

Complutum

ISSN: 1131-6993

<https://dx.doi.org/10.5209/cmpl.88946>EDICIONES
COMPLUTENSE

Iluminación solar y el calendario aborigen en Cuevas del Barranco de La Angostura (Agüimes, Gran Canaria)

Juan Manuel Caballero Suárez¹, César Esteban²

Resumen. Presentamos los resultados del seguimiento de la iluminación solar en el interior de la cueva nº 3 del yacimiento arqueológico aborigen de Cuevas del Barranco de la Angostura (Agüimes, Gran Canaria). La cavidad tiene una forma cilíndrica con techo abovedado, rematada por una claraboya, similar a otras cuevas grancanarias donde se ha propuesto la existencia de marcadores astronómicos. Encontramos que el Sol ilumina el interior durante la mitad del año, desde unos diez u once días antes del equinoccio de otoño hasta otros tantos días después del equinoccio de primavera. El resultado más destacable es el descubrimiento de un marcador del solsticio de invierno muy preciso, pues los primeros rayos solares que iluminan el interior de la cueva en dicha fecha lo hacen dentro de una pequeña cúpula pintada situada en la pared norte. Encontramos también un posible marcador del equinoccio o del día mitad entre solsticios basado en el comportamiento del patrón de iluminación solar en dichas fechas.

Palabras clave: Arqueoastronomía; cueva; solsticio; equinoccio; cultura aborigen canaria; Gran Canaria.

[en] Solar lighting and the aboriginal calendar in Cuevas del Barranco de La Angostura (Agüimes, Gran Canaria)

Abstract. We present the results of the monitoring of solar lighting inside cave n. 3 of the aboriginal archaeological site of Cuevas del Barranco de la Angostura (Agüimes, Gran Canaria). The cave has a cylindrical shape with a vaulted roof and topped by a skylight, similar to other caves where the existence of astronomical markers has been proposed. We find that the Sun illuminates the interior for only half the year, from about ten to eleven days before the autumnal equinox to ten to eleven days after the spring equinox. The most convincing result is the discovery of a striking marker of the winter solstice, since the first rays of the sun that illuminate the interior on that date do so just inside a small painted artificial hole located on the north wall of the cave. We also found a possible marker of the equinox or the half-day between solstices based on the behavior of the solar illumination pattern on those dates.

Keywords: Archaeoastronomy; cave; solstice; equinox; Canarian aboriginal culture; Gran Canaria.

Sumario. 1. Introducción. 2. El yacimiento de Cuevas del Barranco de La Angostura. 3. La Cueva Nº 3. 4. Método de trabajo y obtención de datos. 5. Resultados e interpretación. Los marcadores solares de la Cueva Nº 3. 5.1. El marcador del solsticio de invierno. 5.2. Un posible marcador de fechas equinociales. 5.3. ¿Marcadores lunares?. 6. Discusión. 7. Conclusiones. 8. Bibliografía.

Cómo citar: Caballero Suárez, J. M.; Esteban, C. (2023). Iluminación solar y el calendario aborigen en Cuevas del Barranco de La Angostura (Agüimes, Gran Canaria). *Complutum*, 34 (1): 221-244.

1. Introducción

Desde los años 90 del siglo XX han ido apareciendo una cantidad significativa de trabajos que subrayan la posible motivación astronó-

mica en las orientaciones definidas en ciertos lugares sagrados de los habitantes aborígenes de las Islas Canarias e incluso en la selección de su emplazamiento (ver, por ejemplo, Aveni y Cuenca 1992-1994; Barrios García

¹ Departamento de Señales y Comunicaciones. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. juanmanuel.caballero@ulpgc.es. <https://orcid.org/0000-0003-0699-9153>

² Grupo de Investigación Tarha. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Instituto de Astrofísica de Canarias. cel@ll.iac. <https://orcid.org/0000-0002-5247-5943>
Departamento de Astrofísica. Universidad de La Laguna.

1993, 2004; Belmonte *et al.* 1994; Esteban *et al.* 1996, 1997; Perera Betancort *et al.* 1996; Belmonte y Hoskin 2002). La presencia de elementos astrales en la religión de los habitantes prehispánicos de las islas ya fue recogida en las obras de cronistas e historiadores de los primeros siglos tras la conquista castellana como Abreu Galindo (1977 [1632]) o Marín de Cubas (1986 [1694]). Las divinidades más importantes del panteón aborígen parecen estar relacionadas con el Sol, la Luna y quizás algunos otros astros, como defienden Jiménez González (1990) o Tejera Gaspar (1992). También disponemos de referencias sobre la existencia de un calendario y del uso de la posición del Sol, la Luna y algunas estrellas, así como las fases de la Luna, para establecer la cuenta del tiempo (Tejera Gaspar 1992: 11-18; Jiménez González 1994; Belmonte y Hoskin 2002; Barrios García 2004). De estos estudios parece clara la existencia de un calendario aborígen lunisolar, basado en la observación de la posición del Sol y las fases de la Luna, aunque existen diferencias en las crónicas sobre el momento preciso del inicio del año, algunas de ellas indican la luna nueva posterior al solsticio de verano, mientras que otras lo sitúan en la luna nueva posterior al equinoccio de primavera.

Gran Canaria es la isla del archipiélago canario (Figura 1) que ha proporcionado una mayor cantidad y variedad de resultados arqueoastronómicos (ver resumen en Belmonte 2015). Es en los lugares arqueológicos de carácter ceremonial donde se ha encontrado la mayor parte de las relaciones astronómicas conocidas. Estos yacimientos presentan una amplia variedad de características (santuarios en montañas o cuevas, casas santas o de oración, ...); entre ellos destacan los vinculados a las montañas, con una visión privilegiada del horizonte (Tejera Gaspar *et al.* 2006: 211) y la presencia de cierto número de cazoletas excavadas de diferente tamaño y conectadas por canalillos, los denominados almogarenes (Rodríguez Fleitas *et al.* 2000). En este tipo de lugares de culto destacan los resultados arqueoastronómicos encontrados en el Roque Bentayga (Esteban *et al.* 1997) y Cuatro Puertas (Barrios García 1993, 2004; Belmonte *et al.* 1994). Otro grupo de yacimientos grancanarios con carácter ritual y posible importancia astronómica son los que contienen estructuras troncocónicas de piedra apilada (torretas) que suelen estar acompañadas por estructuras con forma de herradura, un ejemplo se encuentra

en Llanos de Gamona (Gil y Belmonte 2009). Un tercer tipo de lugares de culto son las denominadas cuevas-santuario, que contienen cazoletas y, en algunos casos, están decoradas con motivos pintados o grabados, entre ellas podemos destacar Risco Caído (Cuenca Sanabria 2013; Cuenca Sanabria *et al.* 2018) y la cueva de la Virgen de Candelaria de Tara (Barrios García *et al.* 2020), donde también se han encontrado relaciones astronómicas. Estas dos cavidades, de origen artificial, presentan la particularidad común de disponer de una abertura (ventana o claraboya) situada sobre su entrada. Caballero Suárez (2021) identificó un total de 35 cuevas artificiales con ventana catalogadas como yacimientos arqueológicos en la isla de Gran Canaria. Entre las distintas morfologías destaca un grupo que se caracteriza por presentar una planta circular, techo abovedado y la presencia de cazoletas. Dentro de dicho grupo se encuentran Risco Caído y Tara, pero también la cueva nº 3 de La Angostura, el yacimiento al que dedicamos el presente trabajo. Tenemos planificado realizar el estudio arqueoastronómico del mayor número posible de estas cuevas-santuario grancanarias con el fin de comprobar si realmente constituyen un grupo homogéneo y si su motivación o utilidad astronómica es general o no. La cueva nº 3 de La Angostura ha sido el primer yacimiento del que hemos completado su estudio.

Finalmente, aunque menos investigado, el mundo funerario de los aborígenes grancanarios también parece presentar relaciones astronómicas en cuanto a la orientación de las tumbas o la presencia de marcadores astronómicos desde su emplazamiento, como en los casos de las necrópolis de Arteara o La Guancha (Esteban *et al.* 1996; Belmonte *et al.* 1997).

2. El yacimiento de Cuevas del Barranco de La Angostura

El yacimiento arqueológico de Cuevas del Barranco de La Angostura está situado en el término municipal de Agüimes, al sureste de la isla de Gran Canaria (Figura 1). Aunque, según ciertas tradiciones orales locales, también se las conoce como Cuevas de Las Brujas (Cuenca Sanabria 2010). Se encuentra inscrito en la Carta Arqueológica Municipal, en el Inventario Arqueológico Insular y en el Plan Territorial Especial de Patrimonio Histórico del Cabildo de Gran Canaria.

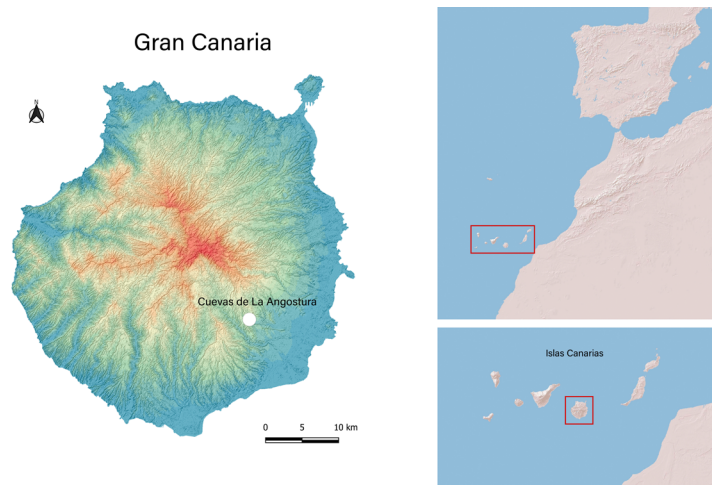


Figura 1. Situación del yacimiento de Cuevas del Barranco de La Angostura (círculo blanco) sobre un mapa de la isla de Gran Canaria obtenido del Sistema de Información Territorial de Canarias (IDECanarias) y en relación al archipiélago canario y con respecto a las costas norteafricanas y la península ibérica.

Composición: Juan Manuel Caballero Suárez.

Las cuevas se encuentran en el Barranco de La Angostura, que forma parte de una red de barrancos paralelos situados en la parte baja del Valle de Tirajana y que desembocan en el Barranco de Balos, de gran riqueza arqueológica. El conjunto troglodita se orienta hacia el sur, en la ladera izquierda y cerca del lecho y del extremo sureste del barranco (Figura 2). Están excavadas sobre un cono piroclástico

de unos 50 m de altura constituido por lapilli, escoria y bombas volcánicas de composición basáltica y cubierto en parte por coladas del ciclo Roque Nublo y Post Roque Nublo (Martín Rodríguez *et al.* 2008). El yacimiento se encuentra en las cercanías del pozo de Ojeda, rodeado de diferentes nacientes y pozos, un dato relevante para entender su poblamiento en época aborígen.



Figura 2. Vista satelital del área geográfica de la zona de estudio, con altitud visual de 525 metros. En el centro se resalta la delimitación de la zona arqueológica de las Cuevas del Barranco de La Angostura (polígono en amarillo). Fuente: Google Earth (fecha de las imágenes 3/8/2017).

El entorno arqueológico de Cuevas del Barranco de La Angostura contiene una gran cantidad de estaciones de grabados rupestres catalogadas, con motivos geométricos, alfabéticos, antropomorfos o zoomorfos. En un radio de 2,5 km alrededor del yacimiento encontra-

mos: Los Letreros de Balos, Era del Cardón, Morro del Malpaso, Morrete de Las Chocillas, Morro de Las Toscas, Barranco de los Charquitos, Barranco del Roque, Lomo de las Tablas, Montaña de Los Perros y Barranco del Inciensial (ver Figura 3).

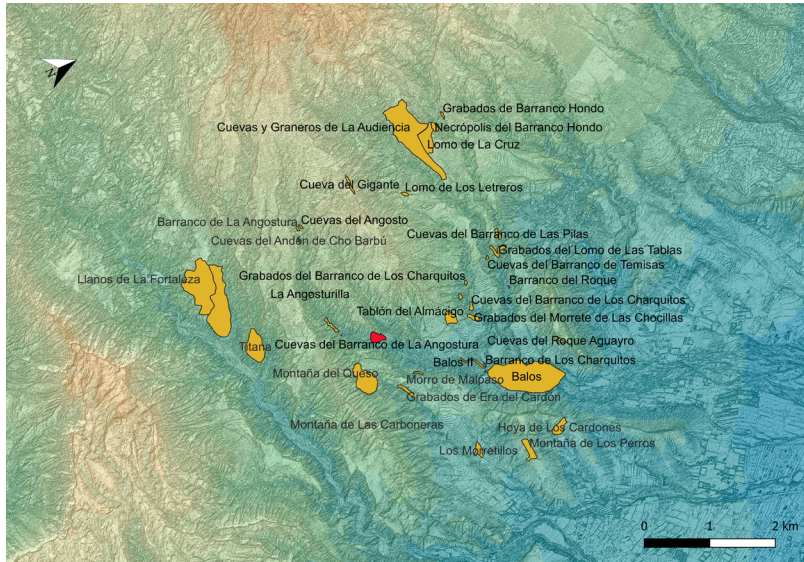


Figura 3. Plano a escala de los yacimientos arqueológicos inventariados en un radio aproximado de 2,5 Km del entorno de Las Cuevas del Barranco de La Angostura (polígono rojo). Composición: Juan Manuel Caballero Suárez.

Hasta la fecha no se ha publicado ningún trabajo arqueológico específico sobre el yacimiento de Cuevas del Barranco de La Angostura en publicaciones especializadas. Las primeras noticias aparecieron en el diario insular *La Provincia*, en 1987 y 1992, firmados por la Comisión de Historia y Etnografía de Canarias (CHEC 1987; 1992). Aunque se trata de artículos muy breves centrados en la descripción de los grabados rupestres, el origen aborigen del yacimiento parece bien establecido atendiendo a su inclusión en los catálogos arqueológicos anteriormente citados.

Algunos resultados preliminares sobre el estudio arqueoastronómico que describimos en este artículo, principalmente el descubrimiento del marcador del solsticio de invierno, fueron presentados en el XXIV Coloquio de Historia Canario-americana (Caballero Suárez 2021), celebrado en noviembre-diciembre de 2020 en Las Palmas de Gran Canaria, cuando todavía no se habían obtenido todos los resultados que incluimos en el presente trabajo, sobre todo los que conciernen al posible marcador equinoccial (Sección 5.2).

El complejo de Cuevas del Barranco de La Angostura está compuesto por cinco cuevas artificiales, tres cuevas naturales funerarias y tres paneles de grabados rupestres. Todos estos elementos se encuentran distribuidos en dos niveles situados en una ladera, entre los 310 m y 362 m de altura y ocupando una superficie de unos 2.000 m². En el nivel inferior se sitúan cuatro de las cinco cuevas artificiales que, designadas mediante números consecutivos según su localización en sentido de este a oeste (de derecha a izquierda en Figura 4, abajo), podemos describir de la siguiente forma (en la Figura 5 mostramos imágenes del exterior e interior de las cuevas nº 1, 2 y 4):

- Cueva nº 1: presenta una planta rectangular y estructura compleja. Se encuentra bajo un gran espacio anterior cubierto labrado artificialmente y cerrado por una pared de piedra enalada con puerta de acceso disponiendo en su interior unos peldaños esculpidos y una gran alacena a su izquierda. Hay evidencias de su reutilización como vivienda en época histórica.

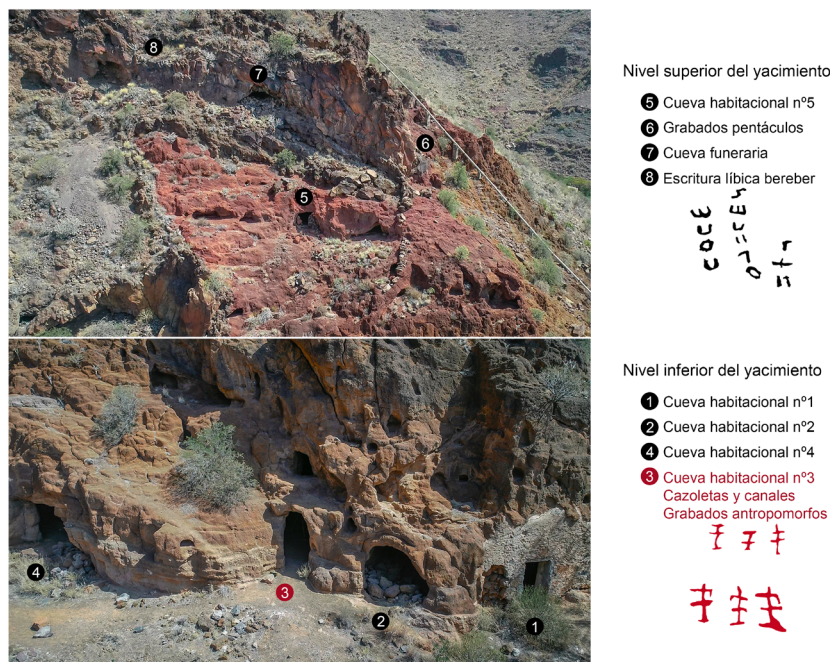


Figura 4. Vistas generales del nivel superior (arriba) e inferior (abajo) del complejo arqueológico de Cuevas del Barranco de La Angostura. Se indican las cuevas y paneles de grabados referidos en el texto. La cueva en que se centra nuestro estudio es la marcada con el número 3. Fotografías: Alberto Martín Gil, Juan R. Verona y Juan Manuel Caballero Suárez.

- Cueva nº 2: se trata de una cueva de pequeño tamaño con restos de muros de piedras de cerramiento y con indicios de su uso reciente para guardar ganado. La puerta de acceso es ancha y sobre ella aparece lo que parece ser un canal bordeando su contorno.
- Cueva nº 3: presenta una forma arquitectónica peculiar que describiremos en la Sección 3. Es la cueva que centra nuestro estudio y contiene en su interior el panel de grabados rupestres nº 1 y un grabado aislado con forma de “T”.
- Cueva nº 4: cueva muy espaciosa de planta rectangular que presenta ampliaciones realizadas en época histórica. Su techo amenaza derrumbe.

En la zona exterior de las cuatro cuevas descritas, se distingue una gran cantidad de huecos grandes de tendencia circular, algunos de ellos con una capa de recubrimiento blanco. Estos huecos se encuentran principalmente sobre las tres cuevas situadas más al este, las 1, 2 y 3, desconociendo cual podría ser su función. En las proximidades de este conjunto se encuentran, además, dos cuevas naturales funerarias. En una ortofoto

de la zona obtenida entre 1951 y 1957 y disponible en el sistema de Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECanarias) se aprecia lo que podría describirse como un gran recinto cercado frente a la cueva nº 1, y otro posible espacio similar más próximo a la pista que penetra en el barranco. En la actualidad ambas estructuras han desaparecido, aunque quedan algunos restos del muro de la mayor de ellas, la más próxima a las cuevas.

En el nivel superior del yacimiento se localiza una cueva artificial, otra natural y dos paneles de grabados que se encuentran en el exterior (ver situación en la Figura 4, arriba), todo lo cual puede describirse de la siguiente manera:

- Cueva nº 5: artificial, con planta irregular, de medianas dimensiones y con dos espacios en su interior, presentando un muro de cerramiento frente a su acceso. Su función pudo ser de hábitat doméstico. En su proximidad se encuentran varios solapones pequeños. En uno de ellos se distingue el comienzo de construcción de una nueva cueva que quedó inconclusa (ver imágenes en la Figura 5).



Cueva nº1 - Exterior e interior



Cueva nº2 - Exterior e interior



Cueva nº4 - Exterior e interior



Cueva nº5 - Exterior e interior



Cueva nº6 - Exterior e interior

Figura 5. Desde arriba hacia abajo, vista exterior (izquierda) e interior (derecha) de las cuevas nº 1, 2, 4, 5 y 6 del Barranco de La Angostura. Fotografías y composición: Juan Manuel Caballero Suárez.



Figura 6. Imagen del panel nº 3 de Cuevas del Barranco de La Angostura, que contiene trece símbolos de escrituras líbico-bereber dispuestos es tres líneas verticales (su posición está marcada como 8 en la Figura 4). Fotografía: Juan Manuel Caballero Suárez.

- Cueva nº 6: natural y de uso funerario, con restos de muro de cierre en su acceso (marcada como 7 en la Figura 4, ver imágenes en la Figura 5).
 - Panel nº 2: contiene grabados geométricos y dos estrellas de cinco puntas (pentáculos), de factura aparentemente reciente (marcada como 6 en la Figura 4).
 - Panel nº 3: compuesto de trece símbolos de escrituras líbico-bereber dispuestos es tres líneas verticales (marcada como 8 en la Figura 4; la Figura 6 muestra el panel).
- Existe un muro de grandes piedras entre el panel nº 2 y el resto de los elementos de este nivel superior.

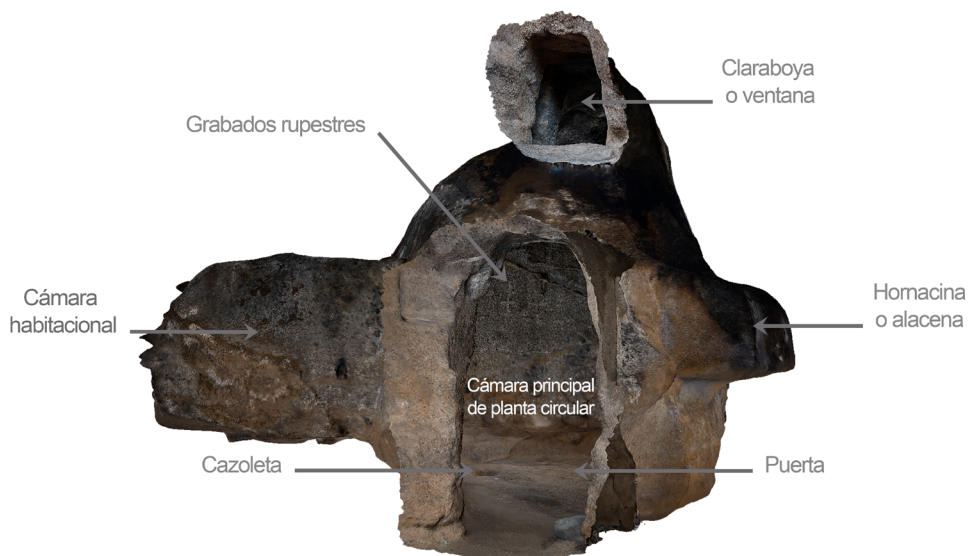


Figura 7. Proyección del modelo 3D obtenido de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura indicando sus elementos constructivos más destacables. La puerta de acceso tiene 2,2 m de altura. Imágenes y modelo: Alberto Martín Gil, Juan R. Verona y Juan Manuel Caballero Suárez.

3. La Cueva N° 3

Esta es la cueva que centra nuestro estudio, por lo que es importante describirla con detalle. Su estructura interna tiene cierta complejidad y dispone de varios habitáculos (Figura 7). Desde su única puerta (2,2 m de alto, 1,2 m de ancho y con un pasillo de 1 m de largo), orientada hacia el sur, se accede directamente a la cámara principal, que presenta una planta circular de 3,3 m de diámetro y un desarrollo vertical semielipsoidal con forma aproximada de cúpula que alcanza una altura máxima de 4 metros. En la parte superior de esta cámara existe una

claraboya o ventana de forma rectangular de 1 m de alto y 70 cm de ancho (Figura 8) que en su cara exterior dispone de un surco perimetral profundo que pudiera haber servido para su cierre hermético. En el interior de la cámara principal encontramos, a la izquierda de la puerta, una hornacina o alacena de fondo curvo, situada a 1 m del suelo y de 1 m de alto, 1,3 m de ancho y 0,7 m de profundidad. Al lado derecho encontramos un habitáculo con forma cúbica, de 1,7 m de alto, 2 m de ancho y 2,3 m de profundidad (la “cámara habitacional” de la Figura 7), cuyo suelo se encuentra a unos 30 cm por encima del de la cámara principal.



Figura 8. Izquierda: vista exterior de la claraboya de la cueva n° 3 del Barranco de La Angostura (dimensiones 1 m × 0,7 m). Centro: vista de la zona donde se encuentra la claraboya desde el interior de la cámara principal. Derecha: Rayo de luz solar proveniente de la claraboya iluminando la pared norte de la cueva. Fotografías: Juan Manuel Caballero Suárez.

La pared norte de la cámara principal, situada frente a la puerta, contiene el panel n° 1 de grabados rupestres, que consta de seis motivos de apariencia antropomorfa distribuidos en dos alineaciones horizontales paralelas de tres motivos (ver figuras 9 y 10), existiendo una grieta natural entre ambas. En promedio, las figuras tienen una altura de unos 30 cm, con una traza superior de 15 cm y una inferior de 20 cm. La separación entre las dos hileras es de 40 cm. El panel ocupa un área cuadrada de 1,6 m de lado. En la parte baja de esa misma pared y a unos 1,2 m por debajo de la hilada inferior de grabados, encontramos una especie de bancada a unos 30 cm del nivel del suelo, cuyo borde sigue la forma cóncava de la pared a lo largo de unos 3 m. En el suelo de la cámara principal y a unos 2 m de la pared

norte hay una cazoleta circular de 35 cm de diámetro y 13 cm de profundidad.

Hay un cierto número de cúpulas u orificios de distinto tamaño y geometría en las paredes de la cámara principal de la cueva n° 3. Algunos son muy probablemente artificiales pero una fracción de ellos aparecen sobre fisuras naturales de la pared, por lo que podrían ser naturales, quizás agrandados de forma deliberada en algún caso. Creemos que es importante describir con cierto detalle el número, la distribución y la morfología de estas cúpulas para que el lector pueda valorar la verosimilitud del marcador del solsticio de invierno que describiremos en la Sección 5.1. Puesto que la iluminación solar se produce exclusivamente sobre la pared norte-noreste de la cueva nos centraremos especialmente en esta zona.



Figura 9. Vista general de la pared norte de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura obtenida desde la puerta de acceso. El cuadrado de líneas discontinuas indica la localización de los seis grabados rupestres antropomorfos. Fotografía: Juan Manuel Caballero Suárez.



Figura 10. Imagen detallada de los seis grabados rupestres antropomorfos de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura. Fotografía: Juan Manuel Caballero Suárez.

En la Figura 11 mostramos la pared norteeeste en su conjunto. En la parte izquierda pueden verse las dos hileras paralelas de grabados antropomorfos y la grieta natural que las separa. Sobre esta larga fisura, podemos distinguir unas ocho perforaciones, algunas quizás tengan origen natural, pero otras parecen agrandadas o retocadas artificialmente. Hay otra grieta natural sobre y a la derecha de la anterior que presenta cinco perforaciones más. Aparte de los orificios asociados a las fisuras encontramos otras 10 cúpulas de for-

ma circular o rectangular en la pared norteeeste de claro origen artificial. Su posición se indica en la Figura 11. La mitad de ellas (cúpulas 1, 2, 3, 5 y 6) se encuentran alineadas por debajo de los grabados y a unos 65 cm sobre la bancada. En la Tabla 1 se recogen las características principales de las cúpulas (forma, tamaño, profundidad). La cúpula 2 es de especial interés como veremos en la Sección 5.1, pues es la única de toda la cueva que contiene restos de pintura, blanca y azul con algún punto rojizo.

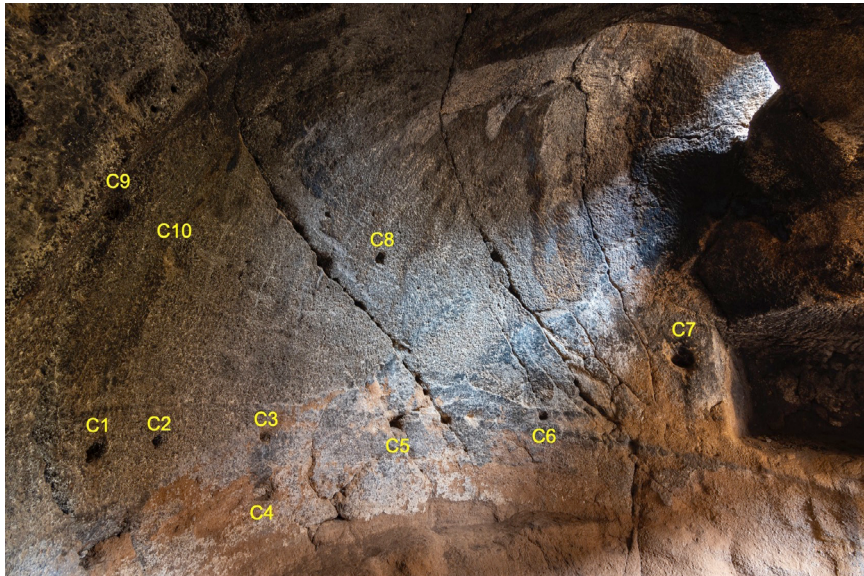


Figura 11. Vista de la pared norte-noreste de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura. Se indican las cúpulas claramente artificiales que podemos distinguir. El marcador del solsticio de invierno se produce sobre la cúpula 2 (C2). Fotografía: Juan Manuel Caballero Suárez.

En la pared comprendida entre la puerta y el habitáculo, enfrente de la pared norte, encontramos varias grietas que presentan varios orificios, algunos quizás agrandados, y tres cúpulas circulares situadas en distintas posiciones, desde una altura de 24 a 103 cm y con diámetros que van de 6 a 9 cm y profundidades entre 6 y 18 cm.

En el suelo del habitáculo o “cámara habitacional” hay cuatro grandes cazoletas rectangulares y de dimensiones similares: 20 cm de ancho, 30 cm de largo y 10 cm de profundidad. En la pared lateral derecha (norte) y a 70 cm del suelo se encuentra un grabado con forma de “T” de unos 30 cm de longitud (puede verse en la parte izquierda de la Figura 9). También existen varios orificios circulares en las pare-

des laterales de este cubículo. En particular, por debajo del grabado con forma de “T” encontramos una pequeña cavidad que pudiera tratarse de una amarradera.

En la fachada exterior de esta cueva, a la derecha de la puerta encontramos una cazoleta con canales y una perforación circular. Por su lado izquierdo, se encuentran excavados un estante de aparente construcción reciente y una alacena. Existen cuatro pequeños orificios en la parte superior de la puerta, sobre un canal que se asemeja a un arco que la bordea. Sobre la puerta podemos ver que la claraboya se encuentra retranqueada respecto a la puerta y que, delante de la ventana, existe una pila excavada de grandes dimensiones.

Tabla 1. Características de las cúpulas aparentemente artificiales de la pared norte-noreste de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura.

Cúpula	Forma y tamaño	Profundidad	¿Pintura interior?
1	circular, diámetro 7,5 cm	10 cm	no
2	circular, diámetro 6 cm	7,5 cm	sí, azul y blanca
3	circular, diámetro 7 cm	7,5 cm	no
4	rectangular, 15 cm × 9 cm	6,5 - 9 cm	no
5	rectangular, 10 cm × 11 cm	17 cm	no
6	rectangular, 9 cm × 7 cm	9,5 cm	no
7	rectangular, 19 cm × 17 cm	14 cm	no
8	circular, diámetro 9,5 cm	17,5 cm	no
9	circular, diámetro 7 cm	7 cm	no
10	circular, diámetro 15 cm	5 cm	no

4. Método de trabajo y obtención de datos

El trabajo de campo se inició con la realización de un levantamiento tridimensional fotogramétrico con técnicas topográficas tanto de la zona exterior del yacimiento como del interior de la cueva nº 3. Este estudio proporcionó las primeras indicaciones del posible interés arqueoastronómico de la cueva y promovió la observación de la evolución de los patrones de iluminación solar en el interior en varias fechas a lo largo del año.

El levantamiento tridimensional georreferenciado de la ladera del yacimiento arqueológico se realizó mediante fotogrametría y utilizando la técnica de solapamiento de imágenes. Se utilizaron dos drones (Parrot Bebob-2 y DJI Phantom 4 Pro) para la obtención de fotografías aéreas del exterior. Para obtener un modelo tridimensional de alta resolución de la fachada y del interior de la cueva nº 3 se usaron dos cámaras fotográficas réflex digitales (Nikon D7500 y Canon EOS 5D MARK-II). Para la georreferenciación del modelo se usaron una serie de dianas y estaciones de referencia de coordenadas obtenidas con un receptor GPS de navegación (Topcon Hiper-V). Para la producción del modelo tridimensional se usó el programa informático *Agisoft Metashape*, obteniéndose finalmente un modelo con

precisión centimétrica georreferenciado en el sistema oficial de Canarias. Con este modelo tridimensional (ver Figura 7) se realizaron medidas precisas de distancias y dimensiones de las distintas estructuras de la cueva.

El seguimiento de la evolución anual del patrón de iluminación solar en el interior de la cueva nº 3 se realizó durante unas 60 sesiones de trabajo en distintas fechas, entre diciembre de 2018 y marzo de 2021, aunque concentradas principalmente en el solsticio de invierno y, sobre todo, los equinoccios, como se precisará en la sección 5. En estas sesiones se fotografió y grabó el desplazamiento de la mancha de luz solar proyectada por la claraboya sobre la pared norte-noreste utilizando dos cámaras fotográficas réflex digitales (Nikon D7500 y D5300) y una videocámara (GoPro Hero3+), todas fijadas a sus correspondientes trípodes.

5. Resultados e interpretación. Los marcadores solares de la Cueva Nº 3

El material visual registrado en la cueva nº 3 ha permitido encontrar algunos fenómenos de iluminación que pudieron haberse usado como marcadores de fechas singulares del calendario solar por los antiguos canarios.



Figura 12. Izquierda: Cúpula 2 de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura, de 6 cm de diámetro y con restos de pintura blanca y azul en su interior. Derecha arriba: Primeros rayos solares del solsticio de invierno iluminando el interior de la cúpula 2. Derecha abajo: Instantes después de la imagen anterior la mancha de luz “desborda” la cúpula 2. Fotografías: Juan Manuel Caballero Suárez.

Como ya se mencionó, la puerta y la claraboya de la cueva están orientadas hacia el sur, por lo que la luz solar solo penetra durante una parte del año debido a las variaciones de altura máxima que experimenta el Sol a lo lar-

go de su curso anual. Por otra parte, debido a la geometría de la cavidad y de que la puerta tiene un pasillo de un metro de longitud, solo la luz solar que penetra por la claraboya alcanzará a iluminar la pared norte y el suelo de la

cámara principal. Tanto el modelo tridimensional como nuestras propias observaciones indican que el Sol ilumina el interior de la cámara principal durante unos seis meses, desde diez u once días antes del equinoccio de otoño hasta otros tantos días después del equinoccio de primavera. Por consiguiente, el solsticio de invierno es el punto central del intervalo y el día en que los rayos solares penetran durante más tiempo y con un menor ángulo con respecto a la horizontal. En esta fecha singular del calendario solar, el Sol comienza a iluminar el interior de la cueva en horas próximas al mediodía, sobre las 11:36 de hora local, y finaliza a las 15:50 horas, durante cuatro horas y quince minutos, aproximadamente.

5.1. El marcador del solsticio de invierno

Es durante los días del solsticio de invierno cuando la luz solar que penetra a través de la claraboya produce un fenómeno que podemos clasificar como marcador solsticial en la cúpula 2 (reportado inicialmente en Caballero Suárez 2021). Los primeros rayos solares que iluminan el interior de la cueva, cerca del mediodía del solsticio de invierno, se proyectan justo en el interior de la zona central del borde inferior de la cúpula 2 (ver Figura 12), produciendo

un pequeño punto de luz. A los pocos instantes, la mancha iluminada se vuelve alargada, creciendo hacia abajo, dando la sensación de “desbordar” la cúpula, desplazándose hacia la derecha y abandonando el orificio poco después. A medida que el tiempo transcurre, el haz de luz tiende a dirigirse hacia la derecha e, inicialmente, ligeramente hacia abajo (ver Figura 13), alcanzando el punto más cercano al suelo en la cúpula 4, que llega a iluminarse casi completamente y, debido a su forma y profundidad, deforma notablemente la mancha de luz. Como podemos ver, las cúpulas 2 y 4 delimitan, respectivamente, el punto inicial y el extremo inferior de la evolución de la mancha de luz durante el solsticio de invierno. Tras abandonar la cúpula 4, la proyección sigue una trayectoria ascendente y adquiere una marcada forma triangular, dirigiéndose hacia la claraboya y alargándose hasta desaparecer finalmente por ella. El fenómeno descrito se repite diariamente, de una forma muy similar, desde una semana antes hasta una semana después del solsticio de invierno. Durante esos quince días, el desplazamiento angular máximo de la posición del Sol en el instante inicial de la proyección sobre el marcador solsticial es de $0,5^\circ$. Es importante recordar que el Sol nunca llega a iluminar los grabados antropomorfos.



Figura 13. Evolución de la mancha de luz proyectada por la claraboya en la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura el 22 de diciembre de 2019, solsticio de invierno. Combinación de imágenes obtenidas en distintos momentos del periodo de iluminación. Fotografías y composición: Juan Manuel Caballero Suárez.

En la Figura 14 mostramos la variación de la posición del punto inicial de iluminación solar de la cámara principal de la cueva nº 3 entre el solsticio de invierno hasta que deja de penetrar en la cueva unos diez u once días des-

pués del equinoccio de primavera, el intervalo completo de iluminación anual de la cueva (la secuencia sería igual pero invertida entre diez u once días antes del equinoccio de otoño y el solsticio de invierno). La información re-

cogida en la figura está construida a partir de observaciones directas en la cueva. Como es de esperar, el punto más elevado de esta evolución sobre la pared norte-noreste se alcanza en el solsticio de invierno y viene marcado por la posición de la cúpula 2, la única con restos

de pintura. Según avanzamos en el invierno, el inicio de la iluminación va acercándose al suelo de la cámara, alcanzándolo a comienzos de marzo. Alrededor de los equinoccios, los primeros rayos siempre comienzan a iluminar el suelo.



Figura 14. Vista general de la pared norte de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura. Los círculos blancos indican la posición inicial de la mancha de luz solar proyectada por la claraboya desde el solsticio de invierno de 2018 (21 de diciembre) hasta el 31 de marzo de 2019, once días después del equinoccio. El cuadrado amarillo indica la posición aproximada donde se produciría la primera iluminación de la Luna en el lunasticio mayor sur. Fotografía: Juan Manuel Caballero Suárez.

5.2. Un posible marcador de fechas equinocciales

Como ya comentamos, el intervalo en que los rayos solares penetran en la cueva comienza entre diez y once días antes del equinoccio de otoño y finaliza otros tantos días después del de primavera por lo que parece razonable plantearnos si la claraboya pudo haber sido diseñada para marcar de alguna forma los equinoccios o una fecha cercana de éstos en el interior de la cueva. Para comprobar este supuesto, también realizamos el seguimiento de la evolución de la mancha de luz alrededor de los equinoccios. Las fechas en que realizamos observaciones completas son las siguientes:

- Marzo de 2019, días 20 (equinoccio de primavera), 21, 22, 23 y 24.

- Septiembre de 2019, días 20, 22 y 23 (equinoccio de otoño).
- Septiembre de 2020³, día 21 (el 22, equinoccio de otoño, no se realizaron observaciones).
- Marzo de 2021, días 20 (equinoccio de primavera), 21, 22, 25, 27 y 31.

En total se realizó seguimiento fotográfico y en video en 15 fechas alrededor de cuatro de los equinoccios ocurridos entre los años 2019 y 2021.

Al contrario de lo observado en el solsticio de invierno, no encontramos correspondencias entre la posición de la mancha de luz y

³ Fue imposible visitar el yacimiento alrededor del equinoccio de primavera de 2020 debido al confinamiento impuesto por la pandemia de covid-19.

ninguna de las cúpulas de la cueva en las fechas alrededor de los equinoccios lo que, en principio, parecería indicar la ausencia de un marcador equinoccial, aunque el análisis del comportamiento de la evolución temporal de la mancha de luz nos sugiere que podríamos estar ante un marcador de otro tipo. Como la

proyección aparece o desaparece alrededor de los equinoccios, tanto la superficie iluminada como su intervalo temporal de visibilidad siempre serán pequeños en esas fechas, reduciéndose (aumentando) ambos paulatinamente unos días después (antes) del equinoccio de primavera (otoño).



Figura 15. Evolución de la mancha de luz proyectada por la claraboya en el interior de la cámara principal de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura el 20 de marzo de 2019, equinoccio de primavera. Combinación de imágenes obtenidas en distintos momentos del periodo de iluminación. Fotografías y composición: Juan Manuel Caballero Suárez.

En la Figura 15 vemos la evolución de la mancha de luz el 20 de marzo de 2019, equinoccio de primavera. Podemos ver que la primera proyección, de apenas unos centímetros y alargada, aparece sobre el suelo de la cueva a las 13:40 hora local, a unos 25 cm de distancia de la bancada de la pared norte y bajo las cúpulas 5 y 6. Según transcurre el tiempo, la mancha adquiere un tamaño máximo de unos 10 cm y se mueve hacia la bancada hasta alcanzarla, distorsionando su forma. Al abandonar la bancada la mancha se vuelve extremadamente estrecha y va subiendo por la pared noreste, atravesando dos de las fisuras y desapareciendo a unos 10 cm a la izquierda de la cúpula 8. El intervalo total de iluminación en los tres equinoccios observados dura entre 1h 53m y 1h 57m. Un hecho que consideramos puede ser relevante es que, en algunas fechas, la mancha de luz desaparece (se “apaga”) momentáneamente para volver a aparecer de nuevo en un momento y localización diferente, es decir el periodo de iluminación se divide en dos

intervalos separados por uno intermedio de oscuridad. Es importante recordar que, desde el solsticio, la mancha de luz se proyecta sin interrupciones desde principio a fin, es decir, presenta un único intervalo continuo de iluminación. Sin embargo, según indican nuestras observaciones de 2019 y 2021, justo el día después (antes) del equinoccio de primavera (otoño), el intervalo de iluminación se interrumpe momentáneamente durante unos minutos dividiéndose en dos. Este doble intervalo de iluminación solo se observa durante dos días (un solo día en algunos casos, como veremos más adelante) después (antes) del equinoccio de primavera (otoño). Por otra parte, mientras que en el primer intervalo de iluminación (el que se mantiene más estable de un día a otro) el desplazamiento de la mancha de luz se limita a la zona entre el suelo y la bancada, el segundo intervalo, en que la mancha adquiere una estructura muy alargada y estrecha, se desarrolla sobre la pared noreste y alrededor de los extremos derechos de las fisuras.

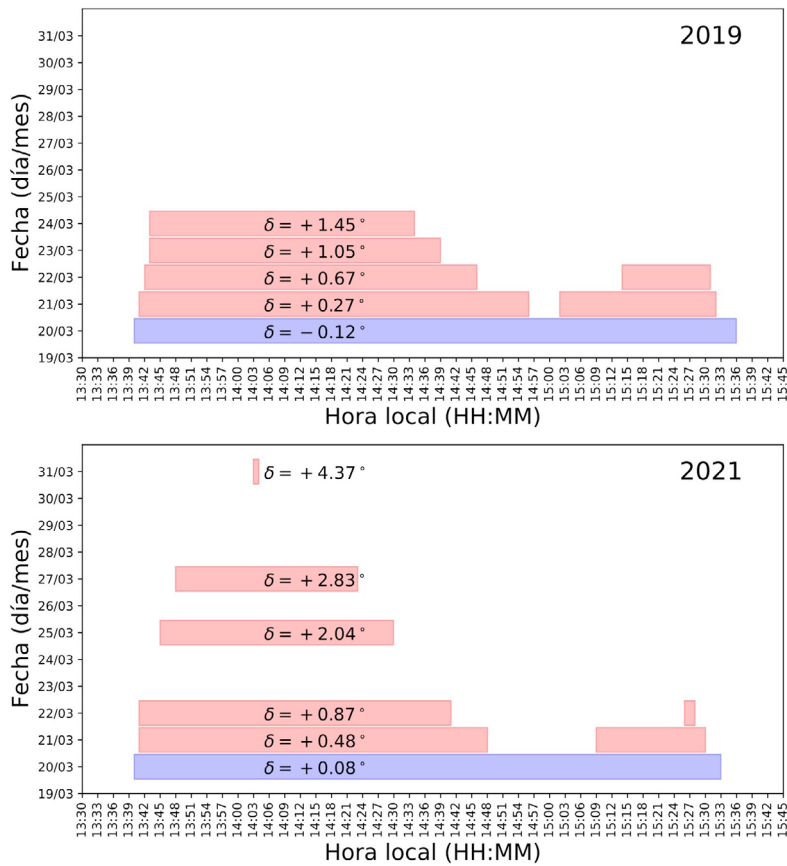


Figura 16. Duración de los intervalos de iluminación en distintas fechas alrededor de los equinoccios de primavera de los años 2019 (arriba) y 2021 (abajo). El día del equinoccio se indica mediante una barra de color azul y las restantes fechas con color rosado. Se indica la declinación del Sol en el momento mitad del intervalo de iluminación para cada día.

En la Figura 16 mostramos la duración de los intervalos de iluminación en distintas fechas alrededor de los equinoccios de primavera de 2019 y 2021. El día del equinoccio se indica mediante una barra de color azul y las restantes fechas se indican con color rosado. En el interior de cada barra se incluye la declinación⁴ del Sol en el momento mitad del intervalo de iluminación⁵. Como podemos ver en la Figura 16, tanto en 2019 como 2021, el

intervalo de iluminación de encuentra dividido en dos partes en los dos días posteriores al equinoccio (21 y 22 de marzo). Tanto la duración del segundo intervalo de iluminación y del periodo de interrupción dependen de la declinación solar en dichos momentos, aunque este parámetro varía ligeramente de un año para otro, con una variación máxima de algo menos de medio grado⁶ (0,5°). El que la declinación solar en el intervalo de iluminación coincidente con el día del equinoccio no sea siempre el mismo se debe a que este fenómeno astronómico es un instante puntual y la hora del día en que se produce cambia cada año. Por lo tanto, el valor de dicho parámetro vendrá determinado por la diferencia horaria entre el momento en que se produce el equinoccio⁷

⁴ La declinación corresponde al ángulo sexagesimal entre un astro y el ecuador celeste medido a lo largo del círculo máximo que pasa por los polos celestes y dicho astro. Es una de las dos coordenadas ecuatoriales, junto con la ascensión recta, con las que se localizan los astros sobre la esfera celeste, puede variar entre +90° y -90°.

⁵ En las fechas en que tenemos dos intervalos de iluminación, la declinación indicada en la Figura 16 corresponde a la hora mitad entre el inicio del primer intervalo y el final del segundo. De cualquier manera, la variación de la declinación solar a lo largo del intervalo de iluminación de la cueva en las fechas representadas en la figura es muy pequeño, de 0,03° a lo sumo.

⁶ Es útil recordar que el diámetro del disco solar es de ese orden.
⁷ Por ejemplo, el equinoccio de primavera de 2019 se produjo a las 21h 59m hora local y el del 2021 a las 9h 37m, ambos en la misma fecha: 20 de marzo.

y el intervalo de iluminación del interior de la cueva ese mismo día (entre 13h 40m y 15h 36m de hora local, aproximadamente). Según nuestros cálculos para dos series diferentes de 50 años; en el siglo XIII (de 1201 a 1250 d.C., representativa de época aborigen) y el presente siglo (2001 a 2050)⁸, el rango de declinación solar durante el intervalo de iluminación de la

cueva n° 3 va desde +0,23° y -0,16° en el equinoccio de primavera y entre +0,16° y -0,23° en el equinoccio de otoño. Ambos rangos son independientes del siglo considerado. En la Figura 16 vemos que la declinación solar fue de -0,12° en el equinoccio de primavera de 2019 y de +0,08° en el de 2021.

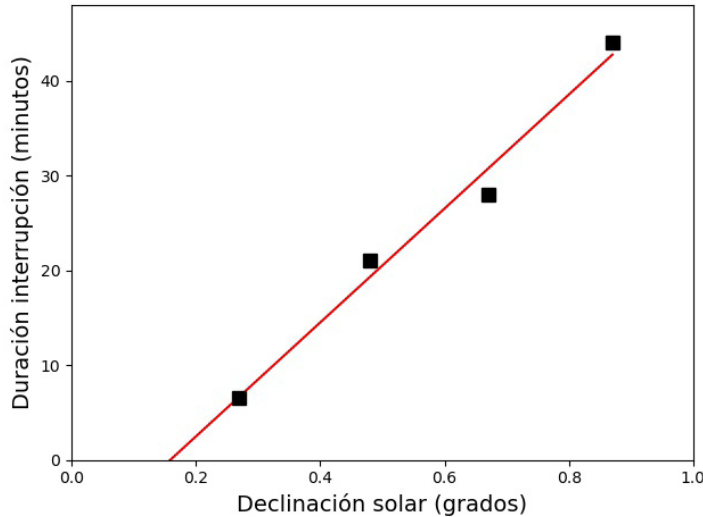


Figura 17. Relación entre la declinación solar (en grados) y la duración de la interrupción (en minutos) de la mancha de luz proyectada en la cámara principal de la cueva n° 3 del Barranco de La Angostura en varias fechas cercanas a los equinoccios. Los cuadrados negros representan las medidas y la recta de color rojo el ajuste lineal de mínimos cuadrados.

En la Figura 16 también podemos observar que la duración del periodo de interrupción aumenta con la declinación solar. Mientras que el 21 de marzo de 2019 (con el Sol a una declinación de +0,27°) dicho intervalo es sólo de 6m 30s, el 21 de marzo de 2021 ($d = +0,48^\circ$) de 21m, el 22 de marzo de 2019 ($d = +0,67^\circ$) de 28m y el 22 de marzo de 2021 ($d = +0,87^\circ$) de 44m. La relación entre declinación solar y duración del intervalo de oscuridad es prácticamente lineal, por lo que hemos realizado un ajuste de mínimos cuadrados a los cuatro valores citados (Figura 17) asumiendo que están relacionados por una recta, obteniendo la relación:

$$\text{Duración} = 60,14 \times \delta - 9,55,$$

donde la duración viene expresada en minutos y la declinación, δ en grados. Extrapolando dicho ajuste podemos estimar a qué declinación solar debería comenzar la interrupción del intervalo de iluminación⁹ y obtenemos que dicho valor sería +0,16°. Comprobando para la serie de años entre 1201 y 1250 d.C., encontramos que declinaciones iguales o superiores a dicho valor pueden alcanzarse en el mismo día del equinoccio de primavera en un 22% de las ocasiones y raramente en el de otoño, solo en un 4% (2 de 50) se alcanza exactamente +0,16° (nunca valores superiores), por lo que es probable que incluso no llegue a producirse la interrupción pues el valor extremo de obtenemos con nuestro ajuste corresponde a una extrapolación y, por lo tanto, debe considerarse una aproximación. En resumen, la iluminación será continua (no habrá interrupción) en el 96% (pudiendo ser incluso el 100%) de los

⁸ Para estos cálculos utilizamos el calculador online del National Oceanic and Atmospheric Administration, (NOAA), agencia científica del gobierno de Estados Unidos (<https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>), último acceso 14 de agosto de 2022) y el programa de planetario de código abierto Stellarium (<https://stellarium.org/es/>) (último acceso 14 de agosto de 2022)

⁹ Calculamos el valor de la declinación para el que la duración de la interrupción se hace cero, es decir, cuando el intervalo de iluminación comience o deje de ser continuo.

equinoccios de otoño y en el 78% de los de primavera. Como vemos, el patrón de iluminación solar a través de la claraboya podría haber funcionado como un marcador del equinoccio, correspondiendo este fenómeno al último (primer) día en que iluminación es continua después del solsticio de invierno (verano).

Pero el análisis del patrón de los intervalos de iluminación/interrupción nos puede suministrar más información de interés. En la Figura 16 vemos que el 22 de marzo de 2021, cuando el Sol tenía una declinación de $+0,87^\circ$, el segundo intervalo de iluminación fue muy corto, de apenas 2m 20s, indicando que la no aparición del segundo intervalo de visibilidad debe producirse a una declinación ligeramente mayor. Según nuestro ajuste de mínimos cuadrados, esto podría suceder a $+0,89^\circ$. Realizando cálculos para dos series de 50 años (entre 1201 y 1250 d.C. y 2001 y 2050) estimamos la fracción de equinoccios en que el Sol alcanza una declinación igual o mayor a $+0,89^\circ$ dos días después (antes) del equinoccio de primavera (otoño). Los resultados son notablemente diferentes dependiendo del equinoccio que tratemos y prácticamente iguales en las dos series de 50 años, los que mostramos a continuación son los correspondientes a los años entre 1201 y 1250.

- Equinoccio de primavera: la declinación solar en el segundo día tras el equinoccio es igual o mayor a $+0,89^\circ$ en el 35% de los años, este grupo incluye también al 22% de los años en que se puede ver un doble intervalo de iluminación en la propia fecha del equinoccio. En definitiva, tenemos:
 - a) en el 13% de los años veríamos el doble intervalo de iluminación únicamente en el primer día siguiente al equinoccio;
 - b) en el 22% de los años veríamos el doble intervalo de iluminación durante el propio equinoccio y el día siguiente, y
 - c) en el 65% restante veríamos el doble intervalo de iluminación durante los dos días posteriores al equinoccio.
- Equinoccio de otoño: La declinación solar en el segundo día antes del equinoccio es igual o mayor a $+0,89^\circ$ en el 18% de los años. En resumen, tenemos:
 - a) Entre el 0% y el 4% de los años veríamos el doble intervalo de ilumina-

- ción durante el primer día antes del equinoccio y el propio equinoccio;
- b) entre el 14% y 18% de los años veríamos el doble intervalo de iluminación únicamente en el primer día antes del equinoccio;
- c) en el 82% restante veríamos el doble intervalo de iluminación durante los dos días anteriores al equinoccio.

Pero ¿puede ser relevante el hecho de que en la mayor parte de los equinoccios (sobre todo en los de otoño) se observe un patrón de doble intervalo de iluminación durante dos días antes o después de dicha fecha? Como veremos a continuación, creemos que la respuesta es afirmativa debido a que hay distintas maneras de definir el equinoccio (ver Ruggles 1997; Esteban y Delgado Cabrera 2004; Barrios García *et al.* 2020). El concepto de equinoccio astronómico que utilizamos actualmente (y que hemos estado usando hasta ahora en el presente trabajo) es muy sofisticado y tiene su origen en la Grecia clásica (ver Esteban y Delgado Cabrera 2004), necesita de un modelo geométrico de la esfera celeste y de una definición previa de la eclíptica y el ecuador. Ruggles (1997) y Barrios García *et al.* (2020) discuten formas alternativas de definir conceptos similares al equinoccio sin necesitar de un gran aparatage geométrico ni matemático. Uno de ellos es definirlo como el día en que el Sol sale exactamente por el este geográfico (“equinoccio geográfico” según Barrios García *et al.* 2020) y otro similar, aunque no necesariamente coincidente, cuando el Sol sale por el punto medio geométrico entre los dos puntos por donde amanece en ambos solsticios (“equinoccio espacial” según Barrios García *et al.* 2020). El problema de estas dos definiciones es que dependen de la altura del horizonte por donde sale el Sol en dicho momento (o también en ambos solsticios en el caso del “equinoccio espacial”) desde el lugar donde observemos y, por lo tanto, las fechas de esos “equinoccios” serían locales, es decir, no serían las mismas si estuviéramos situados en otro punto geográfico con un horizonte diferente. Por lo tanto, no podríamos definir una fecha del equinoccio única y válida para toda la isla si usáramos alguno de esos dos conceptos alternativos, a no ser que establezcamos un lugar de observación privilegiado y que el calendario allí definido se comunicase y aplicase en el resto de la isla (como parece

proponer Barrios García *et al.* 2020 para el caso de la cueva de Tara).

Creemos que si, como se ha propuesto para un número significativo de yacimientos de carácter cultural de Gran Canaria, existen marcadores tanto de los solsticios como equinoccios (ver, por ejemplo, Aveni y Cuenca 1992-1994; Barrios García 1993, 2004; Belmonte *et al.* 1994; Esteban *et al.* 1996, 1997; Belmonte y Hoskin 2002), ambos tipos de fenómenos astronómicos deben compartir una importancia ritual similar. La fecha de los solsticios, al corresponder a puntos extremos del movimiento solar anual, son independientes del lugar de observación, por lo que son las mismas para cualquier observador. La inmutabilidad y fiabilidad son características de lo sagrado e inmanentes al orden celeste, por lo que dudamos que una fecha cambiante con el lugar de observación pueda establecerse a un mismo nivel simbólico a una que sea independiente del lugar terrestre de observación.

Otra definición alternativa de equinoccio es la que Esteban y Delgado Cabrera (2004) denominan “punto medio temporal entre ambos solsticios” o simplemente “día mitad” (definido y denominado “equinoccio megalítico” por Thom 1967; el “equinoccio temporal” para Barrios García *et al.* 2020). Hay dos días mitad en un año y se encuentran en el punto medio del intervalo de tiempo que transcurre entre los solsticios de verano e invierno y viceversa. No coinciden exactamente con los equinoccios astronómicos porque la órbita de la tierra tiene forma elíptica y la velocidad con que nuestro planeta la recorre no es siempre la misma. Considerando la variación temporal de la duración de las estaciones en el intervalo entre los años 1000 y 1400 d.C. (representativo de la época aborigen)¹⁰ estimamos que el primer día mitad del año se produce dos días después del equinoccio de primavera y, el segundo, otros tantos días antes del equinoccio de otoño. Estudiando la serie de años entre 1201 y 1250 d.C. encontramos que la declinación solar en el intervalo de iluminación de la cueva nº 3 se encuentra entre $+0,64^\circ$ y $+1,01^\circ$ en el segundo día tras el equinoccio de primavera y entre $+0,56^\circ$ y $+0,95^\circ$ en el segundo día después del equinoccio de otoño¹¹. Podemos ver como el ran-

go de declinaciones y con los cálculos realizados anteriormente, el segundo día con dos intervalos de iluminación tras el equinoccio de primavera y el primero en el caso del equinoccio de otoño, podría haber funcionado como marcadores de los dos días mitad del año. Con un 65% de efectividad en el primer caso y con un notable 82% en el segundo.

Como hemos visto a lo largo de esta sección, aunque el Sol ilumina el interior de la de la cueva nº 3 unos diez u once días después (antes) del equinoccio de primavera (otoño) el seguimiento del comportamiento de la mancha de luz proyectada pudo haberse utilizado como marcador tanto de la fecha del equinoccio como del día mitad aprovechando el fenómeno de la interrupción de la iluminación durante dos días, periodo limitado, en la mayoría de los años por el equinoccio y el día mitad, siendo especialmente preciso en los que ocurren al comienzo del otoño.

Después de esta discusión quedaría una última cuestión por tratar. Si los antiguos gran-canarios usaron realmente la cueva nº 3 como marcador del equinoccio o día mitad ¿por qué no esculpieron la claraboya de tal forma que el Sol comenzara a iluminar el interior justo en dicha fecha? Obviamente tendríamos un marcador mucho más claro y contundente, pero correrían el riesgo de que no poder utilizarlo si ese mismo día hubiera estado nublado. Como ya hemos dicho antes, la variación diaria de la posición solar alrededor de los equinoccios es la más rápida del año, por lo que la evolución de la mancha de luz cambia de forma evidente de un día para otro. Para asegurarnos que podremos determinar o estimar la fecha que nos interesa tendremos que comenzar a hacer el seguimiento de la mancha de luz desde un número de días suficiente como para asegurar que, incluso con varios días nublados seguidos, un observador familiarizado con la evolución diaria de la mancha de luz y sus sutiles cambios diarios sea capaz de predecir la fecha deseada. Teniendo en mente este aspecto podemos entender el hecho de que la iluminación interior comience a producirse unos diez u once días antes del equinoccio (ocho o nueve antes del día mitad) de otoño pudo haber sido también una característica útil para asegurar el éxito del marcador.

¹⁰ Utilizamos los cálculos y diagramas de I. Bromberg (<https://individual.utoronto.ca/kalendis/seasons.htm>, último acceso 13 de agosto de 2022), que son consistentes con los publicados por Meeus (1983: 3-1).

¹¹ Estos rangos de declinación se mantienen muy estables con el tiempo, siendo prácticamente iguales incluso en la actualidad, por lo que los cálculos realizados pueden considerarse

se válidos para toda la época de poblamiento aborigen de Gran Canaria.

5.3. ¿Marcadores lunares?

En principio, la Luna, al ser una potente fuente de luz nocturna, también podría producir patrones de iluminación susceptibles de ser utilizados como marcadores en la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura. El problema es que la Luna comparte con el Sol buena parte de la franja del cielo en donde podemos encontrar a ambos, por lo que también proyectará sombras en los mismos lugares y con una forma similar a como lo hace el Sol, aunque en fechas diferentes y cambiantes de un año para otro debido a que los periodos orbitales del Sol y la Luna tienen una duración bien diferente y no son sincrónicos¹². Sin embargo, debido a que el plano de la órbita de la Luna está inclinado unos 5,15° con respecto al de la Tierra, también presenta posiciones de declinación análogas a los solsticios solares (llamadas lunasticios mayores) que representan los puntos extremos más al norte (lunasticio mayor norte) o el sur (lunasticio mayor sur) en donde podremos encontrar la Luna. Debido a la geometría de la cueva nº 3 y de su claraboya, la Luna en el lunasticio mayor norte nunca podrá iluminar el interior, pero sí que podrá hacerlo en el lunasticio mayor sur. Posición que se alcanza cada 18,6 años. Teniendo en cuenta la paralaje lunar, la declinación de la Luna en el lunasticio mayor sur sería de -29,1°, unos 5,6° al sur de la posición del Sol en el solsticio de invierno. Teniendo en cuenta que la distancia del extremo inferior de la claraboya hasta la cúpula nº 3 es de unos 3,46 m, estimamos que los primeros rayos lunares iluminarían la pared norte de la cueva aproximadamente 34 cm por encima de la cúpula nº 2 (ver Figura 14), donde no encontramos ningún elemento (cúpula o grabado) donde se pudiera producir una coincidencia como la observada en el solsticio de invierno. No es posible asegurar con precisión cuál sería la trayectoria de la mancha de luz proyectada por la Luna y si esta pudiera adquirir alguna forma especial o iluminar algún otro elemento

¹² El periodo en que la Tierra gira alrededor del Sol son 365,2425 días (según el calendario gregoriano usado en la actualidad) y el de la Luna alrededor de la Tierra es de 27,32166 días (denominado mes sidéreo), pero el periodo de las fases lunares es algo más largo, de 29,53 días. Como vemos, en un año tendremos 13,37 meses sidéreos, es decir, no tenemos un número entero de meses lunares en un año, por lo que en un mismo día de un mes dado en dos años sucesivos la posición de la Luna será diferente. Debemos esperar 18,61 años para que se repita una misma posición relativa entre el Sol, la Luna y la Tierra.

de la cueva (aunque parece descartada cualquier coincidencia con los grabados), por lo que, a falta de realizar un seguimiento *in situ* en la fecha apropiada¹³, no podemos asegurar, aunque tampoco descartar completamente, la existencia de marcadores lunares en la cueva que nos ocupa.

6. Discusión

En la sección anterior hemos descrito la posibilidad de que en el interior de la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura podamos disponer de marcadores de dos momentos singulares del calendario solar: los equinoccios y el solsticio de invierno. Como ya se apuntó en la introducción hay otras dos cuevas-santuario grancanarias donde también se ha reportado la existencia de marcadores, Risco Caído (Cuenca Sanabria *et al.* 2018) y la cueva de la Virgen de Candelaria de Tara (Barrios García *et al.* 2020). En lo que sigue pasaremos a describir y discutir los marcadores propuestos para estos dos lugares con el objetivo de compararlos con los encontrados en el Barranco La Angostura.

En julio de 2019 la UNESCO incluyó en su Lista de Patrimonio Mundial la candidatura presentada por el Cabildo de Gran Canaria con el título *Paisaje cultural del Risco Caído y montañas sagradas de Gran Canaria* donde uno de sus yacimientos estrella es el complejo de cuevas de Risco Caído y, especialmente la nº 6, donde se la clasifica como almogaren “donde se celebraban ceremonias relacionadas con las estaciones del año”. La falta de publicaciones técnicas que describieran y demostraran el motivo preciso de la importancia astronómica de la cueva llevó a algunos investigadores incluso a negarla (Barrios García 2017). Finalmente, un trabajo científico describiendo someramente los posibles marcadores astronómicos apareció publicado en 2018 (Cuenca Sanabria *et al.* 2018).

La cueva nº 6 de Risco Caído es un yacimiento de especial interés en cuanto a su morfología, dimensiones y, sobre todo, la enorme cantidad de grabados con representaciones de triángulos púnicos (alrededor de 30, situados en su mayoría en la pared opuesta a la claraboya) y cazoletas en su interior (ver de León y Marín 2018). Debido a la disposición de la claraboya, la luz penetra al interior de la cueva al amanecer desde unos días antes del equi-

¹³ El próximo lunasticio mayor se producirá en 2025.

noccio de primavera hasta unos días después del de otoño. Esto hace que la cueva nº 3 del Barranco de La Angostura y la nº 6 de Risco Caído presenten una cierta similitud, aunque opuesta. Mientras en La Angostura tenemos que el intervalo de iluminación interior va desde el equinoccio de otoño hasta el de primavera en Risco Caído se invierte el sentido. Es decir, en La Angostura la iluminación se produce durante el otoño-invierno y en Risco Caído durante la primavera-verano. Cuenca Sanabria *et al.* (2018) defienden la existencia de un marcador del solsticio de verano en esta cueva, pues la forma de la mancha de luz “comienza en forma de falo o escudo, cae sobre o llena varios triángulos púlicos durante su barrido por la pared, convirtiéndose finalmente en un punto que desaparece en un nicho” (traducido del texto original en inglés). Creemos que esta descripción no corresponde con la de un marcador objetivamente evidente pues (a) la pared de la proyección dispone de una gran cantidad de grabados similares y de orificios¹⁴ y (b) el recorrido y tamaño de la mancha de luz son ambos muy amplios durante el solsticio de verano (ver figura 7 de Cuenca Sanabria *et al.* 2018). Por otra parte, las fotografías del fenómeno de iluminación solsticial publicadas en Cuenca Sanabria *et al.* (2018) tampoco muestran ninguna coincidencia especialmente llamativa y tampoco se documenta gráficamente cómo es la desaparición de la mancha de luz sobre el nicho que comentan. En definitiva, desde nuestro punto de vista y con el material publicado, Cuenca Sanabria *et al.* (2018) no proporcionan pruebas gráficas convincentes que demuestren la verosimilitud del presunto marcador del solsticio de verano.

La descripción que proporcionan Cuenca Sanabria *et al.* (2018) sobre el posible marcador del equinoccio en Risco Caído es muy limitada en detalles. Indican que el intervalo de iluminación anual de la cueva comienza el 19 de marzo y finaliza el 25 de septiembre¹⁵ y

que, durante dos días anteriores y posteriores a los equinoccios, la mancha iluminada tiene la forma de “dos puntos de luz”, adquiriendo una única y alargada el mismo día del equinoccio. En un libro más gráfico y descriptivo que técnico, Cabrera Mujica (2019) describe la evolución de la iluminación en varias fechas alrededor del equinoccio de otoño de 2012 y el de primavera de 2013 y difiere de la descripción de Cuenca Sanabria *et al.* (2018). Cabrera Mujica (2019) indica que la cueva comienza a iluminarse (o deja de hacerlo) tres días antes (después) del equinoccio de primavera (otoño) y que la forma única y alargada de la mancha de luz se adquiere un día después (antes) del equinoccio de primavera (otoño) en vez de en el propio equinoccio como aseguran Cuenca Sanabria *et al.* (2018). Otra diferencia importante es que mientras estos últimos autores siempre hablan de que la mancha se ve dividida en dos durante esos días anteriores o posteriores a los equinoccios, Cabrera Mujica (2019) asegura que, en el día intermedio¹⁶ del periodo de tres días en que la mancha se ve dividida, se observan tres manchas en una disposición triangular. Es de hacer notar que ninguno de los dos trabajos considera en su descripción el rango de variación anual de la declinación solar en el momento de la iluminación que discutimos en la sección 5.2 y que podría hacer cambiar la fecha exacta de los fenómenos que comentan en más o menos un día de un año para otro. Esto nos lleva a considerar que las diferencias entre las descripciones de ambos trabajos podrían deberse no necesariamente a errores en alguna de las partes sino a que cada uno de ellos observara el fenómeno en años diferentes con declinaciones solares también algo diferentes. Cabrera Mujica (2019) interpreta los cambios en la forma de la mancha de luz alrededor de los equinoccios pudieron ser usados por los aborígenes como “alerta” (según sus propias palabras) de que los equinoccios están por llegar o acaban de ocurrir, algo similar a lo que nosotros proponemos en la sección 5.2 acerca de la utilidad del periodo de diez u once días antes o después de los equinoccios en la cueva nº 3 de La Angostura.

¹⁴ El número, tipología y dimensiones de los orificios no están descritos en Cuenca Sanabria *et al.* (2018), aunque se muestra un croquis de situación en su figura 2 además de poder distinguirse en varias de las fotografías del artículo.

¹⁵ En las fechas que proporcionan Cuenca Sanabria *et al.* (2018) hay posiblemente un error porque, desde que se descubrió la cueva, la fecha más habitual del equinoccio de primavera es el 20 de marzo (89%, el resto ocurre el 21 de marzo) y la del equinoccio oscila entre el 22 y 23 de septiembre (52 y 48%, respectivamente). Por lo tanto, según dichos autores la mancha luminosa comenzaría entre 1 (a veces 2) días antes del equinoccio de primavera y entre 2 y 3

después del equinoccio de septiembre. Este es un resultado confuso, pues el número de días en ambos casos debería ser el mismo. La descripción de Cabrera Mujica (2019) se ajusta más con lo esperado.

¹⁶ Correspondería al segundo día antes (después) del equinoccio de primavera (otoño).

Resulta muy sugerente el que, en las dos cuevas, la nº 6 de Risco Caído y la nº 3 del Barranco de La Angostura, con una morfología similar, se produzcan cambios distinguibles en el desarrollo de la mancha de iluminación y que estos se produzcan en o alrededor de los equinoccios. Esta coincidencia hace más verosímil que ambos yacimientos pudieran haber funcionado como marcadores del equinoccio astronómico o de otra fecha cercana relacionada con ellos, como el día mitad entre solsticios.

La cueva artificial de la Virgen de Candelaria o de Tara¹⁷, en Telde (Gran Canaria) presenta una cámara de morfología cilíndrica, con planta circular de unos 6 m de diámetro y de la misma altura¹⁸. Dispone de una entrada y, sobre ella de una ventana o claraboya (de geometría troncocónica), ambas orientadas justo hacia al este. Al oeste, conectada con la cámara circular, a 3 m con respecto al suelo y enfrentada a la entrada, se encuentra una larga galería (que llamaremos galería superior) de 11 m de largo, 2 m de alto y de una anchura que oscila entre 2,5 y 4,2 m. Al fondo de esta galería, en la parte más profunda de la cueva, se encuentra un habitáculo de 2,4 m de ancho por 1 m de profundidad. Tanto la cámara circular como la galería superior presentan cazoletas excavadas en el suelo, en mayor número en el primer caso. Barrios García *et al.* (2020) propone que la orientación de la claraboya y la galería superior fue deliberada y con el propósito de obtener un marcador del equinoccio. De hecho, dichos autores muestran una imagen de la mancha de luz solar proyectada por la claraboya sobre el habitáculo del fondo en el amanecer del 20 de marzo de 2017, equinoccio de primavera, demostrando la orientación astronómica. Barrios García *et al.* (2020) también comentan la presencia de una ranura estrecha, perpendicular al eje de la galería superior, y de unos 67 cm de largo en el suelo del habitáculo del fondo, proponiendo su utilidad como dispositivo para determinar la fecha exacta del marcador, que ocurriría cuando el perfil de la mancha de luz coincidiera con los extremos de la ranura¹⁹. Desafortunadamente, el acceso a la cueva está actualmente restringido, lo que im-

pidió a Barrios García *et al.* (2020) comprobar su propuesta.

En Gran Canaria tenemos varios ejemplos de marcadores equinociales en distintos tipos de yacimientos aparte de los fenómenos de iluminación en el interior de cuevas. Uno se basa en la coincidencia de la sombra proyectada por una muesca rocosa del horizonte sobre una cazoleta, como en el almogaren del Roque Bentayga (Esteban *et al.* 1997) o sobre una tumba particular en la necrópolis de Arteara (Esteban *et al.* 1996). Otro tipo está basado en la orientación definida entre elementos de un yacimiento como Aveni y Cuenca (1992-1994) proponen para torretas de piedra en varios sitios arqueológicos de altura en Gran Canaria. Finalmente, también tenemos marcadores del orto u ocaso del equinoccio sobre elementos del horizonte, como el caso de La Fortaleza (Esteban *et al.* 1996). Este último tipo de marcadores parece extendido en otras islas del archipiélago canario, como en Lanzarote (poblado de Zonzamas, Belmonte y Hoskin 2002: 281-284; Esteban *et al.* 2005), Fuerteventura (círculo de piedras del Tablero de los Majos, en la zona de Jandía, Belmonte y Hoskin 2002: 291-294; Esteban *et al.* 2005) o Tenerife (estación de grabados rupestres de La Pedrera en Tenerife, Esteban y Delgado Cabrera 2004). El hecho de la presencia de marcadores equinociales en diversos yacimientos relevantes de varias islas indica que este evento astronómico debió tener un significado ritual de primera magnitud para los aborígenes canarios en su conjunto, sugiriendo que debió formar parte del bagaje religioso común que los pobladores originales trajeron desde su lugar de origen, muy probablemente el norte de África. Según se discute en Esteban (2003) y Esteban y Delgado Cabrera (2004), tanto las referencias escritas sobre cultos astrales como los resultados arqueoastronómicos en el archipiélago canario indican semejanzas con el norte de África prerromano, sugiriendo una relación entre ambos, especialmente en la importancia de los equinoccios o una fecha cercana a éstos.

7. Conclusiones

Presentamos los resultados de un trabajo basado en la observación de la evolución de los patrones de iluminación solar en el interior de la cueva nº 3 del yacimiento arqueológico gran-

¹⁷ Llamada así al encontrarse en el poblado troglodita del mismo nombre.

¹⁸ La descripción de la morfología y las dimensiones de la cueva se han obtenido de Barrios García *et al.* (2020).

¹⁹ Algo similar parece ocurrir en el almogaren del Roque Bentayga, donde la correspondencia entre la sombra proyectada por una muesca en una roca con una cazoleta de

grandes dimensiones señala una fecha equinoccial (Esteban *et al.* 1997).

canario de Cuevas del Barranco de La Angostura, así como el levantamiento tridimensional fotogramétrico tanto de la zona exterior como interior del yacimiento. El material visual registrado ha permitido encontrar fenómenos de iluminación que pudieron haberse usado como marcadores de fechas singulares del calendario solar por los aborígenes canarios.

Las observaciones indican que la luz del Sol que penetra por la claraboya situada sobre la puerta de acceso ilumina la cámara principal de la cueva nº 3 aproximadamente durante medio año. De hecho, el intervalo de iluminación comienza entre diez y once días antes del equinoccio de otoño y finaliza otros tantos días después del equinoccio de primavera. El solsticio de invierno es el punto central de dicho intervalo temporal y cuando los rayos solares penetran durante más tiempo y con un menor ángulo de inclinación. Es en este momento del año donde encontramos el resultado más destacable del presente trabajo: los primeros rayos solares que iluminan el interior de la cueva en el solsticio de invierno se proyectan justo en el interior del borde inferior de la cúpula 2 (la única que presenta restos de pintura) situada en la pared norte de la cámara principal, adquiriendo la forma de un pequeño punto de luz. Esta correspondencia parece poco probable que sea producto del azar y, por lo tanto, creemos que tanto la claraboya como la cúpula 2 fueron excavadas con el fin de construir un marcador para determinar y predecir la fecha del solsticio de invierno.

No hemos encontrado correspondencias entre la posición de la mancha de luz y ninguna de las cúpulas o grabados de la cueva en otras fechas singulares del calendario solar (equinoccios y solsticio de verano) o, en el caso de la Luna, el lunasticio mayor sur. Sin embargo, el comportamiento de la evolución de la mancha de luz alrededor de los equinoccios nos sugiere que podríamos estar ante otro tipo de marcador basado en la variación de la morfología de dicha mancha. Entre diez y once días (variable según el año) antes del equinoccio de otoño, el Sol del final del verano comienza a iluminar brevemente el suelo de la cámara principal de la cueva nº 3. Durante los ocho o nueve días posteriores el periodo de iluminación se va haciendo cada vez

más largo, llegando la mancha de luz proyectada a alcanzar la bancada situada en la zona inferior de la pared norte. En el noveno o décimo día tras la primera iluminación, coincidente en la mayor parte de los años (82% aproximadamente) con el denominado día mitad entre solsticios, la mancha de luz se interrumpe momentáneamente, volviendo a producir un segundo intervalo de iluminación, más corto, proyectándose una mancha muy delgada situada por encima de la bancada. Finalmente y posiblemente todos los años, la mancha volvería a ser continua (no presentaría interrupción) precisamente el día del equinoccio de otoño. La secuencia sería la inversa en el equinoccio de primavera, aunque las correspondencias entre los cambios de comportamiento de la iluminación y las fechas exactas del equinoccio o día mitad ya no serían tan destacables. Como vemos, el patrón de iluminación solar a través de la claraboya podría haber funcionado como un marcador del equinoccio o del día mitad entre solsticios, con una mayor precisión para marcar las fechas de otoño. En esta época del año, la mancha de luz comienza a proyectarse cambiando rápidamente de forma, posición y duración unos días antes del equinoccio y del día mitad entre solsticios, por lo que un observador experto podría estimar la fecha de cualquiera de esas dos fechas incluso si durante varios días de la secuencia estuviera nublado.

Comparando nuestros resultados arqueoastronómicos con los obtenidos en otras cuevas santuario aborígenes de Gran Canaria con una estructura similar a la nº 3 del Barranco de La Angostura, como la de Risco Caído (Cuenca Sanabria *et al.* 2018) o Tara (Barrios García *et al.* 2020), vemos que presentan ciertas similitudes sobre todo por la presencia de marcadores relacionados con el equinoccio o una fecha cercana a éstos (como el día mitad entre solsticios), lo que parece sugerir que este tipo de cuevas tienen un claro significado ritual-celeste y una utilidad calendárica. Por otra parte, los resultados refuerzan la importancia de los equinoccios en el calendario aborígen, algo que ya se había sugerido a partir de los resultados en un importante número de yacimientos de distinto tipo tanto en Gran Canaria como en otras islas del archipiélago canario.

8. Bibliografía

- Abreu Galindo, F. J. (1977 [1632]): *Historia de la conquista de las siete Islas de Canaria*. Goya Ediciones, Santa Cruz de Tenerife.
- Aveni, A. y Cuenca Sanabria, J. (1992-1994): Archaeoastronomical fieldwork in the Canary Islands. *El Museo Canario*, 49: 29–41.
- Barrios García, J. (1993): A pre-16th century Berber solstitial marker on Grand Canary Island (North West Africa). Trabajo presentado en *4th Oxford International Conference on Archaeoastronomy* (Stara Zagora, 1993). <http://www.academia.edu/4176408/>
- Barrios García, J. (2004): *Sistemas de numeración y calendarios de las poblaciones bereberes de Gran Canaria y Tenerife en los siglos XIV-XV*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna.
- Barrios García, J. (2017): Algunas consideraciones sobre las políticas de protección del patrimonio arqueoastronómico de Gran Canaria: los casos de Cuatro Puertas y Risco Caído. *XXII Coloquio de Historia Canario-americana*, Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria: XXII-140. <http://coloquioscanariasamerica.casadecolon.com/index.php/aea/article/view/10077>
- Barrios García, J., Valencia Afonso, V. y Brito Mayor, A. (2020). Investigaciones arqueoastronómicas en Gran Canaria. La recámara equinoccial de la cueva de La Virgen de La Candelaria (Tara, Telde). *XXIII Coloquio de Historia Canario-americana*, Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria: XXIII-041. <http://coloquioscanariasamerica.casadecolon.com/index.php/CHCA/article/view/10436>
- Belmonte, J. A. (2015): Pre-Hispanic Sanctuaries in the Canary Islands. *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy* (C. L. N. Ruggles, ed.), Springer, New York: 1115-1124.
- Belmonte, J. A., Esteban, C., Aparicio, A., Tejera Gaspar, A. y González, O. (1994): Canarian astronomy before the conquest: the pre-Hispanic calendar. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, VI, núms. 2, 3 y 4: 133–156.
- Belmonte, J. A., Esteban, C.; Schlueter, R., Perera Betancort, M. A., Génova, R. y Cruz, M. (1997): Astral gods, tombs and sacred mountains: The case of Mediterranean Africa. *Actas del IV Congreso de la SEAC "Astronomía en la Cultura"* (C. Jaschek y F. Atrio Barandela, eds.), Universidad de Salamanca, Salamanca: 247-253.
- Belmonte, J.A. y Hoskin, M. (2002): *Reflejo del Cosmos. Atlas de arqueoastronomía del Mediterráneo antiguo*. Equipo Sirius, Madrid.
- Caballero Suárez, J. M. (2021): Aportando luz al complejo puzzle de los marcadores astronómicos: primeros resultados en las cuevas de La Angostura (Agüimes, Gran Canaria). *XXIV Coloquio de Historia Canario-Americana*, Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria: XXIV-041. <http://coloquioscanariasamerica.casadecolon.com/index.php/CHCA/article/view/10655>
- Cabrera Mujica, J. J. (2019): *La luz en Risco Caído*. CanariaseBook, Las Palmas de Gran Canaria.
- Comisión de Historia y Etnografía de Canarias (1987): Nuevos grabados alfabéticos aborígenes. *La Provincia*, 8 de noviembre, Gran Canaria: 34.
- Comisión de Historia y Etnografía de Canarias (1992): Estudio de ciertos grabados esquemáticos. *La Provincia*, 19 de julio, Gran Canaria: 48-49.
- Cuenca Sanabria, J. (2010): Las intervenciones rupestres de los canarios. Del Lomo de los Letreros a las Cuevas de Risco Caído. Trabajo inédito presentado en *VII Congreso de Patrimonio Histórico: Inscripciones Rupestres y Poblamiento del Archipiélago Canario*, Arrecife.
- Cuenca Sanabria, J. (2013): El almogarén de Risco Caído: el templo perdido de los antiguos canarios. *Boletín del Aula Canaria de Investigación Histórica*, 9: 9-10.
- Cuenca Sanabria, J., de León, J., Marín, C., Gil, J. C., Belmonte, J. A., Gil Sarmiento, C. y Márquez Zárata, J. M. (2018): The almogaren of Risco Caído: A singular astronomical sanctuary of the ancient Canarians. *Mediterranean Archaeology and Archaeoastronomy*, 18, 4: 11-18.
- de León, J. y Marín, C. (eds.) (2018): *Risco Caído and the sacred mountains of Gran Canaria Cultural Landscape*. Cabildo de Gran Canaria, Las Palmas.
- Esteban, C. (2003): Equinoctial markers and orientations in pre-Roman religious and funerary monuments of the Western Mediterranean. *Ad Astra per Aspera et per Ludum. European archaeoastronomy and the orientation of monuments in the Mediterranean Basin* (A.-A. Maravelia, ed.), BAR International Series, Archaeopress, Oxford: 83–100.

- Esteban, C., Belmonte, J. A. y Perera Betancor, M. A. (2005): The Equinox in Pre-Hispanic Canary Islands. *Current Studies in Archaeoastronomy. Conversations Across Time and Space* (J. Fountain y R. M. Sinclair, eds.), Carolina Academic Press, Durham: 441-453.
- Esteban, C. y Delgado Cabrera, M. (2004): Sobre el análisis arqueoastronómico de dos yacimientos tinerfeños y la importancia de los equinoccios en el ritual aborigen. *Tabona*, 13: 187-214.
- Esteban, C., Schlueter, R., Belmonte, J.A. y González, O. (1996): Pre-Hispanic equinoctial markers in Gran Canaria, part I. *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, 21: 73-80.
- Esteban, C., Schlueter, R., Belmonte, J.A. y González, O. (1997): Pre-Hispanic equinoctial markers in Gran Canaria, part II. *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, 22: 51-56.
- Gil, J. C. y Belmonte, J. A. (2009): Gran Canaria revisited. *Cosmology across cultures* (J. A. Rubiño-Martín, J. A. Belmonte, F. Prada y A. Alberdi, eds.), ASP Conference Series 409, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco: 331-337.
- Jiménez González, J. J. (1990): Elementos astrales de la arqueología prehistórica de las Islas Canarias. *Investigaciones Arqueológicas en Canarias*, 2: 93-112.
- Jiménez González, J. J. (1994): Sistemas calendáricos, mitos astrales y prácticas adivinatorias en las Islas Canarias prehistóricas. *Time and astronomy at the meeting of two worlds* (S. Iwaniszewski, A. Lebeuf, A. Wierciński y M. Ziolkowski, eds.), CESLA, Varsovia: 402-418.
- Marín de Cubas, T. A. (1986 [1694]): *Historia de las siete islas de Canaria*. Real Sociedad Económica de Amigos del País, Las Palmas de Gran Canaria.
- Martín Rodríguez, E., Velasco Vázquez, J., González Marrero, M. C., y Ramírez Sánchez, M. (2008): Nuevas investigaciones en torno a los grabados rupestres del Barranco de Balos (Aguimes, Gran Canaria). *Tabona*, 16: 193-218.
- Meeus, J. (1983): *Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets*. Willman-Bell, Inc, Richmond.
- Perera Betancort, M. A., Belmonte, J. A., Esteban, C. y Tejera Gaspar, A. (1996): Tindaya: un acercamiento arqueoastronómico a la sociedad prehistórica de Fuerteventura. *Tabona*, 9: 163-193.
- Rodríguez Fleitas, A., Onrubia Pintado, J., Rodríguez Santana, C.G. y Sáenz Sagasti, J.I. (2000): Los almogarenos prehistóricos de Gran Canaria. Una revisión necesaria. *XIV Coloquio de Historia Canario-americana*, Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria: 410-431.
- Ruggles, C. L. N. (1997): Whose Equinox. *Archaeoastronomy (Supplement to the Journal for the History of Astronomy)*, 22: 45-50.
- Tejera Gaspar, A. (1992): *La religión de los guanches: ritos, mitos y leyendas*. Edicolor, Santa Cruz de Tenerife.
- Tejera Gaspar, A., Chávez Álvarez, M.E. y Montesdeoca, M. (2006): *Canarias y el África Antigua*. Centro de la Cultura Popular Canaria, San Cristóbal de La Laguna.
- Thom, A. (1967): *Megalithic Sites in Britain*. Oxford University Press, Oxford.