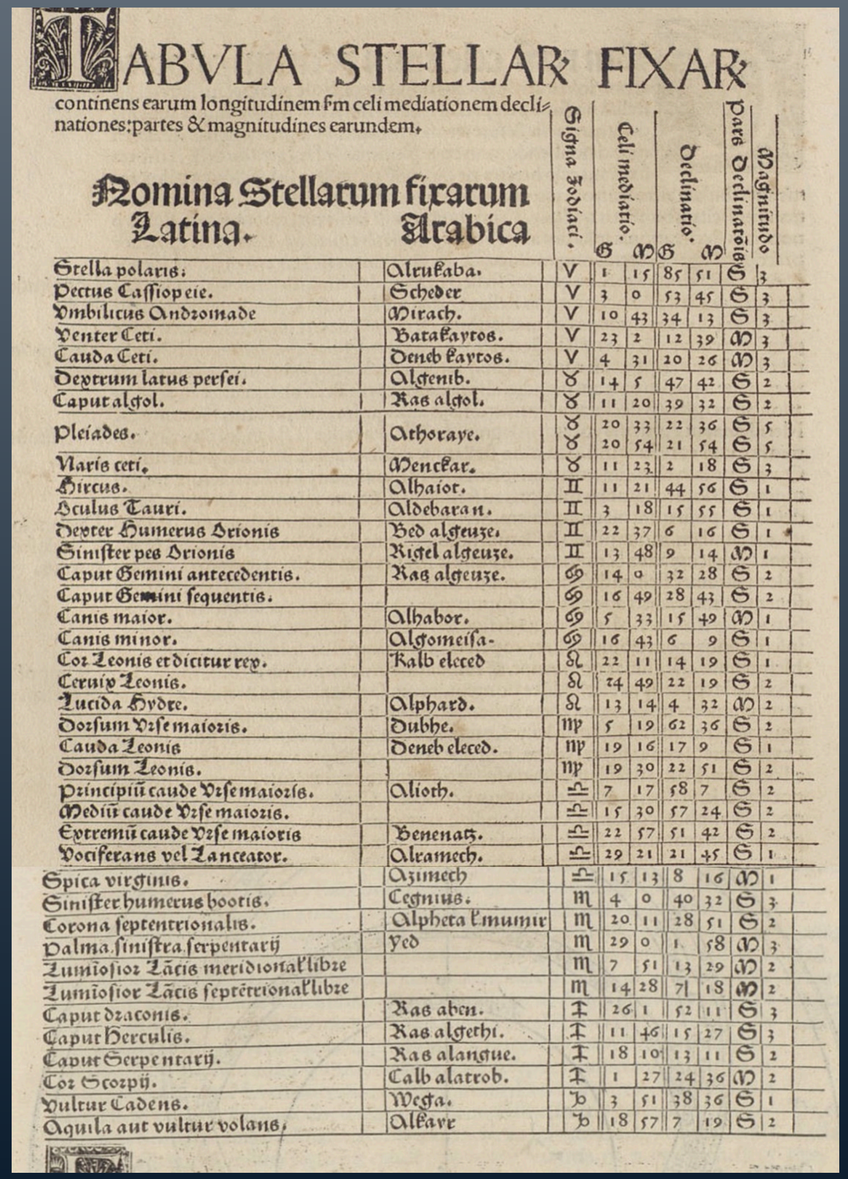
El Medio_Cielo de una estrella se calcula con la longitud eclíptica, λ, correspondiente a la Ascensión Recta de una estrella, α: $\tan \lambda = \tan \alpha / \cos \varepsilon$. El resultado se convierte después a una posición en el Zodiaco.

Por ejemplo, cuando se construyo un astrolabio, $\varepsilon = 23° 26' 25'' = 23.4403°$.

La Ascensión Recta de Arcturus = α = 14 h 15 min 39.6 seg. = 14.261 h x 15 ° / h = 213.915°. Resolviendo la ecuación anterior, el Medio_Cielo de Arcturus m = 216.235 °, que equivale aproximadamente a 6,2 °, dentro de Escorpio.

Siguiendo el mismo procedimiento del ejemplo anterior, a día de hoy (J2000.0), Rigel tiene una ascensión recta de 5 h 14 min 32.2 seg o 5.2422h o 78.6342°. La oblicuidad hoy (J2000.0) de la Eclíptica, $\varepsilon = 23° 26' 21.448''$ o 23.439291°. Usando la ecuación anterior,

m = 79.55 °, que equivale aproximadamente a 19.5 °, dentro de Geminis.



TABVLA STELLARVM FIXARVM

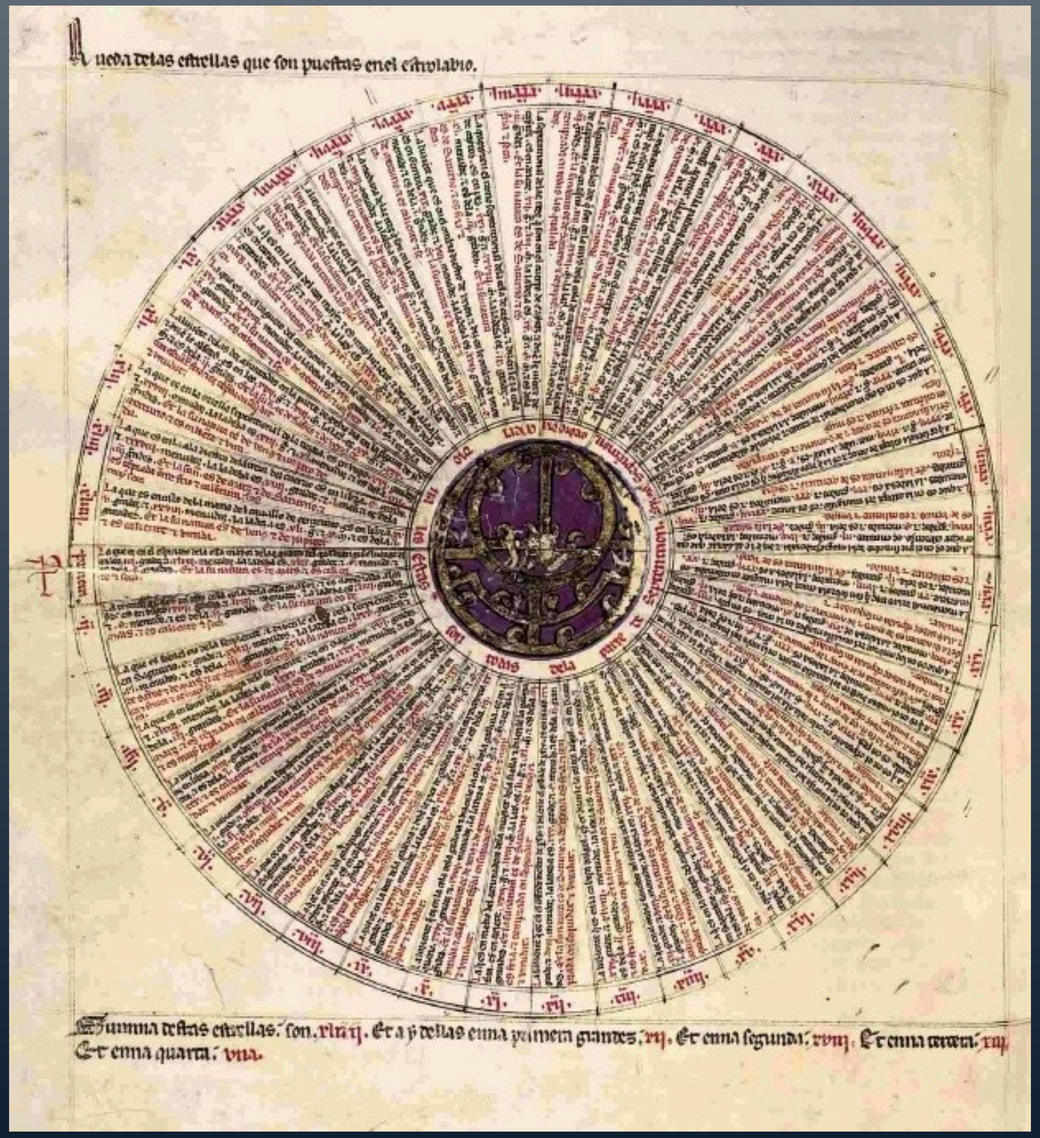
continens earum longitudinem ſm celi mediationem declinationes: partes & magnitudines earundem.

Nomina Stellarum fixarum Latina.	Arabica	Signa Zodiaci.	Celi mediatio. G	Celi mediatio. M	Declinatio. G	Declinatio. M	Pars Declinationis	Magnitudo
Stella polaris.	Alrukaba.	V	1	15	85	51	S	3
Pectus Caſſiopeie.	Schedet	V	3	0	53	45	S	3
Vmbilicus Andromade	Mirach.	V	10	43	34	13	S	3
Venter Ceti.	Batakaytos.	V	23	2	12	39	M	3
Cauda Ceti.	Deneb kaytos.	V	4	31	20	26	M	3
Dextrum latus perſei.	Algenib.	♂	14	5	47	42	S	2
Caput algol.	Ras algol.	♂	11	20	39	32	S	2
Pleiades.	Athoraye.	♂	20	33	22	36	S	5
		♂	20	54	21	54	S	5
Varis ceti.	Menckar.	♂	11	23	2	18	S	3
Hircus.	Alhaior.	♊	11	21	44	56	S	1
Hculus Tauri.	Aldebaran.	♊	3	18	15	55	S	1
Dexter Humerus Orionis	Bed algeuze.	♊	22	37	6	16	S	1
Sinister pes Orionis	Rigel algeuze.	♊	13	48	9	14	M	1
Caput Gemini antecedentis.	Ras algeuze.	♋	14	0	32	28	S	2
Caput Gemini ſequentis.		♋	16	49	28	43	S	2
Canis maior.	Alhabor.	♋	5	33	15	49	M	1
Canis minor.	Algomeiſa.	♋	16	43	6	9	S	1
Cor Leonis et dicitur rey.	Kalb eleced	♌	22	11	14	19	S	1
Cerui⁹ Leonis.		♌	24	49	22	19	S	2
Lucida Hydre.	Alphard.	♌	13	14	4	32	M	2
Dorſum Vrſe maioris.	Dubhe.	♍	5	19	62	36	S	2
Cauda Leonis	Deneb eleced.	♍	19	16	17	9	S	1
Dorſum Leonis.		♍	19	30	22	51	S	2
Principiū caude Vrſe maioris.	Alioth.	♎	7	17	58	7	S	2
Mediū caude Vrſe maioris.		♎	15	30	57	24	S	2
Extremū caude Vrſe maioris	Benenatz.	♎	22	57	51	42	S	2
Vociferans vel Lanceator.	Alramech.	♎	29	21	21	45	S	1
Spica virginis.	Azimech	♎	15	13	8	16	M	1
Sinister humerus bootis.	Cegnius.	♏	4	0	40	32	S	3
Corona ſeptentrionalis.	Alpheta l'mumur	♏	20	11	28	51	S	2
Palma ſiniſtra ſerpentarij	Yed	♏	29	0	1	58	M	3
Lumioſior Tactis meridionalis libre		♏	7	51	13	29	M	2
Lumioſior Tactis ſeptentrionalis libre		♏	14	28	7	18	M	2
Caput draconis.	Ras aben.	♐	26	1	52	11	S	3
Caput Herculis.	Ras algerhi.	♐	11	46	15	27	S	3
Caput Serpentarij.	Ras alangue.	♐	18	10	13	11	S	2
Cor Scorpij.	Calb alatrob.	♐	1	27	24	36	M	2
Vultur Cadens.	Wega.	♑	3	51	38	36	S	1
Aquila aut vultur volans.	Alkare	♑	18	57	7	19	S	2

Tabla de la Posicion de las estrellas con las Coordenadas "Celi Mediationem" y "Declinationem" (Ecliptica). que se han usado en el manuscrito del "Libro Primero del Astrolabio Llano"

Esta tabla es del "Elucidatio Fabricae Ususquae Astrolabii" de Johannes Stöffler, de la edición de 1513.

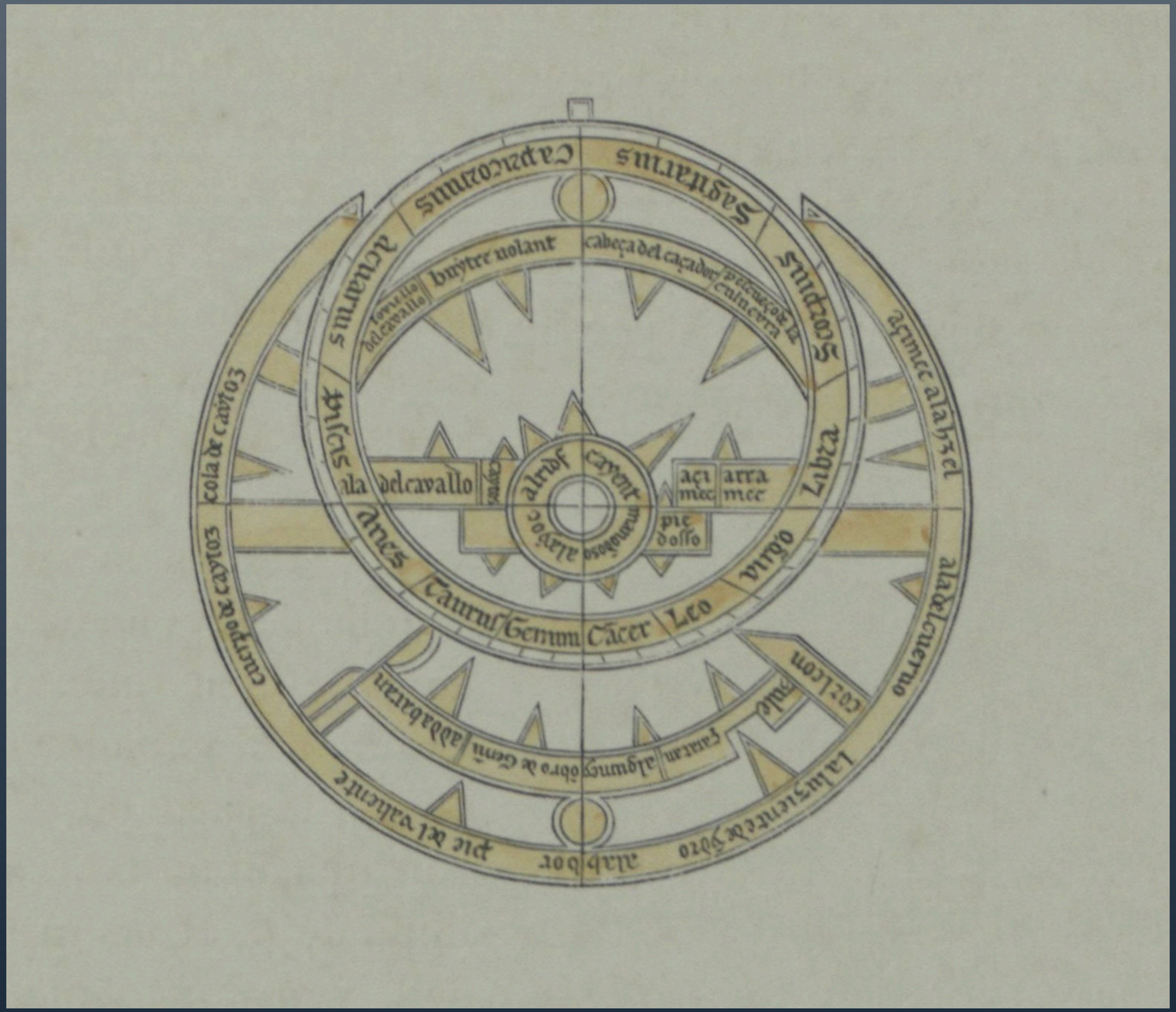
En ediciones posteriores, esta tabla con las coordenadas "Celi Mediationem" y Declinationem (Ecliptica) se substituyo por una tabla con la Ascension Recta y la Declinación Ecuatorial..



Otra forma de poner las Estrellas Fijas en la Rete de los Astrolabios se ve aqui.
En esta rueda están colocadas las Estrellas Fijas con arreglo a su *Medio_Cielo*.
Eso les facilitaba a los antiguos astrolabistas su colocación en la Rete sin necesidad de recurrir a tablas.
Como la imagen que aparece en el manuscrito es dificilmente legible, a continuación hemos puesto la imagen correspondiente de la compilación de D. Manuel Rico Sinobas.

Rueda de las Estrellas que son puestas en el Astrolabio. Pagina del manuscrito de los Libros del Saber de Astronomía del Rey Alfonso X de Casilla, que se conserva en la Universidad Complutense de Madrid.

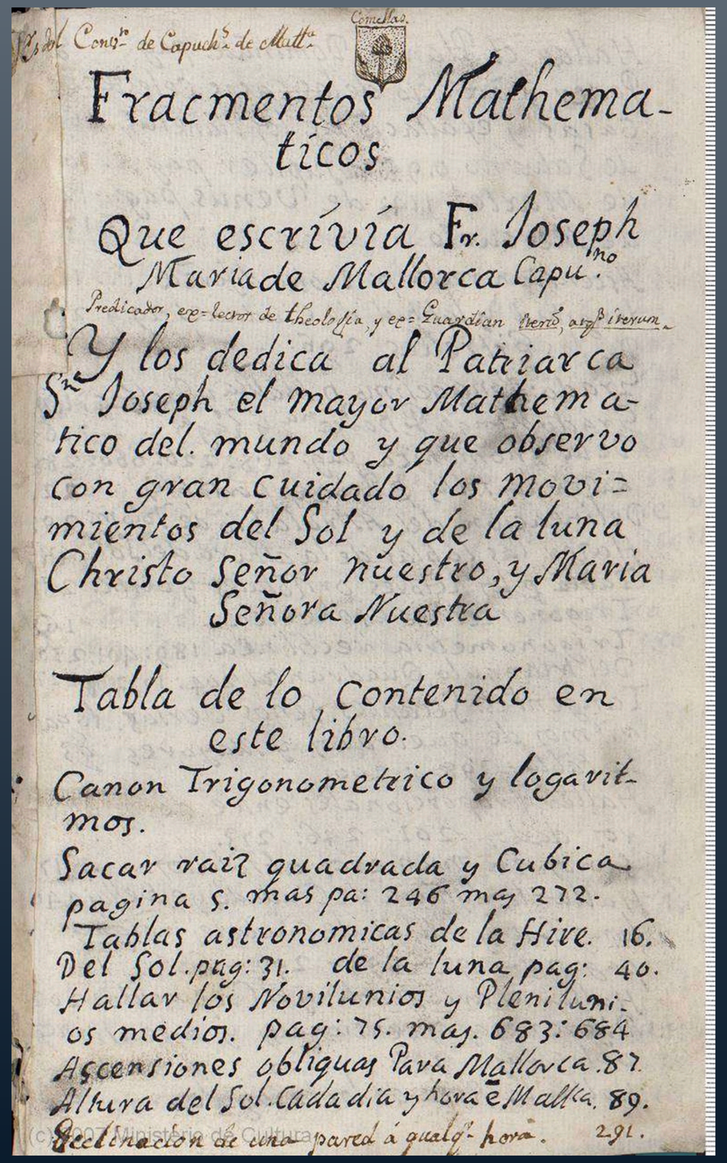
Capítulo VII de como debe de ser calada la Rete del Astrolabio



El calado de la Rete no es una operación geometrica, por eso nosotros no vamos a entrar en ello, embargo, en este Capitulo figura una indicación importante que debemos recalcar.:

Cuando se cale la Rete, se debe dejar en la Cabeza de Capricornio como un diente, que se llama el ***muri****, que será el Polo de la Rete.*

Trazado de los elementos de la Rete del Astrolabio por los métodos descritos en el manuscrito de "Fracmentos Mathematicos" de Fr Joseph Maria Comellas de Mallorca



Fr. del Convto de Capuchs de Mallca

Comellas

Fracmentos Mathematicos

Que escrivía Fr. Joseph Maria de Mallorca Capuno

Predicador, ex-lector de theologia, y ex-Guardian iterum, atque iterum

Y los dedica al Patriarca Sn Joseph el mayor Mathematico del mundo y que observo con gran cuidado los movimientos del Sol y de la luna Christo Señor nuestro, y Maria Señora Nuestra

Tabla de lo contenido en este libro.

Canon Trigonometrico y logaritmos.

Sacar raiz quadrada y Cubica pagina 5. mas pa: 246 mas 272.

Tablas astronomicas de la Hire. 16.

Del Sol. pag: 31. de la luna pag: 40.

Hallar los Novilunios y Plenilunios medios. pag: 75. mas. 683: 684

Ascensiones obliquas Para Mallorca. 87.

Altura del Sol. Cada dia y hora ē Mallca. 89.

Declinacion de una pared á qualqr hora. 291.

(c) 2007 Ministerio de Cultura

Fracmentos Mathematicos" es un manuscrito recopilado por el Capuchino Fr. Joseph Maria de Mallorca, apellidado Comellas y tal como se indica el la nota biográfica que contiene el manuscrito, nació en Mallorca en el año 1680 y murió en 1768.

El manuscrito, redactado en el Siglo XVIII, en papel de 210 x 155 mm, contiene 950 paginas y está encuadernado en pergamino. Procede del Convent de Caputxins de Mallorca y tiene las siguientes referencias: Bover, nº 646; J. Garcia Pastor i M. Marsà, nº 484, hoy se encuentra en la Biblioteca Pública de Mallorca del Govern Balear y figura en la lista de manuscritos digitalizados por el Ministerio de Cultura de España en el año 2007.

En la pagina 298, comienzan unas notas manuscritas con dibujos muy bien hechos, sobre el trazado de un Astrolabio de Ptolomeo para una Latitud de 42° lo que lo hace válido para ser utilizado en toda la Isla de Mallorca.

Da la impresión que Fr. Joseph Maria Comellas, escribió el manuscrito "Fracmentos Mathematicos" a lo largo de su vida y que es una recopilación de tablas y soluciones a diversos problemas de astronomía, que fue recopilando durante muchos años.

Entremezclados por todo el manuscrito, se pueden encontrar tanto reflexiones filosóficas tomadas de polianteas de diversos autores clásicos, como remedios de Medicina y paginas sobre Astronomía o sobre la Gnomónica, que comienza a partir de la pagina 208, en donde se incluyen varias tablas para el trazado de relojes de Sol.

Leyendo las 950 paginas del texto manuscrito, se puede apreciar que no todas parecen estar escritas por la misma mano, aunque a parte de la edad de quien lo escribe y de su estado anímico en el momento de su redacción, se distinguen distintas caligrafías, probablemente de diferentes personas. Es notable p.ej. la diferencia en la pag. 248 y sig.

Son de destacar las tablas incluidas en el manuscrito, que evidencian un arduo trabajo y dedicación. Escritas enteramente a mano, numero a numero. Entre ellas se incluyen tablas astronómicas, tablas trigonométricas, tablas de logaritmos, y un notable anacronismo que no suele encontrarse después de que comenzaran a utilizarse los logaritmos, las tablas de prostaféresis, un método de calculo que dejó de utilizarse después de la introducción del calculo logarítmico. Son tambien de destacar las tablas del "Grado Nonagesimo", únicas en su genero. Para computarlas el autor tuvo que resolver 180 triángulos esféricos, según él mismo nos dice en la pagina 148 (295) del manuscrito.

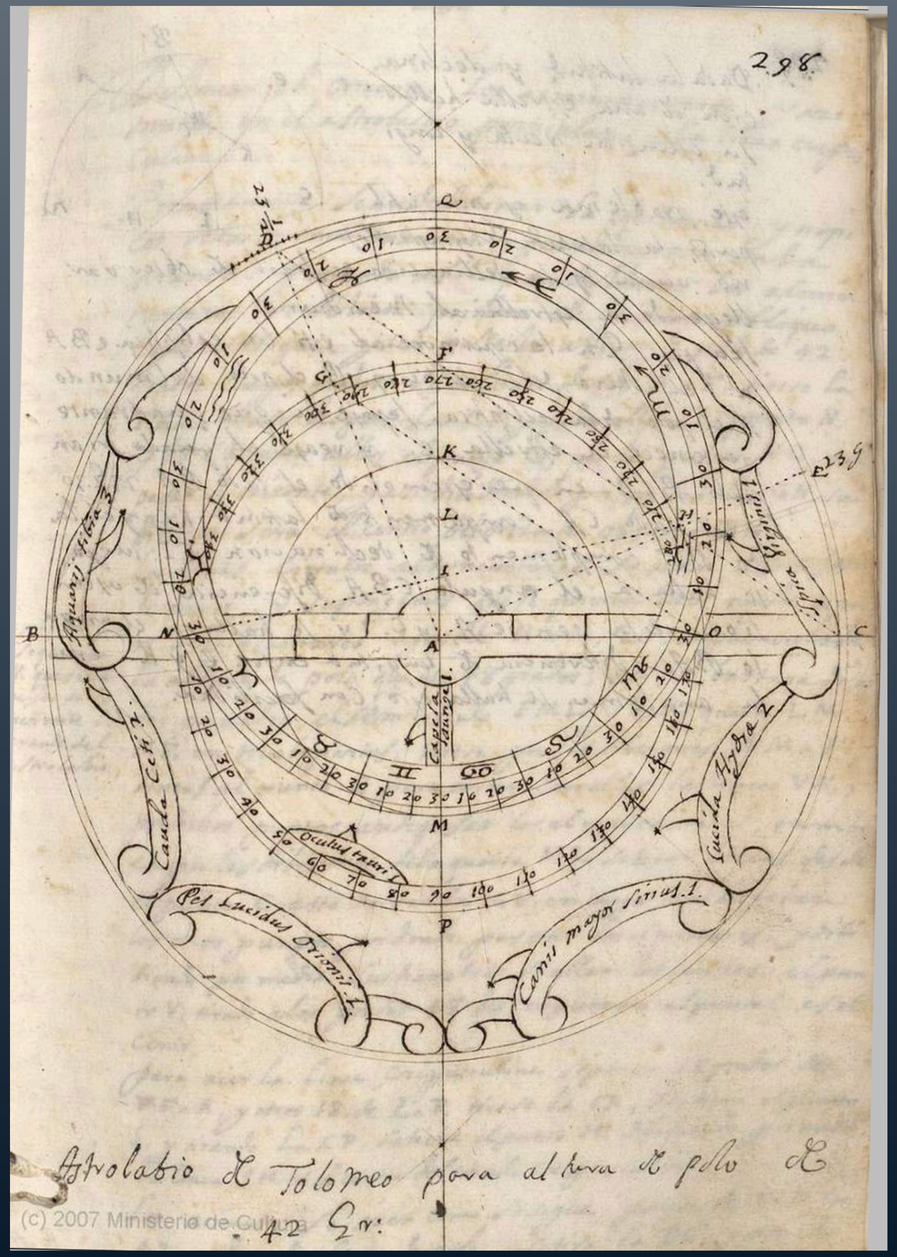
Al repasar el indice del manuscrito, llamó mi atención una entrada que decía:

"Delineacion del Astrolabio de Tolom. 298"

Al ir a la pagina 298, vi que allí daban comienzo unas notas manuscritas con dibujos muy bien hechos, sobre el trazado de un Astrolabio de Ptolomeo para una Latitud de 42° lo que lo hace válido para ser utilizado en toda la Isla de Mallorca.

Aunque las paginas están numeradas con la misma caligrafía del autor, es evidente, que la numeración la puso el autor muchos años después de haberlas escrito, ya que están todas desordenadas. De un tema, se salta a otro diferente y varias paginas mas adelante, continúa con lo que se había dejado por terminar en paginas anteriores.

La única solución para poder ver como había trazado Fr. Joseph Comellas el Astrolabio era leer y transcribir todo lo relativo a al Astrolabio y ordenarlo, como debió de estar ordenado cuando Comellas lo escribió. Con ese animo, hemos leído y transcrito el manuscrito añadiendo algunos trazados complementarios a los dibujos originales de Comellas para facilitar su comprensión. He aquí el fruto de este verdadero rompecabezas.

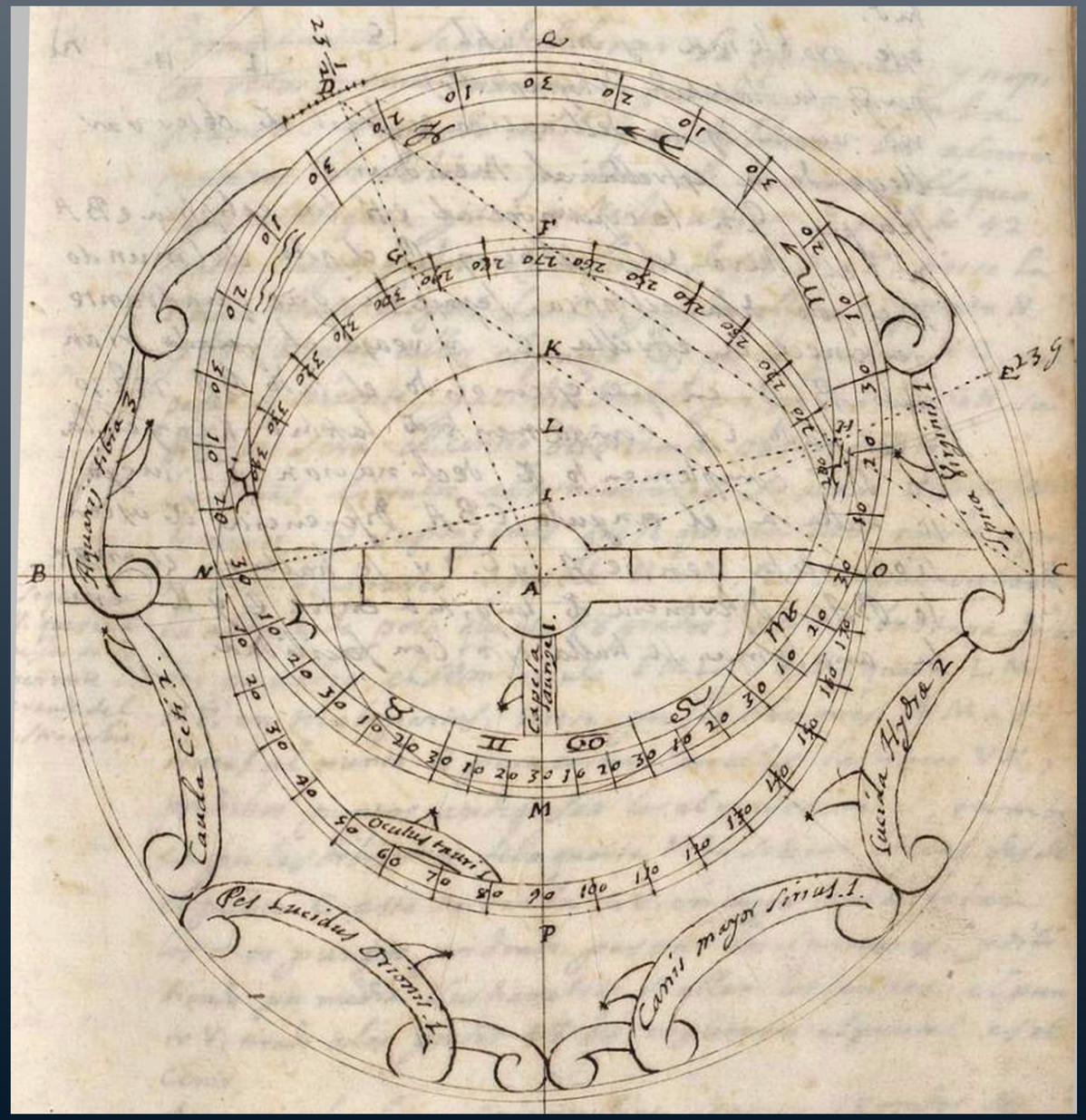


"Portada del cuaderno del Astrolabio de Tolomeo o Equinoccial " incluido en el manuscrito "Fracmentos Mathematicos"

Esta es la pagina de inicio del cuaderno sobre el Astrolabio de Ptolomeo. Comieza en la pagina 298 del manuscrito y contiene 12 paginas entremezcladas entre otros temas. Aqui solo vamos a tratar sobre el trazado geometrico del Astrolabio descrito por Comellas.

Portada del cuaderno sobre el Astrolabio de Ptolomeo.

Manuscrito Bover, nº 646; J. Garcia Pastor i M. Marsà, nº 484, que se encuentra en la Biblioteca Pública de Mallorca del Govern Balear



Trazado en la Rete de los Círculos Principales:

Se traza primero el diámetro (BC), (Horizonte Recto), cuya longitud vendrá impuesta por las dimensiones del Astrolabio.

Con centro en (A), y radio (AB) o (AC), se traza el circulo mas exterior de la Rete, que es el correspondiente al Trópico de Capricornio que cortará a la Linea Meridiana en los puntos (Q) y en su diametralmente opuesto (Aquí no está nombrado).

Desde el punto (Q) que corresponde al Solsticio de Capricornio, hacia en punto (B), se traza un arco (QD) con una abertura igual a la de la Oblicuidad de la Eclíptica. (23+1/2)°

Desde el punto (D), que corresponde a la máxima Declinación que alcanza el Sol durante el año,
se traza la linea (DA) que cortará a la Linea Meridiana en el punto (F).
Con radio (FA), se traza el circulo (FGNP), que corresponde a la proyección del Ecuador.
El Circulo del Ecuador cortará a la linea (DA) en el punto (G) y al diametro (BC) en el punto (N) (Equinoccio de Aries o Punto Vernal) y en el punto (O) (Equinoccio de Libra).

Desde el punto (G), se traza la linea (GO) que corta a la Linea Meridiana en el punto (K).
Con radio (AK) se traza el círculo (KM), que es el circulo del Trópico Boreal o de Cancer.
El Circulo de la Eclíptica tendrá de diametro la distancia (QM), cuyo punto medio será ((L).

el tropico Antartico o Austral y el circulo exterior QBG para poner la ecliptica se divide por medio la QM en el punto L y se hace con el intervalo

Con radio (LO) o (LM) se traza el circulo de la Eclíptica (QNMO) que cortará al Circulo del Ecuador en los puntos (N) y el (O).

Hay que tener en cuenta, el punto (L), que es el centro del Circulo Eclíptico, no es el Polo Eclíptico.

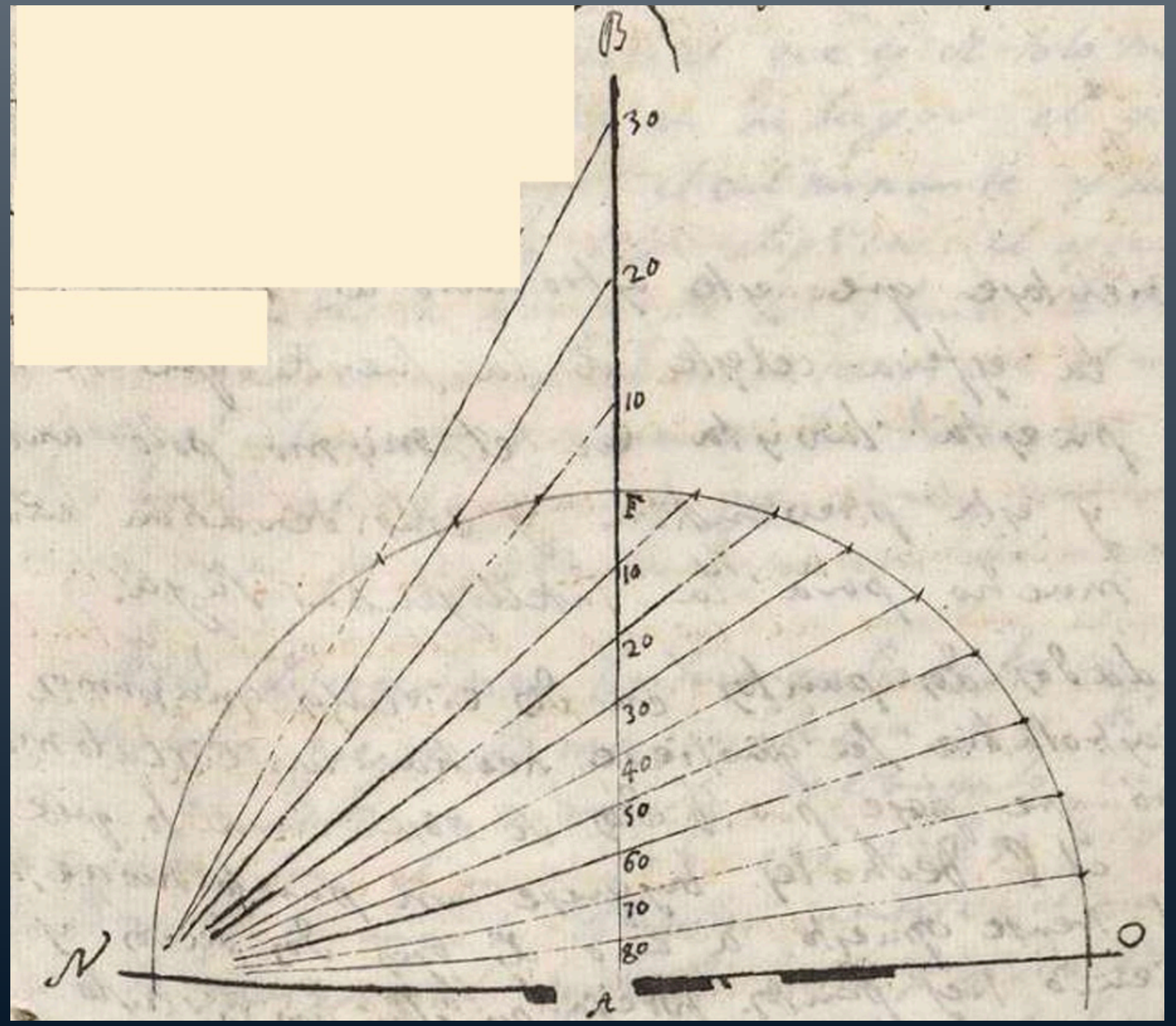
El Polo Eclíptico, se determina del modo siguiente.

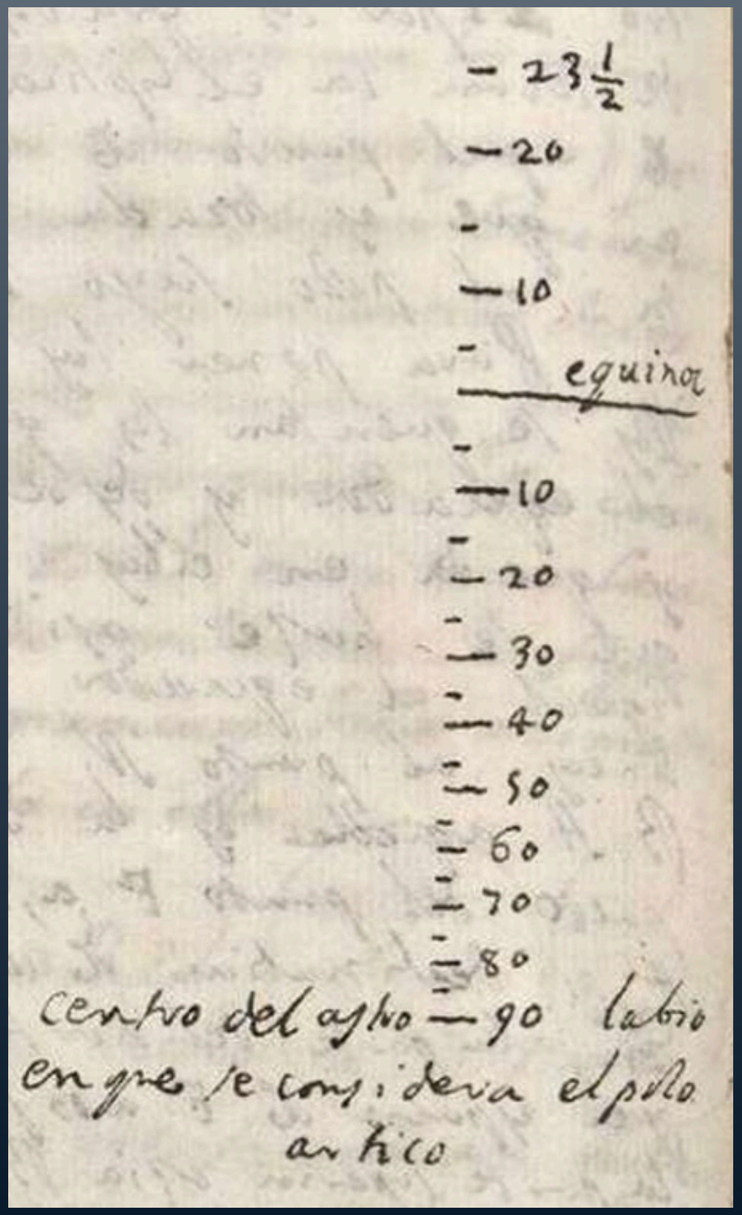
Desde (C) hacia (Q), se traza un arco (CE) con una apertura igual a los 23g1/2 de la mayor declinación del Sol.
Se traza la linea (EA) que cortara al Circulo del Ecuador en el punto (H).
Desde (H) se traza la linea (HN) que cortará a la Linea Meridiana en el punto (I), que será el Polo de la Eclíptica.

Los grados de la Eclíptica se indican dividiendo primero el Circulo del Ecuador y trazando desde estas divisiones lineas hasta el Polo Eclíptico, y de este modo quedará dividida correctamente la Eclíptica, tal como puede verse en la figura de la Rete.

Para trazar en la Eclíptica los sectores correspondientes a los signos del Zodiaco, se procede de este modo:

El Primer Punto de Aries, llamado también Punto Vernal, es el principio de todos los sectores del Zodiaco y se corresponde con el punto (N) en la figura del trazado de la Rete.
El Primer Punto de Tauro está a 30° del Primer Punto de Aries. Se encuentra trazando una linea recta desde el polo de la Eclíptica hasta el punto del Ecuador correspondiente a 30º de Ascension Recta.
El Primer Punto de Géminis está a 60° del Primer Punto de Aries. Se encuentra trazando una linea recta desde el polo de la Eclíptica hasta el punto del Ecuador correspondiente a 60º de Ascension Recta.
Así sucesivamente, el primer punto de cada signo está a 30° más de Ascensión Recta que el primer punto del signo anterior.
Donde las lineas trazadas desde el Polo de la Eclíptica hasta los grados correspondientes en el Circulo del Ecuador, corten al Círculo de la Eclíptica, estará el principio de cada signo. Entre linea y linea quedaran delimitados los sectores del Zodiaco.
Después, a cada uno de los sectores trazados se le trasladarán las divisiones de 30° hechas en el Ecuador correspondientes a cada sector y de ese modo se procederá con todos los signos.


B
30
20
10
F
10
20
30
40
50
60
70
80
N
O
A


— 23½
— 20
—
— 10
— equino
—
— 10
—
— 20
—
— 30
—
— 40
—
— 50
—
— 60
—
— 70
—
— 80
centro del ayto — 90 labio
en que se considera el polo
artico

Para situar las Estrellas en la Rete se hace del siguiente modo:

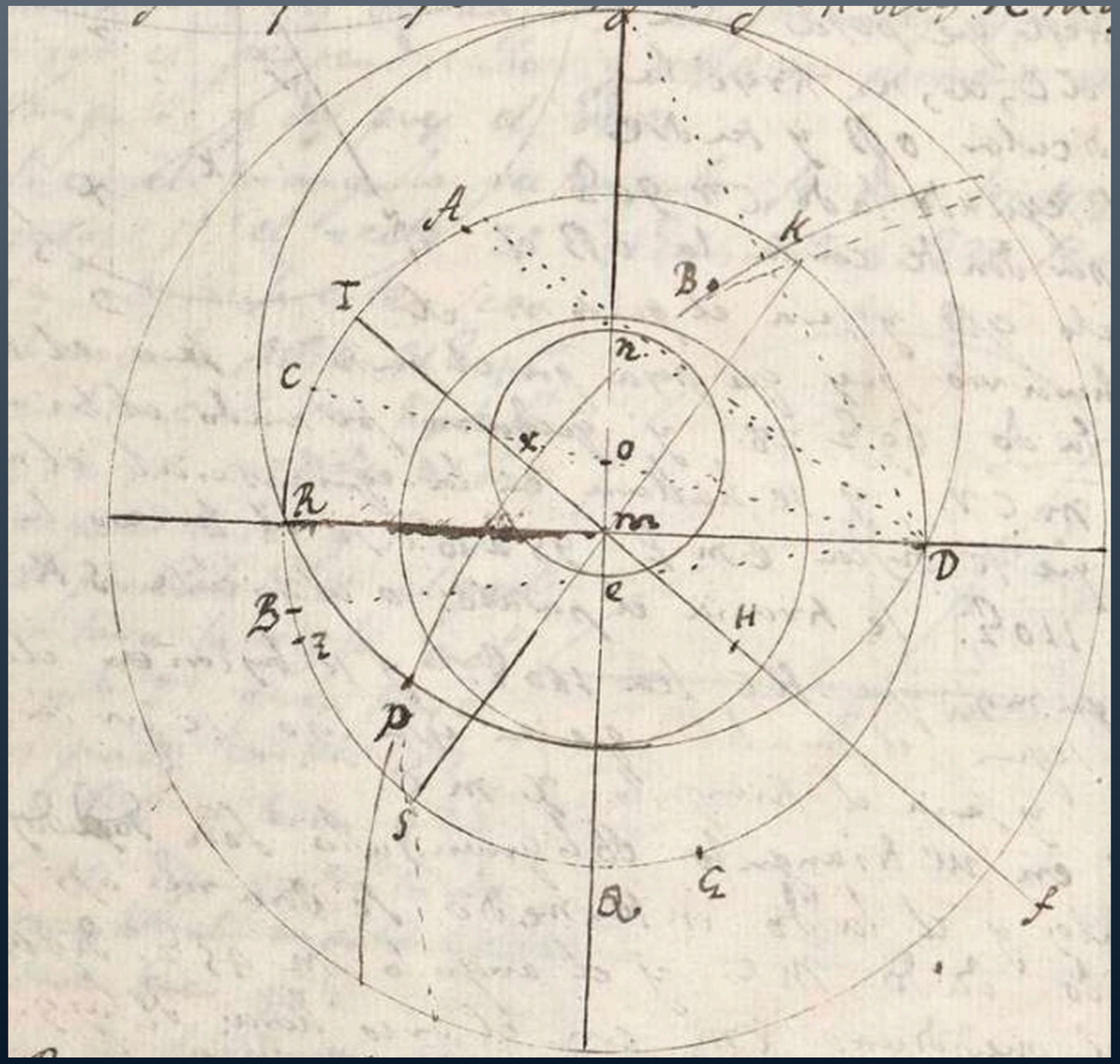
Las Ascensiones Rectas de las estrellas se cuentan en grados sobre el Ecuador.
Para situar las Estrellas, en la Rete, se trazan las lineas de sus Ascensiones Rectas desde el centro A y con sus grados de Ascensión Recta medidos sobre el Ecuador.

Las Declinaciones de las Estrellas se trazan de este modo. (Ver la figura de la izquierda).
Con centro en A, se hace un semicírculo (NFO) de diámetro igual al diámetro del Ecuador y este semicírculo se divide en grados.

Una vez dividido en grados, se trazan lineas desde el punto (N) a las divisiones hechas en el círculo. En donde esas lineas corten a la perpendicular (BA), sobre el punto medio (A) del diámetro (NO), se trazan las divisiones correspondientes a la Declinación.

Las declinaciones correspondientes a las divisiones en grados que vayan desde (O) hasta (F) serán Declinaciones positivas. El punto (F) es el correspondiente al Ecuador (Declinación = 0°)
Las Declinaciones que correspondan a los grados medidos desde el punto (F) hacia (N), serán negativas.

Las divisiones calculadas de este modo sobre la linea (BA), se pueden trasladar a una pequeña regla giratoria a modo de ostensor. Un extremo correspondería al centro de giro que sería el correspondiente a los 90° de Declinación y el otro extremo correspondería a una Declinación de -23° 1/2, que correspondería a la del Circulo del Tropico de Capricornio, tal como puede verse en la figura de la derecha.



Para trazar los círculos de Latitud paralelos a la Eclíptica se hace de este modo:

Una vez determinado el Polo de la Eclíptica (O) tal como se ha explicado al trazar la Rete, desde el Equinoccio de Libra, punto (D) en el Ecuador, se traza hasta el punto (O) una linea (DO) que cortará al Circulo del Ecuador en (C)
Desde el punto (C) del Ecuador se trazan los arcos (CA) de 40º y el (CB) también de 40º, que delimitarán los puntos (A) y (B).
Desde los puntos (A) y (B), se trazan dos lineas ocultas al Equinoccio de Libra (D). Serán las lineas (AD) y (BD) que cortaran a la Linea Meridiana o proyección del Coluro de los Solsticios, en los puntos (n) y (e) respectivamente.
Tomando el punto (O) como centro, y como radio (On), o (Oe), se traza un círculo que pase por los puntos (n) y (e)
Ese círculo estará a 40º del Polo de la Eclíptica y a 50º del Circulo de la Eclíptica.
Se procederá del mismo modo para todos los círculos de Latitud Eclíptica.

Para dividir al Horizonte se hace de este modo:

Una vez hallado el Zenit por el procedimiento que se indicó al trazar los círculos del Tímpano, se trazan lineas desde ese punto (que es como el polo del Horizonte, hasta las divisiones del Ecuador de 10 en 10 grados. De este modo quedara el Horizonte dividido de 10 en 10 grados, aunque mejor si se hacen de 5° en 5°.
Por los puntos del Circulo del Horizonte correspondientes a esas divisiones es por donde pasan las verticales de los astros (Los Círculos Horarios).

Del mismo modo, si se trazan desde el Polo de la Eclíptica lineas hasta las divisiones de 10° en 10° hechas en el Ecuador, los puntos en donde esas lineas corten a la Eclíptica, marcarán en ella divisiones de 10° en 10°.

Esto sirve para determinar con facilidad cualquier punto del Cielo, tanto respecto a la Eclíptica, como respecto al Horizonte.

Para comprender mejor todo lo anteriormente expuesto, debería considerarse como si todo se proyectara desde el punto D y que el polo Artico que está (R), se proyectaría en (M) y el polo de la Eclíptica que está en (C), se proyectaría en (O) y del mismo modo, se proyectarían todos los demás puntos.

Para poner los círculos de longitud del Horizonte, puede suponerse como si la Eclíptica fuera el Horizonte, como en realidad lo es en los lugares con una Latitud geográfica igual a la oblicuidad (23,5°) de la Eclíptica.

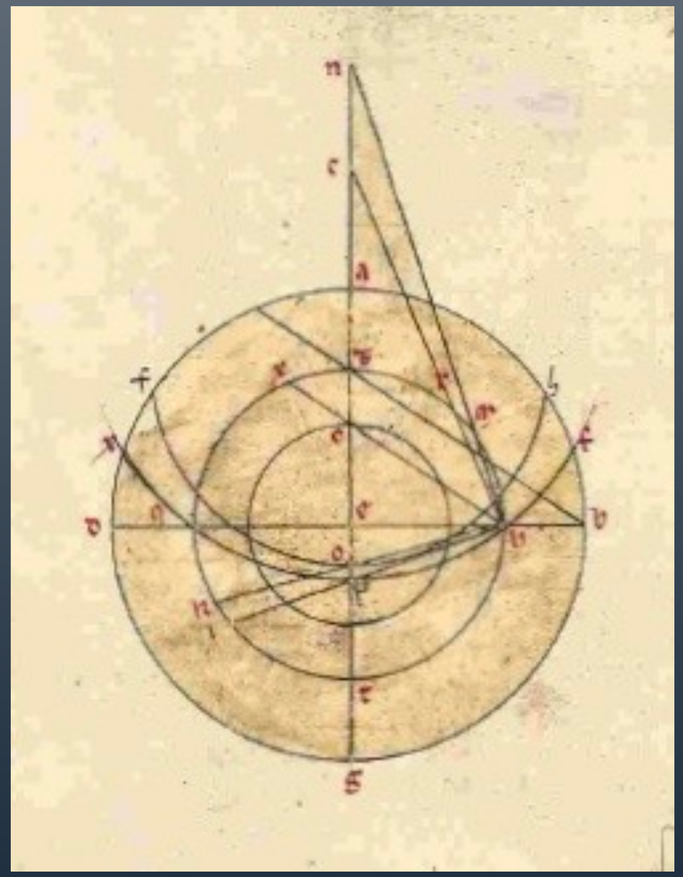
Los verticales a ese Horizonte serían como los círculos de longitud que hemos trazado antes.

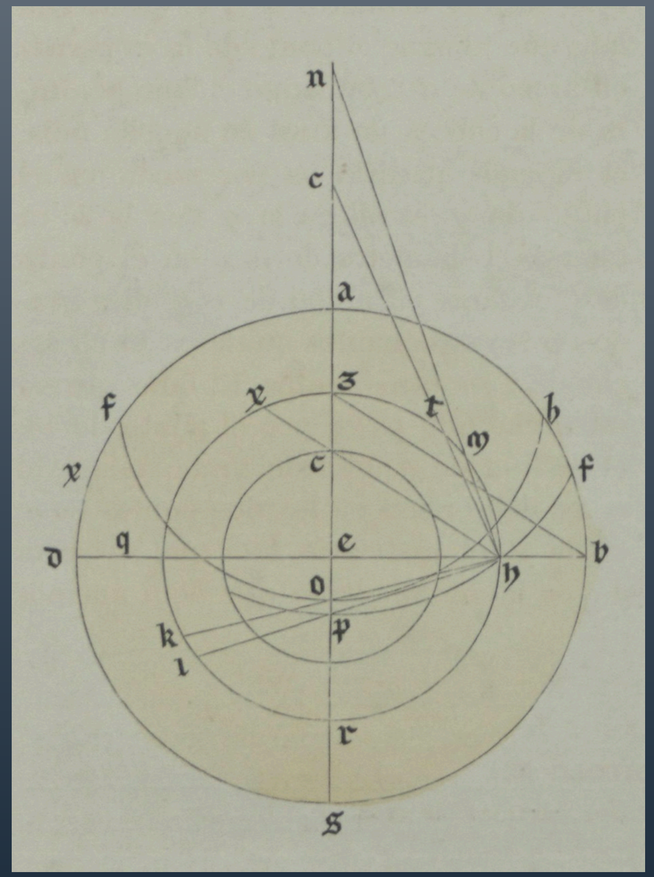
Para hallar la linea donde están situados los centros de esos círculos, se contaran desde (B) por (Q) hacia (D) 133° y trazando desde (D) una linea oculta hasta (B) que cortara la linea (MQ) en un punto, que será un punto del paralelo en donde están los centros.

Los paralelos de longitud se trazarán como los Almicántarats y puestos los círculos de longitud y latitud de la forma que se ha hecho en la figura, servirán de guia para poner las estrellas, sabidas su longitud y latitud.

Trazado de los elementos del Tímpano del Astrolabio por los métodos descritos en el "Libro Primero del Astrolabio Llano" incluido en los "Libros del Saber de Astrología"

Capítulo VIII modo de trazar el Círculo del Horizonte y de los Almicantarats del Astrolabio

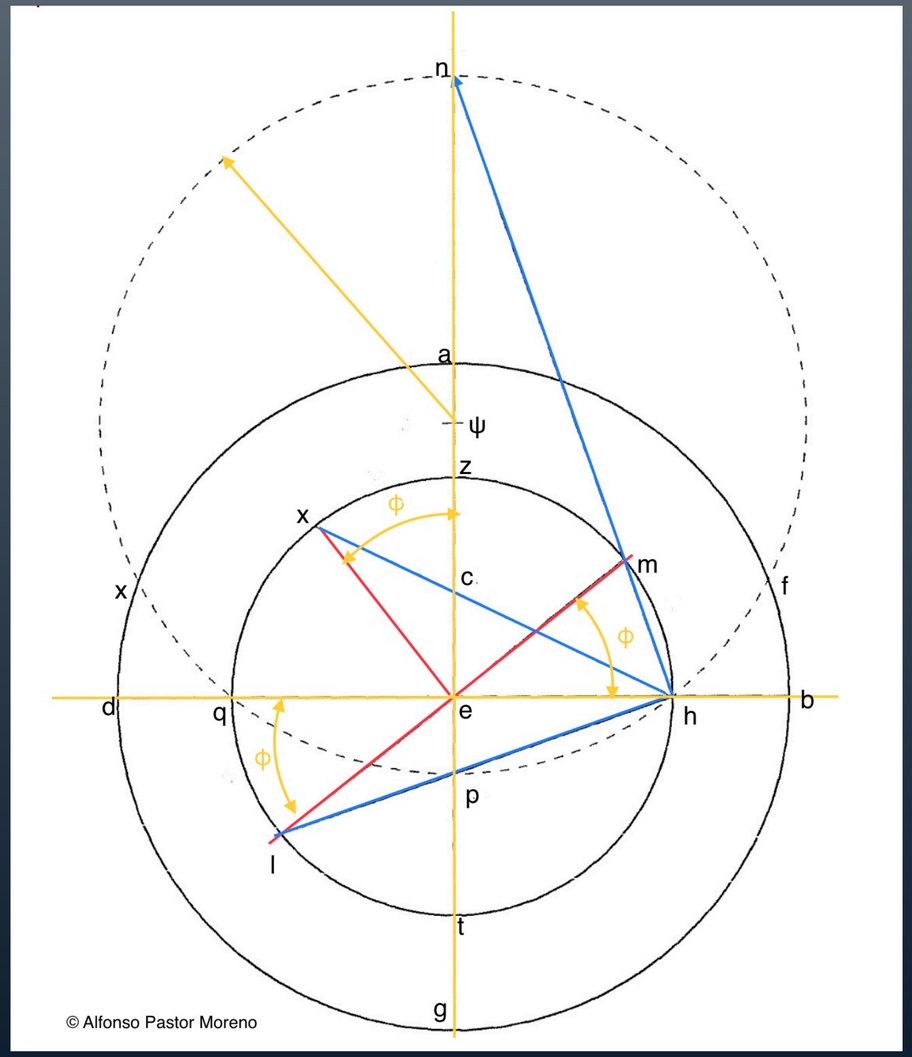




Las imagenes correspondientes a este Capitulo V están mal trazadas. Tanto la del manuscrito original como la de la compilación de D. Manuel Rico Sinobas. Esta ultima, hasta está sin terminar. Por lo visto, el delineante que intentó reproducirla, vio que los trazos estaban mal y no pudo terminarla.

Puesto que debiamos volver a trazar desde cero la imagen del Capitulo V, hemos decidido desglosarla en dos imagenes. Una para ilustrar el procedimiento del trazado del Circulo del Horizonte y la otra para ilustrar en procedimiento de trazado de un Almicantarat.

Capítulo VIII modo de trazar el Círculo del Horizonte del Astrlabio



Procedimiento para la proyección del Horizonte:

En el círculo del Trópico de Capricornio se trazan sus dos diámetros perpendiculares, (a_e_g) y (d_e_b)), Los dos se cruzan en el punto (e), que es el centro del Astrolabio.

Con centro en (e) y desde el diametro (a_e_g), se traza un arco sobre el círculo del Ecuador, con una apertura (φ) igual a la de la latitud del lugar para el que se desea trazar la lamina.
Es el arco que partiendo del punto (z) (que es el punto donde el círculo del Ecuador (z_h_t_q) tiene su intersección con el diámetro (a_e_g)), llega hasta el punto (x).
El ángulo (z_e_x) será igual a la latitud (φ) del lugar.
Sobre el lado (e_x) del ángulo que hemos trazado, se traza un diámetro perpendicular a (e_x), que será el diámetro (l_e_m) que como vemos, representa al Horizonte y corta al círculo del Ecuador en los puntos (l) y el (m).

El ángulo que forma el diámetro (l_e_m), con el diámetro (d_e_b), será igual a la latitud del lugar (φ).

Una vez trazadas las lineas perpendiculares, que delimitan tres ángulos iguales a la Latitud (φ), se trazan tres lineas (las lineas azules), que vayan desde el punto (h) del Círculo del Ecuador (Punto Libra), hasta los puntos en donde los lados de los ángulos (φ) cortan al círculo del Ecuador en los puntos (x), (l) y (m).
La linea trazada (h_m) se prolonga hasta que corte a la prolongación del diámetro (a_e_g) en el punto (n).
Las otras dos lineas, la (h_x), cortará al diámetro (a_e_g) en el punto (c)
La linea (h_l), cortará al diámetro (a_e_g) en el punto (p)

Todos los puntos que hemos determinado, serán de vital importancia para el trazado de las otras lineas del Tímpano.

El punto (c) de intersección de la linea (h_x) con el diámetro (a_e_g), representa el Zenit del lugar para el que se traza el Tímpano.

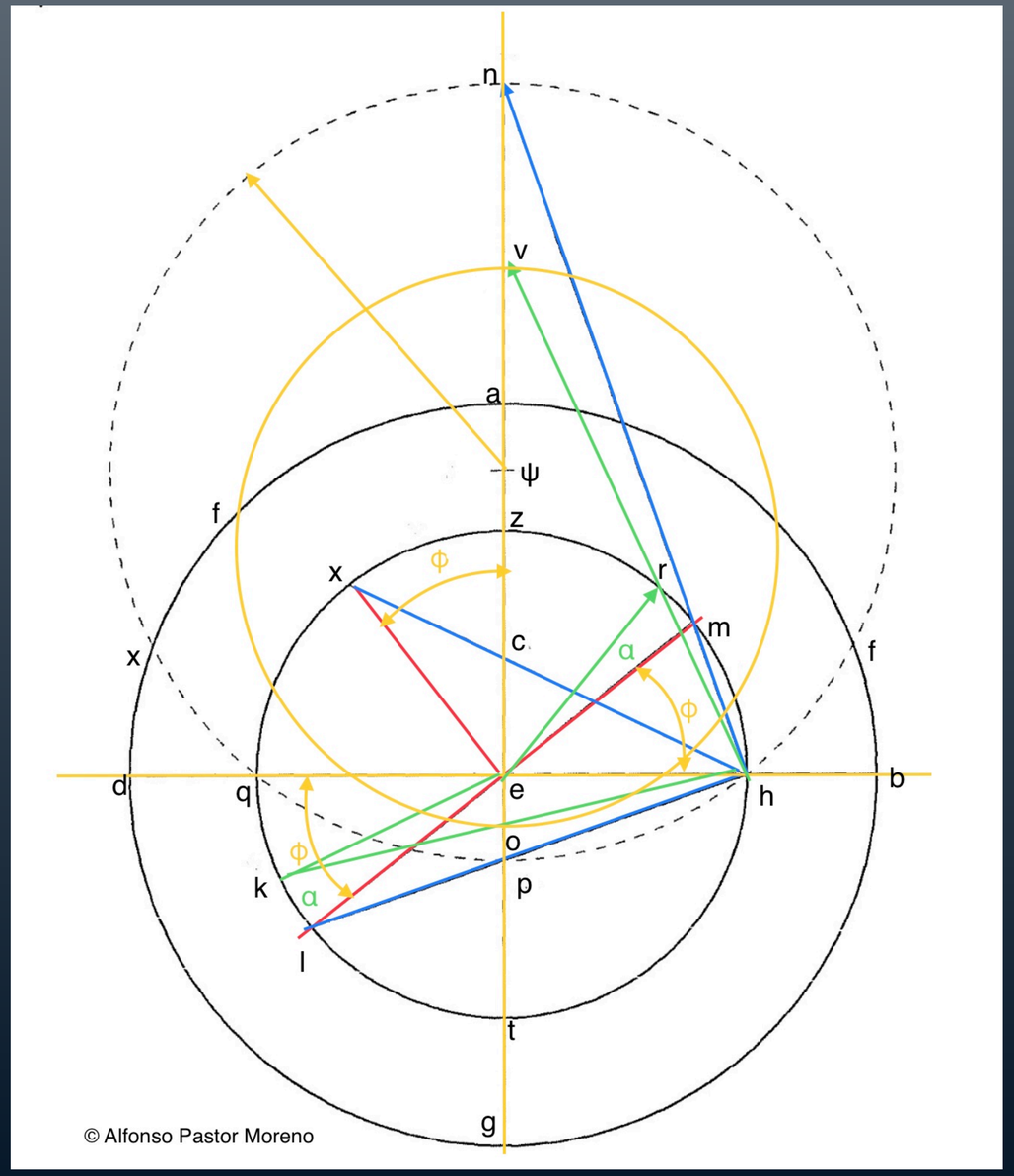
Los puntos (l) y (m), representan los limites Norte y Sur del Horizonte, que forma un ángulo (φ) con el plano del Ecuador igual a la Latitud del lugar.

La proyección de estos limites son los puntos (p) y (n) que delimitan el diámetro de la proyección del Círculo del Horizonte sobre el Plano Ecuatorial, (que es el plano del Astrolabio).

El punto medio de ese diámetro, el punto (ψ) es el centro del Círculo del Horizonte.

Si el punto (ψ) esta bien trazado, al trazar el Círculo del Horizonte, este deberá pasar por los puntos (h) y (q), si no pasa exactamente por ellos, es que está mal trazado.

Capítulo VIII modo de trazar los Almicantarats del Astrolabio

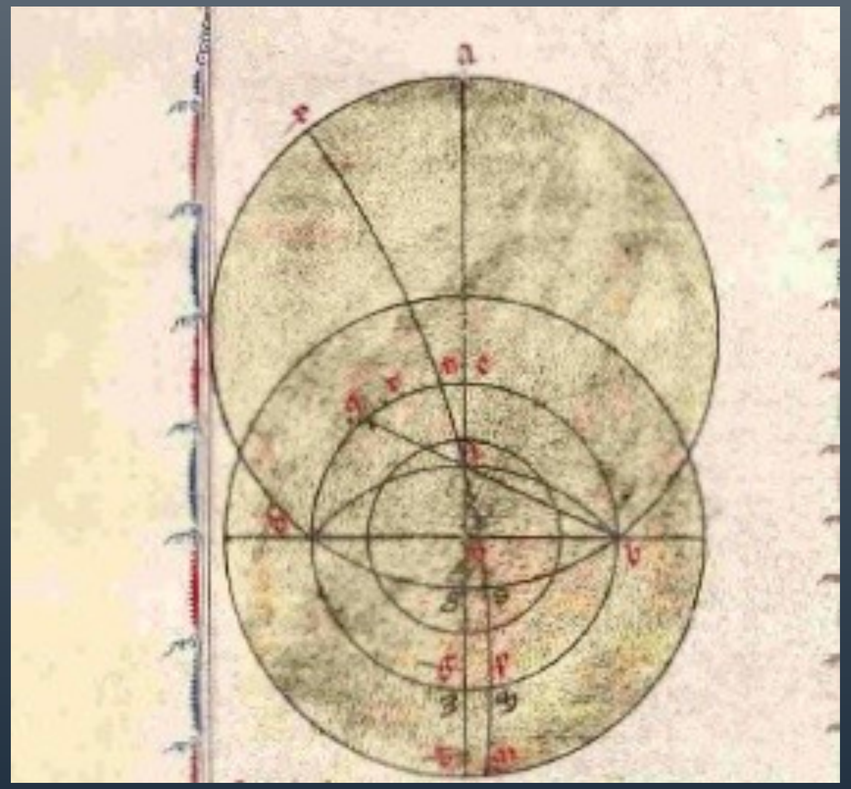


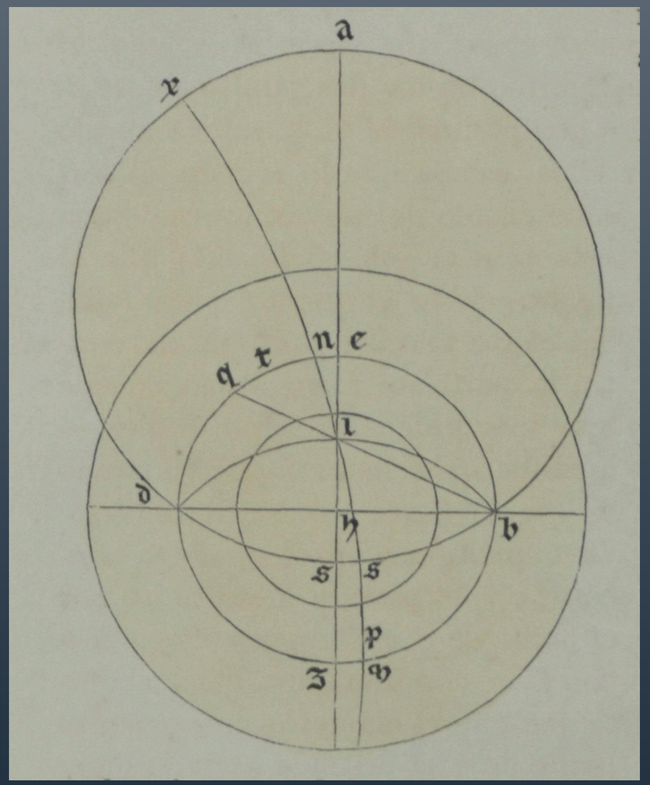
Procedimiento para la proyección de los Almicantarats.:

Sobre la linea que corresponde al Horizonte, diametro (l_e_m), se traza un angulo a cada lado del centro, con una apertura (α) igual a la altura sobre el Horizonte, deseada para el Almicantarat. Despues, se unen los puntos de corte (k) (r) con el círculo del Ecuador, de cada uno los lados de los angulos trazados y de este modo se obtienen las lineas (h_k) y la(h_l).
La linea (h_k) corta al diametro (a_e_g) en el punto (o).
La prolongación de la linea(h_l) corta a la prolongación del diametro (a_e_g) en (v).
Los puntos (o) y el punto (v), son los extremos del diametro del Almicantarat de Altura (α).
Con centro en el punto medio entre (o) y (v), y diametro (o_v), se traza un círculo (círculo amarillo), que será la proyección del Almicantarat de Altura = (α).

Del mismo modo, se irán trazando todos los demas Almicantarats a las Alturas deseadas.

Capítulo IX modo de trazar los Círculos de Azimut del Astrolabio

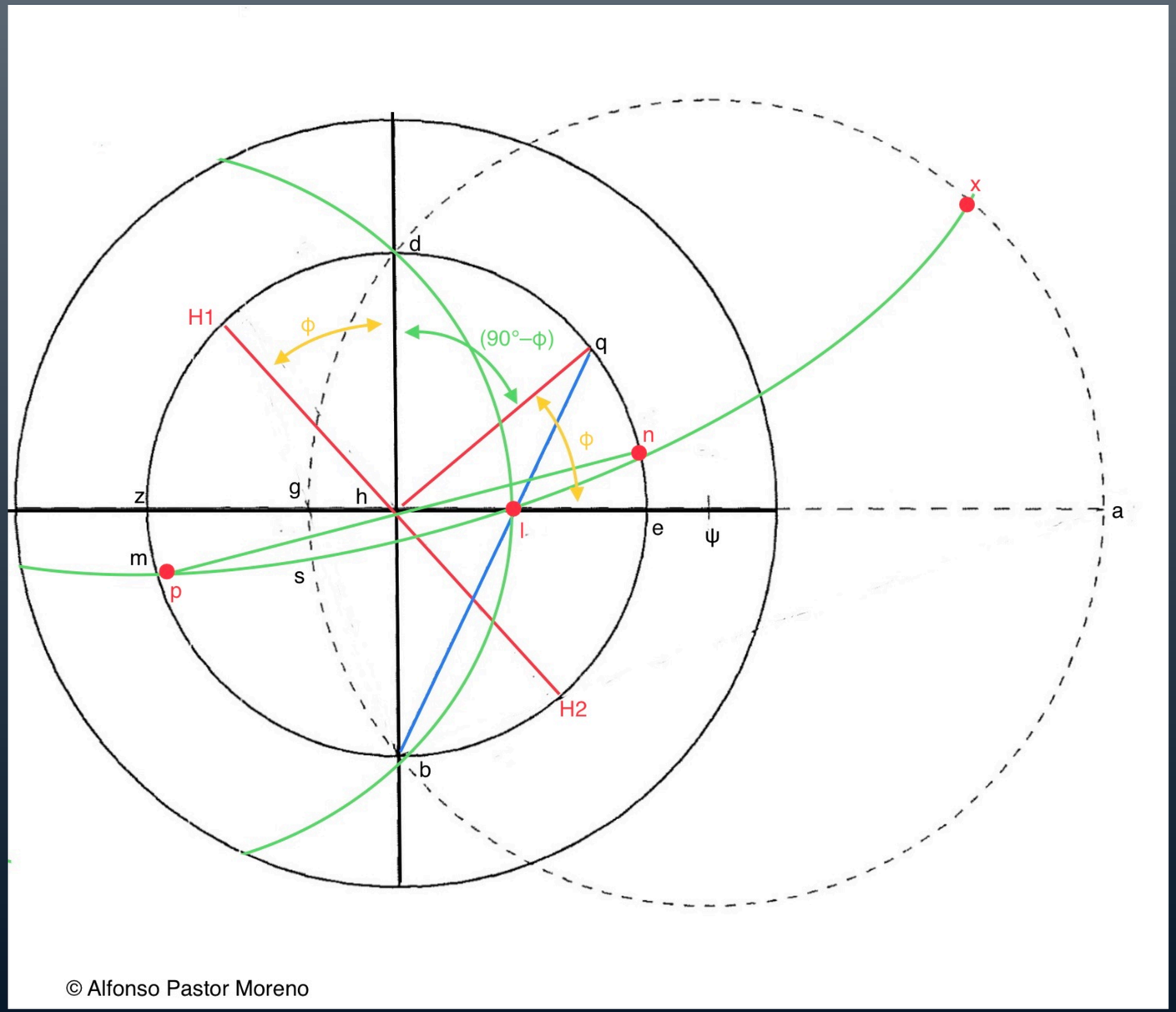




Tanto la imagen del manuscrito como la de la compilación de D. Manuel Rico Sinobas están trazadas de modo erróneo ya que al estar basadas en la imagen del Capitulo VIII, contienen los mismos errores que aquella.

Debido a eso, para la construcción geométrica de los circulos de Azimut, nos basaremos en nuestras propias imagenes, que son las que se muestran en los esquemas que aparecen en las paginas siguientes.

Capítulo IX modo de trazar los Círculos de Azimut del Astrolabio



Debido a que la transcripción del procedimiento para la trazar los Circulos de Azimut es demasido larga para caber en esta pagina, su descripción se encuentra en la pagina siguiente.

Capítulo IX modo de trazar los Círculos de Azimut del Astrolabio

Como siempre, se comienza el proceso construyendo los tres círculos principales: El Círculo del Trópico de Capricornio, que nos condiciona el diámetro exterior del Tímpano, el Círculo del Ecuador y el Círculo del Trópico de Cancer.
Este ultimo, nosotros en esta imagen no lo hemos trazado, porque es totalmente inoperante y lo único que hace es complicar las lineas y círculos de la imagen.

Una vez trazados esos dos círculos principales, se traza sobre ellos el Círculo del Horizonte para una Latitud (φ), tal como se explicó en el Capitulo VIII.

Una vez trazado el Circulo del Horizonte, se divide el Círculo del Ecuador y sus divisiones se proyectan sobre el Círculo del Horizonte, tal como se hizo sobre la Eclíptica, para dividirla, según el procedimiento que se explicó en el Capitulo V .

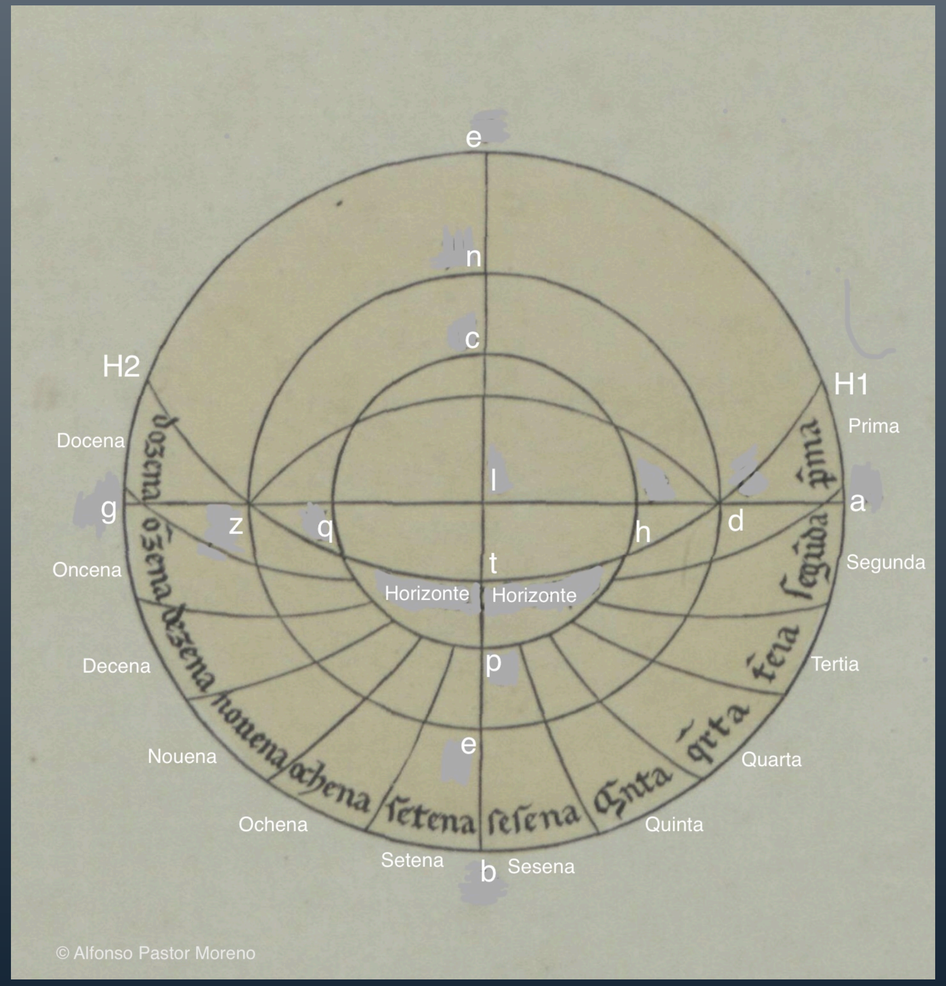
Una se haya trazado el Horizonte para una Latitud (φ) y se haya dividido, se traza un ángulo (d_q) en el Circulo del Ecuador, sobre el diámetro (b_d), partiendo del punto (d), con apertura igual a la Colatitud (90°-φ) del lugar para donde se va a utilizar el Tímpano. El arco (e_q) , representa la Latitud (φ) del lugar.
Desde el punto (q), se traza una linea hasta (b), que cortará al diámetro (e_z) en el punto (l).
Ese punto (l), es la proyección del Zenit local.

Los Círculos de Azimut, se pueden trazar con una separación arbitraria. En el manuscrito se indica que puede hacerse de seis en seis grados, o de diez en diez grados, o la que se estime la mas conveniente.

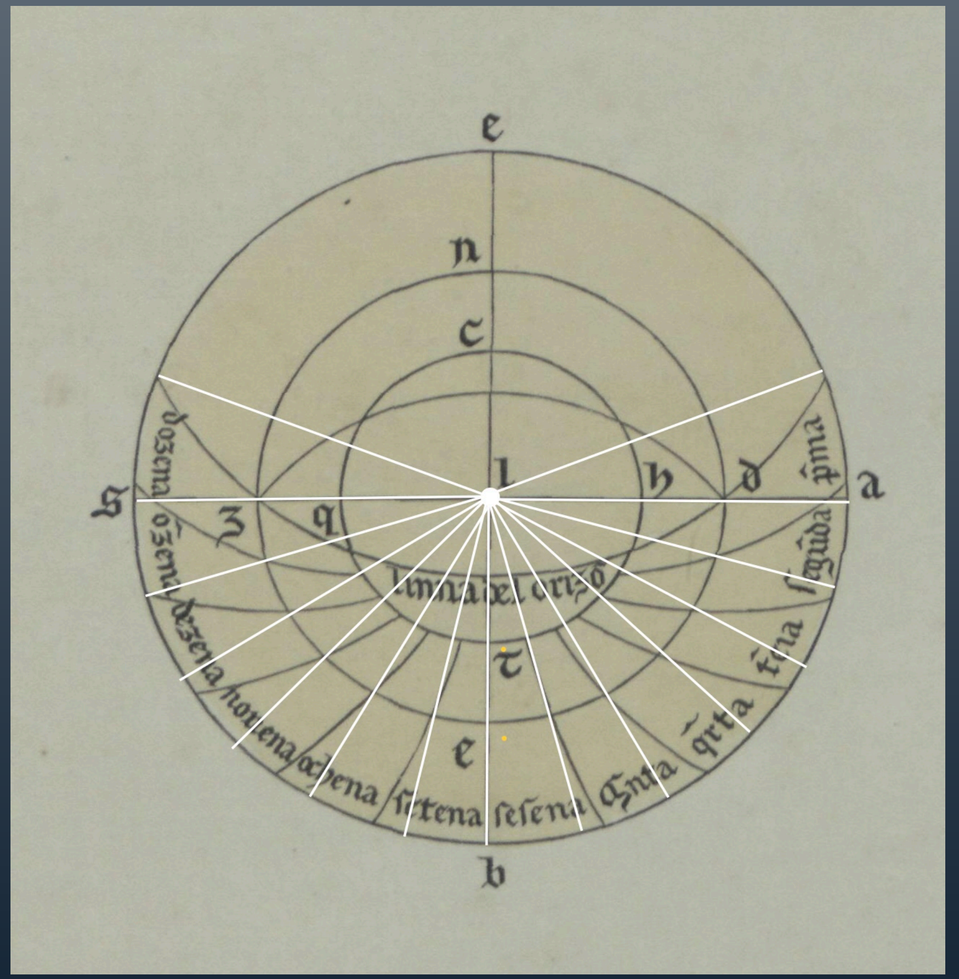
Sabiendo eso, y partiendo del punto (e), se marca en el Círculo del Ecuador un arco (e_n), en sentido inverso al de las agujas del reloj, con la separación en grados que se haya decidido para Circulos de Azimut.
A la otra parte del centro del Ecuador, marcaremos, también en sentido inverso, el arco (z_m), con la misma apertura que el arco anterior.

El Círculo de Azimut, que pretendemos trazar, deberá pasar por los puntos (n), (l), (m).
El centro de ese círculo se halla geométricamente, trazando la circunferencia que pasa por tres puntos. De ese círculo, solo se trazará el arco que vaya a ser visible, que será el arco que este comprendido entre el Círculo del Horizonte y el Círculo del Trópico de Capricornio.

Capítulo X modo de trazar los Círculos de las Horas del Astrolabio



Horas Desiguales



Horas Iguales

Una forma de dividir el Timpano en Horas Iguales es dividiendo el circulo del Ecuador en 24 arcos de 15° cada uno, que corresponderán cada uno a una hora y prolongar las divisionnes hasta el Circulo del Tropico de Capricornio para que concidan con las del Limbo de la Mater.

Capítulo X modo de trazar los Círculos de las Horas del Astrolabio

En los Tímpanos de los Astrolabios, una vez trazado el Circulo del Horizonte, el área interior del circulo, representa la noche y el área comprendida entre el círculo del Horizonte y el círculo del Trópico de Capricornio, representa las horas de Sol.

Antiguamente, el día estaba dividido en dos periodos, el periodo de Sol y el período de noche y cada uno de esos dos periodos, estaba dividido en 12 horas.

Eso implicaba, que según la estación del año, las horas tenían diferente duración, en verano, las horas de Sol eran mas largas y en invierno eran mas cortas.

En los Astrolabios, el Circulo del Trópico de Cancer que es el que le corresponde al recorrido del Sol en el Cielo en el Solsticio de invierno, es el circulo mas pequeño. El Círculo del Ecuador es el que le corresponde al Sol en los Equinoccios de Primavera y de Otoño, es intermedio. El Circulo de Trópico de Capricornio que es el que le corresponde al recorrido del Sol en el Cielo en el Solsticio de Verano, es el circulo mas grande de todos.

Si dividimos los arcos de esos círculos que quedan fuera del circulo del Horizonte, en 12 partes, a cada una de esas partes le corresponderá una hora de Sol y la duración de la hora, será función del circulo en donde esté el Sol.

Las divisiones serán mas pequeñas en el círculo del Trópico de Cancer y mucho mayores en el circulo del Trópico de Capricornio, siendo las del circulo del Ecuador, la media entre las dos medidas.

Si unimos las divisiones que se han hecho en cada circulo con las del siguiente círculo obtendremos unas lineas que indican las divisiones de las horas desiguales para todo el año.

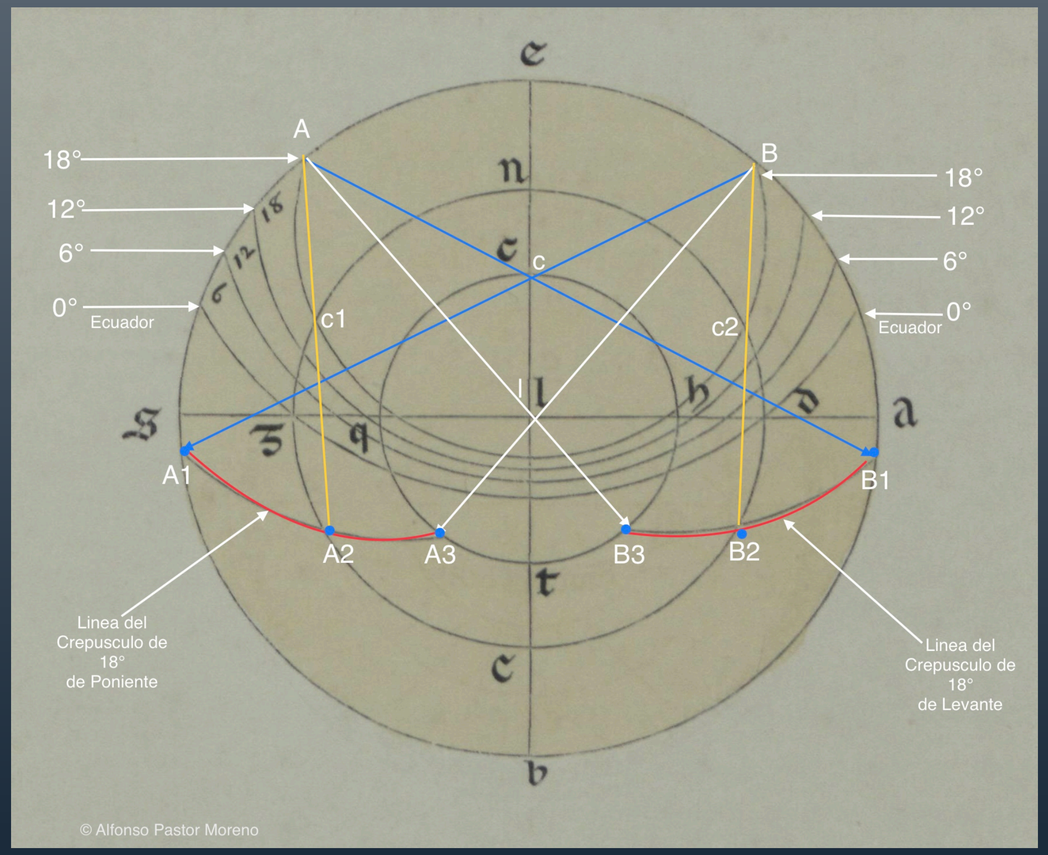
El único problema, es que las lineas que unen esos puntos son segmentos de curvas complejas, que representan las proyecciones de los arcos diurnos del Sol en el cielo. Esas curvas en realidad son lo que hoy llamamos "secciones cónicas", que son muy difíciles de trazar geométricamente solo con regla y compas.

Una solución para esas curvas con mayor aproximación es añadir más círculos en los espacios libres que quedan entre los círculos del Ecuador y los Trópicos y dividir también en doce partes cada uno de los segmentos circulares, que queden fuera del Circulo del Horizonte, como se ha hecho con los círculos del Ecuador y los Trópicos.

Cada uno de los círculos adicionales trazados se pueden hacer corresponder con fechas determinadas del año, o se pueden trazar para una declinación del Sol determinada.

Las lineas que resulten de unir las divisiones de esos arcos de circulo que se han dividido en 12 segmentos cada uno, representarán las horas desiguales en cada fecha.

Capítulo XI modo de trazar los Arcos del Crepusculo del Astrolabio



El procedimiento de trazado de las lineas del cepusculo, (lineas rojas) es el siguiente:
Desde la intersección del Almicantarat de 18° con el Circulo de Capricornio, punto (A), se trazan tres lineas:
.- Una linea que vaya desde (A), pasando por el punto del Solsticio de Cancer, punto (c) hasta el otro lado del Circulo de Capricornio, punto (B1). (Linea Azul)
.- Otra linea que vaya desde (A), pasando por el Centro del Astrolabio, punto (l), hasta interceptar el Circulo de Cancer, en el punto (B3). (Linea blanca).
.- Otra linea que vaya desde el punto (A) pasando por el punto en donde el Almicantarat de 18° intercepta con en Ecuador, punto (c1) y cruzándolo el Circulo del Ecuador llega hasta el otro lado del mismo, punto (B2). (Linea Amarilla).

Las intersecciones de las lineas trazadas con los circulos indicados, delimitan tres puntos (A1), (A2), (A3). La circunferencia que pase por esos tres puntos es la linea del Crepusculo de 18°.
de Poniente (Linea Roja).

Esta misma operación se realiza desde el otro lado del Circulo de Capricornio, punto (B) y obtendremos los puntos (B1), (B2), (B3), por los que se traza la circunferencia del Crepusculo de 18° de Levante (Linea Roja).

Capítulo XII modo de trazar las Laminas del Astrolabio

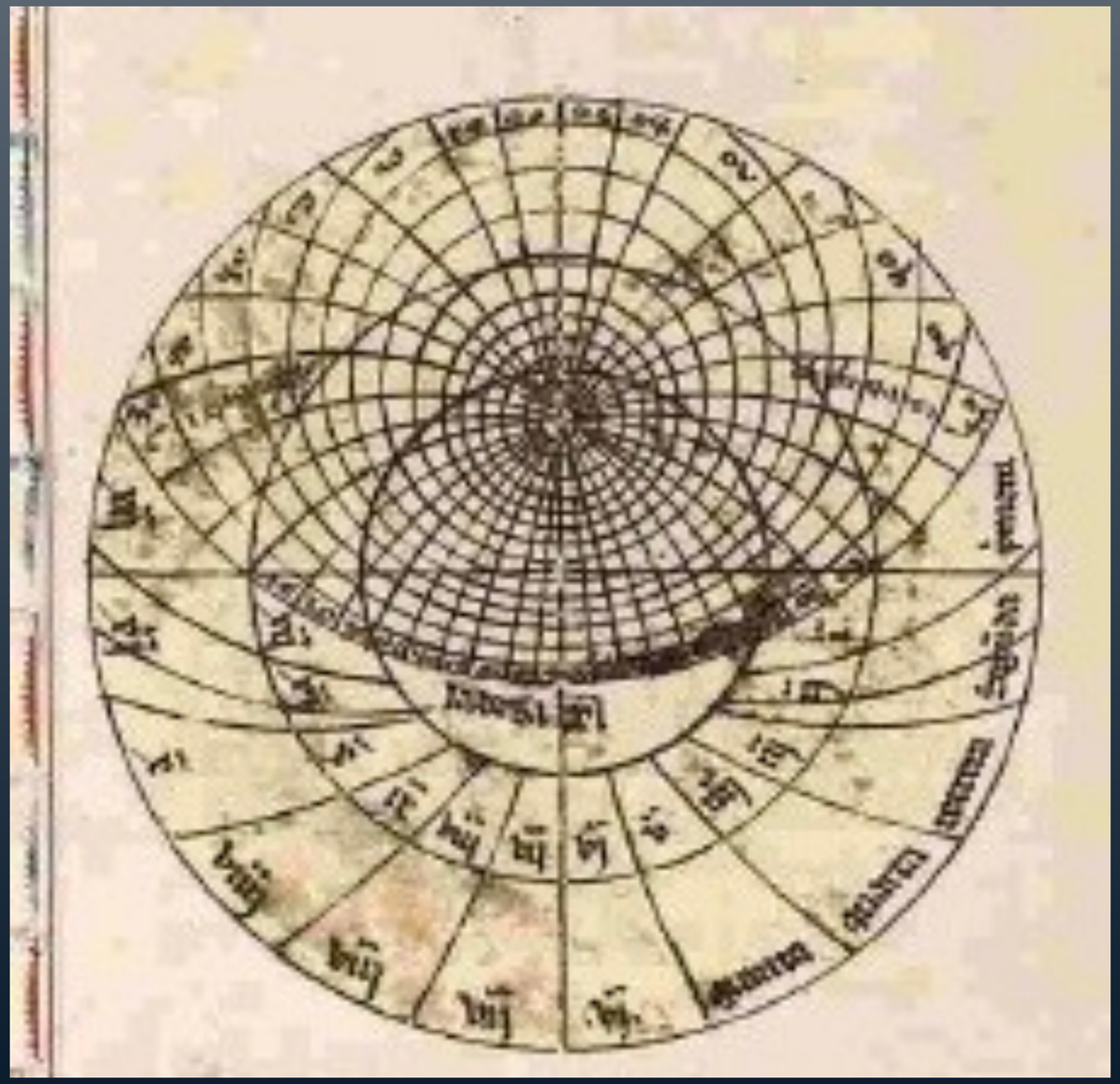
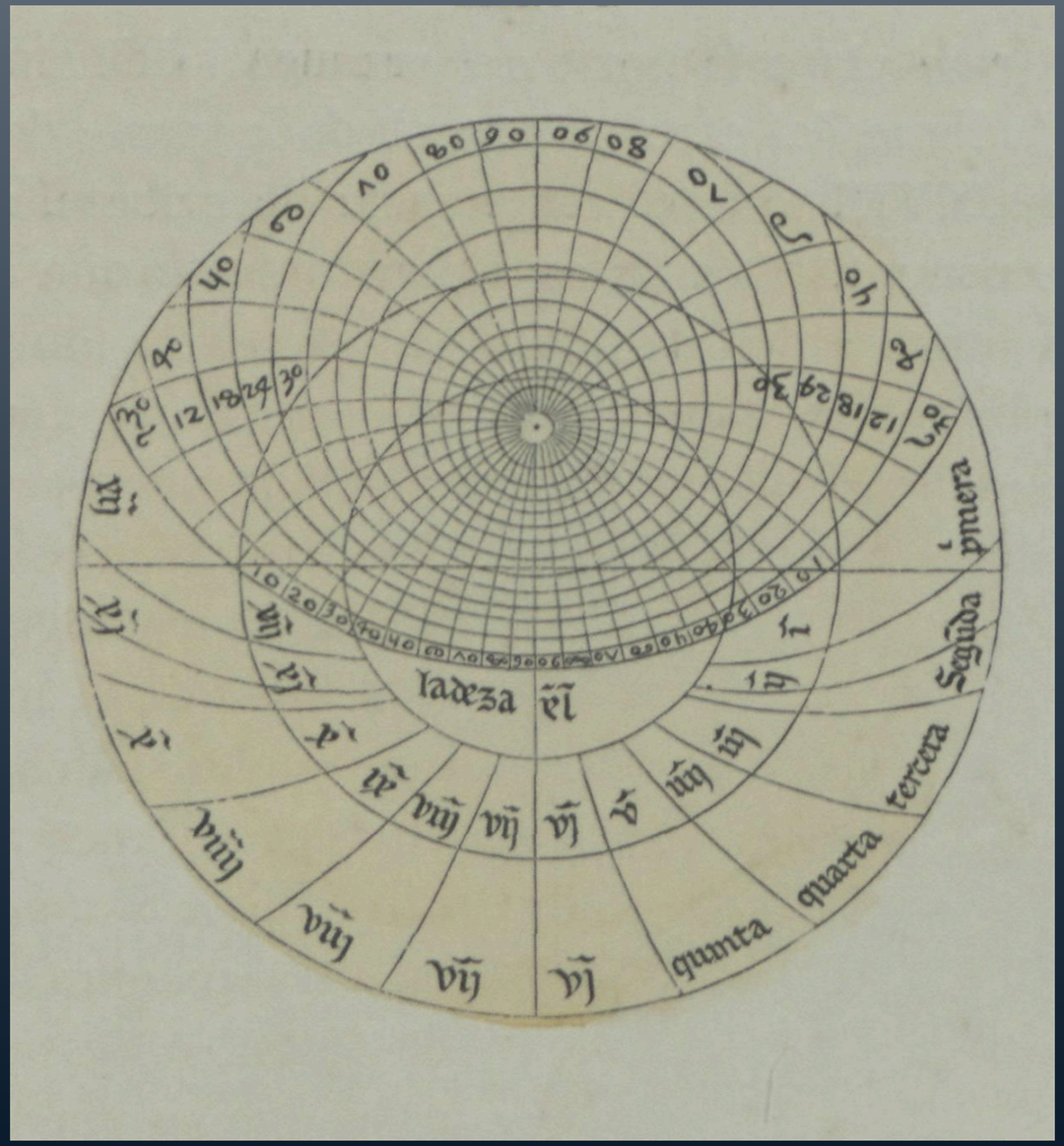


Imagen de una una Lamina o Timpano de Astrolabio completa, trazada para la Latitud de Toledo.
Imagen original del manuscrito del Libro Primero del Astrolabio Llano, incluido en los Libros del Saber de Astronomía del Rey Alfonso X de Casilla, que se conserva en la Universidad Complutense de Madrid.

Capítulo XII modo de trazar las Laminas del Astrolabio

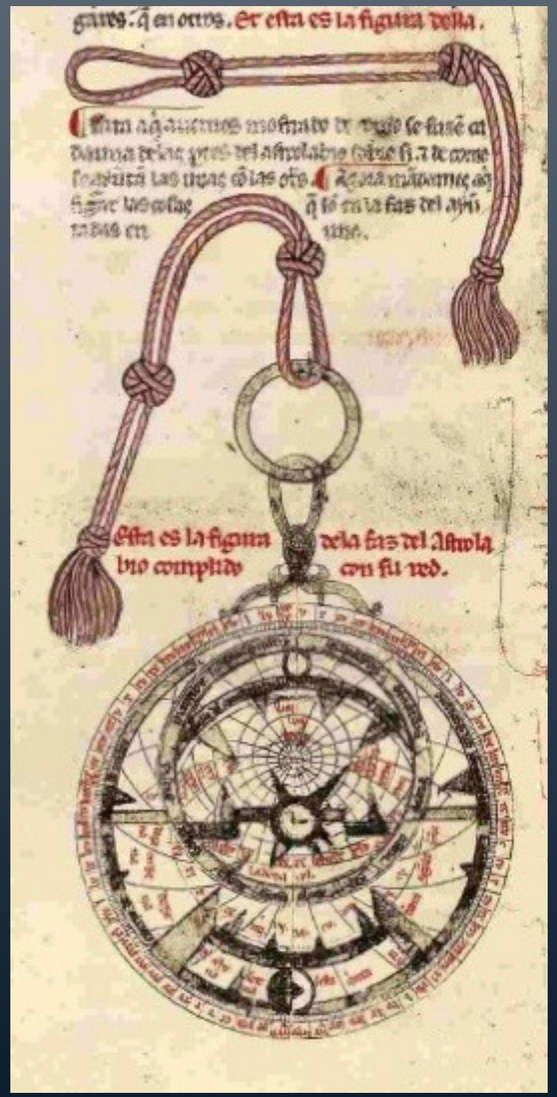


La misma imagen de la pagina anterior tal como se halla en la compilación realizada en 1863 por D. Manuel Rico Sinobas, del manuscrito del Libro Primero del Astrolabio Llano, incluido en los Libros del Saber de Astronomía del Rey Alfonso X de Casilla, Bibloteca Nacional de España.

En los siguientes Capítulos del Libro Primero del Astrolabio Llano ya no se describe ningún procedimiento geométrico, simplementese refieren a:

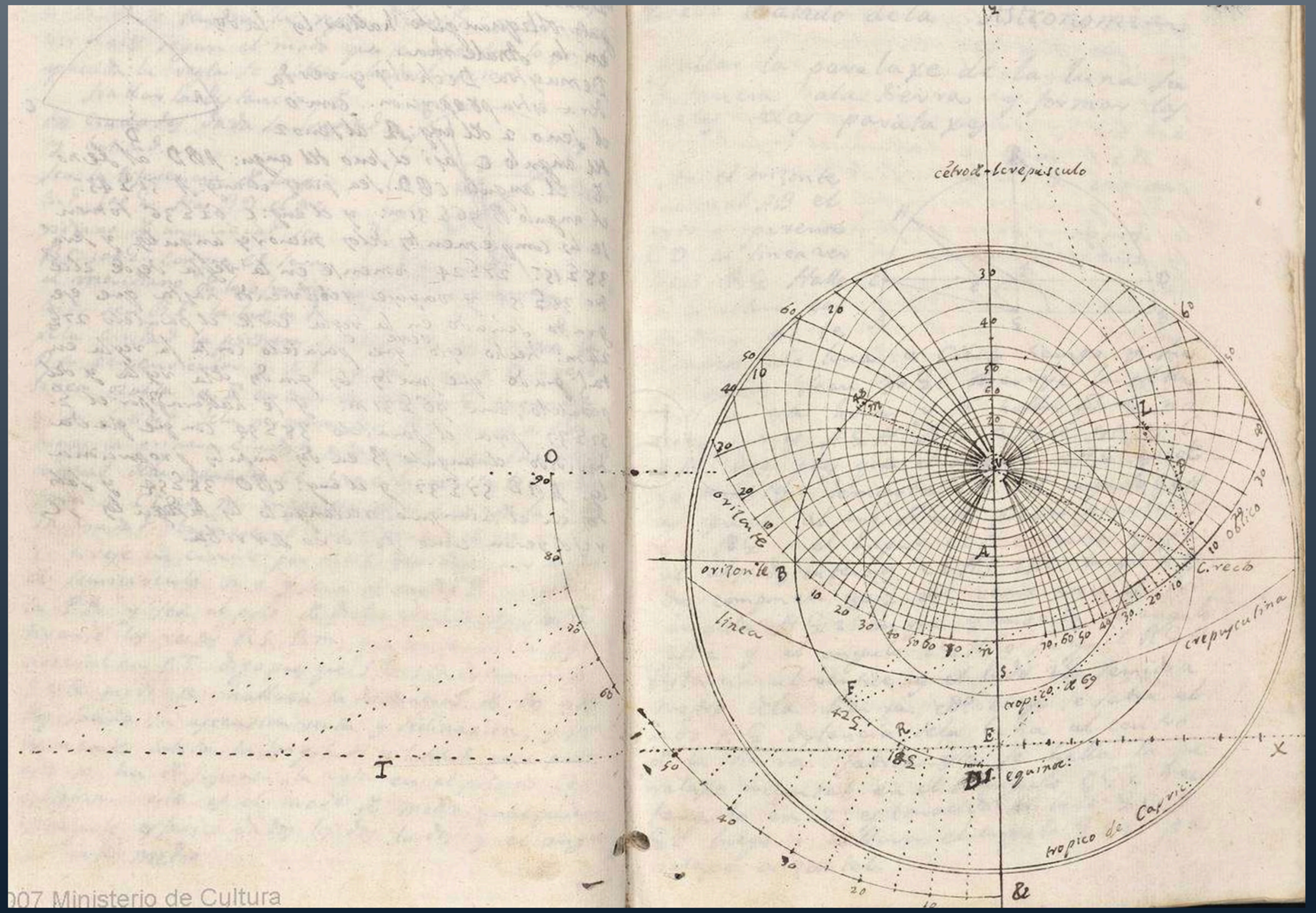
Capítulo XIII De como debe ser hecha la Mater del Astrolabio
Capítulo XIV De como debe grabarse el Dorso del Astrolabio
Capítulo XV De como debe ser hecho el circulo del Sol en el Dorso del Astrolabio
Capítulo XVI De como debe ser hecho el circulo de los meses en el Dorso del Astrolabio
Capítulo XVII De como debe ser hecho el Cuadrante de las Sombras en el Dorso del Astrolabio
Capítulo XVIII De como debe ser hecha la Alidada
Capítulo XIX De como deben ser colocadas las pinulas de la Alidada
Capítulo XX De como deben ser agujereados los componentes del Astrolabio
Capítulo XXI De como debe de ser hecho el Almihuer o pasador
Capítulo XXII De como debe de ser hecho el caballito.
Capítulo XXIII De como debe de ser hecho el colgadero.
Capítulo XXIV De como debe de ser hecha la segubda anilla del colgadero.
Capítulo XXV De como debe de ser hecha la cuerda para la anilla.

Con el Capítulo XXV, se termina el "Libro Primero del Astrolabio Llano" y comienza el Libro Segundo.



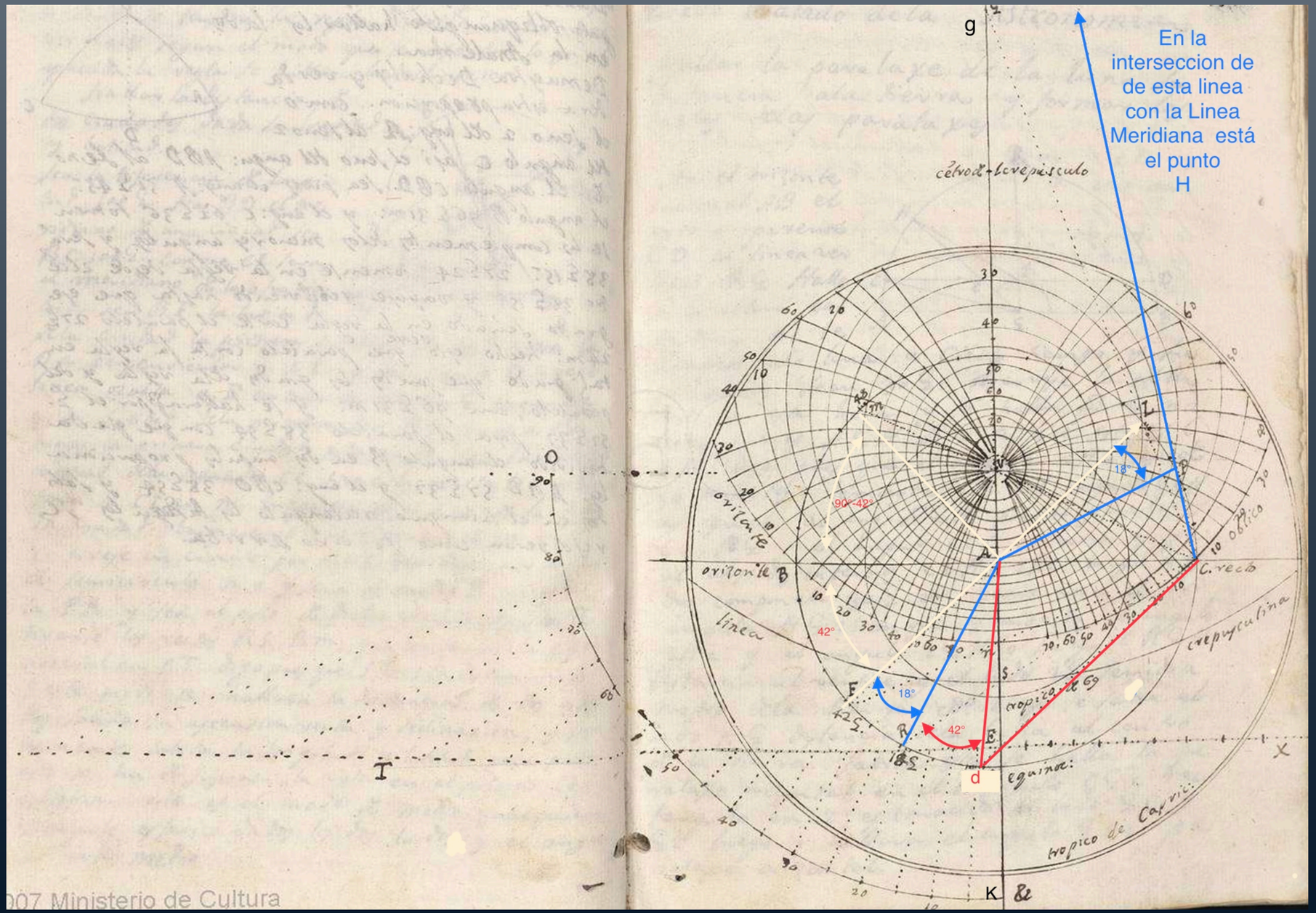
El Astrolabio terminado, tal como aparece en el manuscrito del Libro Primero del Astrolabio Llano, incluido en los Libros del Saber de Astronomía del Rey Alfonso X de Casilla,
Bibloteca de la Universidad Complutense de Madrid en España.

Trazado de los elementos del Tímpano del Astrolabio por los métodos descritos en el manuscrito de "Fracmentos Mathematicos" de Fr Joseph Maria Comellas de Mallorca



007 Ministerio de Cultura

Tímpano del Astrolabio trazado por Fr. Joseph Comellas para una Latitud de 42°, válido para Mallorca., con el Circulo del Horizonte Oblicuo, los Almicantarats y los Circulos de Azimut



007 Ministerio de Cultura

Modo de trazar el Tímpano del Astrolabio trazado por Fr. Joseph Comellas para una Latitud de 42°, válido para Mallorca.

Trazado del Circulo del Horizonte Oblicuo y de los Almicantarats.

El Circulo del Horizonte Oblicuo es en realidad el circulo del Almicantarat 0°, por lo tanto, trazando este circulo, los demás Almicantarats se trazarán de modo similar.

Sobre el Círculo del Ecuador, se mide un arco de 42° de (B a F).
Desde (F), se traza la linea (F.A.L.)
Desde (C), se traza la linea (C.F.), que al cortar a la Linea Meridiana delimita el punto (n)
Desde (C), se traza la linea (C.L.), que al cortar la prolongación de la Linea Meridiana delimita el punto (g).
Sobre la Linea Meridiana, el punto medio de la distancia entre (n) y (g), será el centro del Circulo del Horizonte Oblicuo, El Circulo del Horizonte Oblicuo deberá pasar por los puntos (B), (n), y (C).
Si no pasa por esos tres puntos (B), (n), y (C), es que el Círculo del Horizonte Oblicuo está mal trazado.

Trazado del Circulo del Horizonte Oblicuo y de los Almicantarats. (Continuación)

Los demás Círculos de los Almicantarats se trazarán de modo semejante.
Supongamos, que se quieren trazar 9 Almicantarats. (En una nota al margen de esta pagina, se indica que es mejor trazar 18, si lo permite el tamaño del Astrolabio, pero que en este Astrolabio, al ser pqueño y haber trazado tantas lineas ha resultado algo denso).

Sobre el Circulo del Ecuador, de (B) a (m), se traza el Complemento de la Altura del Polo.
(Para unacLatitud de 42°, el complemento es (90° – 42°) = 48°.

No hace falta medir ese angúlo, pues para trazar el complemento de (48°), bastará dividir en dos mitades el semicírculo (FML).
El arco (Bm) será igual a (90° - 42°) = 48°.

Después, habrá que dividir en 9 partes cada cuadrante (Lm) y (Fm).
Por las divisiones hechas al arco (Lm) se trazan lineas al punto C, que cortarán la linea (Vn) en varios puntos.
Por las divisiones hechas en el cuadrante (Fm) se trazan lineas desde el punto C hasta que corten la linea (gV).
Por los puntos de corte sobre la linea (gV), hallados de ese modo pasarán los Círculos de los Almicantarats
En el punto medio de sus diámetros se encuentran los centros de sus círculos.

La linea trazada desde el complemento de 48° al punto (C), cortará a la Linea Meridiana en el punto V que es el Zenit de la localidad de 42° de Latitud.

Trazado de los Arcos del Crepúsculo.
Para trazar la linea del arco del crepúsculo, se traza un arco de 18° de (F) a (R) y otro arco de 18° de (L) a (P)
La linea trazada desde (C) a (R) cortará a la Linea Meridiana en el punto (S)
Prolongando la linea trazada desde (C) a (P), cortará a la Linea Meridiana en el punto (h). (Cae fuera de la pagina)
La distancia (Sh) será el diámetro del circulo de 18° por debajo del Horizonte.
En el punto medio del diámetro (Sh), esta el centro del arco del crepúsculo.

Trazado de los Circulos de Azimut
Los Círculos de Azimut, se trazan como sigue:
Se traza un arco de (F) a (d) de 42° y se traza la linea (dC) que cortará a la linea meridiana en el punto (E)
Por el punto (E) se traza una linea paralela al Horizonte Recto (BC) , que será la linea (TX).

En dicha linea (TX) están los centros de los Círculos de los Azimuts, que se hallarán del modo siguiente:
Se traza la linea (OV) paralela al Horizonte Recto (BC) que pasará por el Zenit (V).
Haciendo centro en (V) y con un radio arbitrario (OV), se traza el cuadrante (OK), que se dividirá en 9 partes, o en 18, o en la separación deseada para los Círculos de Azimut.
(En el dibujo del manuscrito está dividido en 18, para que los Círculos de Azimut fueran de 5° en 5°, pero a modo de ver del autor, resultan demasiado densos.
Desde el Zenit (V) se trazan lineas hasta las divisiones hechas en el cuadrante de círculo (OK), que se prolongan hasta que corten la linea (TX).

Los puntos en donde las lineas trazadas desde (V) corten a la linea (TX) serán los centros de los Círculos de Azimut, que pasarán todos por el Zenit (V), a una y otra parte de los puntos de corte.

Los centros de (E) a (T), se trasladan de (E) a (X) para trazar los Círculos de Azimut del otro lado.
Una vez trazados todos los círculos de los Almicantarats y los de los Azimuts y establecido el arco del Crepúsculo, el Tímpano quedará terminado, solo faltará gravar los números de las divisiones tal como se ve en la figura.

Fin de la Construcción del Astrolabio Planispherico a partir de dos manuscritos españoles

"Libro Primero del Astrolabio Llano"

Incluido en el corpus del manuscrito de los "Libros del Saber de Astrología"
del Rey Alfonso X de Castilla.
(Toledo, 1276 y 1277)

"El Astrolabio de Tolomeo o Equinoccial"

Incluido en el corpus del manuscrito de "Fracmentos Mathematicos"
de Fr. Joseph María Comellas de Mallorca.

Ambos manuscritos han sido transcritos y commentados por
Alfonso Pastor Moreno
Campoolivar. Godella. (Valencia)
Abril y Mayo de 2020