

## TOPOGRAFÍA Y ASTRONOMÍA: DOS HERRAMIENTAS DE APOYO EN ARQUEOLOGÍA

*Maxime Boccas\**

\* Observatorio Interamericano Cerro Tololo. Observatorio Gemini. Casilla 603, La Serena, Chile. [mboccas@noao.edu](mailto:mboccas@noao.edu).

---

En la última década, los estudios multidisciplinarios de arqueoastronomía han demostrado una madurez creciente y han brindado resultados significativos al entendimiento de la prehistoria. Los estudios de alineamientos en un sitio prehistórico se fundan primero en un análisis topográfico que permite, a veces, demostrar la relación que el ser humano establecía con su entorno terrestre (paisaje sagrado). En otros casos, se agregaba una relación con objetos celestes, en particular el sol al momento del solsticio, para medir el paso del tiempo y así organizar las principales actividades laborales y rituales. Recordamos algunos conceptos básicos para un estudio arqueoastronómico, luego destacamos algunas investigaciones notorias al nivel mundial, y finalmente presentamos algunos ejemplos de sitios chilenos que podrían tener características arqueoastronómicas.

**Palabras claves:** Arqueoastronomía, paisaje sagrado, solsticio, alineamiento, calendario.  
*In the last decade, multidisciplinary archaeoastronomical investigations have demonstrated some increasing maturity and have brought significant knowledge to Prehistory. Alignment investigations in a prehistoric site are based on topographic analysis, which allows sometimes to show the relationship that people established with their terrestrial environment (sacred landscape). In some cases, a relationship with celestial objects, especially the sun at the solstice time, was also present in order to measure time and thus organize labor and ritual activities. We will recall some basic concepts for an archaeoastronomy investigation, then we focus on some interesting examples worldwide, and finally we present a few Chilean sites that could exhibit archaeoastronomical features.*

**Key words:** *Archaeoastronomy, sacred landscape, solstice, alignment, calendar.*

---

En el desarrollo de las culturas prehistóricas ha sido de gran relevancia el entendimiento y manejo del tiempo por el ser humano. La organización temporal de sus actividades ha permitido a los pueblos del mundo cambiar progresivamente su vida cotidiana. Los ejemplos más obvios de estos cambios son: el mejoramiento de la agricultura gracias a la elaboración de calendarios agrícolas que permitían predecir las mejores temporadas para sembrar y así tener mejores cosechas, y la organización de la sociedad al ritmo de actividades o ceremonias civiles y religiosas. Las herramientas del hombre prehistórico para medir el tiempo eran naturales: los mismos ciclos de la naturaleza (lluvias, heladas, floraciones) y de objetos celestes (el sol, la luna y las estrellas) constituían relojes indestructibles.

Estudios multidisciplinarios en la última década han demostrado la relación, a veces compleja, que el ser humano establecía con sus entornos terrestre (naturaleza, paisaje) y celeste (cielo, objetos celestes). A veces, una dimensión sagrada se adiciona a la necesidad pragmática de tomar puntos de referencia del paso del tiempo. En numerosos sitios el

marcador temporal predilecto ha sido el día del solsticio cuando el sol se pone o sale en el horizonte.

Conociendo la calidad de los cielos de Chile, en particular las regiones del norte, hemos investigado algunos sitios arqueológicos utilizando elementos de topografía y astronomía, para examinar particularmente la posible existencia de lugares ("observatorios") desde donde practicaban observaciones del cielo (diurno y nocturno). Antes de describir estos sitios chilenos, aprovechamos de recordar algunos grandes pasos de las metodologías y de los alcances realizados a nivel mundial en la disciplina arqueoastronómica.

## Definición de términos y metodología general

[Hoskin \(1996\)](#) define la arqueotopografía como el método que consiste en buscar orientaciones privilegiadas de antiguas construcciones hacia objetos del entorno (paisaje). Un ejemplo elocuente son los *tholoi* (tumbas de falsa cúpula) de la cultura Los Millares (Provincia de Almería, España) que están orientados hacia los dos cerros más altos de la Sierra Nevada ([Belmonte 1999](#)). Estas determinadas orientaciones demuestran un interés de la gente por vincular espacialmente el lugar donde viven y mueren con hitos de la naturaleza que tienen una importancia especial por sus características únicas (cerro más alto que conecta con el cielo).

La arqueoastronomía, de alguna manera, es una etapa posterior a la arqueotopografía: se inicia también con un intento de relacionar espacialmente los lugares y construcciones donde vivían culturas prehistóricas con el entorno natural, pero cuando sobresale una relación clara entre una orientación y un objeto celeste (sol, luna, estrellas), la relación toma también una dimensión temporal. Por ejemplo, los dólmenes del suroeste de Francia están orientados hacia la salida del sol (el oriente) por concepto de "renacimiento del alma" ([Chevalier 1999](#)).

En un sentido más amplio, la arqueoastronomía es hoy en día definida como

*el estudio, en culturas prehistóricas, antiguas y tradicionales, de la interacción entre el cerebro humano y el cielo, plasmada en: templos, tumbas, iconografía, trajes, costumbres, ceremonias, agricultura, calendarios, planos urbanos, adivinación, mitos, observatorios, etc. ([Krupp 1997](#)).*

Finalmente, la etnoastronomía se definiría como el estudio de las astronomías de los pueblos actuales a través de estudios etnográficos. [Orlove et al. \(2000\)](#) han demostrado, gracias a un estudio combinado de etnología y climatología, que la predicción de la llegada de las lluvias que han hecho históricamente los campesinos quechuas, a través de la observación de las Pléyades, está fundamentada por las variaciones en las cantidades de nubes inducidas por la corriente de El Niño.

La metodología general que seguimos ha sido implementada por varios investigadores en distintas partes del mundo. Nuestra intención es demostrar su facilidad y potencial para que llegue a ser una herramienta normal en la valija de terreno del arqueólogo. Consiste básicamente en tres etapas:

- Medir: Utilizar una "buena" brújula con resolución angular de  $1^\circ$  para medir orientaciones en terreno. Es necesario identificar familias de objetos que poseen una orientación determinada, por ejemplo: dirección de cuerpo enterrado o hacia la cual mira la cabeza, muros de entrada de construcciones, eje de un edificio, etc. En realidad, el análisis de todo tipo de los mismos "objetos" que se encuentran en gran cantidad y que tienen un eje de simetría, permitirá determinar si están dispuestos según un patrón. En general, no se pueden mezclar elementos de distintas familias de objetos.
- Utilizar el norte geográfico: Corregir la desviación magnética con ayuda de información entregada en mapa (mapas del Instituto Geográfico Militar), en programas de computación (ver por ejemplo el programa en línea de la [Noaa 2001](#)) o, mucho mejor, a través de la observación de un tránsito solar en el lugar (el tránsito es el paso del sol por el meridiano, es decir cuando la sombra de un palo vertical indica la dirección exacta del sur geográfico). La desviación magnética en un lugar varía lentamente en el tiempo y puede ser muy significativa en lugares donde hay perturbaciones magnéticas naturales. Para dar una referencia, la desviación magnética actual en Santiago es del orden de  $2^\circ$  este (diciembre 2002).
- Analizar: Cuando es posible, hacer estadísticas de un conjunto de orientaciones. En una pequeña muestra de orientaciones, las probabilidades de alineamiento con "algo" por coincidencia son altas, dado el gran número de direcciones interesantes que uno puede invocar (hitos naturales del horizonte, solsticio, lunisticio, salida heliacal de estrella). Es importante la colección de todos los datos disponibles en un sitio (y/o un conjunto de sitios) para poder encontrar patrones, es decir, orientaciones preferenciales, hechas a propósito por sus autores.

Lamentablemente, no podemos entregar una ficha típica para mediciones en terreno ya que son demasiado las variables que uno puede encontrar. Sólo recomendamos medir y anotar la orientación de todos los elementos presentes, o sea, porque son muy únicos y llamativos en el entorno (cerro más alto), o sea, porque tienen un claro eje de simetría que parece apuntar hacia una dirección.

Durante las mediciones, hay varios detalles que tienen su importancia ([Aveni 1980, 1991](#); [Schaefer 1993](#)). Normalmente, uno debería lograr hacer mediciones básicas (es decir, rápidamente) con una precisión de al menos  $2^\circ$ . Idealmente, o con cierta experiencia, uno puede lograr  $0,5$  a  $1^\circ$  de resolución angular con una brújula. Por los errores descritos a continuación, el lector entenderá que no se justifica buscar más precisión. Mencionaremos tres correcciones notorias que tomar en consideración y cuya amplitud dependen en general de la latitud del lugar de observación (ver también fórmulas y gráficos en página en línea de [Intijalsu 2000](#)). En primer lugar, determinar el acimut de salida o puesta de un astro en el horizonte local que no es necesariamente plano: si el astro aparece detrás de un cerro de  $5^\circ$  de altura (altura aparente desde el lugar de observación) hay una diferencia de varios grados con la que tendría en un horizonte virtual plano. En segundo lugar, la refracción atmosférica tiende a curvar la trayectoria aparente de un astro en el cielo cuando se acerca del horizonte, y tal efecto puede cambiar el acimut teórico hasta de  $1^\circ$ . En raros casos de alineamientos precisos y sofisticados (lo que supone un avanzado nivel de conocimiento observacional, tal como lo que lograron los mayas, por ejemplo), el investigador podrá justificar una medición aún más precisa y recurrir a este efecto de la refracción, ya que  $1^\circ$  representa dos veces el diámetro angular aparente del sol (y de la luna). Finalmente, la extinción atmosférica tiende a disminuir la luminosidad de una estrella cuando se acerca del horizonte a tal punto que puede desaparecer a simple vista bastante antes de tocar el horizonte (según la regla empírica, desaparece a una altura -medida en grados- igual a su brillo, medido en magnitud).

Nuestra intención aquí es llamar la atención de los investigadores acerca de los efectos que arruinan la mayoría del tiempo las teorías basadas en el descubrimiento de un alineamiento muy preciso (fue el caso de Stonehenge como lo explicaremos más adelante) o las teorías imaginadas delante de un computador con un programa simulador del cielo y no verificadas

en terreno. Lógicamente uno tiene que examinar tanto el nivel de desarrollo tecnológico de una cultura y sus capacidades para alinear construcciones, como el propósito mismo de un alineamiento. Algunas actividades no requieren una precisión de horas o de un día, pero más bien de una semana (lo que por supuesto hace aún más difícil la demostración de la intencionalidad de un alineamiento tan abierto, tan poco preciso).

## El Solsticio: un Momento Clave

Existen dos argumentos simples e importantes que nos permiten explicar el interés del Hombre prehistórico en el cielo. En primer lugar, recordamos que, al vivir la mayoría del tiempo al aire libre, nuestros ancestros eran excelentes observadores de la naturaleza (incluyendo el cielo).

En segundo lugar, podríamos decir que los seres humanos miraban el cielo por necesidad: en ausencia de reloj de pulsera o de calendario mural, sólo el paso del sol en el cielo durante el día permite ubicarse temporalmente a corto plazo (horas). Más aún, una persona que admira regularmente la puesta del sol se dará rápidamente cuenta que el sol no se pone en el mismo punto del horizonte día tras día. Por la inclinación de  $23,5^\circ$  del eje terrestre en relación a la eclíptica (órbita de desplazamiento de la Tierra alrededor del sol), las puestas (o salidas) del sol en el horizonte se van corriendo, día tras día, alcanzando una posición extrema hacia el sur en el día del solsticio de verano (alrededor del 21 de diciembre) antes de volver, 6 meses después, a su otra posición extrema hacia el norte al solsticio de invierno (aproximadamente el 21 de junio en el hemisferio sur). Es que el recorrido aparente anual del sol en el horizonte dibuja una especie de gigantesco movimiento pendular eterno de un solsticio al otro. Así es que los solsticios son momentos claves ya que indican puntos singulares del camino del sol en el horizonte. Solsticio significa "sol quieto" ya que la carrera del sol, para cuando llega al solsticio, es un punto singular que significa evento y fecha particular. En todo sitio, un investigador debería tener presente el acimut de puesta y salida del sol en los solsticios. La fórmula que permite calcular estas direcciones es:

$$\cos A = \sin D / \cos L$$

Donde A es el acimut, D es la declinación del sol (en los solsticios, vale respectivamente  $+23,5^\circ$  y  $-23,5^\circ$ ) y L es la latitud del lugar. Ejemplo para Santiago ( $-33^\circ$  sur):  $A=61,6^\circ$  y  $118,4^\circ$ . El acimut se cuenta positivamente desde el norte ( $0^\circ$ ) hacia el este, pues nuestro cálculo de A nos indica la salida del sol en el solsticio de invierno ( $61,6^\circ$ ) y verano ( $118,4^\circ$ ). Un poco de geometría en el círculo nos mostraría la conocida configuración cruzada: la puesta del sol en el solsticio de verano es el acimut opuesto a la salida del sol en el solsticio de invierno, y viceversa.

En resumen, la observación del solsticio es simple y brinda la mejor forma de ubicarse temporalmente en un plazo más largo (días, semanas, meses). Queremos recordar que la observación del equinoccio es mucho más difícil ([Ruggles 1997](#)) y menos frecuente en culturas prehistóricas (no es un punto de "retorno", no es un extremo) ya que requiere básicamente un conocimiento aritmético o geométrico (el equinoccio sucede a la mitad del tiempo, o del recorrido en el horizonte, entre los dos solsticios).

Alternativamente el ciclo lunar, que exhibe distintas fases, ha sido la primera clara señal visual para ubicarse en el tiempo: además de tener una duración parecida al ciclo de fecundidad de la mujer (lo que le da mucha importancia), el ciclo lunar sinódico de 29,5 días también es más corto que el ciclo solar (365 días) y entonces es más útil para ubicarse a mediano plazo. La órbita de la luna está inclinada en  $5^\circ$  con respecto a la eclíptica (la eclíptica es la órbita de la Tierra alrededor del sol o, alternativamente, el trayecto aparente del sol en el cielo). Los puntos de intersección de la eclíptica y órbita lunar se llaman nodos (en estos momentos pueden suceder los eclipses). Durante su ciclo sinódico, la salida y puesta de la luna varían en el horizonte y alcanzan extremos, llamados los lunisticios, como

lo hace el sol en los solsticios. Además, una perturbación gravitacional hace que los nodos se desplacen y completen un ciclo (una vuelta) en 18,6 años, período llamado el ciclo de regresión de los nodos. Durante este ciclo, la luna alcanza un acimut extremo en el horizonte, el lunisticio mayor, localizado un poco más de 5° hacia el norte y el sur que, respectivamente, los dos solsticios ([Krupp 1991](#)). En las islas británicas, se ha demostrado que existen monumentos megalíticos alineados intencionalmente con el lunisticio mayor ([Ruggles 1999](#)).

Insistimos en el hecho de que, en este primer nivel observacional, no estamos necesariamente tratando de medir el tiempo (lo que requiere una aritmética para poder contar y, posteriormente, una forma de escritura para poder recordar las observaciones), sino más bien de saber reconocer cuando llega una cierta fecha. La ciclicidad de los fenómenos celestes hacen que sean relojes extremadamente útiles y universales. Esta última característica explica también que observaciones como la del solsticio hayan sido practicadas por diferentes pueblos en todas las regiones del mundo y en distintas épocas.

## **Algunos Resultados Notorios de Investigación a Nivel Mundial en la Última Década**

La disciplina arqueoastronómica ha llegado a un cierto grado de madurez en la última década gracias esencialmente a dos hechos: la multidisciplinariedad (investigadores provenientes de varios ramos científicos trabajan juntos) y la exigencia metodológica impulsada por algunos profesionales destacados. Sólo presentaremos dos ejemplos entre todos los resultados importantes logrados a nivel mundial.

### **Megalitos Británicos**

Stonehenge, curiosamente, es el sitio arqueoastronómico más conocido del mundo pero también el que más polémicas ha causado, después de haber sido uno de los primeros puesto a la luz, y uno de los últimos puesto en la verdad (o lo que el mundo académico reconoce como la "verdad" actual).

La idea que Stonehenge fuese un verdadero y complejo observatorio astronómico (observación de equinoccios, solsticios y lunisticios, predicción de eclipses) está refutada por tres argumentos interdisciplinarios (Schaefer 1999):

- Antropología: estudios ultraprecisos a largo plazo de eventos astronómicos complejos no son consistentes con lo que se sabe del hombre neolítico.
- Estadísticas modernas: estudios sistemáticos han demostrado que los alineamientos sugeridos se deben a sesgos no intencionales y errores de selección.
- Propiedades de la atmósfera: la variación diaria de la refracción atmosférica hace imposible la medición precisa de fenómenos a nivel del horizonte a latitudes medias.

Sin embargo, existen muchos buenos argumentos para pensar que los constructores de megalitos hicieron algunos alineamientos con solsticios y lunisticios. El mejor argumento es la presencia de alineamientos similares en cientos de sitios megalíticos, como el excepcional túmulo de Newgrange en Irlanda (posee un pasillo subterráneo precisamente alineado con la salida del sol al solsticio de invierno). La hipótesis arqueoastronómica de Stonehenge, tomada inicialmente como un caso aislado, no era válida (hasta el alineamiento principal hacia el solsticio de verano, podría haber sido una coincidencia). Sin embargo, Stonehenge, como parte de la inmensa familia de los megalitos, llega a ser un representante más de la tendencia clara de un interés prehistórico hacia el solsticio.

En conclusión, podemos afirmar que Stonehenge era probablemente un centro ceremonial solsticial y no un sofisticado observatorio astronómico, y que en los sitios megalíticos, los alineamientos eran una demostración de un simbolismo astronómico, no de una astronomía científica.

## Pilares Solares Incaicos

Las crónicas españolas ([De Betanzos 1557](#), [Garcilaso 1966 \[1609\]](#), [Cobo 1979 \[1653\]](#), y otros) describen pilares, en cerros alrededor de Cuzco, utilizados para marcar pasos en el calendario anual ([Aveni 1997](#); [Bauer y Dearborn 1995, 1998](#)). Los cronistas no entregan todos la misma descripción, pues existen todavía pequeñas discrepancias entre los autores que han analizado estas construcciones. Lamentablemente, ningún pilar cuzqueño sobrevivió la conquista. Sin embargo, dos pilares similares a la descripción ofrecida por los cronistas todavía existen en el valle de Urubamba (aunque su función es desconocida).

Lo más probable es que existían pilares en:

- Cerro Chinchilla, vistos desde el Coricancha, indican la puesta del sol del solsticio de diciembre.
- Quiangalla, vistos desde Chuquimarca (*huaca* ubicada 2 km al norte del centro de Cuzco), indican la puesta del sol del solsticio de junio.
- Cerro Picchu, vistos desde el *ushnu* de la plaza de Hanan Cuzco ("Plaza de armas" hoy en día), indican las fechas para plantar (18 de agosto).

Fuera de Cuzco y del valle del Urubamba, nunca se habían encontrado vestigios de pilares hasta el increíble descubrimiento de un equipo multidisciplinario en la Isla del Sol. [Dearborn et al. \(1998\)](#) investigaron alrededor del conocido santuario en la isla. Este lugar consta de dos construcciones incaicas (*Chincana* y *Mama Ojlla*), una plaza bordeada por una roca sagrada (*Titikala*) de donde salió el sol, y muros que definen un recinto al cual la gente venía en peregrinación. Los investigadores encontraron los vestigios de dos pilares ubicados en una colina cercana (llamada *Tikani*) entre los cuales se observa la puesta de sol del solsticio de diciembre desde la plaza ceremonial. Además, sugieren que una plataforma (sitio 19), ubicada justo afuera del muro del recinto sagrado y de donde se puede también apreciar la puesta del sol solsticial entre los pilares, haya servido de punto de observación para la multitud de los peregrinos, ya que el acceso a la roca sagrada era restringido a personas de alto rango.

## Ejemplos en Chile: Siguiendo la Pista "Universal" del Solsticio

Hemos elegido la observación solsticial como un tema central en nuestra investigación. La otra hipótesis de trabajo es que podrían existir lugares privilegiados de donde practicar tal astronomía. Esta última idea complementa los otros principios que gobernaban la búsqueda y selección de sitios para establecerse en la prehistoria: proximidad de agua, tierras fértiles, recursos alimenticios naturales (frutas, vegetales, caza), protección contra el viento, fácil acceso, etc.

Son múltiples y complejos los motivos del ser humano de necesitar calendarizar mejor sus actividades. Claramente, una astronomía básica de horizonte con el sol, la luna o grupos de estrellas, permite multiplicar las referencias temporales, es decir, ampliar las pocas provistas por la naturaleza (floraciones, lluvias, caída de hojas). El mejoramiento de las cosechas, la existencia de un excedente de producción alimenticia y la sedentarización resultante han permitido paulatinamente la organización y jerarquización de la sociedad en diferentes clases (dirigentes, obreros) y especializaciones (ceramistas, shamanes). En el caso del complejo El Molle, la existencia de centros de poder y/o de observación, podría ayudar a entender los patrones de asentamientos de una cultura que aparentemente tenía un cierto nivel de organización sociopolítica y una unidad ideológica ([Niemeyer et al. 1997](#)).

## Pucará Incaico de Chena (Región Metropolitana)

El pucará de Chena se encuentra en una ramificación sur del llamado cordón de Chena (orientado globalmente este-oeste). El sitio ha sido analizado y documentado principalmente por [Stehberg \(1976\)](#) que concluye, en base a varios argumentos -de los cuales sobresale la ubicación estratégica-, que este recinto tuvo una función militar. En los últimos años, hemos demostrado ([Boccas et al. 2000](#)) que este lugar podría haber sido también un centro ceremonial, de donde se realizaban observaciones del solsticio, y por otra parte que la selección del sitio podría haber sido influenciada principalmente por este último argumento y no un criterio de tipo bélico.

Nuestra observación parte del aparente diseño zoomorfo del pucará, lo que lo asocia a la familia de sitios incaicos con esta característica. Al comparar el plano arquitectónico del recinto de Chena con el de los sitios incaicos de Chile Central ([Stehberg 1995](#)), se destaca la forma del trazado que asemeja a un mamífero (¿un puma?), visible también desde la cumbre del cerro Chena. La pequeña cantidad de muros hace la asociación de formas más fácil que en el caso controvertido de Cuzco. Además, recordamos que la existencia de tres espacios separados en el sitio (primera muralla perimetral, segunda muralla perimetral y recintos centrales) podrían reflejar la tripartición sugerida en el famoso diagrama de Pachacuti Yamqui, donde se aprecia una zona inferior, una zona terrestre, y una zona celeste. La interpretación de [Rowe \(1967\)](#) acerca de la forma de puma de la capital incaica, Cuzco, ha sido rechazada por [Zuidema \(1985\)](#) que afirma que la descripción original de Betanzos era metafórica. Otros autores han descrito los diseños zoomorfos de lugares incaicos, entre los cuales vale la pena destacar el valioso trabajo de [Elorrieta y Elorrieta \(1996\)](#) que descubrieron varios sitios en los alrededores de Ollan taytambo. Esos lugares se caracterizan, además, por ser arqueoastronómicos.

[Stehberg \(1995\)](#) describe lo que parece ser un *ushnu* en un rincón del recinto principal del pucará, lo que da obviamente mucho peso a un uso ritual del lugar, tal como [Zuidema \(1989\)](#) lo ha analizado detalladamente. En particular, menciona las fiestas celebradas al solsticio de Diciembre, con trajes en piel de puma, para celebrar la llegada de la lluvia. Ya mencionamos que se realizaban observaciones astronómicas desde el *ushnu* de Cuzco. La puesta del sol del solsticio de invierno ocurre en un punto "clave" desde el *ushnu* de Chena: la intersección del horizonte más cercano (el cordón de Chena) y del más lejano (cordillera de la Costa). Además, en esta dirección precisa ([Figura 1](#)) se encuentra la cumbre del cerro más alto (1.166 msnm) que culmina al sur de la cuesta Zapata (mapa IGM Santiago 3300-7030 a escala 1:250.000). Este detalle podría no ser una coincidencia, sino un requisito topográfico importante, debido a la asociación conocida de los cerros altos con el culto al agua en varias culturas ([Broda 1991](#)).



Figura 1. Pucará de Chena. Foto del punto preciso de puesta de sol del solsticio de invierno; se encuentra en la intersección de dos horizontes (marcador natural) y sobre una cumbre alta (simbolismo andino).

Curiosamente, la puesta del sol se puede observar igualmente en la intersección de los dos horizontes desde las dos puertas de acceso en los dos muros perimetrales del pucará ([Figura 2](#)), sugiriendo así que distintos grupos de personas, probablemente según su rango social, podían realizar la observación del solsticio en forma similar a las prácticas en la Isla del Sol.

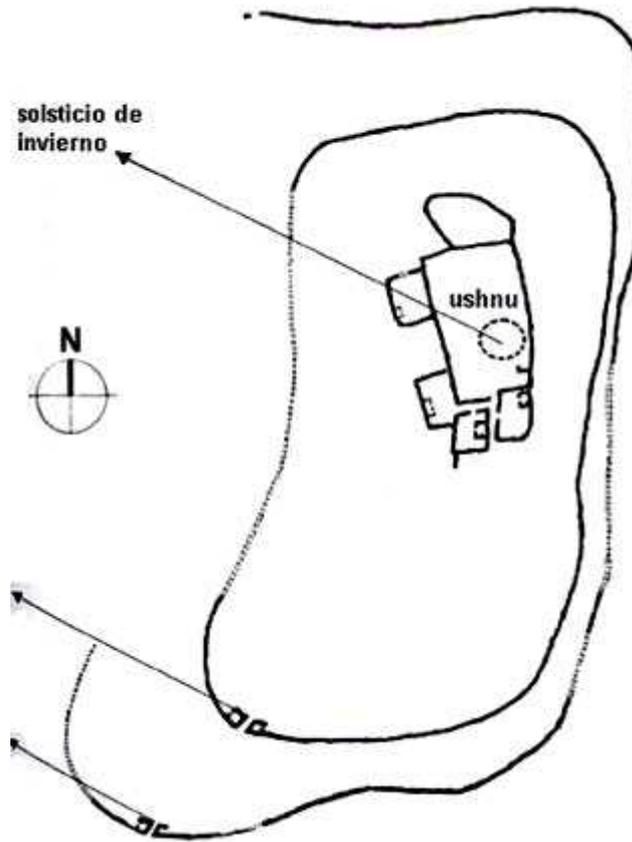


Figura 2. Pucará de Chena : observación del solsticio.

El amanecer del solsticio de verano (Figura 3) sucede también en la intersección de dos horizontes (a pesar que el efecto no es tan dramático como el caso anterior): el cerro La Calera (928 msnm) al sur de Calera de Tango y, al sur de Talagante, la parte occidental del cordón de Yervas Buenas (cerro Poca Pena, 1.242 msnm). La importancia del solsticio de Junio sobre el de Diciembre en el valle central de Chile se explica por el hecho que indica el inicio de la estación de las lluvias.



Figura 3. Pucará de Chena : horizonte occidental.

[Aveni \(1989\)](#) explica la importancia del paso del sol por el cenit en las creencias incaicas y la existencia de alineamientos solares hacia este momento. Además demuestra que la fecha a la cual el sol pasa por el nadir (el anticenit) también era conocida, y formaba un eje temporal con el paso por el cenit. Aveni descubrió, en la ciudad incaica de Huanuco Pampa, dos edificios importantes cuya orientación es notoriamente diferente del resto de la ciudad: se alinean con el eje cenit-anticenit, lo que denomina posteriormente el "tiempo estándar de Cuzco", pues sugiere que los incas, al no poder aplicar los mismos criterios temporales en todo su imperio (pasado los trópicos, el sol no pasa nunca por el cenit -caso de Chena-), tenían que mantener una coherencia calendárica entre lugares remotos de su imperio y la capital. En Chena, no hemos visto este tipo de alineamiento hacia el "huso horario de Cuzco".

En conclusión, proponemos la hipótesis que la construcción de Chena podría haber sido motivada, en el contexto de una conquista militar local ya avanzada, en primer lugar por la necesidad de establecer una especie de copia local de Cuzco, donde se podrían duplicar ciertas actividades ligadas al dominio del tiempo, por ejemplo, que serían de gran importancia para consolidar el (casi) extremo sur del Tawantinsuyu. Consecuentemente, Chena podría haber sido elegido geográficamente por ser un sitio de donde la observación solsticial iba a ser no solamente fácil (existe un marcador natural en el horizonte), sino de acuerdo a criterios sagrados importantes en el mundo andino, para lo cual esta ramificación del cordón Chena cumple más exigencias que otros cerros, al igual o más estratégicos que Chena para un uso solamente militar, en el valle de Santiago y las cercanías inmediatas del pucará (ver mapa IGM San Bernardo 5-04-05-00066-00 a escala 1:50.000).

## **Sitios del complejo El Molle en el Norte Chico**

### *Cuz-Cuz*

Cuz-Cuz es una localidad ubicada a unos 6 km al oeste antes de llegar a Illapel. Bustamante registró unos 100 petroglifos y 30 piedras de tacitas en un área de 20 km<sup>2</sup>. Un 85% de los grabados son de tipo geométrico o abstracto, 10% antropomorfos y un 5% zoomorfos y fitomorfos. Según [Reichel Dolmatoff \(1985\)](#), los grabados geométricos resultan de alucinaciones fosfénicas, y representan energías y fuerzas cósmicas, lo que nos da a pensar que la zona podría contar con un shaman y un centro ceremonial. [Bustamante \(1991\)](#) descubrió en 1985 lo que parece ser una construcción megalítica, formada por una serie de grandes rocas describiendo los peldaños de una gigantesca "escalera" (así la denominaremos a continuación), ubicada en el faldeo de una colina, entre dos grandes piedras grabadas con petroglifos (una de ellas podría haber sido erigida intencionalmente). El conjunto ([Figura 4](#)) mide unos 25 m de largo y debió estar constituido por unos 9 peldaños rocosos de aproximadamente 2 x 1 x 0,5 m cada uno. Varias de las piedras llaman la atención por sus cortes rectos y su disposición horizontal, como si hubieran sido cortadas en el sitio (afloramiento rocoso) o traídas de otro sitio e instaladas con un propósito. Al tiempo del descubrimiento, la disposición en escalera era notoria, pero ha sido alterada por la erosión de los desagües de una humilde casa ubicada a escasos metros arriba del sitio.

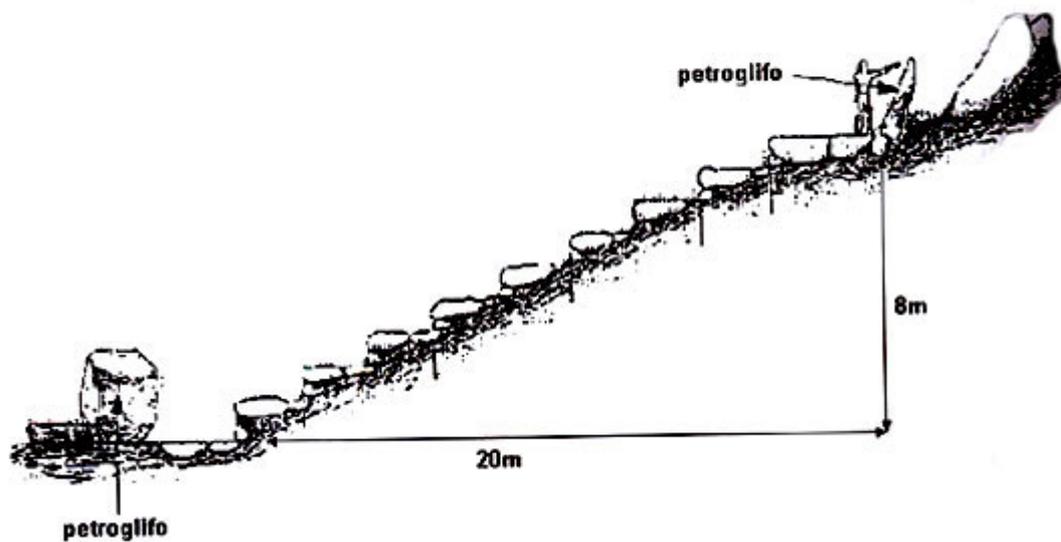


Figura 4. Cuz-Cuz: posible reconstitución de la escalera (según Bustamante).

Desde la piedra superior, se tiene una vista panorámica de todo el valle. La orientación del conjunto de piedras (eje de la escalera y línea entre las dos piedras extremas grabadas) apunta hacia la salida del sol del solsticio de verano. Adicionalmente la salida del sol del solsticio de invierno sucede en una forma "en V" característica del horizonte, fenómeno conocido en Mesoamérica y representado en los glifos mayas por ejemplo (se usa la intersección "en V" de 2 cerros como marcador natural). Es así como se dan algunas condiciones básicas para pensar que este lugar haya servido de observatorio del cielo. De hecho uno puede pensar que el sitio de construcción de la escalera haya sido elegido por ya poseer un alineamiento hacia un marcador natural (el cerro "en V").

El alineamiento hacia los dos solsticios nos da a pensar que el complejo El Molle había observado el ciclo solar y, eventualmente, lo había usado para necesidades calendáricas en apoyo a una actividad ritual, nacida a raíz de una sedentarización progresiva en el propicio valle del Choapa. Pensamos que sería muy valioso efectuar excavaciones alrededor de esta escalera para determinar qué actividades humanas se desarrollaron en el lugar.

#### *Valle del Encanto*

El Parque Nacional del Valle del Encanto es una zona de unos 2 km de largo, rodeando un pequeño estero, ubicado en el valle del río Limarí al oeste de Ovalle. Este sitio se caracteriza sobre todo por sus grabados profundos que representan cabezas tiaras (sombreros rituales), y generalmente ha sido clasificado como lugar donde se conducían ceremonias. [Ampuero y Rivera \(1971\)](#) han registrado unas 80 piedras con petroglifos, 83 con tacitas y 7 con pictografías. Por la dependencia que tienen muchos petroglifos con la luz solar para ser fácilmente visible (cuando se forma sombra en la profundidad de las líneas grabadas) se ha sugerido que podría existir un patrón de orientaciones. En un ámbito similar, [Sofaer et al. \(1979\)](#) han descrito el caso de los petroglifos espirales de Fajada Butte en Chaco Canyon (Nuevo México) que los indios anasazi (950 a 1.150 d.C.) grabaron en paredes rocosas donde se producen fenómenos de luz y sombras (llamada "espada solar" que marcan los solsticios y equinoccios al medio día).

Hemos medido la orientación de unas 60 piedras grabadas (definimos la orientación como la dirección hacia la cual "mira" el lado grabado de una piedra) y determinamos estadísticamente que no existen direcciones privilegiadas hacia acimutes específicos (como fechas solares claves). Más bien, nos dimos cuenta que una gran mayoría (del orden del

80%) de los petroglifos ubicados en la ribera norte del río miran hacia el sur, y viceversa. De esta observación, podríamos concluir que los petroglifos miran hacia el agua, y sobre todo hacia el lugar preferencial de paso o de habitación de sus ocupantes, es decir, a orilla del río, lo que concuerda con la función comunicacional que tiene el arte rupestre según varios autores.

Luego nuestra investigación se orientó hacia las tacitas, cuyo uso exacto es generalmente desconocido aunque se considera, a nivel mundial, que han tenido distintas funciones (desde piedra de molienda hasta representaciones artísticas). [Menghin \(1957\)](#) sugiere también que puedan representar estrellas, lo que es una interpretación inmediata por la similitud de formas. La piedra de tacitas más trabajada en el sitio contiene 44 tacitas repartidas en forma aleatoria en unos 3 m<sup>2</sup>. A escasos 15 m de distancia, se encuentra la segunda piedra más trabajada (tiene aproximadamente la misma superficie) con 16 tacitas. Allí, la menor cantidad de tacitas nos incita a intentar reconocer formas o interpretar su ordenamiento. Nuestra reacción instintiva fue identificar a dos constelaciones del cielo moderno: el escorpión, y la bien conocida cruz del sur. Afortunadamente, nos tocó estar en el lugar en una fecha aparentemente significativa (a mediados de junio, en 1998) y pudimos observar, poco tiempo después de la puesta del sol, cuando las estrellas empiezan a aparecer, las dos constelaciones frente a la piedra (cuando uno mira en su eje principal) en la misma orientación relativa que el grabado en la piedra. Las formas imaginarias son fáciles de dibujar ya que forman grupos destacados de estrellas brillantes, visibles antes que se oscurezca el cielo y, en el caso del escorpión, la constelación está justo puesta sobre el horizonte sureste, como saliendo de la tierra (a otra hora y otra fecha del año, no se podría apreciar este alineamiento). Sugerimos que en este caso particular, la piedra tacita es una representación artística y simbólica del cielo.

Finalmente, presentamos el descubrimiento de una zona un poco apartada del sitio arqueológico, y que tiene características de plaza ceremonial. Se ubica en el sector más oriental de Valle del Encanto, en la ribera sur del río, a unos 100 m de grupos de arte rupestre ya conocidos. El lugar es el más alto de todos los sectores con vestigios humanos del Valle del Encanto, posee una vista panorámica completa, y se identifica de lejos por la presencia de una gran piedra levantada del suelo (unos 3 m de altura), que es parte de un afloramiento rocoso casi circular de 10 m de diámetro, con 3 "puertas" de acceso hacia el este, oeste y sur ([Figura 5](#)). Este círculo de piedra deja un espacio plano de tierra en su centro, lo que llamamos la plaza, y donde encontramos, sobre la superficie del suelo, varios fragmentos de cerámica gris ahumado (típica del complejo El Molle) y otros con pigmentos de color naranja y salmón. Varios trozos exhiben curvatura mientras que otros muestran una cara muy lisa con bordes bien terminados, signo del trabajo adicional dado a objetos de valor para uso ritual.



Figura 5. Valle del Encanto. Posible plaza ceremonial con petroglifo en primer plano y cerro occidental marcador del solsticio en el fondo (fotografía del 21 de diciembre 1998).

La piedra levantada está grabada en su costado superior norte por un precioso petroglifo doble (grabado profundo) representando una especie de disco con ramificaciones (¿sol?) y una especie de pájaro (¿hombre con alas o shaman?). Coincidentemente, las dos cumbres más altas del horizonte se encuentran respectivamente casi hacia el sur y hacia el norte. El horizonte está perfectamente plano desde el norte hacia el suroeste, donde un cerro cercano pone fin al desplazamiento sureño de la puesta del sol precisamente en el día del solsticio de verano, constituyendo un hito clave para un calendario de horizonte. Esas características son típicas de un paisaje sagrado. Finalmente, detallamos una observación adicional: el eje de la piedra levantada mirando hacia el sur y su inclinación de unos  $30^\circ$  sobre el horizonte, hacen que esta roca apunte hacia el polo celeste, punto del cielo nocturno alrededor del cual gira la entera bóveda celeste. En varias culturas del mundo, este punto único era conocido y formaba el eje cósmico que une el entorno terrestre (humano) al mundo celeste (divino).

## Conclusión

Hemos argumentado que los seres humanos utilizaban los ciclos de la naturaleza como relojes de sus actividades (agricultura, rituales). A medida que se diversificaban sus actividades, necesitaron relojes naturales más frecuentes que los ciclos más obvios que son: ciclo día/noche (muy corto), ciclo lunar (28 días), ciclo solar (365 días). Al llegar a necesitar una verdadera manera de registrar fechas, se ha producido una evolución típica en los calendarios de la humanidad: lunar, luni-solar y solar. Finalmente, hemos explicado cómo la elaboración de un calendario solar está basado en la observación de los solsticios y cómo alineamientos en estas fechas son comunes en muchos sitios.

Nuestro objetivo fue demostrar que mediciones topográficas o astronómicas en un sitio arqueológico pueden ser herramientas valiosas para ampliar nuestro conocimiento de una determinada cultura. Desde los tiempos preagrícolas hasta épocas más recientes son varias preguntas, tanto generales como específicas, acerca de las culturas prehispánicas de Chile, que se podrían contestar últimamente con esta información: ¿Quiénes observaban regularmente el cielo? ¿Quiénes desarrollaron calendarios de actividades? Y en ejemplos aún más específicos: ¿Qué grado de organización social y temporal tenía el complejo El Molle y qué papel pudo desarrollar la observación de los astros en estos cambios? ¿Cómo

los incas mantenían su dominio del tiempo (calendario) en el extremo sur de su imperio? En este último caso, sugerimos revisar sistemáticamente la función de los *ushnus*.

Para terminar, queremos volver a decir que la arqueoastronomía es una disciplina mucho más amplia que la simple búsqueda de alineamientos solsticiales. Existen otros campos de investigación relacionados, como por ejemplo aclarar si existen antiguas expresiones artísticas -grabados diversos, tejidos, cerámica (ver [González 2000](#))\_ de objetos celestes, o estudiar la información (mitos de creación, constelaciones) en la tradición oral de las culturas indígenas que aún están representadas en nuestra Tierra.

*Agradecimientos:* Varias personas me han brindado apoyo en esta actividad extraprofesional (mi profesión es ingeniero óptico), en particular quiero agradecer a: Luis Briones, Malcolm Smith, Gonzalo Ampuero, Rubén Stehberg, Victoria Castro y David Orellana. Finalmente, mi gratitud se dirige a mi esposa Sofía, por su paciencia en las largas horas y los días dedicados a esta actividad en mis tiempos libres.

## Referencias Citadas

Ampuero, G., y M.A. Rivera 1971 Las manifestaciones rupestres y arqueológicas del Valle de El Encanto (Ovalle, Chile). *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena* 14:71-103.

[ [Links](#) ]

Aveni, A. 1980 *Skywatchers of Ancient Mexico*. University of Texas Press, Texas.

[ [Links](#) ]

Aveni, A. 1991 *Observadores del Cielo en el México Antiguo*. Traducido por J. Ferreiro. Fondo de Cultura Económica, México.

[ [Links](#) ]

Aveni, A. 1989 *Empires of Time*. Kodansha America Inc., New York.

[ [Links](#) ]

Aveni, A. 1997 *Stairways to the Stars*. Ediciones John Wiley and Sons, New York.

[ [Links](#) ]

Bauer, B., y D. Dearborn 1995 *Astronomy and Empire in the Ancient Andes*. University of Texas Press, Texas.

[ [Links](#) ]

Bauer, B., y D. Dearborn 1998 *Astronomía e Imperio en los Andes*. Traducido por J.F. Espinoza. Centro de estudios regionales Andinos Bartolomé de las Casas, Cuzco.

[ [Links](#) ]

Belmonte, J.A. 1999 *Las Leyes del Cielo*. Ediciones Temas de Hoy, Madrid.

[ [Links](#) ]

Boccas, M., P. Bustamante, C. González y C. Monsalve 2000 Promising archaeoastronomy investigations in Chile. *Oxford VI and SEAC 99: Astronomía y Diversidad Cultural*, Vol.

1:115-123. Organismo Autónomo de Museos del Cabildo de Tenerife, Tenerife.

[ [Links](#) ]

Broda, J. 1991 Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros en Mesoamérica. En *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, editado por J. Broda, S. Iwanizewski y L. Maupomé, pp. 461-500. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

[ [Links](#) ]

Bustamante 1991 Astrónomos antes de Illapel. *Suplemento Siglo XXI, Diario El Mercurio*, 5 de Septiembre.

[ [Links](#) ]

Chevalier 1999 Orientations of 935 dolmens of Southern France. *Archaeoastronomy, Journal of History of Astronomy*. 24: S47-S82. [ [Links](#) ]

Cobo, B. 1979 [1653] *Relación de las Guacas del Cuzco, An Account of the Shrines of Ancient Cuzco*, traducido y editado por J. Rowe. *Ñawpa Pacha* 17: 2-80. [ [Links](#) ]

Dearborn, D., M. Seddon y B. Bauer 1998 The sanctuary of Titicaca: where the Sun returns to Earth. *Latin American Antiquity* 9: 240-258. [ [Links](#) ]

De Betanzos, J. 1557 *Suma y Naración de los Incas*, editado por María del Carmen Martín Rubio. Ediciones Atlas, Madrid. [ [Links](#) ]

Elorrieta, F. y E. Elorrieta 1996 *El Valle Sagrado de los Incas, Mitos y Símbolos*. Ediciones Sociedad Pacaritampu Hatha, Cuzco. [ [Links](#) ]

De la Vega, Garcilaso 1966 [1609] *Royal Commentaries of the Incas and General History of Peru*, parts 1 and 2, traducido por H. Livermore. University of Texas Press, Austin. [ [Links](#) ]

González, C. 2000 Calendarical information on Mapuche ceramics, *VI International Conference of Astronomy and Culture*, editado por C. Esteban y J.A. Belmonte, pp. 263-267. Organismo Autónomo del Cabildo de Tenerife, Islas Canarias. [ [Links](#) ]

Hoskin, M. 1996 Editor's letter. *Archaeoastronomy and Ethnoastronomy Newsletter. Quarterly Bulletin of the Center for Archaeoastronomy* 21. [ [Links](#) ]

Intijalsu 2000 Principios para el arqueoastrónomo (1 de junio). <http://www.geocities.com/intijalsu/educacion/principios4.html> (diciembre 2002). [ [Links](#) ]

Krupp, E. 1991 *Beyond the Blue Horizon*, Oxford University Press, Oxford. [ [Links](#) ]

Krupp, E. 1997 *History of Astronomy, an Encyclopedia*, item archaeoastronomy, editado por John Lankford, pp. 21-30. Garland Publishing, New York. [ [Links](#) ]

Menghin, O. 1957 Las piedras de tacitas como fenómeno mundial. *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena* 9: 3-12. [ [Links](#) ]

Niemeyer, H., M. Cervellino y G. Castillo 1997 Los primeros ceramistas del Norte Chico: Complejo El Molle. En *Culturas de Chile: Prehistoria*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate del S. e I. Solimano, pp. 227-263. Ediciones Andrés Bello (3ª edición), Santiago. [ [Links](#) ]

NOAA 2001 Compute Values of Earth's Magnetic Field (Version 4.0). <http://www.ngdc.noaa.gov/cgi-bin/seg/gmag/flsnt1.pl> (diciembre 2002). [ [Links](#) ]

Orlove, B., J. Chiang y M. Cane 2000 Forecasting Andean rainfall and crop yield from the influence of el Niño on Pleiades visibility. *Nature* 403: 68-71. [ [Links](#) ]

Reichel-Dolmatoff, G. 1985 Aspectos chamanísticos y neurofisiológicos del arte indígena, En *Estudios en Arte Rupestre*, editado por C. Aldunate, I. Berenguer y V. Castro, pp. 291-307. Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago. [ [Links](#) ]

Rowe, J. 1967 What kind of settlement was Inca Cuzco? *Ñawpa Pacha* 5: 59-77. [ [Links](#) ]

Ruggles, C. 1997 Whose equinox? *Archaeoastronomy. Journal of History of Astronomy* 22: S45-S50. [ [Links](#) ]

Ruggles, C. 1998 Astronomy in prehistoric Britain and Ireland, Yale University Press, New Haven. [ [Links](#) ]

Schaefer, B. 1993 Astronomy and the limits of vision. *Archaeoastronomy* XI: 78-90. [ [Links](#) ]

Schaefer, B. 1995 *Instalaciones Incaicas en el Norte y Centro Semiárido de Chile*. DIBAM, Santiago. [ [Links](#) ]

Sofaer, A., V. Zinser y R. Sinclair 1979 A unique solar marking construct. *Science* 206: 283-291. [ [Links](#) ]

Stehberg, R. 1976 La fortaleza de Chena y su relación con la ocupación incaica de Chile central. *Publicación Ocasional*. Museo Nacional de Historia Natural 23: 3-37. [ [Links](#) ]

Zuidema, R.T. 1985 The lion in the city: royal symbols of transition in Cuzco. En *Animal, Myths and Metaphors in South America*, editado por Gary Urton, pp. 183-250. University of Texas Press, Salt Lake City. [ [Links](#) ]

Zuidema, R.T. 1989 El ushnu. En *Reyes y Guerreros: Ensayos de Cultura Andina*, compilado por Manuel Burga, pp. 402-454. Ediciones Fomciencias, Lima. [ [Links](#) ]

Zuidema, R.T. 2000 New methods and techniques for historical astronomy and archaeoastronomy, *Archaeoastronomy. The Journal of Astronomy in Culture* 15: 121-136.