

# La Arqueoastronomía en la enseñanza de la Astronomía



Lía Celinda Acosta – IES Santa María, Catamarca  
Leonor Colombo de Cudmani - UNT

## **¿De qué se ocupa la arqueoastronomía?**

“Estudia la forma en que se manifiestan los conocimientos astronómicos de las sociedades del pasado, tratando de determinar que tipo de conocimientos manejaban y de qué forma los adquirirían y transmitían”

Es el estudio arqueológico y antropológico de la astronomía.

### **Aportes de la arqueoastronomía al educador en ciencias :**

- Brinda la posibilidad de generar interés por la astronomía en estudiantes que tienen inclinación por las ciencias humanas.
- En tanto patrimonio cultural, legado de la América indígena, la puesta en valor del mismo posibilita considerar la multiculturalidad de los pueblos latinoamericanos, acorde la concepción de ciencia que sustentamos.
- Es valiosa en sí misma. Las prácticas de observación astronómicas y la elaboración de calendarios de las sociedades bajo estudio aportan nuevas perspectivas para comprender sus complejas relaciones sociales.

## MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

Nos posicionamos en una concepción de ciencia a modo de construcción inter y transdisciplinaria, comprometida con la ética, la estética y el bien común, que permita la viabilidad y la sostenibilidad de la región y la especie humana en el planeta.

En este marco, proponemos abordar el conocimiento astronómico desde epistemes distintas, siguiendo a Foucault, para poder poner en valor el saber y las prácticas astronómicas de nuestros pueblos originarios, para quienes no fue la razón un principio de orden sino lo mítico-religioso, utilizado para el control político y social.

Dentro de los consensos constructivistas, nos parece apropiado, para la concepción de ciencia propuesta, el modelo integrador, que considera las dimensiones conceptual, metodológica, epistemológica, ontológica y axiológica del conocimiento científico.

El encuadre didáctico se lleva a cabo atendiendo a los principios y orientaciones del enfoque Ciencia Tecnología Sociedad.

## CONTENIDOS

En esta propuesta consideramos:

- Astronomía de posición, la medición del tiempo, nociones de magnetismo terrestre, la corrección por declinación magnética cuando se orienta un cuadrante solar con una brújula.
- Estructuras de funcionalidad astronómica, monumentales relojes de sol:
  - el observatorio astronómico del sitio arqueológico Rincón Chico del Período de Desarrollos Regionales (1.000 a 1470 d.C.);
  - la Intihuatana de Fuerte Quemado de filiación inca (1470 a 1532), en un sitio preexistente del mismo período;
  - la puerta del sol del asentamiento incaico de Nevados del Aconquija.

Los dos primeros están ubicados en el Valle de Yocavil hoy Santa María, Catamarca; el último en Tucumán.

- La construcción de relojes de sol, ya que se propicia la enseñanza de la Astronomía como saber, saber hacer y saber ser.

## Las estructuras de funcionalidad astronómica:

Los monumentales relojes de sol; que demarcan las épocas de la siembra, de la recolección, del ritual, de la institucionalización del poder de la élite político-religiosa de las sociedades agropastoriles aludidas; se abordarán utilizando los siguientes trabajos:

- **“Arqueoastronomía en Rincón Chico (Catamarca, Argentina). Monumentos del Tiempo . Monumentos de encuentro en el Valle de Yocavil”**. Alejandra Reinoso (2003) (“Proyecto Yocavil” dirigido por la Dra. Miryam Tarragó)
- **“Vientos del Sur. El Valle de Yocavil bajo la dominación incaica”**  
González y Tarragó. (2005)
- **“El enigma de La Ciudadcita. Arqueoastronomía de los Nevados del Aconquija, Provincia de Tucumán”**. Bravo (1993)

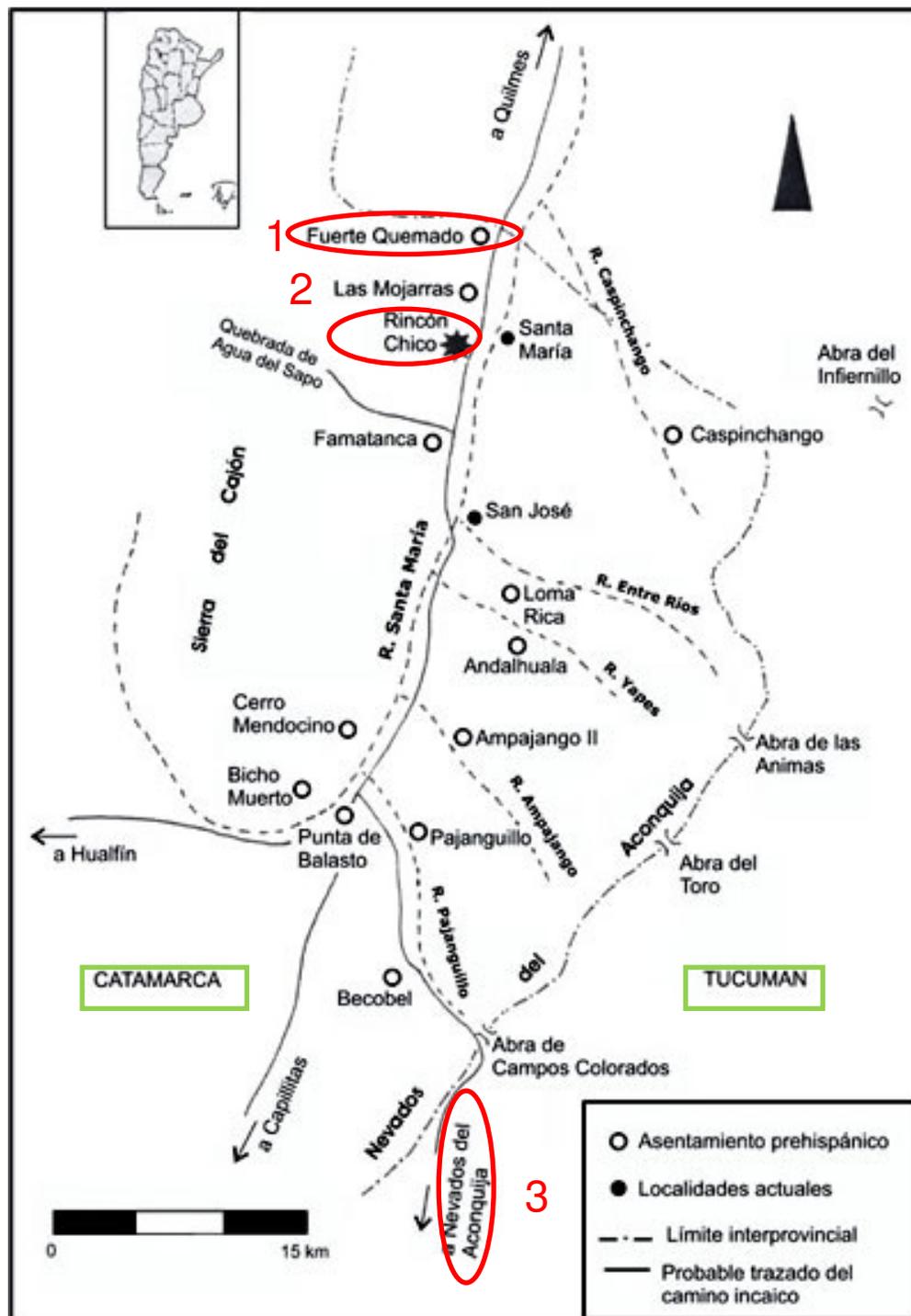
Se analizarán las investigaciones arqueológicas con apoyo de fotografías de los sitios, el modo de abordar la investigación: las hipótesis que formularon los autores y el marco teórico que las sustentaba, las simulaciones astronómicas, el trabajo de campo y las observaciones que realizaron, el análisis y la interpretación de los mismos.

Se considerarán las relaciones entre los sitios y las sociedades que los construyeron y habitaron, las consecuencias políticas, socioeconómicas y cúltricas de la invasión inca en los Valles Calchaquíes y su zona de influencia

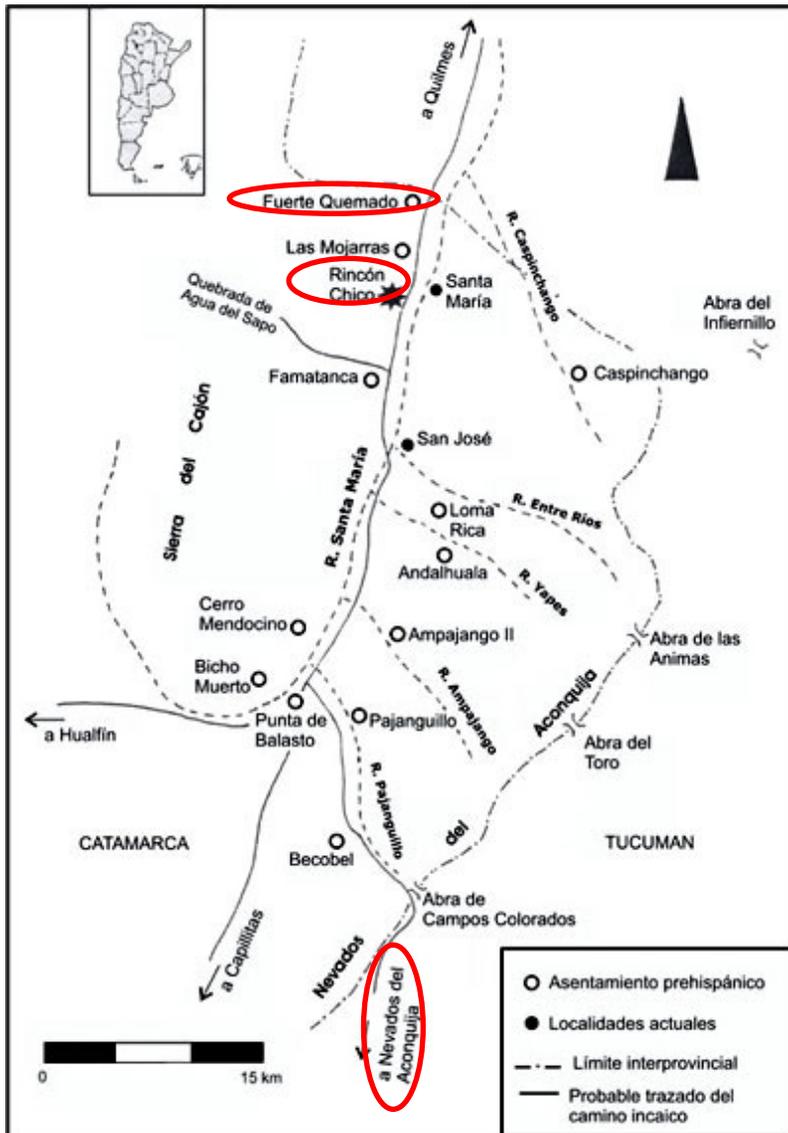
# Valle de Yocavil, Valle de Santa María

Ubicación de los sitios  
arqueológicos  
que visitaremos  
virtualmente:

- 1- Rincón Chico (Catamarca)
- 2- La intihuatana de  
Fuerte Quemado (Catamarca)
- 3- El asentamiento de  
Nevados del Aconquija  
(Tucumán)



# Valle de Yocavil, Sierra del Cajón o de Quilmes, Nevados del Aconquija, Campo del Arenal



## **Rincón Chico: Sitio arqueológico en el Valle de Yocavil**

Sería un asentamiento residencial que ocupaba la cumbre y laderas de un espolón rocoso de la Sierra del Cajón, constituyendo la cabecera de un sistema de 25 sitios distribuidos a lo largo de la llanura pedemontana circundante, cubriendo un espacio de 500 ha. Fechados radiocarbónicos muestran una ocupación de al menos siete siglos, entre el 800 y la conquista europea. A la llegada del español era habitado, presuntamente, por los anguinahaos (Lorandi y Boixadós)

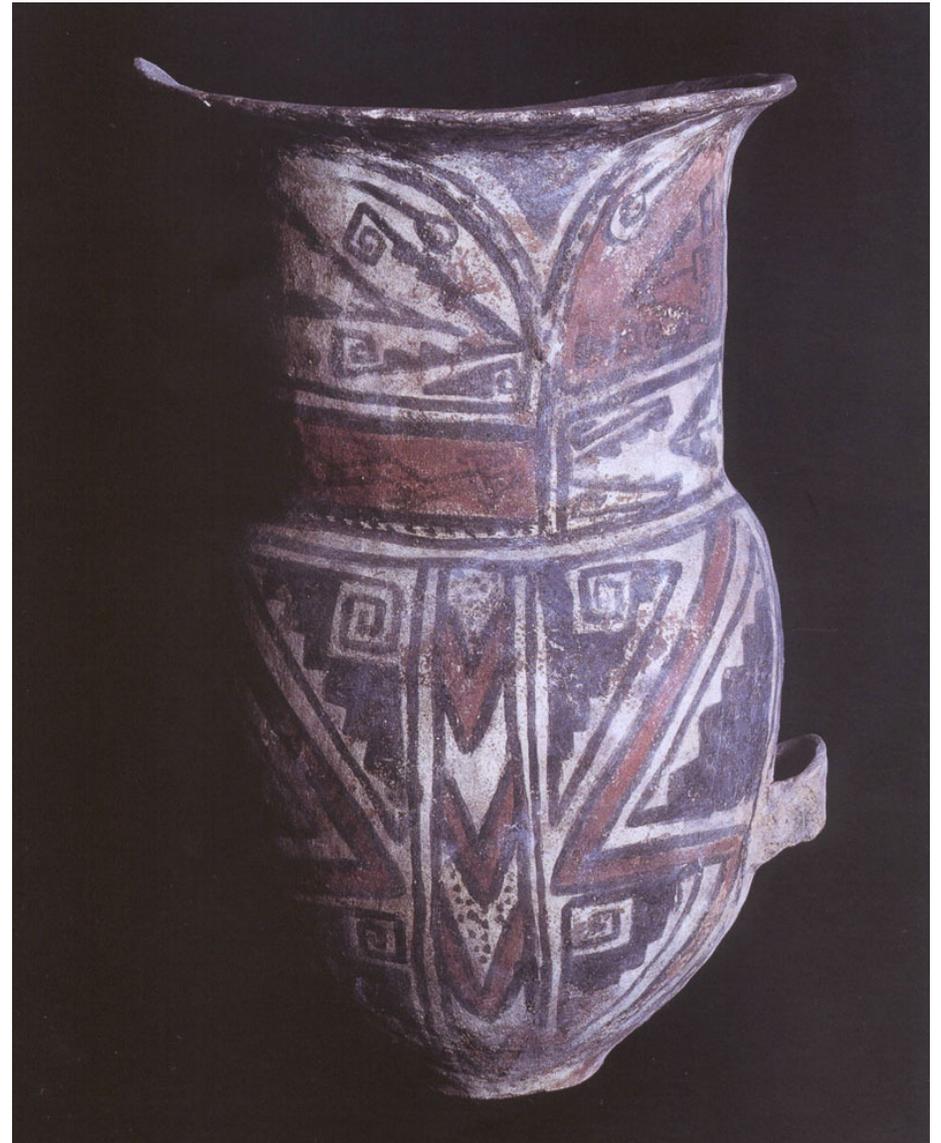
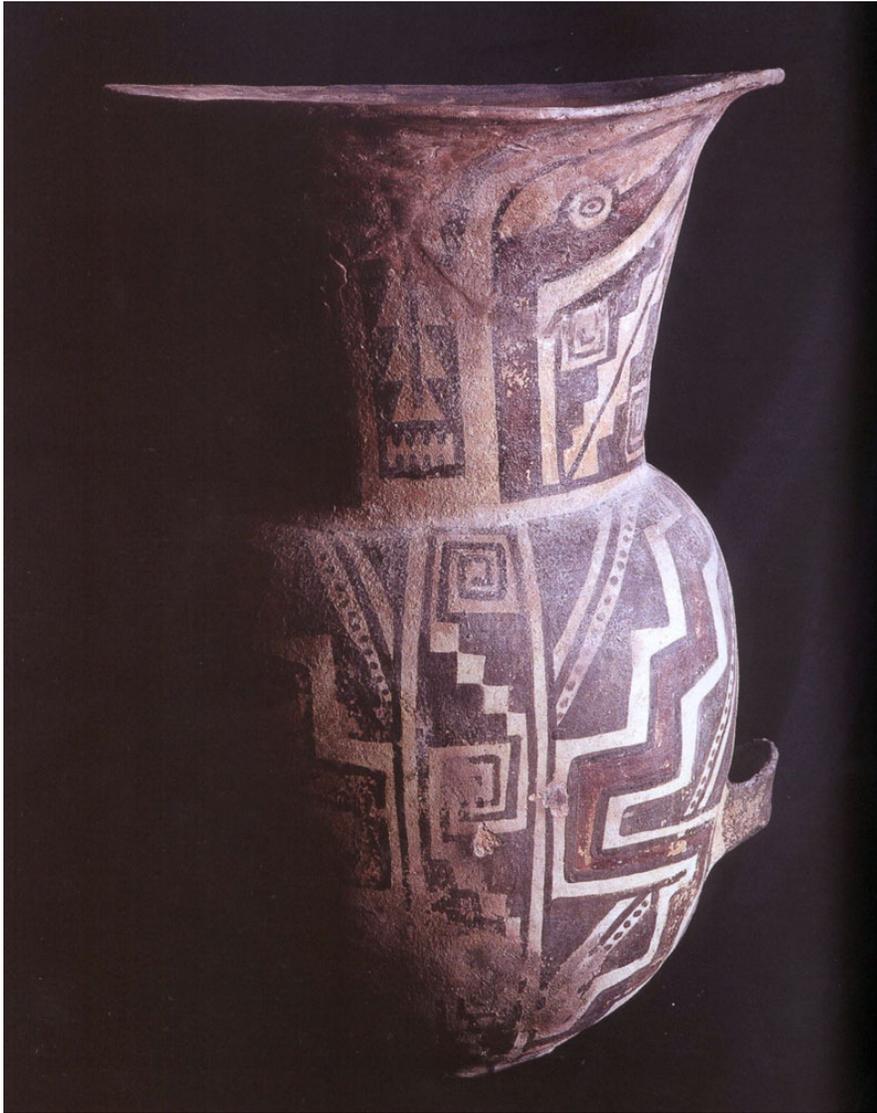


# Cultura Santa María

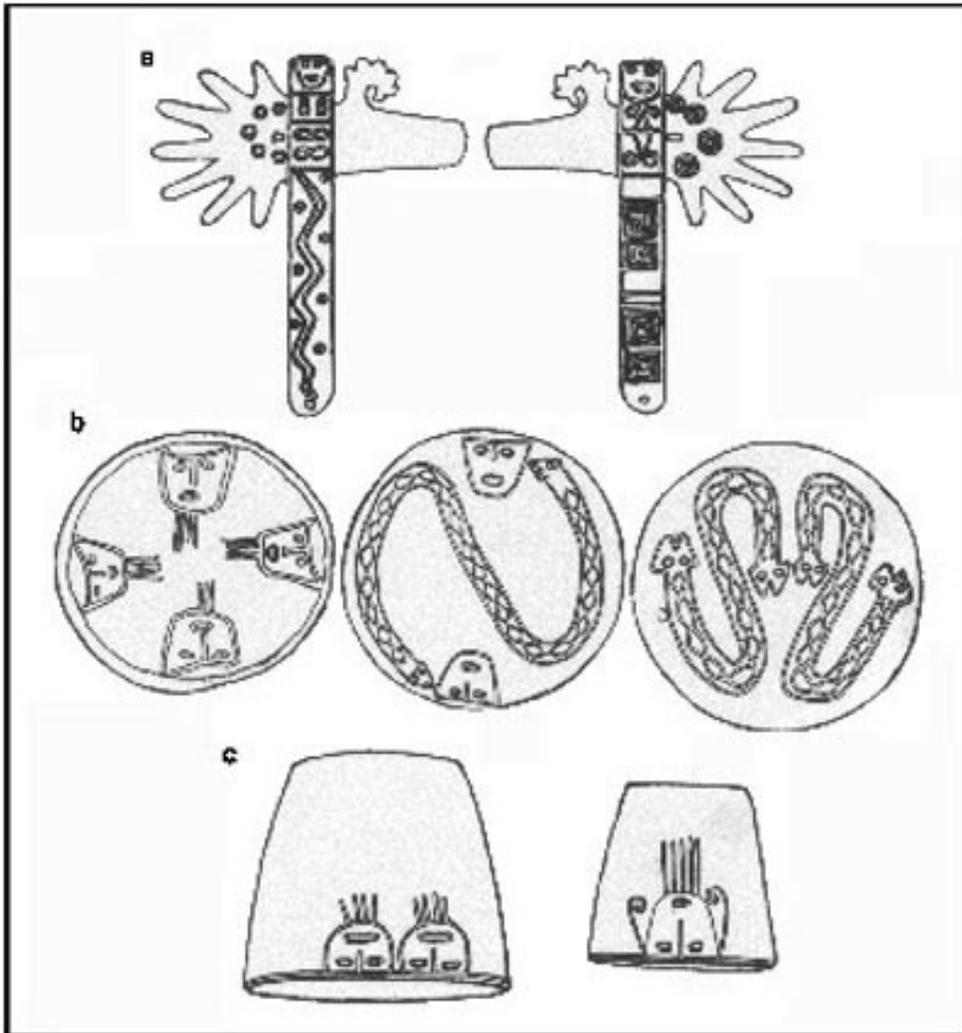
*Urnas funerarias para párvulos*



# CULTURA SANTA MARÍA



# CULTURA SANTA MARÍA



*Objetos de bronce:*

- ***hachas con mango incorporado***
- ***discos***
- ***campanas ovales***

*Esta trilogía acompañaba el ceremonialismo religioso de estas sociedades*

**Cultura  
Santa María**



*Campana oval*

# Cultura Santa María



*Discos de bronce*

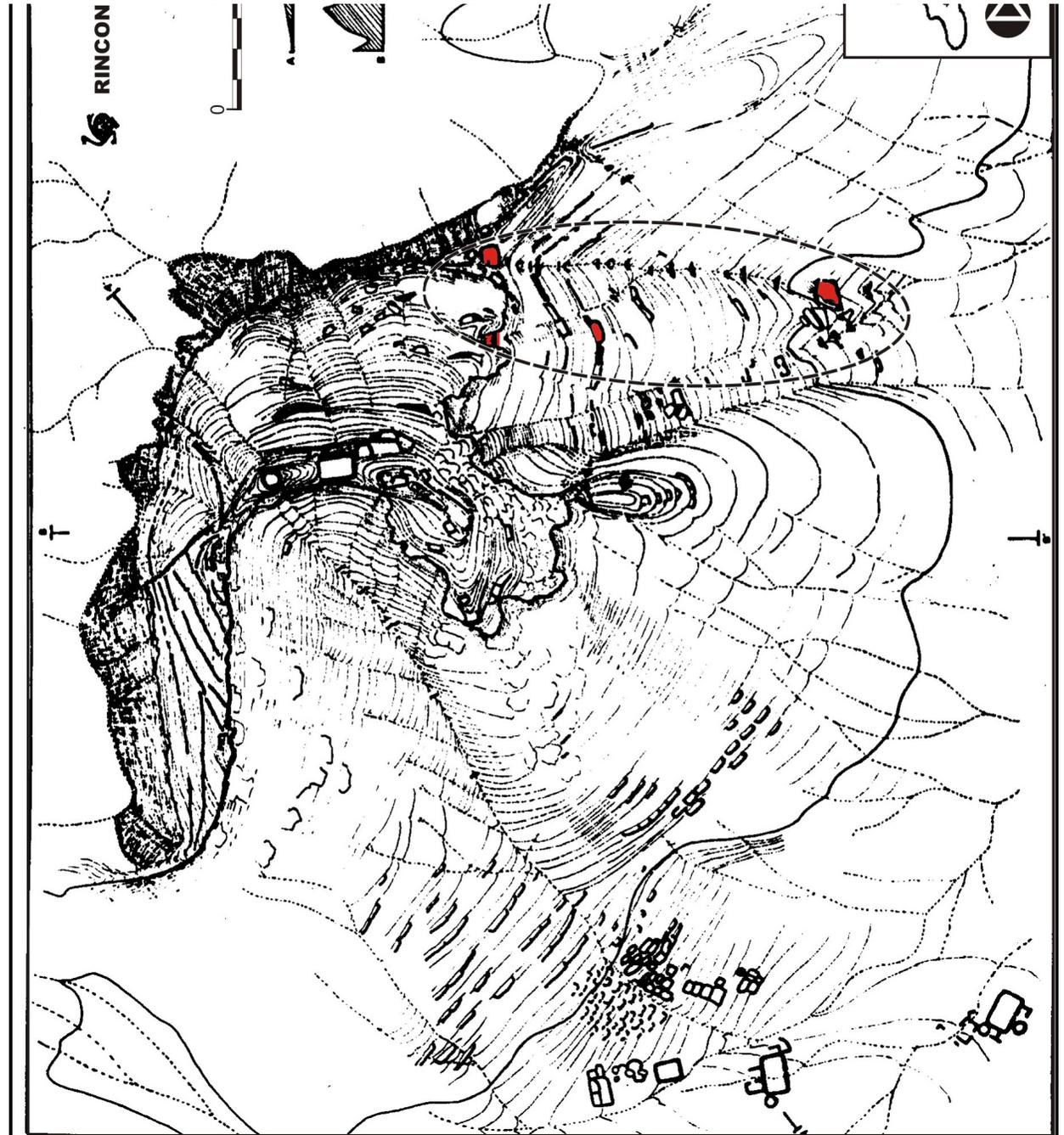
# Cultura Santa María

*Discos de  
bronce*



El sitio de Rincón Chico muestra un patrón de asentamiento jerarquizado conformado por:

- Barrios residenciales especiales en el morro, donde se ubican la Casa Rosada (hecho de bloques rosados), la Casa Blanca (de bloques blancos) y la Casa Plomiza en el Abra del Sol.
- Un área ceremonial con edificios singulares en la Quebrada del Puma.
- Un poblado con unidades residenciales al pie del cerro, hacia el sur, separado del sector sagrado.



*Figura 3. Plano general de Rincón Chico 1. Área delimitada: Quebrada del Puma (ladera este-oeste) y Abra del Sol. En rojo: construcciones mencionadas (Modificado de Tarragó 1987).*

Cerro de Rincón Chico. En el centro la torrentera pegmatítica rosada



# Torrentera pergamítica rosada



# La casa Plomiza en el Abra del sol, Quebrada del Puma



# Vista hacia el valle desde el Abra del Sol



El desarrollo del conocimiento astronómico puede vincularse con la organización socioeconómica de un grupo, estableciendo referencias temporales regulares para la planificación de diferentes actividades: la subsistencia, la administración y el ritual.

Una forma de medir el tiempo es a partir de fenómenos astronómicos, buscando regularidades en su manifestación, es decir, procesos cíclicos.

Se puede observar y estudiar **el movimiento aparente del sol**: su desplazamiento cíclico en el horizonte, sus posiciones extremas: los solsticios.

# Movimiento aparente del sol

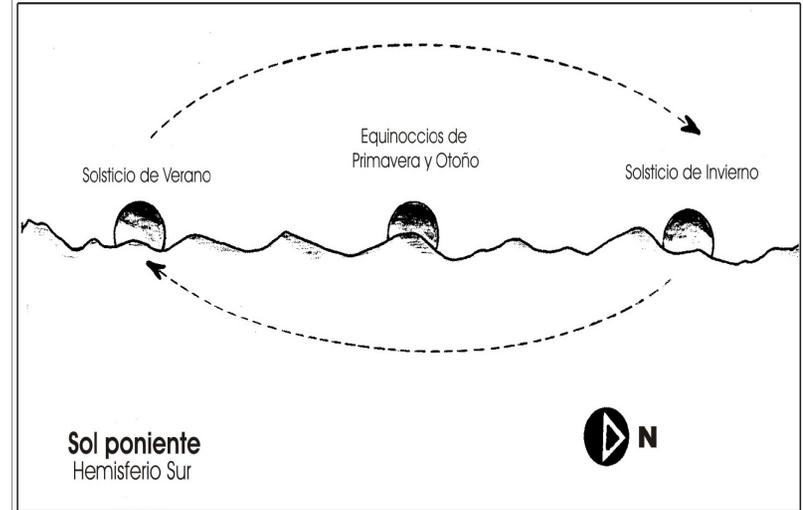
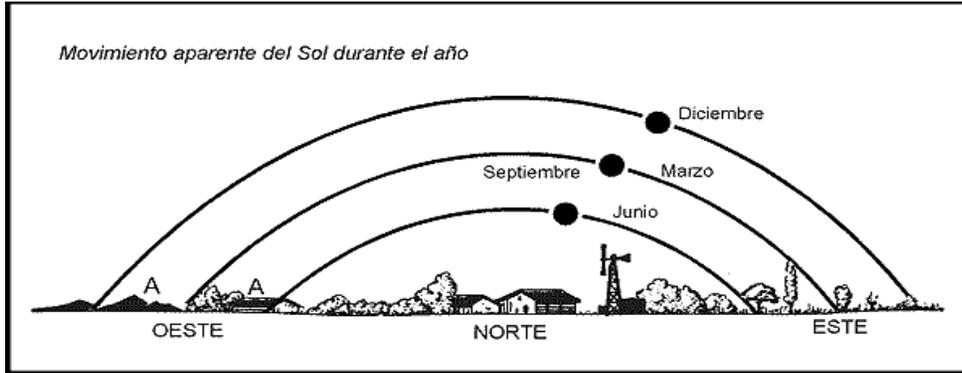
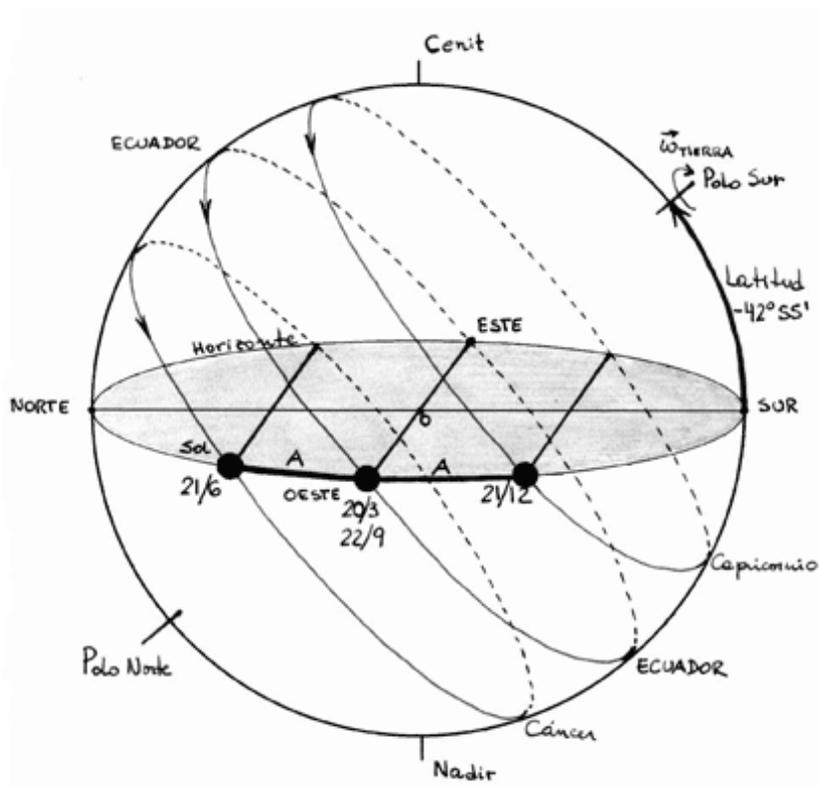


Figura 1. Año solar. Esquema del desplazamiento aparente del sol en el horizonte oeste (posiciones para el hemisferio sur).



- puesta del sol, en el horizonte oeste:
- el 21/12 en el solsticio de verano,
  - el 20/3 y 22/9 en los equinoccios de otoño y primavera,
  - el 21/6 en el solsticio de invierno

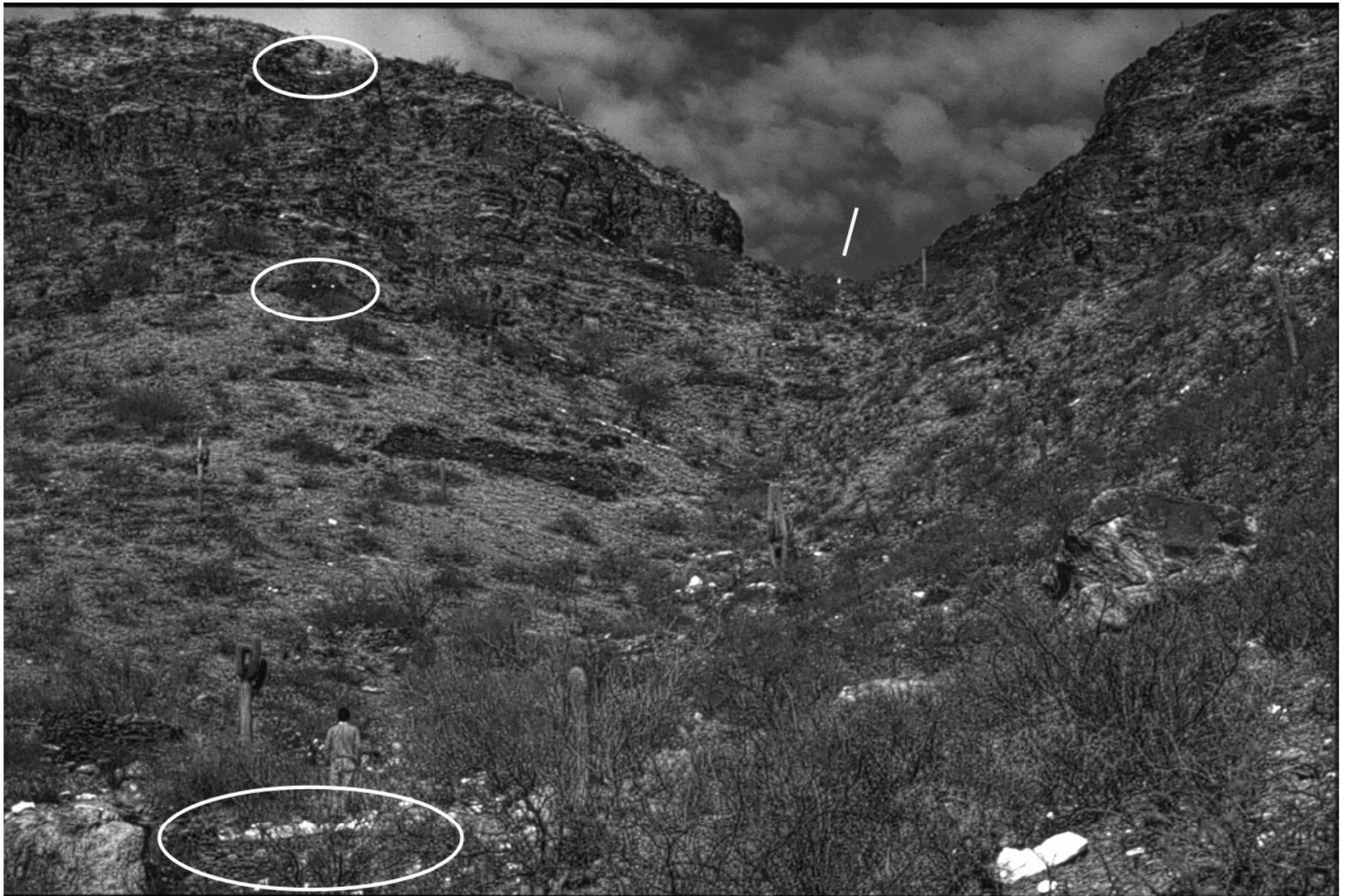
Desde puntos de observación específicos este desplazamiento aparente puede estudiarse y generar un conocimiento importante.

Una de las formas de señalar determinadas posiciones del sol en el horizonte es a partir de una alineación de estructuras o rasgos naturales significativos; uno de los extremos funcionará como *punto de observación* y el otro como *punto de referencia* en el horizonte.

El sector de la **Quebrada del Puma** ha sido caracterizado como un espacio ceremonial por la calidad de sus construcciones y su segregación con respecto a los sectores donde se concentran las unidades domésticas. También posee una acústica especial.

**Tres construcciones** se destacan por la utilización decorativa de bloques de piedra grises, blancas y rosadas.

Están ubicadas en la ladera y sugerentemente alineadas este-oeste, de forma ascendente hacia el oeste.



*7. Quebrada del Puma y Abra del Sol. Con círculos se indican las tres estructuras alineadas. A i en el centro de la ladera, el recinto de los Ojitos y arriba la Plataforma 111. Con la flecha se i en el Abra del Sol. Nótese como resaltan los muros decorados con cuarzos blancos.*

**Plataforma tricolor** en el horizonte de la Quebrada del Puma: conserva una altura de 2 m, con casi 10 m de largo y una planta semicircular de 2,5 m de radio



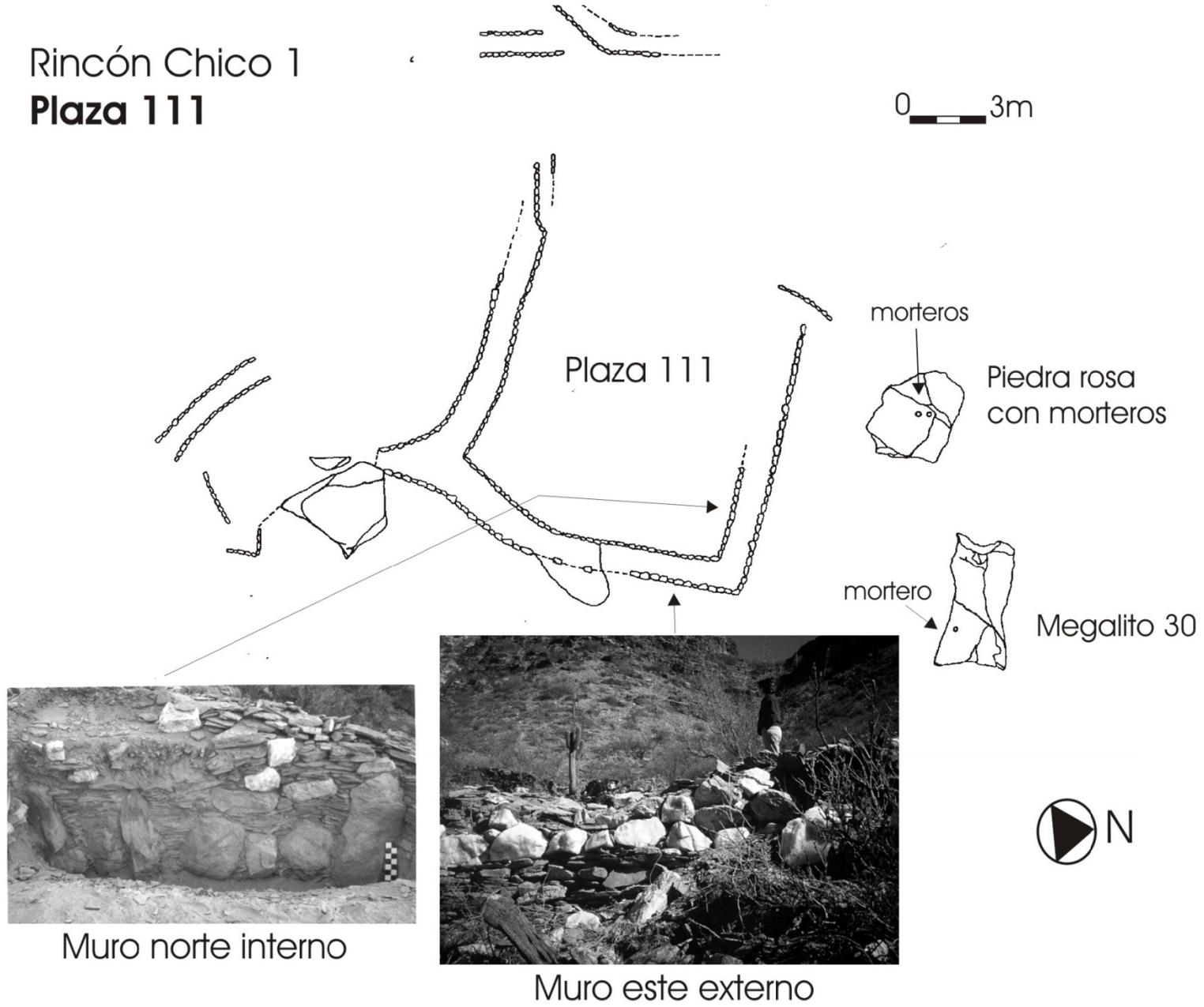
**Recinto de los Ojitos** en la ladera de la Quebrada del Puma:

planta semicircular de pared de lajas negras en la que se insertan dos bloques de cuarzo canteado, conserva una altura de unos 3 m desde el exterior.



Rincón Chico 1  
**Plaza 111**

0 3m

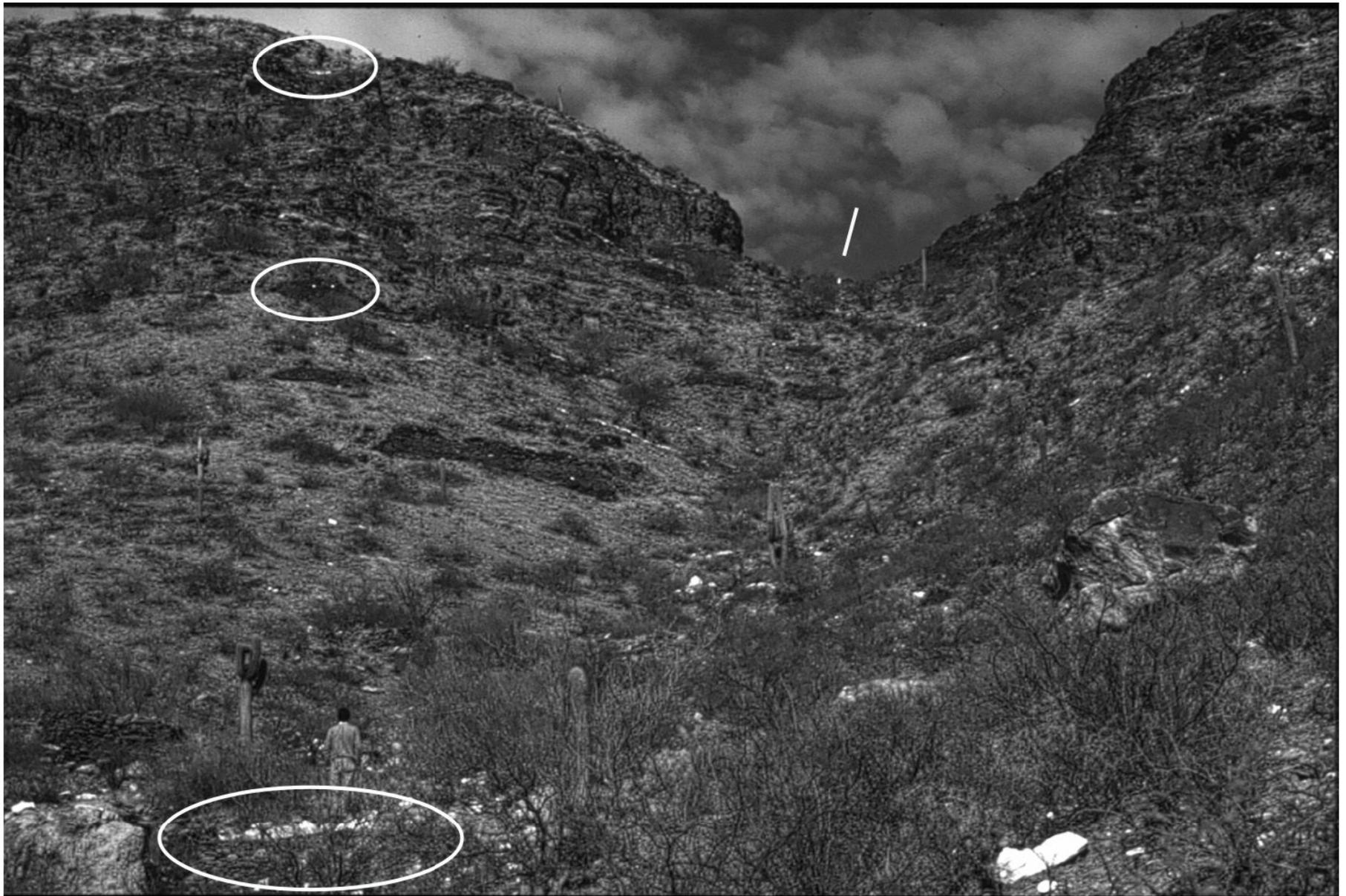


**Figura 6.** Plaza 111 al pie de la Quebrada del Puma.

## Plaza 111 al pie de la Quebrada del Puma

A la izquierda, piedra rosa con morteros y megalito 30 con mortero



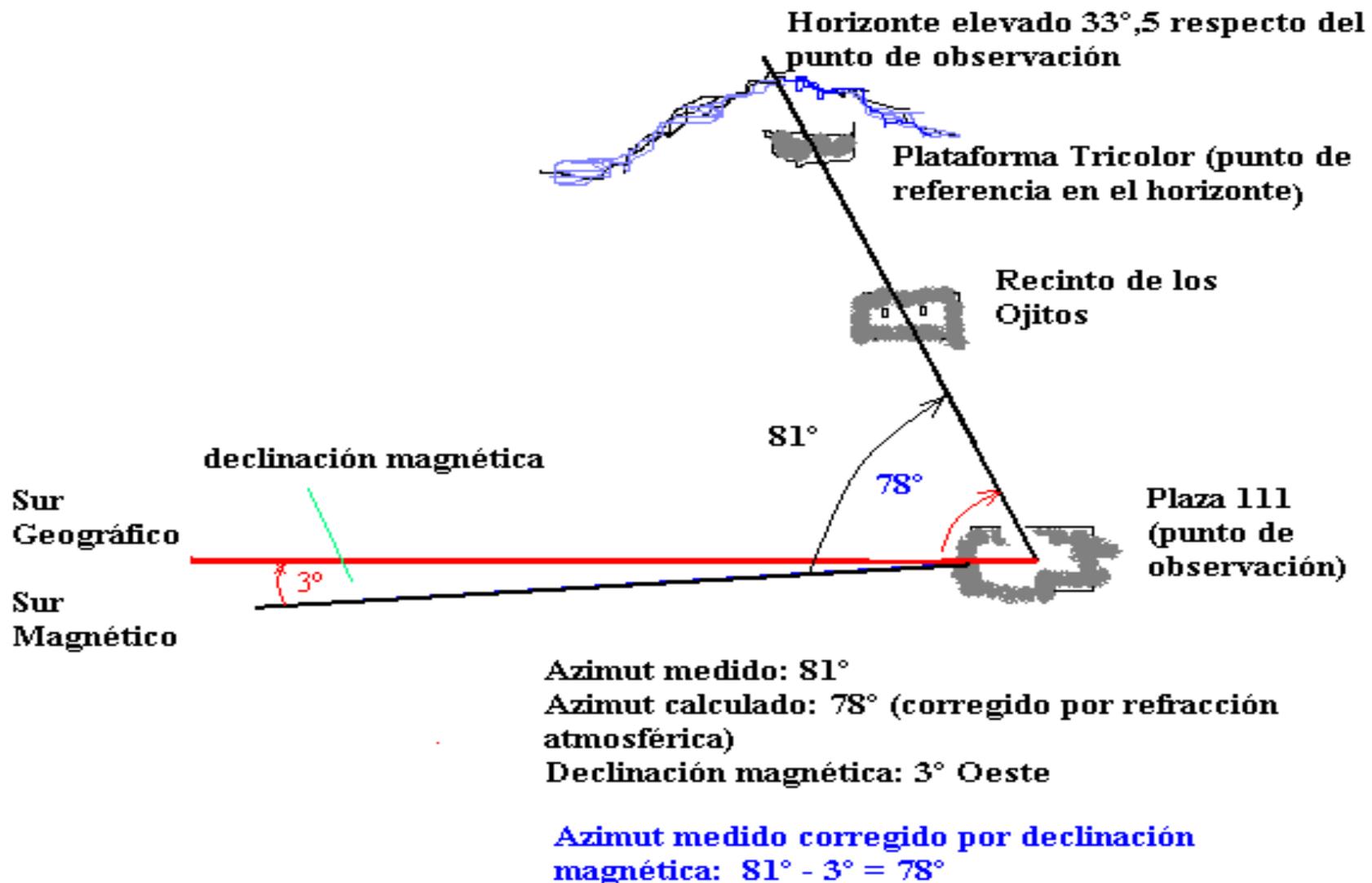


*7. Quebrada del Puma y Abra del Sol. Con círculos se indican las tres estructuras alineadas. A i en el centro de la ladera, el recinto de los Ojitos y arriba la Plataforma 111. Con la flecha se i en el Abra del Sol. Nótese como resaltan los muros decorados con cuarzos blancos.*

**Hipótesis de trabajo:** *las estructuras habrían funcionado como puntos de observación y marcación de determinada posición del sol en el horizonte.*

Mediciones: azimut de la Plataforma Tricolor y azimut del Recinto de los Ojitos desde la Plaza 111: **Ambos azimutes coinciden, con un valor de 81°**  
Esta coincidencia significa que **las estructuras están alineadas**, y se puede considerar que esta alineación es intencional

Siguiente paso en la investigación: simulación astronómica para el azimut de la puesta del sol en el solsticio de verano, teniendo como punto de observación la Plaza 111: el valor obtenido fue de 79°. (Los cálculos fueron realizados por Sixto Giménez Benítez y Alejandro López, astrónomos de la UNLP)



*Con estos resultados, se dio por cierta la funcionalidad astronómica de las tres estructuras de la alineación.*

*Contrastación empírica: se debía entonces realizar la observación del sol poniente para el solsticio de verano.*



21 de diciembre; ¡Observadores imparciales de distintas edades, ubicados en Plaza 111!



**C. Sol poniente en el solsticio de verano ocultándose detrás de la Plataforma Tricolor.** Se puede apreciar el Recinto de los Ojitos atravesado por uno de los últimos rayos del sol.

**Figura 9.** Rincón Chico 1, Quebrada del Puma. Sol poniente desde la Plaza 111 durante los solsticios y equinoccios.



## **Resultado de las observaciones:**

El 21 de diciembre, mirando desde la Plaza 111, el sol poniente desapareció detrás de la Plataforma Tricolor. El azimut para el punto del horizonte tras el cual el sol se ocultó es de  $81^{\circ}$ , el mismo azimut de la alineación.

Esto demuestra la intencionalidad de dicha alineación y la causa de la misma: *marcar de manera no ambigua aquel momento del año en donde el sol detiene su marcha hacia el sur para regresar una y otra vez hacia el norte.*

## **Evaluación de los resultados de las observaciones:**

El Recinto de los Ojitos, entre los extremos de la alineación, tendría como función reforzar la proyección visual de la línea imaginaria que une el punto de observación (Plaza 111) con el punto de referencia en el horizonte (Plataforma Tricolor). Podemos ya hablar del:

**Observatorio Solar de Rincón Chico.**

***La pregunta que deberíamos ahora plantearnos es porqué la necesidad de marcar un tiempo en un lugar.***

## La Intihuatana de Fuerte Quemado

Este sitio resulta interesante porque arqueólogos del siglo XIX y principios del XX lo vincularon con un observatorio solar. La Intihuatana (amarradero del sol) configuraría un observatorio solar de características distintas al de Rincón Chico, del tipo de observatorios del Imperio.

“Sector IV: En este sitio no encontramos el aukaipata (plaza), ni el ushnu (plataforma ceremonial), por lo que suponemos que no fue utilizado para realizar la redistribución, sino sólo como lugar de almacenaje.

Es un tampus o tambo del camino, construido junto a un poblado preexistente del Tardío, con un observatorio solar y otras obras de infraestructura que conforman un complejo sitio de larga duración, en el cual, al principio de la entrada de los Incas, se construyó la posta que llamamos Sector IV.

Se encuentra a la vera del Capacñam (camino real del Inca) como lugar de apoyo logístico a las caravanas puesto que el sitio carece de recursos minerales o de otro tipo, salvo la presencia previa de población, y lugares adecuados para la producción de granos y lana.” (Kriscautzky. 1999)

Habría sido habitado por los acalíes (Lorandi, Boixadós)

# Aríbalos incaicos procedentes de Fuerte Quemado

Redibujado de  
Bruch (1911)

grandes botellones  
apropiados para  
guardar granos



# Morteros en una gran piedra plana, en la base del cerro



**A medio camino hacia la Ventanita, que ya se observa recortada en el horizonte**



**La Ventanita, al fondo el Río Santa María, el Abra del Infiernillo (acceso al Valle de Tafí), las Cumbres Calchaquíes a la izquierda, los Nevados del Aconquija a la derecha**



**Desde el sureste, se observa además los restos de una estructura**



**Se observa el filo angosto de la cima, desde el lugar donde habrían estado los pilares de la intihuatana inca  
A la izquierda el Campo de la Simonita.**



**Resto de cerámica con la víbora bicéfala característica de la cultura santamariana**



## Sitio La Ventanita o Intihuatana de Fuerte Quemado

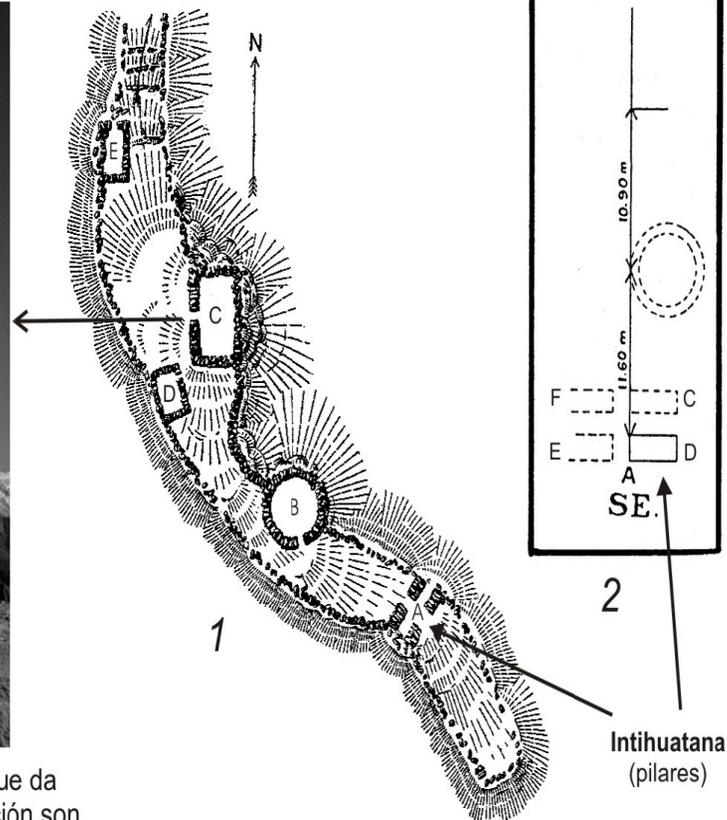
(Valle de Yocavil, Catamarca)

Sector de la cumbre

2. Croquis parcial según  
Lafone Quevedo (1902:8)



Estructura ubicada en el sector de la cumbre, única hoy en pie allí, y que da su nombre al sitio: la Ventanita. Los cimientos de esta actual construcción son aquellos que conforman la entrada del Recinto C registrado por Bruch en 1907.



1. Plano del sector según Bruch (1911:47).

**Figura 12.** Sitio La Ventanita de Fuerte Quemado (Catamarca), sector de la cumbre. La única estructura que hoy aún puede observarse allí es aquella reconstrucción que da nombre a este centro poblado tardío, la Ventanita.

Alejandra Reynoso (2003) expresa:

*“...la estructura conocida como La Ventanita y que da su nombre a este sitio. En realidad, esta estructura no es otra cosa que la puerta del muro oeste de un recinto rectangular derrumbado: el Recinto C del plano elaborado por Bruch...basada en una reinterpretación de los pobladores locales levantada sobre los cimientos originales de la abertura del recinto.*

*La figura reproduce los planos elaborados por Lafone Quevedo (1.902) y Bruch (1.911). En ella se observan cuatro pilares de 1m de ancho por 2m de largo, dispuestos rectangularmente y separados entre sí por un espacio de 1m. Esta construcción particular es lo que se denominó “Intihuatana”... podemos estimar que los pilares tenían una altura no menor de 1 m.*

*Si los pilares habrían formado parte de un observatorio solar, habría sido para observar el sol poniente”*

*Por su parte, Lafone Quevedo los define como un reloj solar, aunque no menciona de qué forma funcionaría este observatorio”*

## Investigación efectuada por las autoras de esta propuesta:

**Hipótesis:** La Ventanita tiene una orientación intencional que permite la observación de la salida del sol para el solsticio de invierno, función que le asignan los pobladores locales.

### **Mediciones:**

Azimut medido para el eje de La Ventanita, respecto al Norte Magnético:  $66^{\circ} 07'$

Declinación Magnética para la fecha de la observación:  $4^{\circ} 21'$  oeste

Azimut corregido para el eje de La Ventanita:  $61^{\circ} 46'$

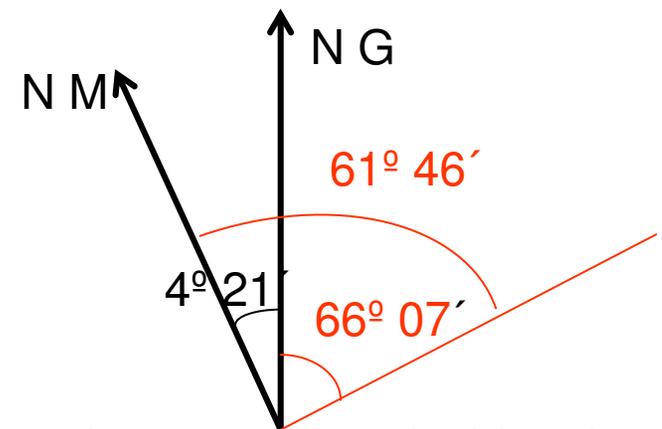
Coordenadas geográficas determinadas para La Ventanita:

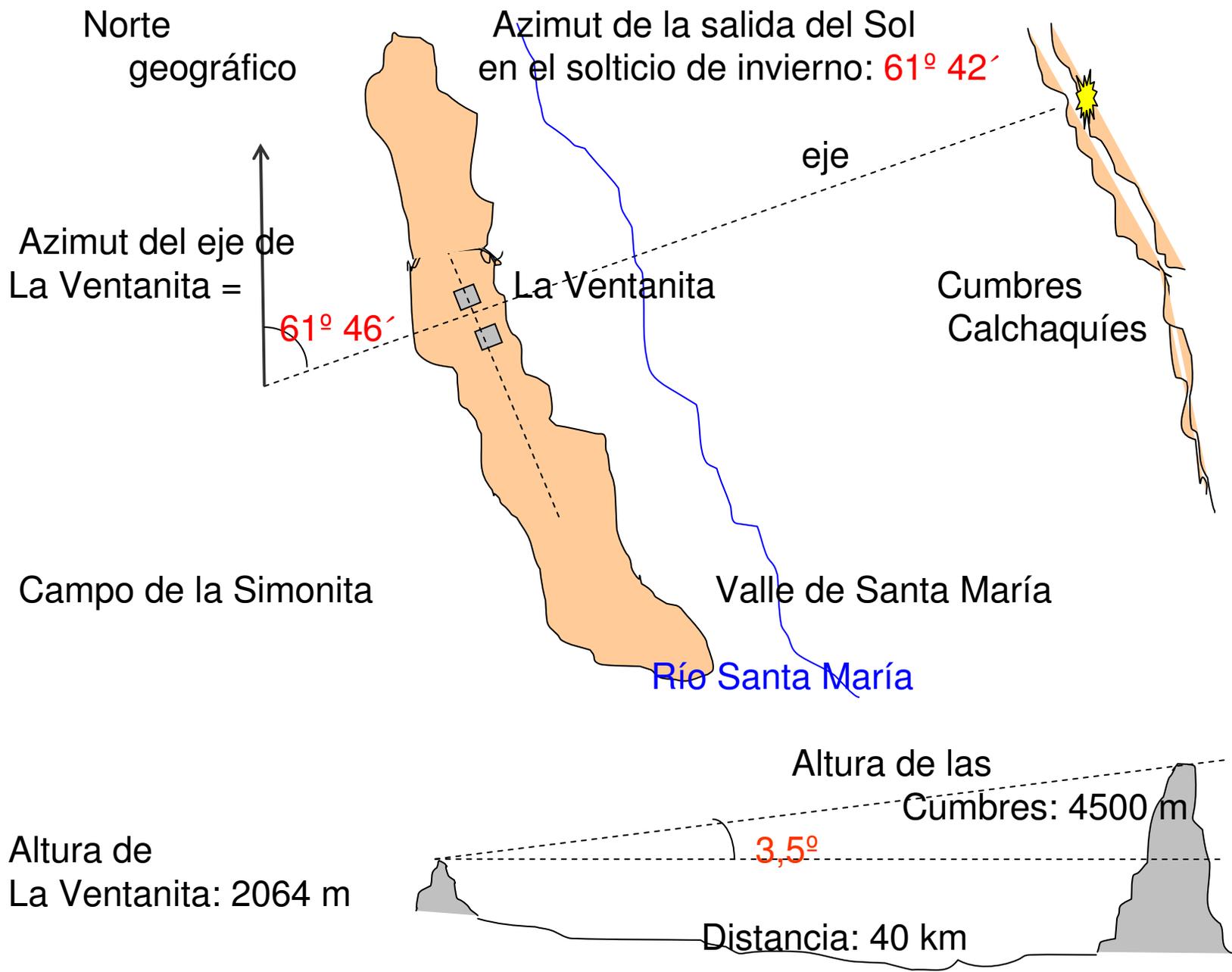
Latitud:  $26^{\circ} 36'$  Sur      Longitud:  $66^{\circ} 33'$  Oeste

### **Cálculos realizados:**

Para una altura del horizonte (las Cumbres Calchaquíes) de  $3,5^{\circ}$ , respecto de La Ventanita, el azimut de la salida del sol para el solsticio de junio es:  $61^{\circ} 42'$

**Conclusiones:** podemos decir que azimut calculado y azimut medido coinciden, lo que corrobora la hipótesis, dentro de una precisión aceptable para las características de la estructura.





El solsticio de invierno en el Hemisferio Sur ocurre cuando el Sol en su movimiento aparente (o la Tierra en su movimiento real) se encuentra más alejado. Por la Segunda Ley de Kepler, debido a la elipticidad de la órbita, el Sol se mueve a menor velocidad. Esto da como resultado que durante varios días antes y después del solsticio salga por el mismo punto del horizonte o con el mismo azimut. Es como si se hubiera detenido en su movimiento hacia el norte. Solsticio significa “sol quieto”.

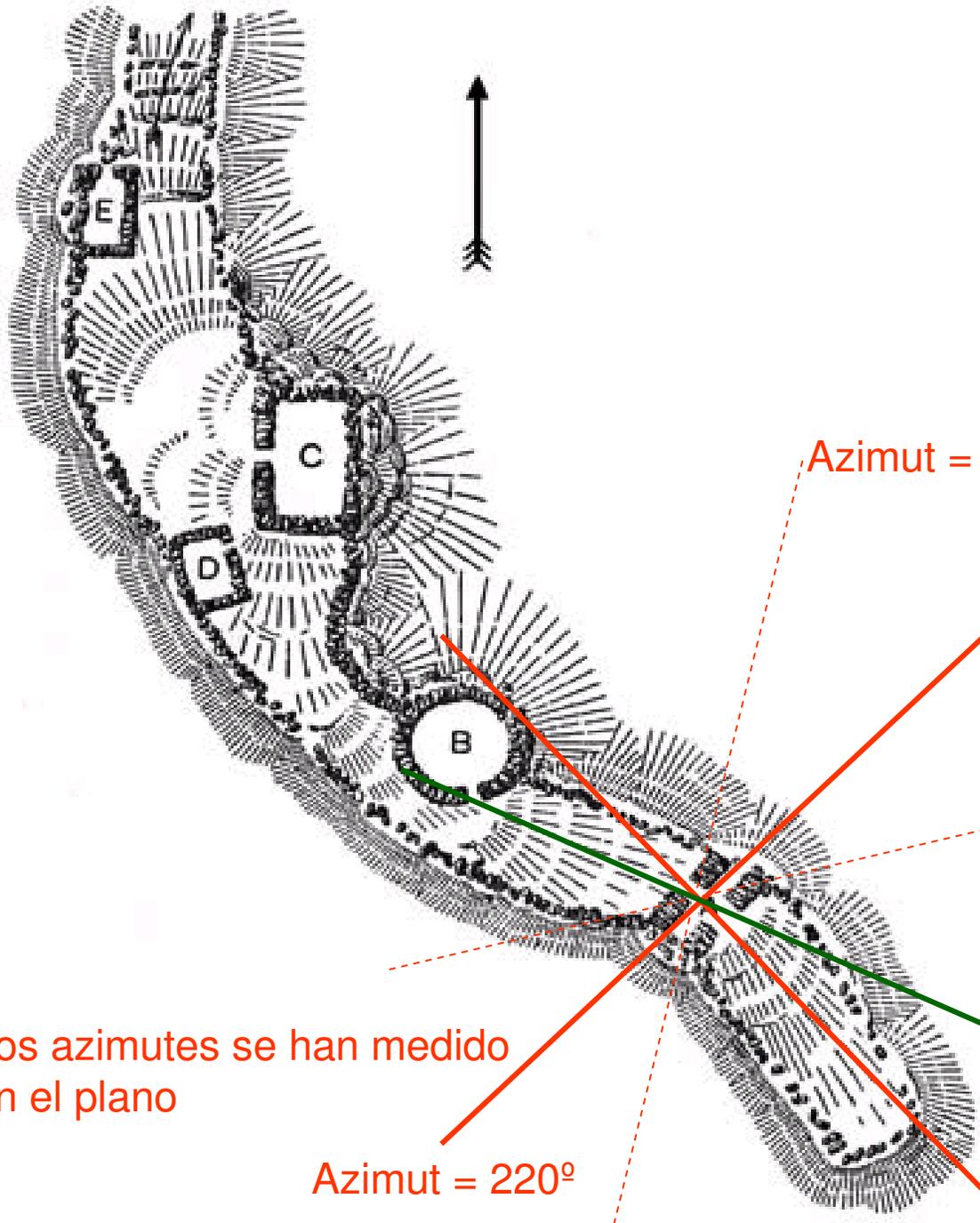
De acuerdo a los cálculos realizados, desde el 16 de junio hasta el 25 de junio el Azimut, considerado al minuto, permanece en un valor de  $61^{\circ} 42'$ .

De manera que podemos observar que el Sol pasa por el eje de La Ventanita durante esos días.

**González y Tarragó (2005) expresan: “*En cuanto al sector de La Ventanita, Lafone Quevedo (1904) lo visitó en 1886, observando en la cumbre un conjunto de estructuras de características especiales, lo que lo llevó a plantear la existencia de un reloj solar conformado por un eje noroeste-sureste, tangente a un círculo o torre oriental y al paso o “puerta” entre cuatro pilares*”**

**Si medimos sobre el plano, el azimut del eje noroeste-sureste que menciona Lafone Quevedo, es de 115° o 116°. El azimut de la salida del sol para el solsticio de verano es de 115°**

**Lo cual nos lleva a pensar que Lafone Quevedo hacía referencia a este hecho.**



azimut (calculado) de la salida del sol en el solsticio de verano es: 115°

Azimut = 6°

Azimut eje = 40°

Azimut = 72°

Alineación Lafone Quevedo  
Azimut = 115° - 116°

Azimut eje = 130°

Azimut = 220°

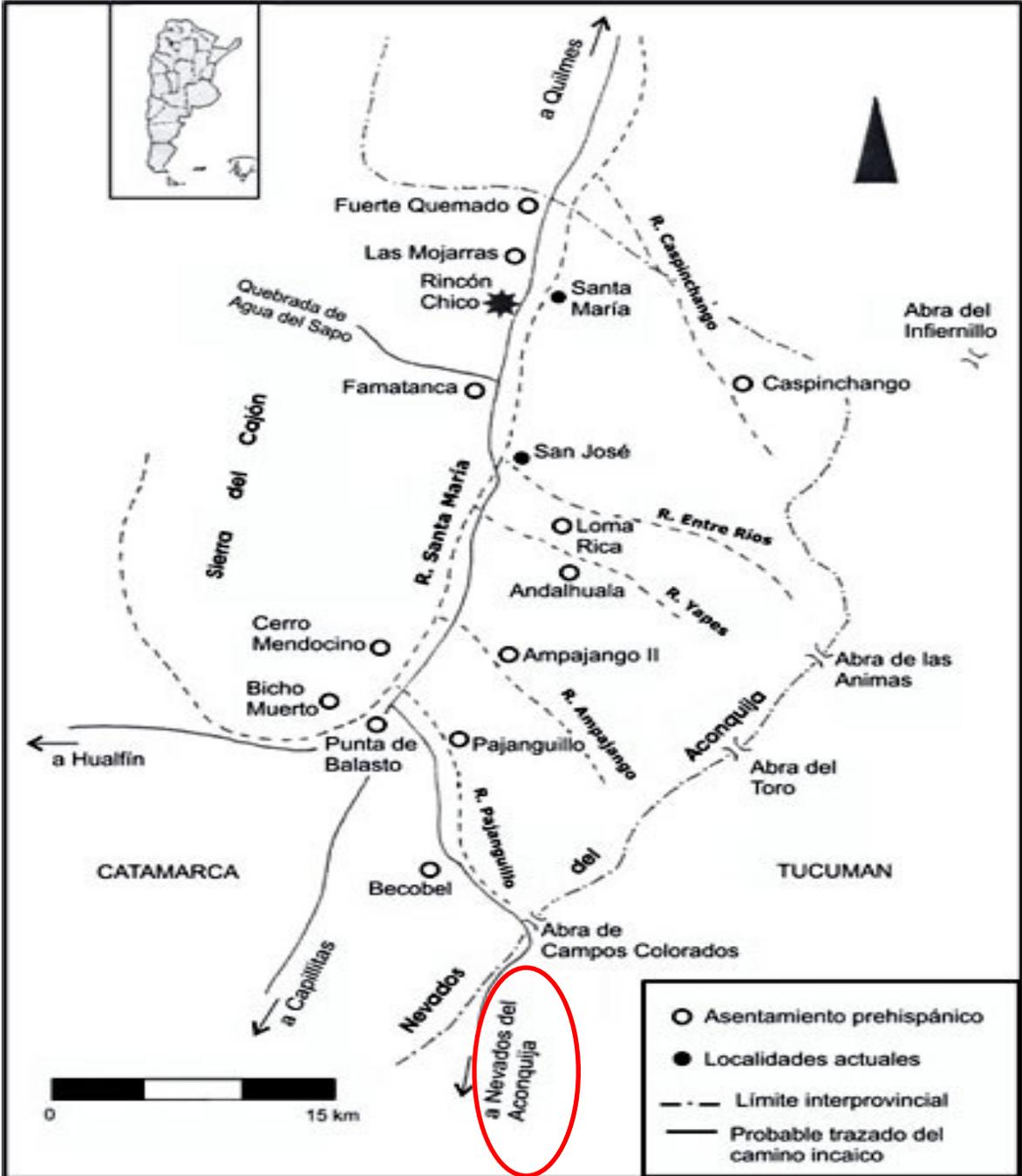
Los azimutes se han medido en el plano

# **El complejo arqueológico los Nevados del Aconquiya**

**Se encuentra en la ladera oriental de los Nevados del Aconquiya, en la provincia de Tucumán a 4.300 m s.n.m.**

**Se trata de un asentamiento incaico, ubicado en la frontera oriental del imperio.**

**Se conoce como La Ciudacita.**



El Puesto del Tesoro, en el trayecto hacia las cumbres



## Abra de Campos Colorados

El abra permite el acceso desde el Valle de Yocavil a la ladera oriental del los Nevados (Tucumán)



El antiguo complejo de los Nevados del Aconquija:  
ámbito de “Los Corrales”



El antiguo complejo de los Nevados del Aconquija  
ámbito del “Recinto ceremonial o Calasasaya”

Se ubica a 1 km del ámbito de Los Corrales



Recinto ceremonial o *Calasasaya* (*aukaipata*),  
con la Puerta del Sol y  
*ushnu* en el promontorio

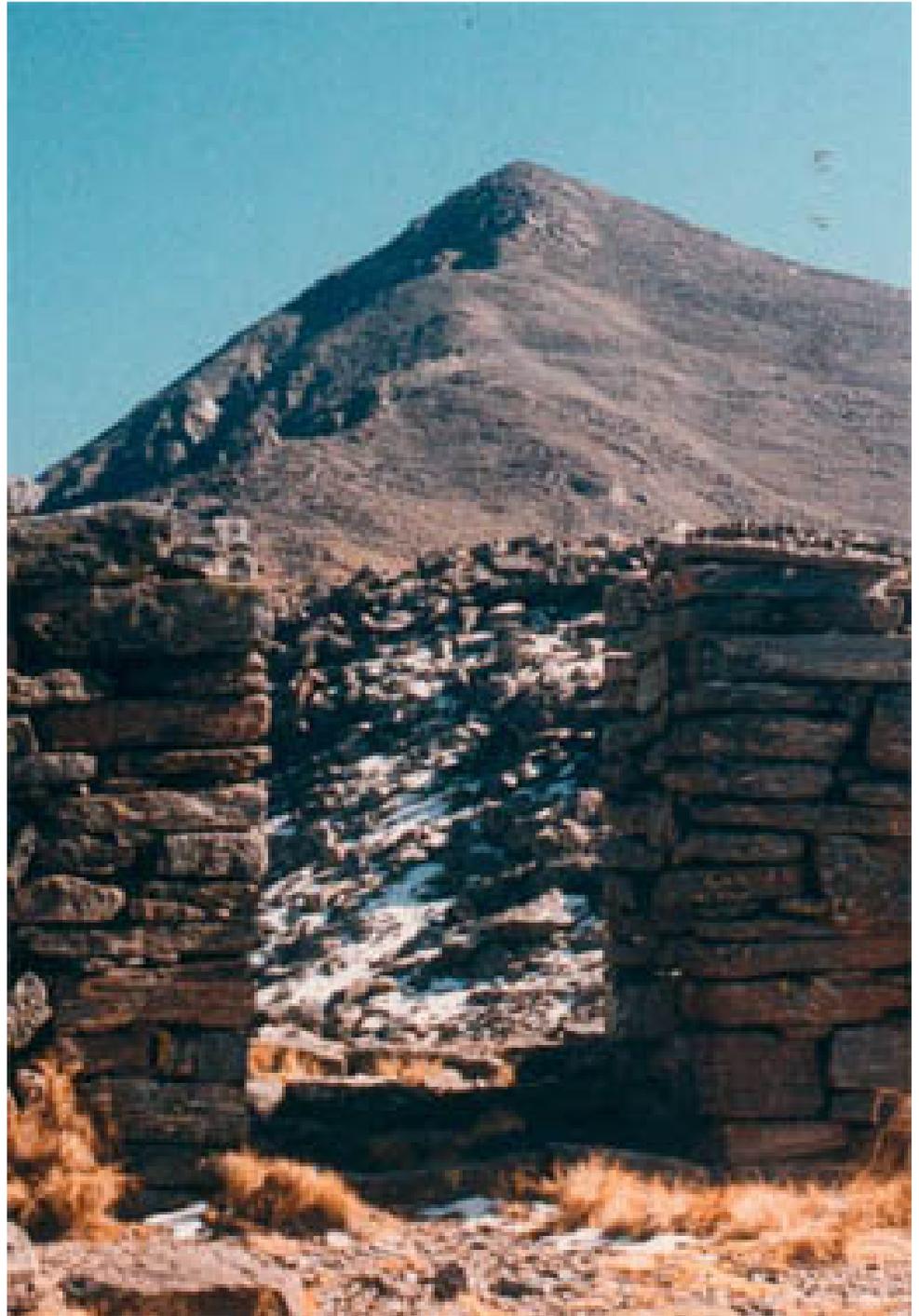


*El ushnu, la escalera de acceso a la izquierda*



La Puerta del Sol en la  
*Calasasaya*  
o Plaza Ceremonial

Atrás el Tipillas  
5450m s.n.m.

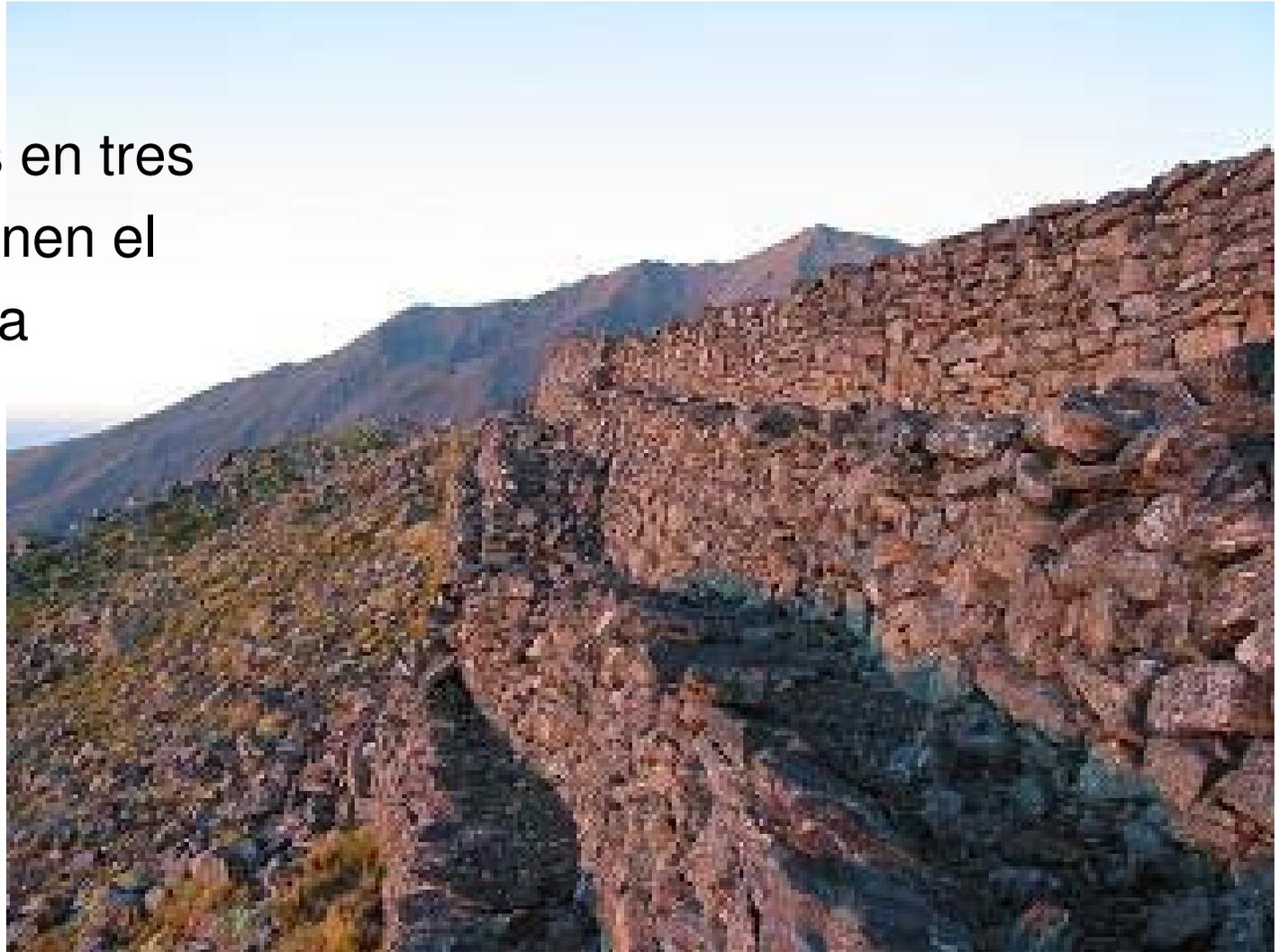


## La Puerta del Sol

El sol naciente en el solsticio de verano (21 de diciembre)



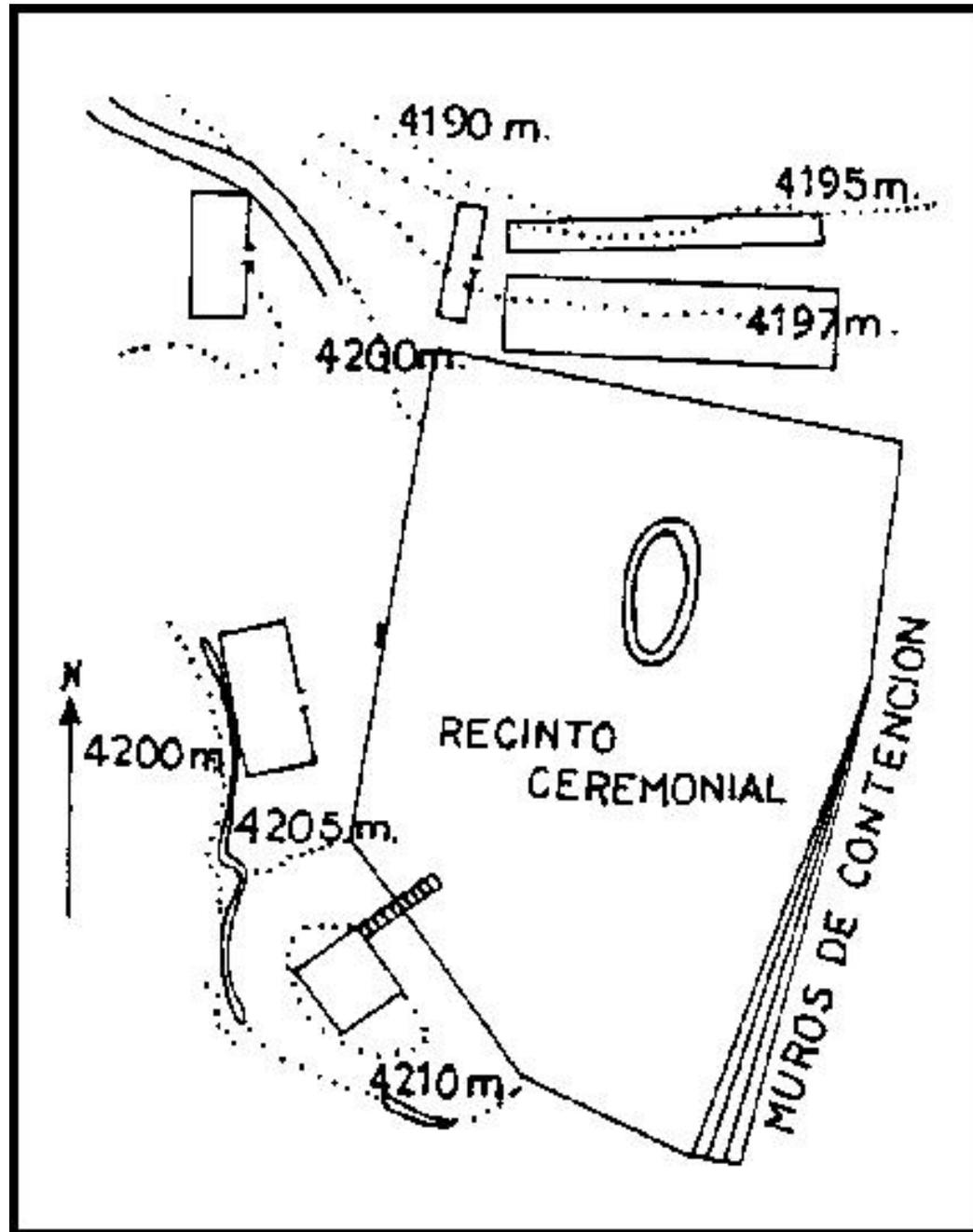
Contrafuertes en tres niveles sostienen el lado este de la Calasasaya



# Vista del Parque de Los Alisos (Tucumán), al este del complejo arquitectónico

En primer plano, un parapentista





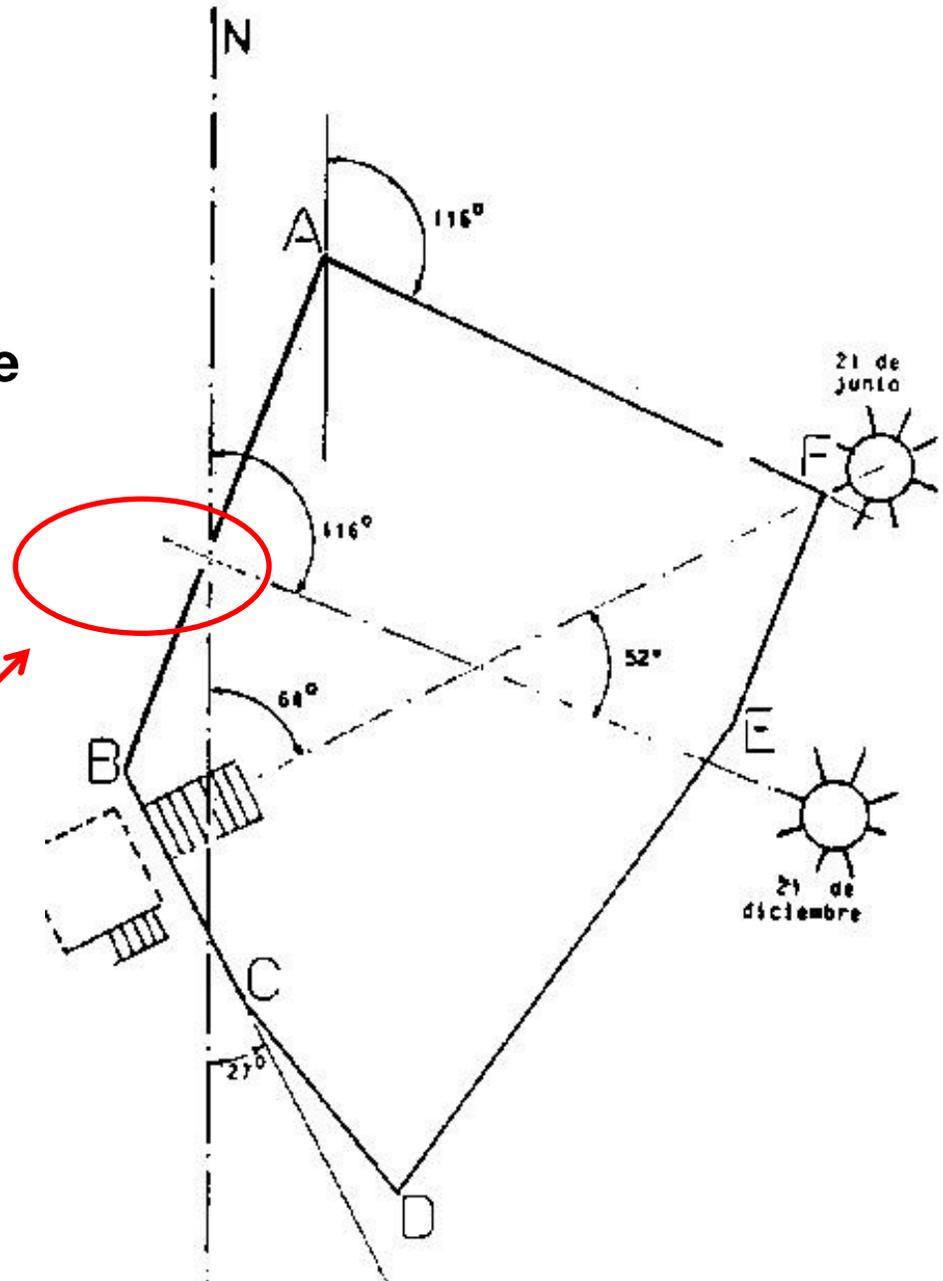
## El recinto ceremonial: calasasaya o aukaypata

Las gruesas pircas de sus seis lados encierran una superficie de 300 m<sup>2</sup>.

En el lado BC, sobre un promontorio del filo que se precipita hacia el Río Jaya, se encuentra el *ushnu*.

En el lado AB está La Puerta del Sol cuyo eje coincide con la salida del sol en el solsticio de verano.

El eje de la escalera y el vértice F conforman una alineación que indica el solsticio de invierno.

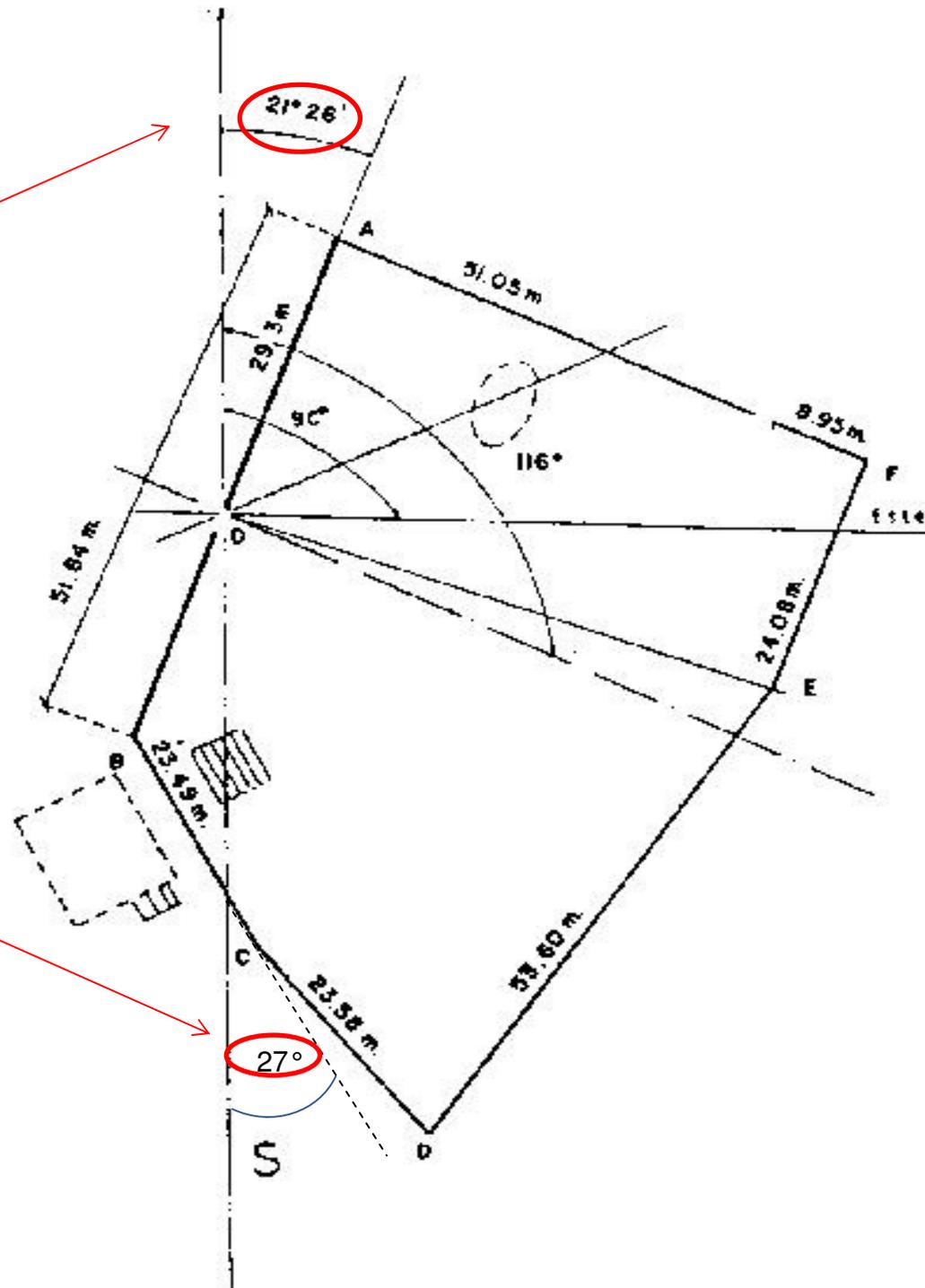


El ángulo azimutal de la pared AB es  $21^{\circ} 26'$

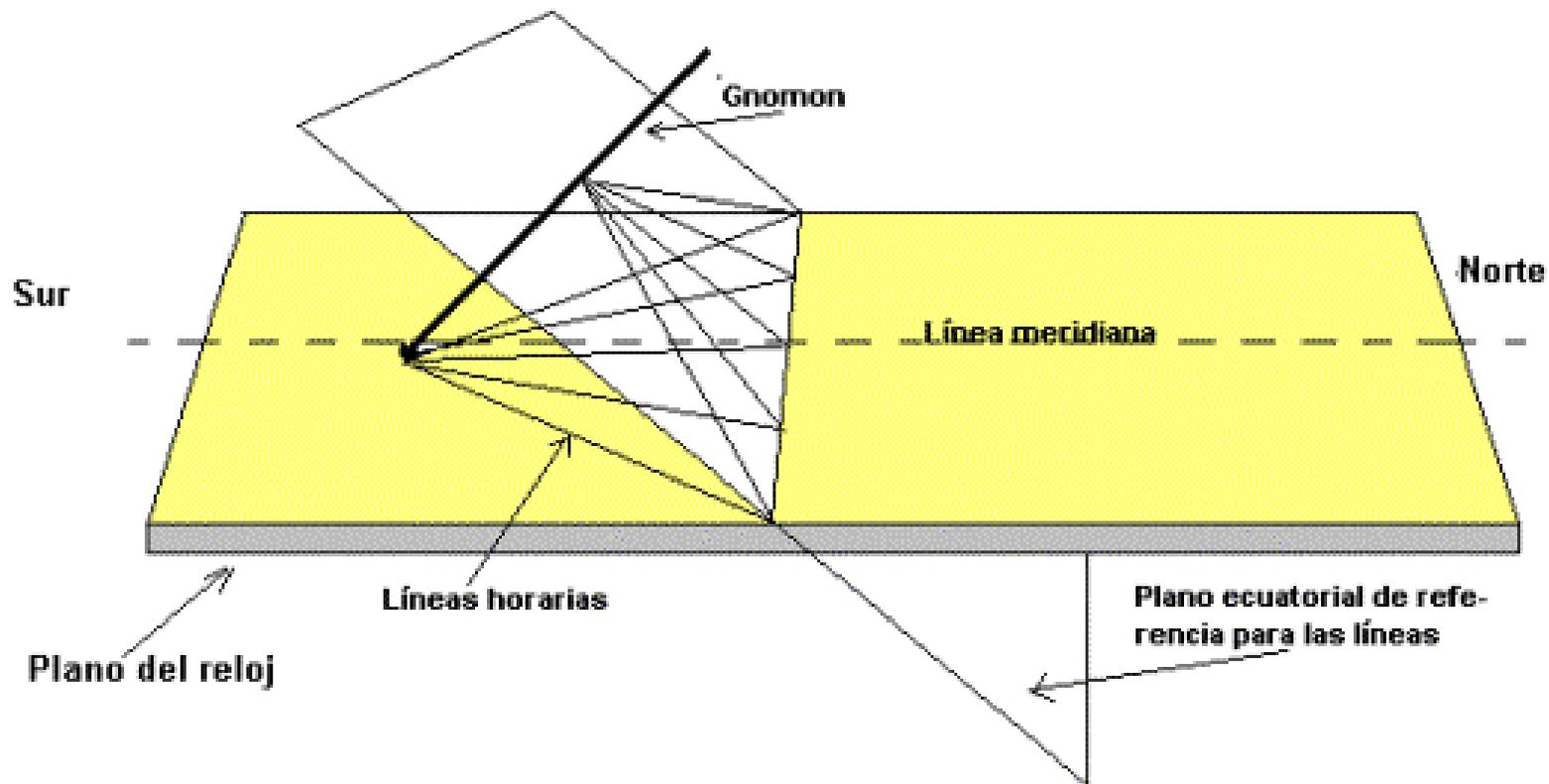
Cabe recordar que la inclinación del eje del mundo es  $23^{\circ} 27'$ . Este ángulo es el que determina las estaciones.

El azimut del lado BC del *ushnu* es  $27^{\circ}$ .

La latitud del lugar es  $27^{\circ} 10'$



# RELOJ DE SOL DE CUADRANTE HORIZONTAL

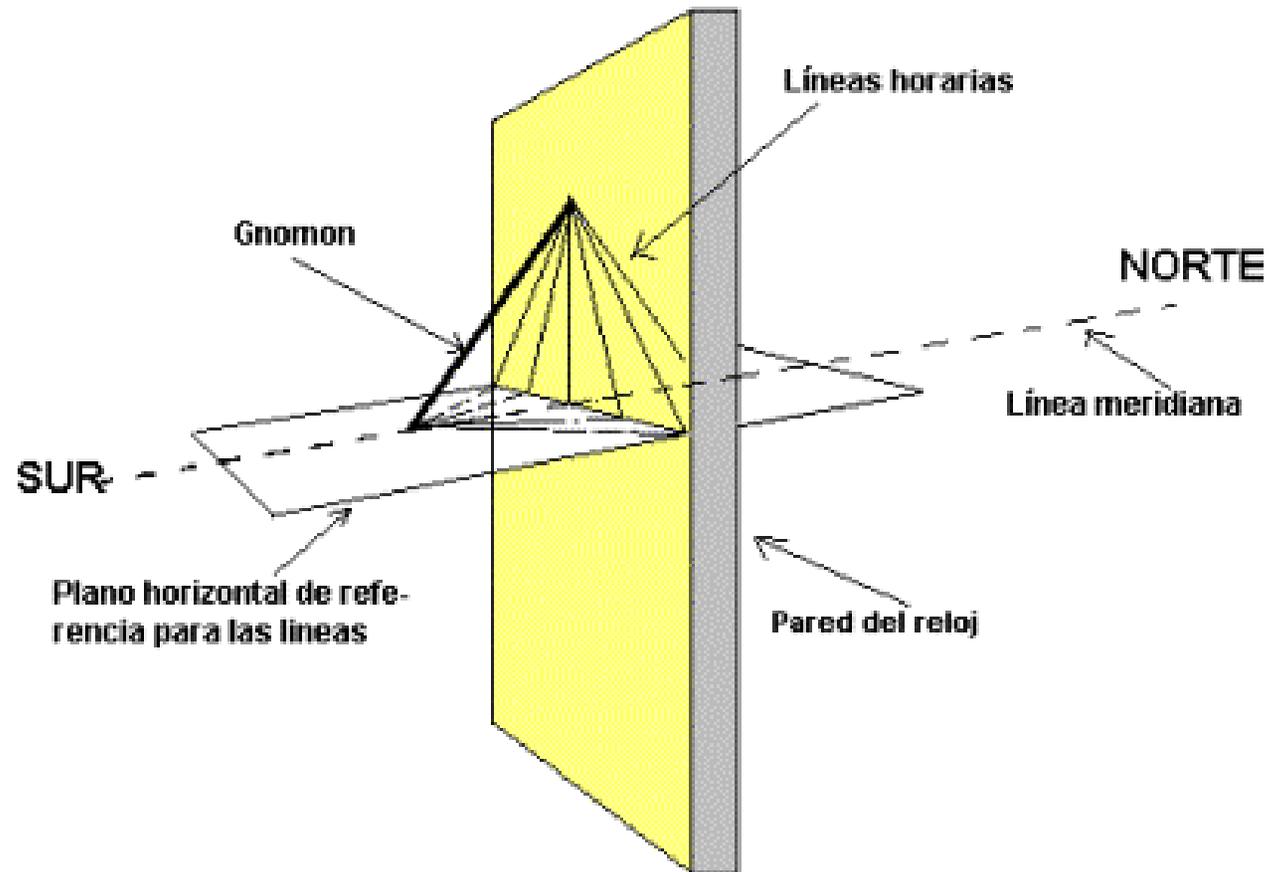


Determinación del ángulo @ entre las líneas horarias consecutivas en el reloj de Sol de cuadrante horizontal

$$\textcircled{=} = \text{arc tg} ( \text{tg} (n.15) \cdot \text{sen } l )$$

(n = 1, 2, 3, ...)

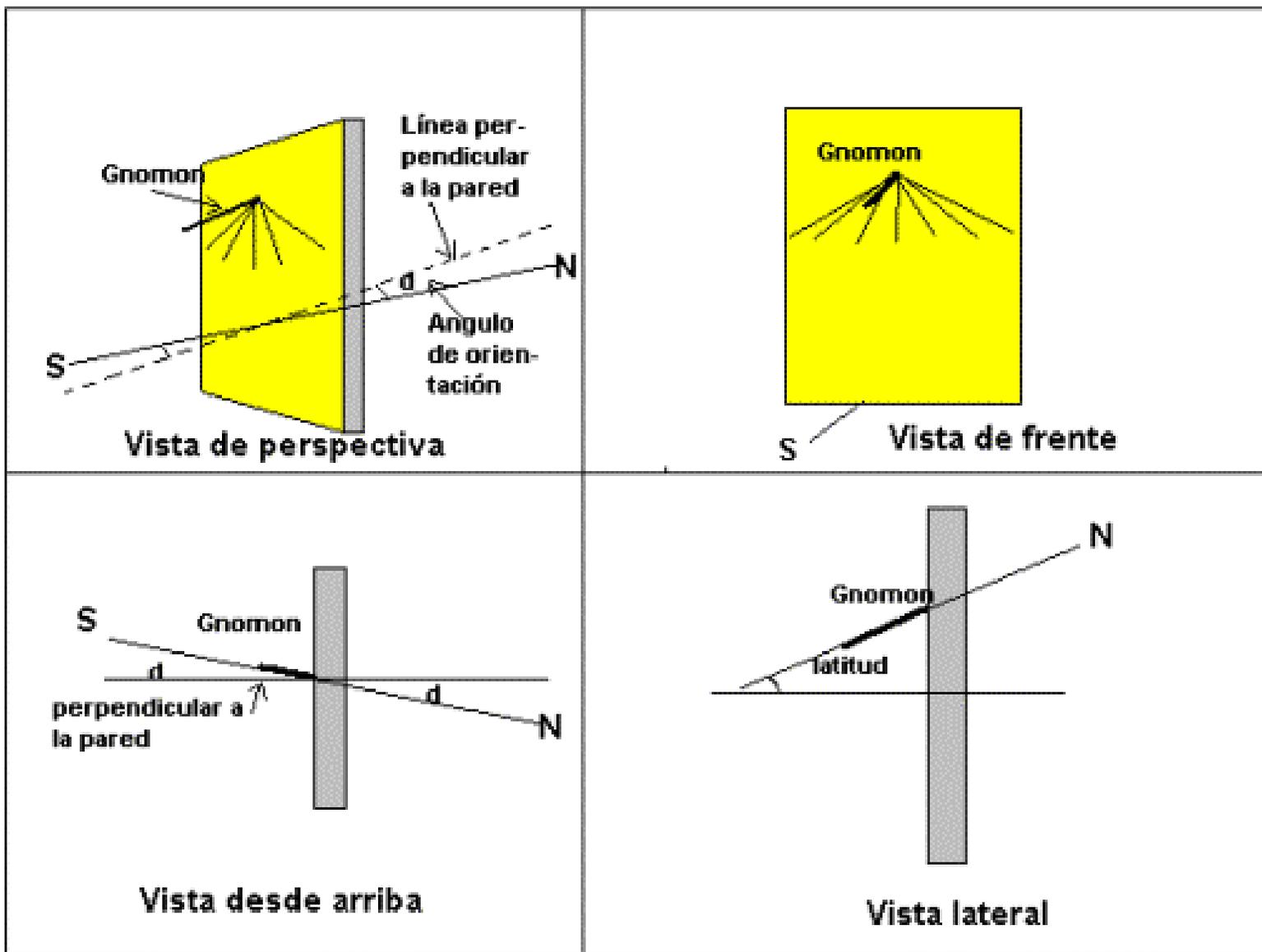
## RELOJ DE SOL DE CUADRANTE VERTICAL MERIDIANO



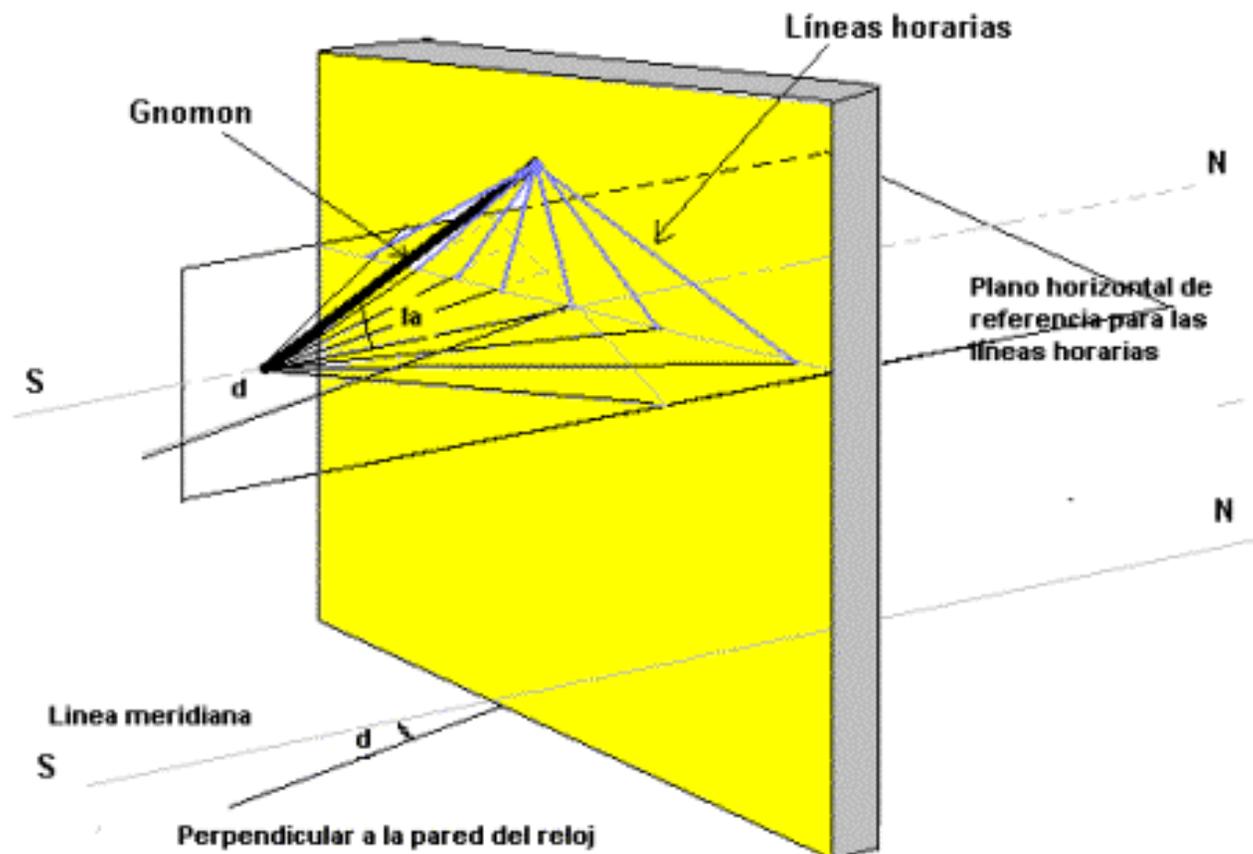
Determinación del ángulo @ entre las líneas horarias consecutivas en el reloj de Sol de cuadrante vertical meridiano (orientado al Sur)

$$@ = \text{arc tg} (\text{tg}(n.15).\text{cos}i) \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

# RELOJ DE SOL DE CUADRANTE VERTICAL DECLINANTE



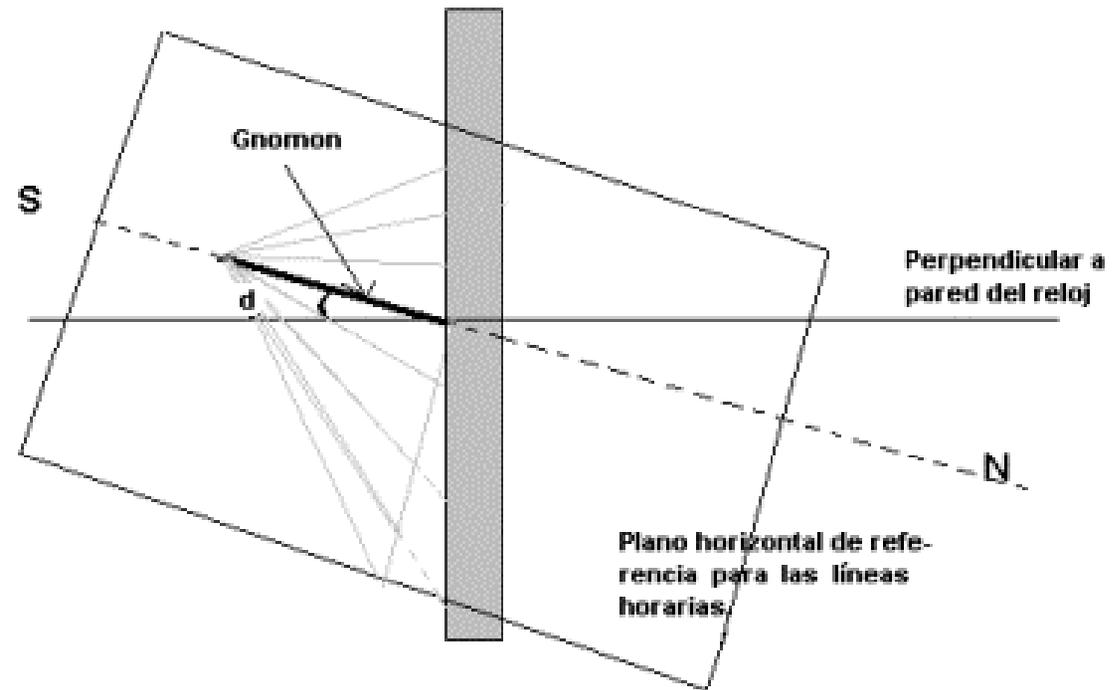
**RELOJ DE CUADRANTE VERTICAL DECLINANTE, CON ANGULO DE ORIENTACION  $d$  NEGATIVO. (Vista de perspectiva)**



$d$  : ángulo de orientación, entre la meridiana y la perpendicular a la pared. Se mide en sentido positivo hacia el oeste.  $la$ : latitud del lugar

## RELOJ DE CUADRANTE VERTICAL DECLINANTE

(Vista desde arriba)



$$B = \text{arc tg} \frac{\text{sen } \alpha}{\text{cos}(d + \alpha) \cdot \text{tg } \lambda} \quad , \quad \alpha: \text{angulo correspondiente en el cuadrante horizontal}$$

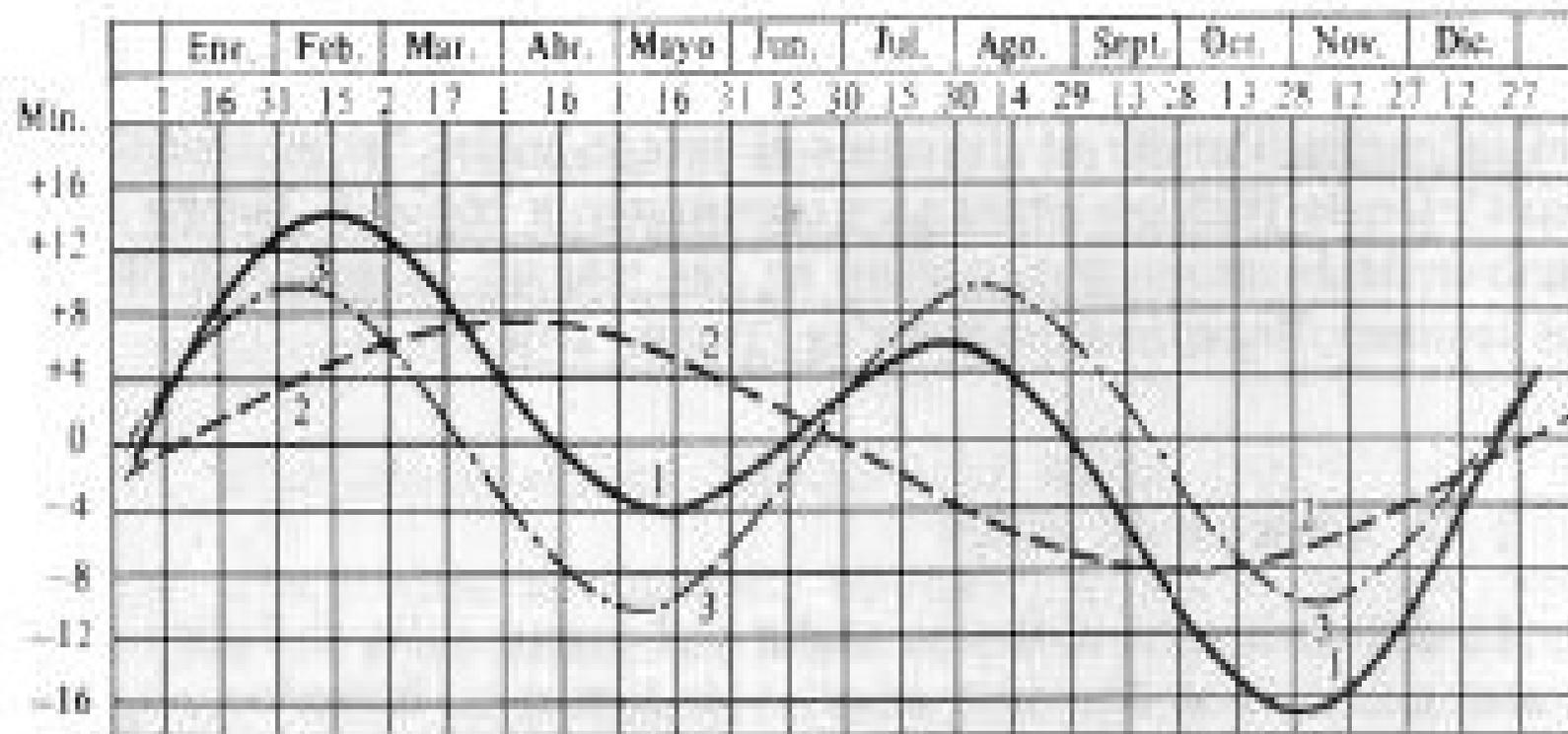
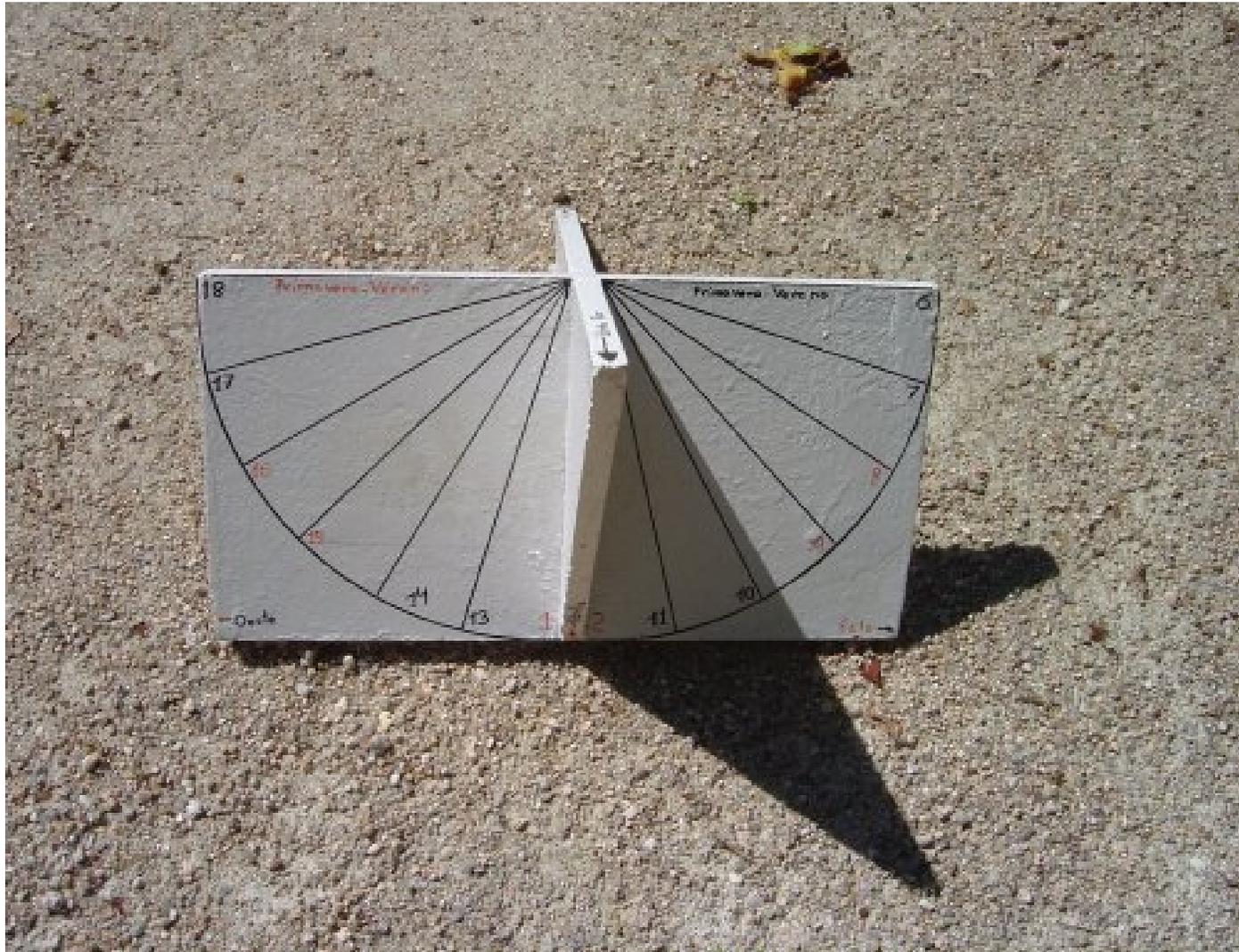
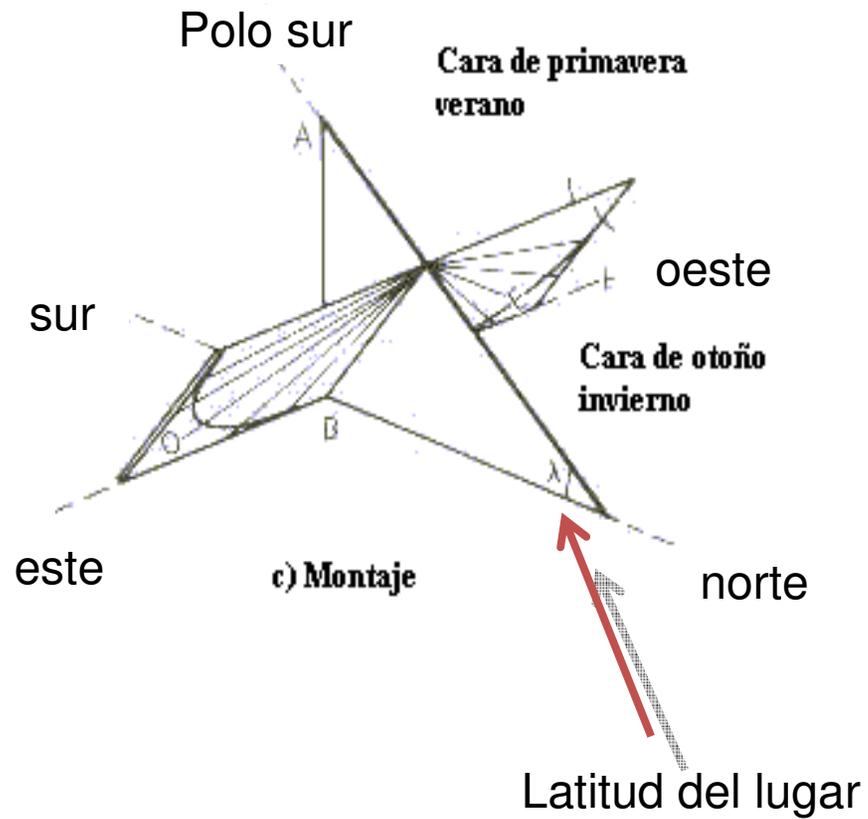


Fig. 14. Gráfico de la ecuación del tiempo: 1, ecuación del tiempo; 2, ecuación del centro; 3, ecuación de la inclinación de la eclíptica.

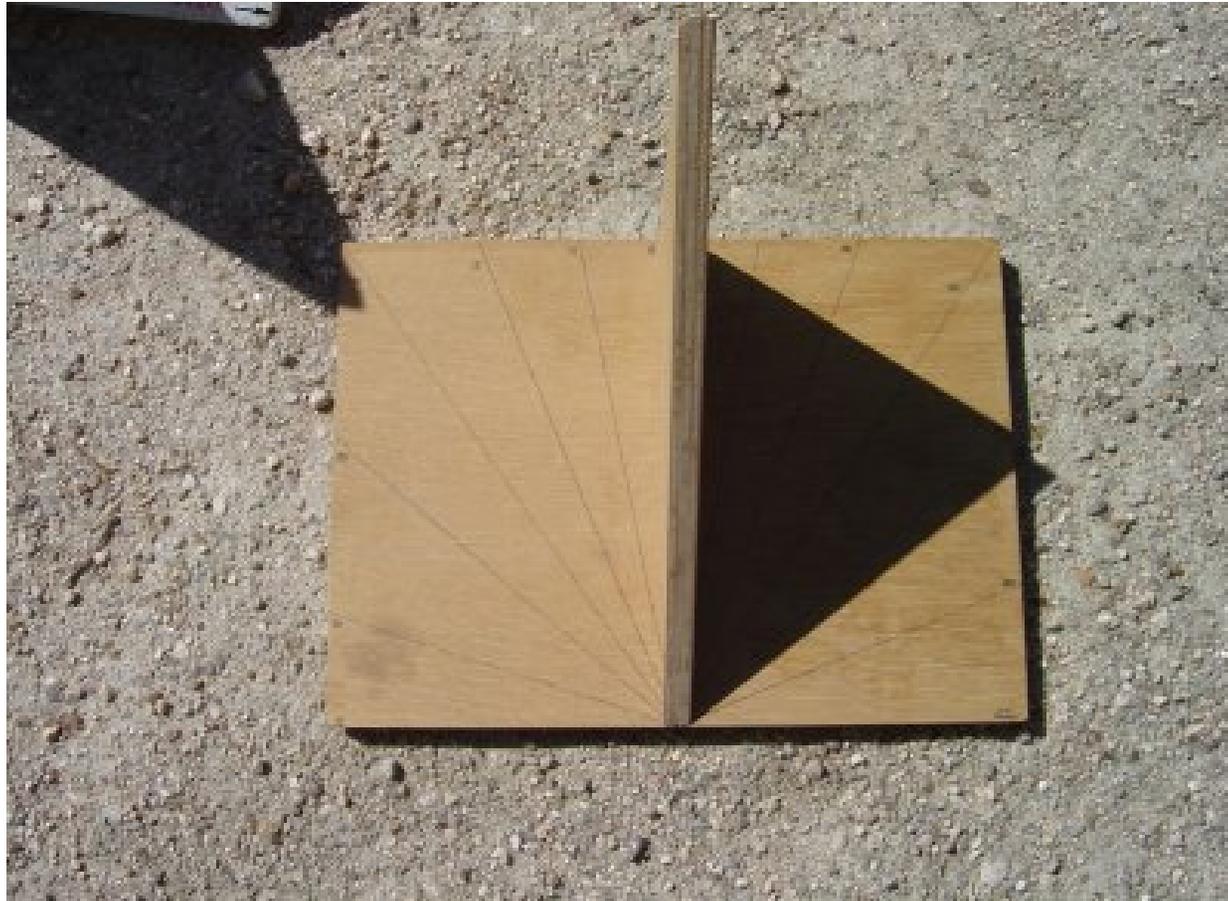
# Reloj de sol de cuadrante ecuatorial



# Reloj de Sol de Cuadrante ecuatorial



## Reloj de sol de cuadrante horizontal orientado



# Reloj de sol de cuadrante horizontal orientado

