

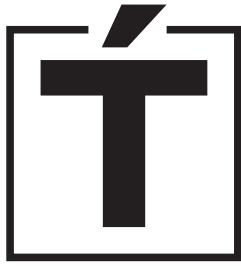


TEMPORÁNEA

Revista de Historia de la Arquitectura

#04 2023





TEMPORÁNEA

Revista de Historia de la Arquitectura

#04 2023



Directora

Dra. Mar Loren-Méndez, Universidad de Sevilla, España

Secretario

Dr. Carlos Plaza, Universidad de Sevilla, España

Coordinador de Redacción

Dr. Daniel Pinzón-Ayala, Universidad de Sevilla, España

Comité de Dirección

Dra. Mar Loren-Méndez, Universidad de Sevilla, España

Dr. Carlos Plaza, Universidad de Sevilla, España

Dr. Daniel Pinzón-Ayala, Universidad de Sevilla, España

Comité de Redacción

Dra. María Carrascal, Universidad de Sevilla, España

Dr. Donetti Dario, Università degli Studi di Verona, Italia

Dra. Bianca De Divitiis, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia

Dra. María Elena Díez Jorge, Universidad de Granada, España

Dra. María Elia Gutiérrez Mozo, Universidad de Alicante, España

Dr. Carlos García Vázquez, Universidad de Sevilla, España

Dr. Fulvio Lenzo, Università IUAV di Venezia, Italia

Dra. Mar Loren-Méndez, Universidad de Sevilla, España

Dr. Emilio Luque, Universidad de Sevilla, España

Dra. Francesca Mattei, Università Roma Tre, Italia

Dr. Daniel Pinzón-Ayala, Universidad de Sevilla, España

Dra. Eleonora Pistis, Columbia University, USA

Dr. Carlos Plaza, Universidad de Sevilla, España

Dr. Pablo Rabasco, Universidad de Córdoba, España

Dr. William Rey Ashfield, Universidad de la República, Uruguay

Dr. Victoriano Sainz Gutiérrez, Universidad de Sevilla, España

Dr. Julián Sobrino Simal, Universidad de Sevilla, España

Comité Científico

Dr. Fernando Agrasar Quiroga, Universidade da Coruña, España

Dr. Chiara Baglione, Politecnico di Milano, Italia

Dr. Gianluca Belli, Università degli Studi di Firenze, Italia

Dra. Cammy Brothers, Northeastern University, USA

Dr. Massimo Bulgarelli, Università IUAV di Venezia, Italia

Dr. Juan Calatrava Escobar, Universidad de Granada, España

Dra. Carolina B. García Estévez, Universitat Politècnica de Catalunya, España

Dr. Ignacio González-Varas Ibáñez, Universidad de Castilla-La Mancha, España

Dra. Maria Gravari Barbas, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne, France

Dr. Salvador Guerrero, Universidad Politécnica de Madrid, España

Dr. Fernando Marías, Universidad Autónoma de Madrid, España

Dra. Laura Martínez de Guereñu, IE University, España

Dr. Andrés Martínez Medina, Universidad de Alicante, España

Dr. Joaquín Medina Warmburg, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland

Dra. Camila Mileto, Universitat Politècnica de València, España

Dra. Snehal Nagarsheth, Anant National University, India

Dra. Mayte Palomares Figueres, Universitat Politècnica de València, España

Dr. Antonio Pizza, Universitat Politècnica de Catalunya, España

Dr. Rafael Reinoso Bellido, Universidad de Granada, España

Dr. Carlos Sambricio R. Echegaray, Universidad Politécnica de Madrid, España

Dr. Ricardo Sánchez Lampreave, Universidad de Zaragoza, España

Dr. Felipe Pereda, Harvard University, USA

Dr. Víctor Pérez Escolano, Universidad de Sevilla, España

Dr. Marcel Vellinga, Oxford Brookes University, UK

Diseño Gráfico

Pedro García Ajenjo, Coordinador

Celia Chacón Carretón

ISSN: 2695-7736

e-ISSN: 2659-8426

DOI: <https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA>

DEPÓSITO LEGAL: SE 32-2020

PERIODICIDAD DE LA REVISTA: Anual

IMPRIME: Digital Comunicaciones del Sur

EDITA: Editorial Universidad de Sevilla

LUGAR DE EDICIÓN: Sevilla

DIRECCIÓN CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA:

E.T.S. de Arquitectura. Av. Reina Mercedes, 2, 41012, Sevilla

Mar Loren-Méndez, Dpto. Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas

e-mail: temporanea@us.es

EDICIÓN ON-LINE:

Portal informático <https://revistascientificas.us.es/index.php/temporanea>

Portal informático Editorial Univ. de Sevilla <https://www.editorial.us.es/>

© EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2023

© TEXTOS: Sus autores, 2023

© IMÁGENES: Sus autores y/o instituciones, 2023

SUSCRIPCIONES, ADQUISICIONES Y CANJE:

TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura

Editorial Universidad de Sevilla

Calle Porvenir, 27, 41013, Sevilla. Tel. 954487447 / 954487451

Fax 954487443 [eus4@us.es] [<https://www.editorial.us.es/>]

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta revista puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Las opiniones y los criterios vertidos por los autores en los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los mismos.

Enfoque y alcance

TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura construye un foro internacional en el campo de la Historia de la Arquitectura. Colmando el vacío existente de publicaciones especializadas en esta materia en España, la revista tiene un marcado carácter internacional, que se traduce tanto en la participación activa de expertos internacionales en sus órganos como en las investigaciones que en ella se publican.

Se aborda la investigación en Historia de la Arquitectura desde cualquier disciplina, período cronológico y ámbito geográfico, y promueve la diversidad y complejidad de la Historia como valores irrenunciables. Junto con esta aproximación transversal y plural, esta publicación periódica defiende el carácter multiescalar de la arquitectura abarcando la historia del objeto construido, la ciudad y el territorio.

Se trata de una revista científica del sello Editorial de la Universidad de Sevilla EUS, que junto al equipo editorial de *TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura* velará por la calidad, la transparencia y el rigor de la publicación. La revista va dirigida preferentemente a la comunidad científica y universitaria dedicada a la investigación en Historia de la Arquitectura y tendrá una periodicidad anual.

Políticas de sección

atemporánea se trata de una sección principal que aparecerá en todos los números. Dicha sección se compone de artículos de libre temática acordes con el perfil de la revista.

contemporánea se trata de una sección complementaria que aparecerá en todos los números. Dicha sección recogerá escritos de menor entidad tales como reseñas de exposiciones, recensiones de libros, entrevistas y en general temas de actualidad para la historia de la arquitectura.

extemporánea se trata de una tercera sección que aparecerá de manera eventual en determinados números de la revista. Dicha sección será de temática monográfica y estará compuesta por artículos.

Proceso de evaluación por pares

Tras el cierre del período de Llamada a Artículos / *Call for articles*, el Comité de Dirección evaluará la adecuación de las propuestas presentadas tanto a la temática y objetivos de la revista como a las normas establecidas para la redacción de los artículos. A continuación se procederá a la selección, con la ayuda de los comités de Redacción y Científico, de dos revisores/as de reconocido prestigio en la temática en cuestión para realizar una evaluación por el sistema de doble ciego. Los/as revisores/as realizarán sus consideraciones en base a los formularios de revisión en los formatos preestablecidos y en esta fase se garantizará el anonimato de autores/as y revisores/as. El artículo y los resultados de la evaluación por pares dobles ciegos se trasladarán al Comité de Redacción, que dictaminará, a la luz de los informes emitidos, qué trabajos serán publicados y, en su caso, cuáles precisarán de ser revisados y en qué términos. En caso de que los/as dos evaluadores/as aporten valoraciones opuestas, se procederá a solicitar una tercera evaluación.

Los resultados de la evaluación serán:

- Publicable: aceptado sin modificaciones.
- Requiere revisión: publicable con modificaciones menores y sin necesidad de una segunda evaluación.
- Reevaluable: publicación con modificaciones mayores y precisa segunda evaluación.
- No publicable.

En el caso de que el artículo requiera modificaciones el/la autor/a recibirá los informes de los/as revisores/as. Junto con la nueva versión del artículo el/la autor/a deberá enviar una contestación justificada a dichos informes dirigido al Comité de Redacción. La nueva versión identificará aquellas modificaciones y será revisada por los/as mismos/as revisores/as.

TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura publicará un número limitado de artículos por volumen y buscará el equilibrio entre las secciones, motivo por el cual, aunque un artículo sea aceptado o continúe en proceso de revisión, podrá quedar aplazado para ser publicado en un próximo número; en este caso, el/la autor/a podrá retirar el artículo o incluirlo en el banco de artículos de los próximos números.

Declaración ética sobre publicación y buenas prácticas

TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura participa de la edición en acceso abierto que promueve la Universidad de Sevilla a través del portal informático de la Editorial Universidad de Sevilla, velando por la máxima difusión e impacto y por la transmisión del conocimiento científico de calidad y riguroso. Se compromete así con la comunidad académica en garantizar la ética y calidad de los artículos publicados, tomando como referencia el Código de Conducta y Buenas Prácticas para editores de revistas científicas que define el Comité de Ética de Publicaciones (COPE).

Todas las partes implicadas en el proceso de edición se comprometen a conocer y acatar los principios de este código.

El **Equipo Editorial** se responsabiliza de la decisión de publicar o no en la revista los trabajos recibidos, atendiendo únicamente a razones científicas y no a cualesquiera otras cuestiones que pudieran resultar discriminatorias para el/la autor/a. Mantendrá actualizadas las directrices sobre las responsabilidades de los/as autores/as y las características de los trabajos enviados a la revista, así como el sistema de arbitraje seguido para la selección de los artículos y los criterios de evaluación que deberán aplicar los/as evaluadores/as externos/as. Se compromete a publicar las correcciones, aclaraciones, retracciones y disculpas necesarias en el caso de que sea preciso y a no utilizar los artículos recibidos para los trabajos de investigación propios sin el consentimiento de los/as autores/as. Garantizará la confidencialidad del proceso de evaluación: el anonimato de evaluadores/as y autores/as, el contenido que se evalúa, el informe emitido por los/as evaluadores/as y cualquier otra comunicación que se emita por los diferentes comités. Asimismo, mantendrá la máxima confidencialidad ante posibles aclaraciones, reclamaciones o quejas que un/a autor/a desee enviar a los comités de la revista o a los/as evaluadores/as del artículo. Se velará por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados, motivo por el que se será especialmente estricto con el plagio y los textos que se identifiquen como plagios o con contenido fraudulento, procediéndose a su eliminación de la revista o a su no publicación. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad que le sea posible.

Los/as autores/as se harán responsables del contenido de sus envíos, comprometiéndose a informar al Comité de Dirección de la revista en caso de que detecten un error relevante en uno de sus artículos publicados, para que se introduzcan las correcciones oportunas. Asimismo, garantizarán que el artículo y los materiales asociados sean originales y que no infrinjan los derechos de autor de terceros. En caso de coautoría, tendrán que justificar que existe el consentimiento y consenso pleno de todos los/as autores/as afectados/as y que no ha sido presentado ni publicado con anterioridad por ninguno/a de ellos/as en otro medio de difusión.

Los/as evaluadores/as externos/as-revisores/as se comprometen a hacer una revisión objetiva, informada, crítica, constructiva, imparcial y respetuosa del artículo, basándose su aceptación o rechazo únicamente en cuestiones ligadas a la relevancia del trabajo, su originalidad, interés, cumplimiento de las normas de estilo y de contenido acordes con los criterios editoriales. Respetarán los plazos establecidos (comunicando su incumplimiento al Comité de Dirección con suficiente antelación) y evitarán compartir, difundir o utilizar la información de los textos evaluados sin el permiso correspondiente de la dirección y de los/as autores/as.

TEMPORÁNEA. Revista de Historia de la Arquitectura mantiene siempre abierta la recepción de artículos de las temáticas de interés de la revista. Los artículos entran en el proceso editorial a medida que son recibidos. Los/as autores/as consultarán la fecha concreta en cada convocatoria específica.

Los artículos enviados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y rigor.

Directrices previas al envío

Todas las directrices previas al envío vendrán descritas en el portal Web de la revista en el apartado que así lo indica. Para más facilidad podrá encontrarse siguiendo el siguiente enlace:

<https://revistascientificas.us.es/index.php/TEMPORANEA/about/submissions#onlineSubmissions>

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

Calidad editorial

La Editorial Universidad de Sevilla cumple los criterios establecidos por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora para que lo publicado por el mismo sea reconocido como “de impacto” (Ministerio de Ciencia e Innovación, Resolución 18939 de 11 de noviembre de 2008 de la Presidencia de la CNEAI, Apéndice I, BOE n° 282, de 22.11.08). La Editorial Universidad de Sevilla forma parte de la U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) ajustándose al sistema de control de calidad que garantiza el prestigio e internacionalidad de sus publicaciones.

Números III (2022) y IV (2023)

Estadísticas

Artículos recibidos: 18

Artículos aceptados: 9

Artículos rechazados: 9

Tasa de aceptación de originales: 50%

Tiempo de demora: 280 días

Evaluadores/as

Serafina Amoroso, Universidad Rey Juan Carlos (España)

Mara Sánchez Llorens, Universidad Politécnica de Madrid (España)

Tomás García Piriz, Universidad de Granada (España)

Marta Pelegrín Rodríguez, Universidad de Sevilla (España)

Luka Skansi, Politecnico di Milano (Italia)

Fernando Aliata, Universidad Nacional de La Plata (Argentina)

Enrique Granell, Universitat Politècnica de Catalunya (España)

Jorge Torres Cuelco, Universitat Politècnica de València (España)

Lourdes Royo Naranjo, Universidad de Sevilla (España)

Mayte Palomares Figueres, Universitat Politècnica de València (España)

Tom Nickson, The Courtauld Institute of Art- University of London (Reino Unido)

César González García, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)

Dario Donetti, Università degli Studi di Verona (Italia)

José Peral López, Universidad de Sevilla (España)

Plácido González Martínez, Universidad de Sevilla (España)

Joaquín Medina Warmburg, Karlsruher Institut für Technologie (Alemania)

Silvana Rodrigues de Oliveira, Universidad de Sevilla (España)

Manuel Blanco, Universidad Politécnica de Madrid (España)

Editorial

Editorial

Mar Loren-Méndez, Carlos Plaza y Daniel Pinzón-Ayala..... IX

atemporánea**Arquitectura e iluminación en iglesias románicas: los fenómenos solares en Santa Marta de Tera y San Juan de Amandi**

Architecture and Illumination Effects in Romanesque Churches: Solar Phenomena in Santa Marta de Tera and San Juan de Amandi

Juan Pérez Valcárcel y Victoria Pérez Palmero..... 2

El otro Coderch de la Barceloneta: Viviendas para pescadores Grupo Almirante Cervera, 1950-1960

The Other Coderch in la Barceloneta: 'Grupo Almirante Cervera' Fishermen's Dwellings, 1950-1960

Andrea Palomino de la Fuente..... 28

Barcelona, 1942. Reconstrucción y relato de la nueva arquitectura alemana

Barcelona, 1942. Reconstruction and Narration of the New German Architecture

Carlos Navas Catalá..... 52

Echi letterari della Costantinopoli di Giustiniano nella *Renovatio Urbis* di Niccolò VLiterary Echoes of Justinian's Constantinople in Nicholas V's *Renovatio Urbis*

Sara Bova..... 74

contemporánea**Las casas del siglo XVI dibujadas con palabras e imágenes**

The Houses of the 16th Century Drawn with Words and Images

José Ignacio Barrera Maturana..... 104

Miradas a la historia de la arquitectura desde ambas orillas del Atlántico

Looking at the Architectural History from both Shores of the Atlantic

Victoriano Sainz Gutiérrez..... 110

Cartografías de la España Ilustrada

Cartographies in the Spanish Enlightenment

José Peral López..... 116

Un archivo per Manfredo Tafuri. Il 'Progetto Tafuri' dell'Università Iuav di Venezia

A Manfredo Tafuri's Archive. The 'Progetto Tafuri' at Iuav University of Venice

Fulvio Lenzo y Marco Capponi..... 122

Editorial. Editorial. https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.09	
Mar Loren-Méndez. https://orcid.org/0000-0002-1154-0526	
Carlos Plaza. https://orcid.org/0000-0001-5632-2111	
Daniel Pinzón-Ayala. https://orcid.org/0000-0002-2583-5077	IX

atemporánea

Arquitectura e iluminación en iglesias románicas: los fenómenos solares en Santa Marta de Tera y San Juan de Amandi	
Architecture and Illumination Effects in Romanesque Churches: Solar Phenomena in Santa Marta de Tera and San Juan de Amandi	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.01	
Juan Pérez Valcárcel. http://orcid.org/0000-0002-6440-5432	
Victoria Pérez Palmero. http://orcid.org/0000-0002-3364-5580	2-27
El otro Coderch de la Barceloneta: Viviendas para pescadores Grupo Almirante Cervera, 1950-1960	
The Other Coderch in la Barceloneta: 'Grupo Almirante Cervera' Fishermen's Dwellings, 1950-1960	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.02	
Andrea Palomino de la Fuente. https://orcid.org/0000-0002-1588-6938	28-51
Barcelona, 1942. Reconstrucción y relato de la nueva arquitectura alemana	
Barcelona, 1942. Reconstruction and Narration of the New German Architecture	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.03	
Carlos Navas Catalá. https://orcid.org/0009-0004-3331-7562	52-73
Echi letterari della Costantinopoli di Giustiniano nella <i>Renovatio Urbis</i> di Niccolò V	
Literary Echoes of Justinian's Constantinople in Nicholas V's <i>Renovatio Urbis</i>	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.04	
Sara Bova. https://orcid.org/0000-0002-3494-9084	74-101

contemporánea

Las casas del siglo XVI dibujadas con palabras e imágenes	
The Houses of the 16th Century Drawn with Words and Images	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.05	
José Ignacio Barrera Maturana. https://orcid.org/0000-0003-3665-0366	104-109
Miradas a la historia de la arquitectura desde ambas orillas del Atlántico	
Looking at the Architectural History from both Shores of the Atlantic	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.06	
Victoriano Sainz Gutiérrez. https://orcid.org/0000-0002-8125-5333	110-115
Cartografías de la España Ilustrada	
Cartographies in the Spanish Enlightenment	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.07	
José Peral López. https://orcid.org/0000-0002-1547-4183	116-121
Un archivo per Manfredo Tafuri. Il 'Progetto Tafuri' dell'Università Iuav di Venezia	
A Manfredo Tafuri's Archive. The 'Progetto Tafuri' at Iuav University of Venice	
https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.08	
Fulvio Lenzo. http://orcid.org/0000-0001-8464-381X	
Marco Capponi. https://orcid.org/0000-0001-5330-6263	122-173

atemporánea

Juan Pérez Valcárcel

Doctor arquitecto y licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Sevilla. Catedrático de Estructuras de la Universidad de La Coruña desde 1989. Es Profesor Emérito desde 2021. Es especialista en cálculo de estructuras, con una amplia labor investigadora y profesional. Ha desarrollado una amplia labor como conferenciante y divulgador de temas estructurales, dando cursos en toda España y otros países. Autor de numerosos libros y artículos sobre estructuras, sobre todo de diseño y análisis de estructuras móviles y desplegadas y de análisis de edificios históricos, en especial sobre estructuras y orientaciones de la arquitectura medieval.

<http://orcid.org/0000-0002-6440-5432>
juan.pvalcarcel@udc.es

Victoria Pérez Palmero

Licenciada en Humanidades por la universidad de A Coruña en 2008, obtuvo su Diploma de Estudios Avanzados en 2010. Ha participado en diversas excavaciones arqueológicas en España y Siria y es coautora de diversos libros y artículos sobre arquitectura medieval y sus orientaciones.

<http://orcid.org/0000-0002-3364-5580>
sas_leonidas@yahoo.es

Fecha de Recepción
26 · Noviembre · 2022

Fecha de Aceptación
09 · Noviembre · 2023



Arquitectura e iluminación en iglesias románicas: los fenómenos solares en Santa Marta de Tera y San Juan de Amandi

Architecture and Illumination Effects in Romanesque Churches:
Solar Phenomena in Santa Marta de Tera and San Juan de Amandi

Juan Pérez Valcárcel
Victoria Pérez Palmero
Universidade da Coruña

Resumen:

Las iglesias románicas suelen tener una orientación canónica hacia el este, por lo que la trayectoria del sol ilumina sucesivamente en las fachadas este, sur y oeste. El interior suele ser oscuro y los huecos de iluminación reducidos, por lo que los rayos solares iluminan en forma focalizada el interior del templo. En ocasiones el rayo de luz puede iluminar un elemento singular, lo que suele denominarse como fenómeno solar. Muchos de estos fenómenos son conocidos desde hace largo tiempo y siempre despiertan el asombro de los espectadores ante los supuestos conocimientos astronómicos de los constructores medievales. En este artículo se definirán las condiciones objetivas que permitan distinguir un fenómeno solar deliberado de uno puramente casual. Los fenómenos solares se analizarán con las herramientas de cálculo disponibles en la actualidad, pero al mismo tiempo se demostrará que medios sumamente simples permiten conseguir igualmente este objetivo. Son sencillas técnicas conocidas desde la Antigüedad y que sin duda estaban disponibles para los constructores medievales. Este estudio se particularizará para dos iglesias románicas españolas sumamente interesantes como son Santa Marta de Tera en Zamora y San Juan de Amandi en Asturias. Se analizarán los fenómenos solares ya conocidos como la «Luz Equinoccial» de Tera, pero también se estudiarán otras enfilaciones que provocan fenómenos solares interesantes y que hasta el presente no han sido analizados.

Palabras clave: Iglesias románicas; arqueoastronomía; fenómenos solares; luz y sombra; trayectoria solar.

Abstract:

Romanesque churches usually have a canonical orientation to the east, so the path of the sun successively illuminates the east, south and west facades. The interior is usually dark and the lighting gaps are reduced, so the sun's rays illuminate the interior of the temple in a focused manner. Sometimes the ray of light can illuminate a singular element, which is usually called a solar phenomenon. Many of these phenomena have been known for a long time and always arouse the amazement of spectators at the supposed astronomical knowledge of the medieval builders. In this article, the objective conditions that allow distinguishing a deliberate solar phenomenon from a purely casual one will be defined. Solar phenomena will be analysed with currently available calculation tools, but at the same time it will be shown that extremely simple means can also achieve this goal. They are simple techniques known since antiquity and were undoubtedly available to medieval builders. This study will be particularized for two extremely interesting Spanish Romanesque churches such as Santa Marta de Tera in Zamora and San Juan de Amandi in Asturias. Solar phenomena already known as the «Equinoctial Light» of Tera will be analysed, but other leading lines that cause interesting solar phenomena and that have not been analysed up to now will also be studied.

Keywords: Romanesque churches; archaeoastronomy; solar phenomena; light and shadow; solar path.

Introducción

Desde la más remota Antigüedad el ser humano ha planteado una correspondencia entre sus recintos de culto y los astros y sus trayectorias. Sus referentes más importantes son naturalmente el Sol y la Luna, pero también algunos astros especialmente brillantes como Sirio, Canopus o Venus a la que en muchas civilizaciones se consideraba una estrella. Los puntos de orto y ocaso de estos astros eran referencias que permitían orientar los recintos de culto o monumentos funerarios como en el caso de las pirámides¹.

Pueden por tanto definirse orientaciones solares, lunares o estelares y a lo largo de la historia se pueden encontrar ejemplos de todas ellas. En Egipto se han descrito numerosos casos de orientaciones estelares, cuestionados en ocasiones². Sin embargo el mismo José Lull menciona algunas notables orientaciones solares como las del templo de Horus edificado por Mentuhotep III, faraón de la XI Dinastía o el gran templo de Karnak (XVIII Dinastía), ambos en Tebas³. En los dos

templos la orientación coincide con una gran precisión con el orto solar en el solsticio de invierno. También en el caso de los templos griegos Heinrich Nissen aporta numerosos ejemplos de orientaciones estelares, aunque la mayoría tienen orientaciones solares⁴. Diversos autores han descrito orientaciones lunares⁵, pero en la mayoría de los casos las orientaciones dominantes en los espacios sagrados son solares. En el caso de los templos cristianos existen referencias muy tempranas de orientación solar⁶.

El estudio de las orientaciones de diversos templos y en distintos contextos ha sido objeto de numerosos estudios. Podemos citar los trabajos pioneros de Nissen, que han sido retomados desde mediados del siglo XX por distintos investigadores, generalmente británicos, como Charles Cave, Peter Hoare, Jason Ali y Peter Cunich o Ian Hinton⁷. También podemos citar los estudios de los autores, Antonio César González-García o Juan Antonio Belmonte entre otros muchos⁸. Puesto que el objeto de este artículo es el

1 LULL, José. *La astronomía en el antiguo Egipto*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2006, pp. 281-342.

2 Ivi, pp. 309-310.

3 Ivi, pp. 324-328.

4 NISSEN, Heinrich. *Orientation, Studien zur Geschichte der Religion*. Berlín: Weidmannsche Buchhandlung, 1906, pp. 109-161.

5 GONZÁLEZ-GARCÍA, Antonio César. Lunar Extremes, Lunar Cycles and the Minor Standstill. En: *Journal of Skycape Archaeology*. 2016, vol. 2, n.º 1, pp. 77-86.

6 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. A Coruña: Servizo de Publicacións da Universidade da Coruña, 2021, pp. 23-27.

7 CAVE, Charles J.P. The Orientation of Churches. En: *The Antiquaries Journal*. 1950, n.º 30. 1950, pp. 47-51; HOARE, Peter G. Orientation of English Medieval Parish Churches. En: RUGGLES, Clive (ed.). *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. Nueva York, Springer Reference, 2015, pp. 1711-1718; ALI, Jason R.; CUNICH, Peter. The Orientation of Churches: Some New Evidence. En: *The Antiquaries Journal*. 2016, n.º 81, pp. 155-193; HINTON, Ian. *Aspects of the Alignment and Location of Medieval Rural Churches*. Tesis doctoral. University of East Anglia, 2010.

8 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. Op. cit. (n.º 6); GONZÁLEZ-GARCÍA, Antonio César. A voyage of Christian medieval astronomy: symbolic, ritual and political, orientation of churches. En: PIMENTA, Fernando; RIBEIRO, Nuno; SILVA, Fabio; CAMPION, Nicholas; JOAQUINITO, Anabela; TIRAPICOS, Luís (eds.). *SEAC 2011 Stars and Stones: Voyages in Archaeoastronomy and Cultural Astronomy*. Oxford: British Archaeology Reports, 2015, pp. 268-275.

análisis de los fenómenos solares parecería que estas referencias son innecesarias, pero los métodos de análisis utilizados implican un estudio de las trayectorias solares, que serán los utilizados en los cálculos ligados a los fenómenos solares.

Centrando el estudio en las iglesias medievales, es un hecho conocido que en su mayoría están orientadas hacia el este, generalmente al punto de salida del sol en un día determinado. Es la llamada orientación canónica, común hasta el período gótico, en el que dejó de tener carácter general. Esto supone que casi todo el edificio puede estar expuesto al sol durante el transcurso del día. En el caso de los edificios prerrománicos y románicos los huecos en forma de ventanas, óculos o rosetones de pequeño tamaño hacen que la luz del sol penetre en el edificio en forma de haces definidos, provocando efectos que pueden ser muy singulares. Estos efectos pueden ser meramente casuales, por la propia regularidad del edificio, pero también pueden ser buscados de forma deliberada. En este trabajo se incidirá en la causalidad de los fenómenos y la explicación de los sistemas constructivos que pudieron emplearse para diseñar estos efectos de forma deliberada con los medios disponibles.

Algunas consideraciones sobre los fenómenos solares

Se entiende como fenómeno solar la incidencia de los rayos solares en puntos concretos que por su significación pueden hacer intuir un propósito deliberado. Se han descrito numerosos fenómenos de este tipo en los que un rayo de sol en un determinado momento del año incide sobre un elemento significativo del edificio, sea por su valor simbólico o su singularidad que lo hace diferente de otros elementos del mismo.

El estudio de tales efectos se ha centrado muchas veces en la espectacularidad del fenómeno sin analizar sus causas. Pero también se pueden citar trabajos hechos con el adecuado rigor como los de César Esteban, Carmen Rísquez y Carmen Rueda sobre las trayectorias de los rayos solares en un santuario ibérico, Apostolos Vlachos, Ioannis Liritzis y Andreas Georgopoulos que estudiaron las alineaciones de iluminación de la cara de la estatua de Apolo en Delfos, Kirsten Ataoguz que analizó diversos edificios prerrománicos o Manuela Incerti sobre diversas alineaciones de edificios religiosos italianos⁹. De todos estos estudios se deduce que la búsqueda de efectos luminosos que reforzaran el carácter sagrado del lugar es muy antigua y se pueden hallar ejemplos

9 ESTEBAN, César; RÍSQUEZ, Carmen; RUEDA, Carmen. An evanescent vision of the sacred? The equinoctial sun at the Iberian sanctuary of Castellar. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2014, vol. 14, n.º 3, pp. 99-106; VLACHOS, Apostolos; LIRITZIS, Ioannis; GEORGOPOULOS, Andreas. The lighting of god's face during solar stands in the Apollo temple Delphi. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2018, vol. 18, n.º 3, pp. 225-246; ATAOGUZ, Kirsten. Role of Light-Shadow Hierophanies in Early Medieval. En: *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. 2015, n.º 158, pp. 1733-1741; INCERTI, Manuela. Astronomical knowledge in the sacred Architecture of the Middle Ages in Italy. En: *Nexus Network Journal*. 2012, vol. 15, n.º 3, pp. 503-526; INCERTI, Manuela. Solar geometry in Italian Cistercian architecture. En: *Archeoastronomy: The Journal of Astronomy in Culture*. 2001, n.º 16, pp. 3-23.

en todas las civilizaciones. Estos trabajos se suelen centrar en el fenómeno en sí y en sus posibles connotaciones simbólicas, aunque también hay interesantes estudios con una perspectiva más analítica como los de los autores que hicieron un análisis detallado del fenómeno de la «Luz Equinoccial» en Santa Marta de Tera, Brown que estudió los alineamientos de la Abadía de Crossraguel en Escocia, Daniel Zabala que estudió con rigor la alineaciones en Santiago de Agüero, Belmonte, Magdi Fekri y Miquel Serra que han analizado los templos de Deir el-Bahari comprobando las desviaciones de la orientación para originar diversos fenómenos solares o Stephen C. McCluskey que hace un completo estudio de las condiciones astronómicas de las alineaciones solares¹⁰.

La existencia de fenómenos solares no supone que necesariamente haya intencionalidad. El Sol recorre a lo largo del año un amplio espacio del cielo, por lo que cualquier apertura en las fachadas este, sur y oeste del edificio puede proyectar un haz luminoso en un punto determinado. En la figura 1 se observa un rayo de sol procedente del óculo este del cimborrio de Santa María de



Figura 1. Trayectoria de un haz solar en Santa María de Sacramenia.

Sacramenia en Segovia. En caso de que en algún momento del año este rayo incida sobre un elemento singular, podría entenderse como un fenómeno deliberado, cuando lo más probable es que sea puramente casual.

Dos ejemplos de fenómenos solares interesantes pueden ilustrar esta afirmación. En la iglesia de San Juan de Ortega en Burgos un rayo de luz incide en el equinoccio sobre un bello capitel que representa la Anunciación. El efecto es realmente muy espectacular y constituye una atracción turística, pero en realidad se produce porque la tarima de un coro de madera, sin duda posterior a la construcción de la iglesia, tapa una ventana en la fachada oeste dejando pasar únicamente los rayos de sol de la parte superior de la misma¹¹. En San Juan de Busa en Huesca el rayo de luz que procede de la ventana oeste, se alinea con la ventana este en las fechas de la Degollación de San Juan Bautista¹². Es una casualidad muy sugerente, pero en realidad lo único que demuestra es que la iglesia se orientó en esa dirección. Existen también muchos otros fenómenos solares que han sido señalados por diversos investigadores como la ermita de San

10 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. El fenómeno de la luz equinoccial en Santa Marta de Tera. Brigeccio. En: *Revista de Estudios Benaventanos*. 2014, n.º 23, pp. 67-78; ZABALA LATORRE, Daniel. Santiago de Agüero: templo para un rey, una dedicatoria iluminada por el sol. En: *Románico: Revista de arte de amigos del románico (AdR)*. 2015, n.º 21, pp. 8-17; BELMONTE, Juan Antonio; FEKRI, Magdi; SERRA, Miquel. ¿Atrapando el solsticio? Un análisis crítico de la orientación de los templos de Deir el-Bahari. En: *Trabajos de Egiptología*. 2019, n.º 10, pp. 11-25; McCLUSKEY, Stephen C. Analyzing light-and-shadow interactions. En: *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. Nueva York: Springer, 2015, pp. 427-444.

11 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. Illumination effects in Celanova and Agüero Spanish medieval churches. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2023, vol. 22, n.º 3, pp. 249-263.

12 AGUSTÍ y CASANOVAS, Jacinto; VOLTES BOU, Pedro. *Manual de cronología española y universal*. Madrid: C.S.I.C.; Escuela de Estudios Medievales, 1952. Las onomásticas utilizadas se basan en los calendarios medievales contenidos en esta referencia.

Bartolomé de Rio Lobos (Soria)¹³. En opinión de los autores son fenómenos muy probablemente casuales, sin intencionalidad directa. Lo que no quita su interés turístico ni su belleza.

Tal vez el fenómeno solar más conocido se produce en el templo de Abu Simbel en Egipto. El 22 de febrero y el 22 de octubre los rayos de sol naciente recorren el largo corredor del templo e iluminan las estatuas de Ra, Ramsés II y Amón situadas al fondo¹⁴. Este efecto, sin duda espectacular, es únicamente debido a la orientación del templo. Para conseguirlo no es necesario recurrir a cálculos astronómicos de ningún tipo, sino que puede lograrse con medios sumamente sencillos. Únicamente es necesario fijar la alineación con dos o más estacas exteriores en el día y la hora adecuados. Puesto que el templo estaba excavado en la orilla oeste del Nilo la orientación de la entrada estaba al este y para que los rayos de sol puedan penetrar hasta el fondo del corredor, tienen que ser casi horizontales, lo que corresponde al amanecer. Con estos condicionantes basta con construir el corredor siguiendo la enfilación de esas estacas. En los años sucesivos el sol iluminará las estatuas colocadas al fondo del corredor en el momento previsto. Aunque el sistema es muy sencillo, implica una clara intencionalidad y además se da la circunstancia de que se produce en fechas

que coinciden con el punto máximo de la crecida del Nilo, una fecha importante para los egipcios, puesto que la altura que alcanzaba suponía la diferencia entre la abundancia o el hambre.

Estos ejemplos prueban que es importante definir unas pautas que permitan diferenciar los fenómenos solares casuales de los deliberados. Los autores proponen tres parámetros que permitirían una definición, al menos aproximada, de los mismos.

Singularidad del punto de incidencia

El punto de incidencia del rayo solar debe tener alguna característica que permita diferenciarlo de otros puntos. En los casos de Tera y Amandi el punto iluminado es un capitel claramente diferente al resto de capiteles del conjunto. Carece de sentido planificar un fenómeno lumínico sobre un elemento igual a los otros, por lo que tales coincidencias deben considerarse como casuales. Además, el punto de incidencia debe corresponder a un objeto fijo y que no haya sido recolocado, como puede ser un capitel, un relieve, un mosaico o un elemento similar. Un elemento recolocado no supondría una intencionalidad del constructor, sino que alguien haya aprovechado la incidencia solar en un punto para colocar el objeto. Además, el elemento que defina el punto de incidencia debe ser coetáneo o anterior a la construcción

13 AGUADÉ TORRELL, Jordi; FUSTER RUIZ, Rafael. Estudio de las alineaciones astronómicas en San Bartolomé del río Lobos. En: *Ibérica Documental*. 2010.

14 Las fechas corresponden a la situación actual del templo. Al ser trasladado se mantuvo su orientación, pero con un pequeño error. En su situación original se producía el 20 de febrero y el 20 de octubre.

de la iglesia, puesto que, si se ha colocado a posteriori, la situación sería la misma. Por ello no deben considerarse deliberadas las alineaciones sobre imágenes, aunque sean románicas ni sobre las losas de suelo que puedan corresponder a enterramientos posteriores o a reutilizaciones.

Singularidad del hueco de iluminación

El hueco por el que penetra el rayo de sol debe tener alguna característica que lo haga singular. En el caso de un óculo como en Tera, la propia forma del óculo limita el fenómeno solar a unos pocos días al año. En el caso de que el hueco sea una ventana, el fenómeno es más dilatado en el tiempo, pero los autores consideran como más significativos los días en los que la parte superior o la inferior de la huella de luz ilumine el elemento. Es muy notorio el caso de Santiago de Agüero (Huesca). La ventana tiene una placa de alabastro que deja un hueco en la parte inferior, que por su regularidad es probable que sea deliberado¹⁵. La huella de luz es mucho más intensa cuando parte de ese punto, lo que coincide con el solsticio de invierno. Con todo se estima que es el aspecto de más difícil evaluación sobre todo en el caso de ventanas.

Singularidad de la fecha del fenómeno

La fecha del fenómeno solar debe tener algún significado especial. Puede ser la festividad del santo titular o fechas astronómicas singulares como equinoccios o solsticios. No

es razonable suponer que los constructores medievales hayan invertido sus esfuerzos en provocar un efecto especial de iluminación en un día carente de significado. En tales casos es muy probable que el fenómeno sea casual.

Es importante tener en cuenta que los constructores románicos se regían por el calendario juliano, que en esos siglos ya llevaba un retraso apreciable con respecto al Sol. Para entenderlo mejor se incluyen las efemérides solares en dos fechas significativas, el concilio de Nicea, donde se establecieron las fechas canónicas y el 1150 como una fecha media del románico hispánico.

	325 Concilio Nicea	1150 Románico
Equinoccio de primavera	20 mar	14 mar
Solsticio de verano	22 jun	15 jun
Equinoccio de otoño	22 sep	16 sep
Solsticio de invierno	20 dic	15 dic

Tabla 1. Efemérides solares.

Existen otros parámetros que influyen en las trayectorias solares, como la variación de la declinación solar. Sin embargo, para el periodo estudiado las variaciones que se producen carecen de importancia práctica.

15 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *Illumination effects in Celanova and Agüero Spanish medieval churches*. Op. cit. (n. 11).

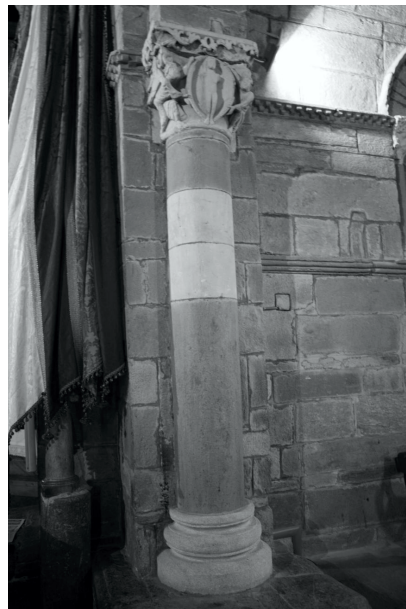
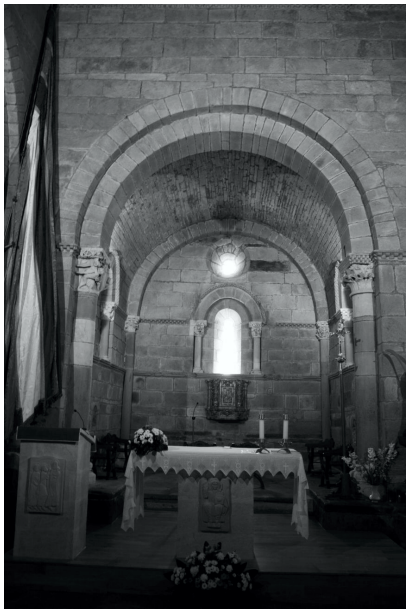


Figura 2. Ábside de la iglesia de Sta. Marta de Tera y capitel que se ilumina.

Por la importancia de la fecha, conviene aportar algunos datos de los calendarios medievales, que usaban los constructores medievales. En la Península Ibérica se usaron varios de ellos entre los que destacan el calendario visigodo y el hispano-mozárabe¹⁶. La influencia de la Orden de Cluny hizo que se adoptara el calendario romano a finales del siglo XII por iniciativa real. Sancho Ramírez lo introdujo en Aragón en 1071 y también en Navarra en 1076 tras ser nombrado rey de Pamplona. Alfonso VI lo introdujo en León, Castilla y Portugal en 1077¹⁷. Sin embargo, el calendario hispánico se siguió usando durante largo tiempo. Es una cuestión importante y debe ser tenida en cuenta para considerar el carácter singular de una fecha, ya que muchas festividades de santos se celebraban en fechas diferentes según el calendario empleado¹⁸.

Para determinar la singularidad del punto de incidencia y del hueco de iluminación es suficiente con una observación detallada de la Iglesia y comparar estos elementos con los restantes. Sin embargo, el cálculo de la fecha en la que se produce el fenómeno exige tomar medidas y realizar cálculos. Los autores han desarrollado algunos programas de ordenador con este fin, pero consideran más sencillo e intuitivo el uso de cartas solares rectangulares. En ellas se define el

movimiento del sol durante todo el año en un punto concreto en coordenadas horizontales, acimut y elevación. Se define el acimut como el ángulo entre la posición de un astro y el punto de referencia, que en este caso es el norte y se mide fácilmente con una brújula. La elevación es el ángulo que forma el astro con el plano horizontal y se puede medir con un clinómetro o sobre los planos si se dispone de ellos.

Los fenómenos solares en la iglesia de Santa Marta de Tera

La iglesia de Santa Marta de Tera está localizada en una pequeña localidad del mismo nombre en la provincia de Zamora a unos 20 km de Benavente. Pertenecía a un pequeño monasterio del que existe alguna constancia documental del año 979. Existe una donación de 1077 para la fábrica del monasterio que podría indicar el comienzo de la obra de la iglesia y hay constancia de que Alfonso VII visitó el monasterio en 1129 y es probable que, salvo la nave que es claramente posterior, la cabecera y el crucero de la iglesia ya estuvieran construidos en esa fecha¹⁹.

Características arquitectónicas de la iglesia

Se trata de un hermoso edificio de grandes dimensiones y construido con gran calidad.

16 AGUSTÍ y CASANOVA, Jacinto; VOLTES BOU, Pedro. *Manual de cronología española y universal*. Op. cit. (n. 12); SIMONET, Francisco J. *Santoral Hispano-Mozárabe escrito en 961 por Rabi Ben Zaid, obispo de Ilberis*. Madrid: Tipografía de Pascual Conesa, 1871.

17 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. Op. cit. (n. 6), p. 110.

18 Un ejemplo puede ser la festividad de San Pantaleón el 19 de febrero en el calendario mozárabe y el 27 de julio en el romano.

19 REGUERAS GRANDE, Fernando. *Santa Marta de Tera. Monasterio e iglesia, abadía y palacio*. Benavente: Centro de Estudios Benaventanos "Ledo del Pozo", 2005, pp. 54-55.



Figura 3. Detalle del capitel que se ilumina.

Su planta es de cruz latina con un solo ábside central, una forma poco frecuente en el reino de León. Tiene un ábside rectangular, crucero con cimborrio y sin absidiolos y una nave con tres tramos. El ábside se cubre con bóveda de cañón, mientras que cimborrio, crucero y nave se cubren con armaduras de madera, sin indicios de abovedamiento (figura 2).

La construcción revela la mano de un maestro importante. Algunos autores lo atribuyen a Petrus Deustamben, considerado el maestro de San Isidoro de León²⁰. El replanteo es muy exacto, los muros rectos con sillares bien escuadrados y aparejados. La decoración es de gran calidad, destacando las esculturas de Santiago Peregrino y San Juan recolocadas en la portada sur²¹. Un elemento muy singular y de gran belleza son las molduras ajedrezadas que recorren el exterior y el interior de la iglesia.

A los efectos de este estudio es especialmente notable el capitel de la jamba izquierda del arco triunfal con un tema completamente singular: Dentro de una mandorla finamente labrada y sostenida por dos ángeles aparece un cuerpo desnudo y asexualizado (figura 3). La interpretación no está clara y ha

sido objeto de un cierto debate. Algunos autores sostienen que representa a Cristo Resucitado alegando unas posibles huellas de clavos en los pies, que no resultan especialmente evidentes por el deterioro del capitel²². Sin embargo no se aprecia la huella de la herida del costado, por lo que otros autores sostienen que representa una *Elevatio Animae*, mencionando la existencia de la mandorla y su carácter asexualizado²³. Es similar a otro capitel en S. Isidoro de León, aunque con el alma representada como un niño²⁴. Curiosamente en Santiago de Agüero existe una *Elevatio* en la que el alma (en forma infantil) está claramente sexuada²⁵. Se ha mencionado también que podría representar a Santa Marta de Astorga a quien está dedicada esta iglesia. Es una hipótesis posible que podría justificar un fenómeno solar que se analizará posteriormente, pero en contra de esta hipótesis resulta evidente que la figura carece de rasgos específicamente femeninos.

Las características de los huecos de iluminación de esta iglesia provocan diversos fenómenos de iluminación entre los que destaca un fenómeno solar muy interesante denominado «Luz Equinoccial». Se produce durante los equinoccios de primavera (20-21 de marzo) y de otoño (23 de septiembre)

20 Ivi, p. 51.

21 Ivi, p. 68.

22 BALLESTEROS MIGUÉLEZ, Nazario. El fenómeno de la luz equinoccial de santa Marta de Tera. En: *Dominical de La Opinión de Zamora*. 16 de septiembre de 2001.

23 BANGO TORVISO, Isidro. *El arte románico en Castilla y León*. Madrid: Banco de Santander, 1997, pp. 307-308. REGUERAS GRANDE, Fernando. *Santa Marta de Tera*. Op. cit. (n. 19), pp. 87-95.

24 VIÑAYO GONZÁLEZ, Antonio. *León y Asturias. La España Románica*. Vol. 5. Madrid: Ediciones Encuentro, 1982, p. 121.

25 ZABALA LATORRE, Daniel. Santiago de Agüero: templo para un rey, una dedicatoria iluminada por el sol. En: *Románico: Revista de arte de amigos del románico (AdR)*. 2015, n.º 21, p. 16.

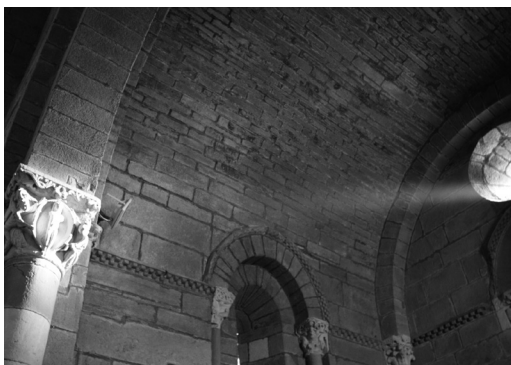


Figura 4. El fenómeno de la «luz equinoccial».

y consiste en un rayo de sol que penetra por un óculo del ábside e incide sobre el capitel citado (figura 4). En cambio, el óculo existente en el muro este del cimborrio ilumina ese mismo día una zona carente de significado especial (figura 5).

El capitel puede resultar iluminado por medio de tres alineaciones distintas desde las fachadas este y sur por óculos y desde la fachada oeste por un rosetón. Las tres alineaciones se indican en la figura 6.

Para analizar este fenómeno es necesario definir previamente una serie de datos de la iglesia que son relevantes para extraer conclusiones fiables, como son la orientación, los sistemas constructivos y los medios de construcción disponibles.

La iglesia está situada a una latitud de $41^{\circ} 59'$, con una orientación de $91^{\circ} 6'$ y una altura de horizonte prácticamente nula, lo que supone una ligera desviación que estaría dentro de unos límites aceptables de error incluso en la actualidad. Es posible que se hubiera empleado el criterio equinoccial de orientación, que era el recomendado por San Isidoro²⁶. En el libro XV se describe detalladamente este criterio, definido por el orto solar en los equinoccios. Su descripción corresponde con exactitud al equinoccio astronómico.

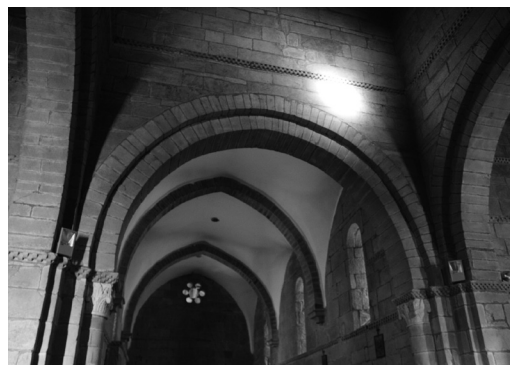


Figura 5. Luz equinoccial en el óculo del cimborrio.

«Unde et quando templum construebant, orientem spectabant aequinoctialem, ita ut lineae ab ortu ad occidentem missae, fierent partes caeli dextra atque sinistra aequales, lit qui consuleret ac deprecaretur rectum aspiceret orientem»²⁷.

Existe otro fenómeno solar consistente en la iluminación del capitel citado a través de la ventana del ábside. Durante el equinoccio, la ventana ilumina la parte baja de la columna y en especial la basa, pero con menores inclinaciones de los rayos solares puede iluminar el capitel durante un periodo del año.

También podemos encontrar otra enfilación desde el rosetón oeste hacia el capitel. En este caso no se puede producir en la actualidad, ya que un edificio construido posteriormente impide el paso del sol, pero era posible en la época de construcción del edificio.

Además de las enfilaciones señaladas hacia el capitel, existe otra interesante posibilidad, digna de estudio. En la fachada sur existe un óculo sobre la portada que marca una enfilación sur-norte y que forma una huella de luz en el suelo a mediodía solar entre el 11 de octubre y el 17 de febrero.

También es necesario analizar la incidencia de los demás huecos del edificio. Es evidente que los dos óculos de la fachada norte carecen

26 PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. Op. cit. (n. 6).

27 SAN ISIDORO DE SEVILLA. *Etimologías*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos. Madrid, 1983 [ed. bilingüe]. Libro XV Acerca de los edificios y los campos, c. 4. De aedificiis sacris, n. 7. «Donde y cuando construyeron el templo, miraron hacia el oriente en el equinoccio, de modo que las líneas trazadas de este a oeste hicieron las partes del cielo iguales a la derecha y a la izquierda, de modo que el que consultaba y suplicaba miraba directamente al este». Traducción de los autores.

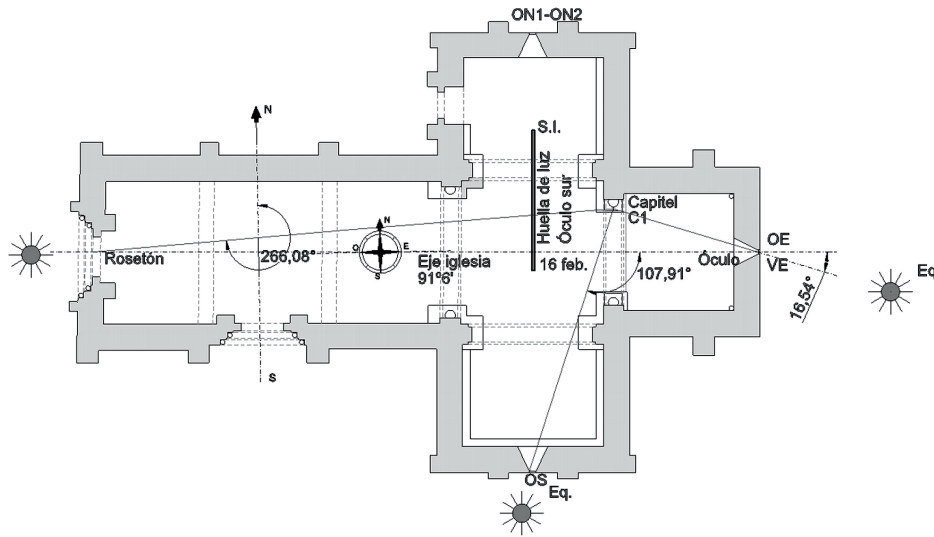


Figura 6. Planta de Santa Marta de Tera con las enfilaciones estudiadas.

de intencionalidad. Son simples huecos de iluminación y si hay dos es posiblemente porque esa fachada recibe menos luz solar. Únicamente el sol la ilumina en primavera y verano, pero la inclinación de los rayos es tan pequeña que nunca entran en el edificio a través de esos óculos.

En cuanto a los sistemas constructivos utilizados en Santa Marta de Tera no son esencialmente distintos a los de cualquier otra iglesia románica de parecida situación y cronología. Sin embargo, presenta una particularidad muy notable en la construcción del óculo que tiene gran importancia para el análisis de la luz equinoccial.

Un óculo suele labrarse de forma tal que la junta entre sillares coincida aproximadamente con su diámetro. La razón es que es mucho más fácil labrar un sillar con una entalladura semicircular que con un agujero circular en caso de que estuviera situado en el centro del sillar. Esto es lo que sucede en los óculos de la fachada norte y en el óculo de la fachada sur.

Pero en los dos óculos de la fachada este, tanto en el ábside como en el cimborrio, la situación es diferente. Las hiladas del óculo no coinciden con las del muro de fachada. Es especialmente notorio en el óculo del ábside, formado por dos hiladas de mayor altura insertadas sobre las tres hiladas del muro. Incluso se han realizado engatillados, lo que no sucede en ningún otro punto del edificio (figura 7). El resto de los óculos del edificio

están situados aproximadamente con la junta coincidente con el diámetro del hueco.

Análisis de los fenómenos solares en Santa Marta de Tera

Para el desarrollo de este artículo los autores han levantado los planos de los edificios estudiados y medido el acimut con una brújula Suunto con precisión de 0,25° y la elevación con un medidor laser de la marca Leica, modelo DISTO™ D8 con clinómetro digital con una precisión de 0,05° para las pendientes. Estos datos se han llevado a las correspondientes cartas solares y se ha determinado los días y horas de los fenómenos solares.

Para poder comprender la forma en la que los constructores medievales pudieron conseguir estos efectos hemos de considerar algunas cuestiones previas, para lo que se utilizarán algunos recursos astronómicos.

La trayectoria del rayo de sol, se puede definir en coordenadas horizontales por su acimut y su elevación, que se miden con los instrumentos indicados. En el caso de Santa Marta de Tera la enfilación entre la columna y la posición del óculo forma un ángulo de 16,5° con el eje de la iglesia. Puesto que la orientación de la iglesia es 91,1°, el acimut del rayo de sol es de 107,6°, medidos desde el norte. La elevación de dicho rayo en el equinoccio es de 18,6°. Llevando estos valores a la carta solar de Sta. Marta de Tera (latitud 41,99°), se define el punto A que indica que

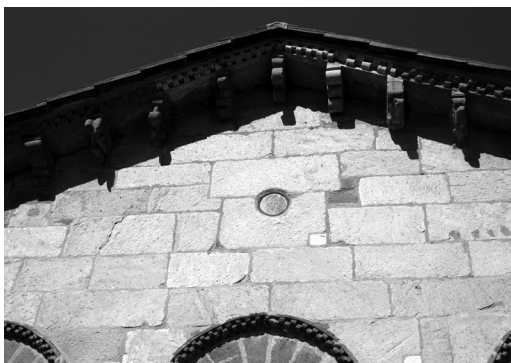


Figura 7. Aparejo del óculo en Santa Marta de Tera.

la enfilación se produce exactamente en los equinoccios (figura 8).

El capitel también se ilumina a través de la ventana del ábside cuando el orto solar coincide con la dirección fijada por el óculo y el capitel, que corresponde al mismo acimut y una elevación nula, lo que sucede el 17 o 18 de febrero y el 18 o 19 de octubre en fechas julianas. Es un hecho notable, puesto que el 23 de febrero es la festividad de Santa Marta de Astorga, la santa titular de la iglesia, según la tradición y posiblemente la imagen que aparece en el capitel.

También es necesario analizar las otras dos enfilaciones que pueden iluminar el capitel. La primera va del óculo de la fachada sur y el propio capitel. En este caso su acimut es de 199° y la pendiente medida desde el centro del óculo es de $9,9^\circ$. La inclinación del rayo solar es demasiado pequeña para iluminar el capitel, pero es capaz de iluminar la parte inferior de la columna entre el 14 de noviembre y el 14 de enero (C.J.). La única fecha que puede tener significado sería el solsticio de invierno.

La segunda enfilación va del rosetón oeste al capitel. Tiene un acimut de $266,08^\circ$ y una elevación de $9,9^\circ$. En el momento actual el rosetón está parcialmente tapado por un atrio posterior, pero en su momento permitía una enfilación que corresponde al 4 de marzo y al 22 de septiembre en fechas julianas. En todo caso y al tratarse de un rosetón gótico,

posterior a la construcción románica, pueden suscitarse serias dudas de que esta enfilación pueda ser considerada un fenómeno solar deliberado desde el replanteo inicial, pero podría haber sido diseñado durante la construcción de la nave.

El óculo de la fachada sur es muy interesante. Está situado casi al sur geográfico, por lo que a mediodía solar un rayo de sol penetra por él e incide en el interior del templo. En la figura 6 se muestra la huella de luz a mediodía solar en planta y en la figura 8 en sección. La huella ilumina el eje del crucero entre el 11 de octubre y el 16 de febrero. Es curioso que este óculo deje de iluminar la nave en una fecha muy próxima a la festividad de santa Marta. El derrame del óculo impide el paso del haz de luz en otras fechas, por lo que no puede utilizarse como meridiana²⁸.

El caso menos claro es el del óculo este del cimborrio. Como en el caso del óculo del ábside, su aparejo indica que se colocó en una posición prefijada que no se corresponde con el trazado de las hiladas. Sin embargo, la zona iluminada es la que aparece en la figura 5, que corresponde al equinoccio en el mismo momento en que se ilumina el capitel. No aparece en ella ningún detalle reseñable. Pudo haber en su momento alguna pintura en la que algún elemento singular resultara iluminado en alguna fecha concreta del año, pero no se ha podido observar ningún indicio de ello. Lo único notable en el

28 Una meridiana es una construcción que permite conocer el día del año por la posición de un rayo de luz sobre una superficie horizontal.

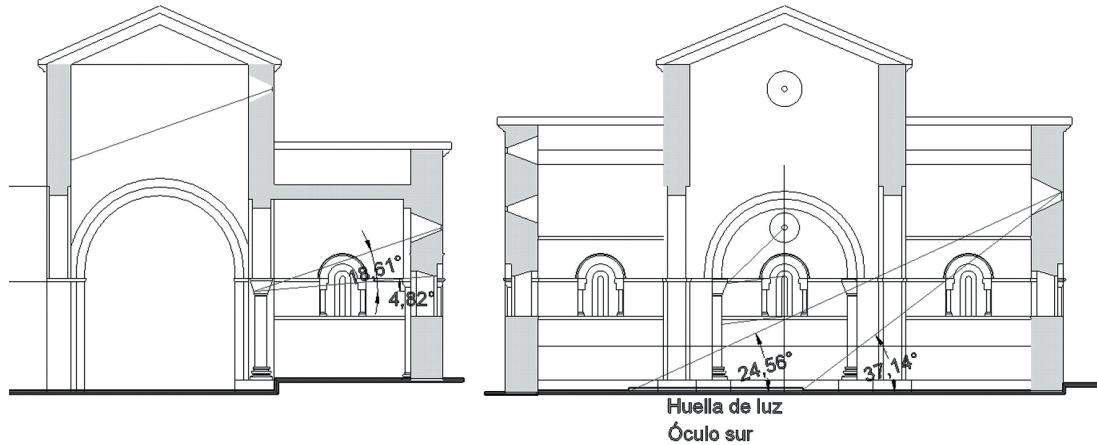


Figura 8. Secciones de la iglesia con la trayectoria de la luz equinoccial.

momento actual de ese muro es el arco fajón que tiene un ligero trazado de herradura.

Estos datos se trasladan a la carta solar rectangular de la latitud correspondiente a la iglesia. En el eje de abscisas se marca el acimut y en el eje de ordenadas la elevación. Las distintas curvas indican el día juliano y la hora solar en los que se produce el fenómeno estudiado.

Las cartas se han elaborado con el programa PC-Solar, versión 2.0²⁹. Son muy claras e intuitivas para fijar las alineaciones de los rayos solares, aunque tienen el inconveniente de que solo son válidas para una determinada latitud, por lo que deben calcularse para cada latitud concreta en este caso 41,99° N. Las cartas solares utilizadas han sido corregidas para indicar las fechas que corresponden al calendario juliano de su época de construcción.

Como en el caso anterior, los datos de estas alineaciones se han obtenido con los instrumentos ya descritos. Las alineaciones se definen por su origen: óculo este (OE), ventana este (VE), óculo sur (OS) y rosetón oeste (RO). El punto de incidencia es en todos los casos el capitel reseñado (C1). El caso C corresponde al período en el que la luz del óculo sur ilumina el crucero a mediodía, lo que podría ser relevante en caso de haberse intentado construir una meridiana.

En la carta solar se observan las enfilaciones estudiadas con los resultados obtenidos. Son las siguientes.

A. Enfilación óculo este- capitel. Es la enfilación más notable y la que corresponde a la “luz equinoccial”. Se produce el día de equinoccio que en el momento de su construcción era el 14 de marzo o el 16 de septiembre. Se produce casi dos horas tras el amanecer.

B. Enfilación ventana este- capitel. Se produce al amanecer entre los días 7 y 17 de febrero o 12 a 18 de octubre en fechas julianas. El 17 de febrero la ventana ilumina la columna de forma tal que la parte superior de la zona iluminada es la del capitel. Como se ve corresponde aproximadamente con la festividad de Santa Marta de Astorga. Se produce poco después de amanecer.

Santa Marta de Tera Latitud: 41,99°

Alineación	Acimut	Ángulo superior	Ángulo inferior
OE-C1 (A)	107.64	19.00	19.00
VE-C1 (B)	107.64	4.82	0.00
OS-C1 (D)	199.00	15.67	14.32
RO-C1 (F)	266.08	10.60	9.20

Tabla 2. Enfilaciones en Santa Marta de Tera.

²⁹ Es un programa desarrollado en 1991 por Carlos Portela, 3-D software. Es muy antiguo, pero tiene unas excelentes prestaciones.

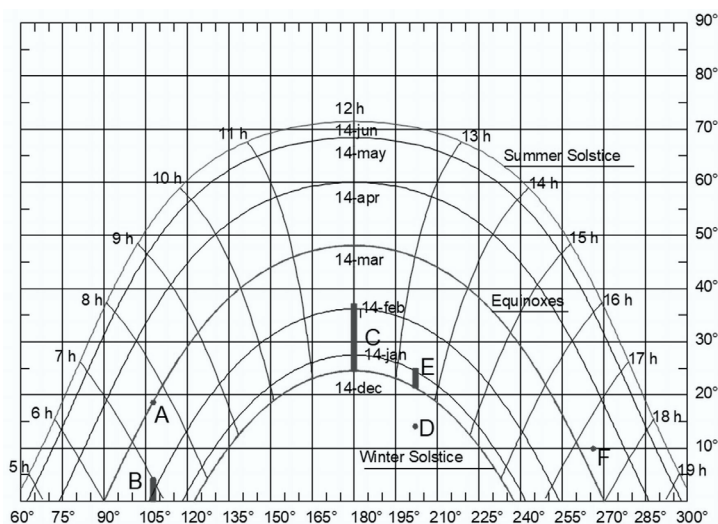


Figura 9. Carta solar de Santa Marta de Tera con todas las enfilaciones estudiadas.

C. Enfilación norte-sur del óculo sur. Señala la iluminación que este óculo proporciona a la iglesia. Se observa que el rayo de luz penetra en el templo y marca su posición en el suelo del crucero a mediodía, pero solo entre el 28 de octubre y el 16 de febrero. No permite construir una meridiana, pero es notable que deja de verse coincidiendo aproximadamente con la festividad de Santa Marta.

E. Enfilación óculo sur- capitel. Esta enfilación se produce aproximadamente hora y media tras el mediodía solar y entre el 13 de noviembre y el 14 de enero, también en fechas julianas. En este período el rayo de luz ilumina la base de la columna, pero tiene excesiva inclinación para poder iluminar el capitel. La inclinación necesaria está marcada por el punto D, que está fuera de las trayectorias posibles del sol.

F. Enfilación rosetón oeste- capitel. Esta enfilación se producía en fechas próximas a los equinoccios, sobre el 23 de marzo o el 19 de septiembre y al caer la tarde.

Para establecer la posible intencionalidad de los fenómenos de acuerdo con los criterios planteados, se analizará cada uno de ellos. Se detalla en especial la enfilación A que corresponde a la «Luz Equinoccial» al ser el que tiene más probabilidades de ser intencionado.

Singularidad del punto de incidencia. El rayo de sol incide sobre un capitel claramente diferenciado de los demás, que en su mayoría representan temas vegetales o geométricos y

especialmente con el otro capitel del arco triunfal. Ya se ha descrito anteriormente y cualquiera que sea la interpretación de la figura dentro de la mandorla, es indiscutible su carácter singular en el conjunto.

Singularidad del hueco de iluminación. El rayo de sol penetra por un óculo, lo que ya constituye una singularidad. Los óculos son poco frecuentes en el reino de León y suelen aparecer en edificios prerrománicos como los asturianos. Se pueden citar tres óculos en San Pedro de Nora, dos en Santullano y cuatro en Santa María de Bendones, aunque este último caso resulta poco fiable al ser un edificio que ha sido objeto de una reconstrucción sumamente polémica. En Galicia aparece también en la iglesia prerrománica de San Antolín de Toques. En iglesias románicas podemos citar los casos de los óculos en los ábsides de San Miguel de Bremao en A Coruña, San Pedro de Dozón y Santa María de Castrelos ambas en Pontevedra o San Pedro de A Mezquita en Ourense, probablemente posterior. Fuera del reino de León se pueden citar otros casos como los de Melque, San Quirce de los Ausines o la Iglesia del castillo de Loarre. Así pues, el óculo es singular por su propia existencia, pero además en este caso tiene unas características constructivas especiales. El sistema de aparejo del hueco, ya señalado, indica con claridad que fue un elemento singular introducido sobre la fábrica y el ajuste es muy bueno, lo que hace pensar que se construyó a la vez que el muro para

provocar el fenómeno de la luz equinoccial (figura 7). Hay una intencionalidad clara, pues la distancia del rayo de luz al borde del derrame es pequeña, de unos 2 cm. Este escaso margen es el motivo de la corta duración del fenómeno, unos diez días, pues luego el haz de luz muere en el derrame del óculo (figura 8). Por ello cabe concluir la singularidad del hueco queda claramente establecida.

Singularidad de la fecha del fenómeno. En este caso la singularidad de la fecha es evidente al tratarse del equinoccio, pero además hay una circunstancia especial. El fenómeno se produce en el equinoccio astronómico y no en el equinoccio civil. En fechas julianas en su época de construcción el fenómeno se producía el 14 de marzo, pero de acuerdo con los calendarios medievales el equinoccio se producía el 21 de marzo o incluso el 25 de marzo en el calendario mozárabe³⁰. Por tanto, para los constructores de la Iglesia el fenómeno solar se producía antes de la fecha del equinoccio según el calendario que utilizaban. Conviene recordar que era una fecha importante puesto que la festividad de la Pascua se establece en la primera luna llena posterior al equinoccio civil, ya que para la iglesia la fijación de la fecha de Pascua era no una cuestión astronómica, sino de disciplina eclesiástica.

El fenómeno de la «Luz Equinoccial» se produce de acuerdo con el calendario gregoriano actual el 21 de marzo en primavera y al 23 de septiembre en otoño a una hora y 42 minutos a partir del orto solar en los equinoccios de primavera y otoño. En fechas julianas eran el 14 de marzo y el 16 de septiembre. Si se hubiera tratado de provocar este fenómeno en el equinoccio oficial, el error sería de casi 5°, que es excesivo incluso para los instrumentos disponibles en la época³¹. Por ello debemos concluir que el día fijado fue el equinoccio astronómico con un error de aproximadamente un 1°, muy exacto para un replanteo medieval.

El hecho de que el fenómeno se produzca en el equinoccio astronómico, siete días antes del equinoccio civil en su época indica un conocimiento astronómico bastante importante, que sin embargo tiene una explicación sencilla. La astronomía era un saber apreciado al formar parte del *Quadrivium* y es probable que el maestro o algún monje pudieran fijar con precisión la fecha del equinoccio, sabiendo que esa fecha no era la del equinoccio civil. La desviación de las fechas de Pascua era ya una preocupación de la Iglesia y lo que acabó originando la reforma gregoriana. Se estima que estas consideraciones confirman la singularidad de la fecha elegida.

30 En este calendario se indica el 25 de marzo «equinoctium verni; mundi dies primus».

31 La variación de la posición del orto solar en el equinoccio es muy rápida, casi 1 grado diario.

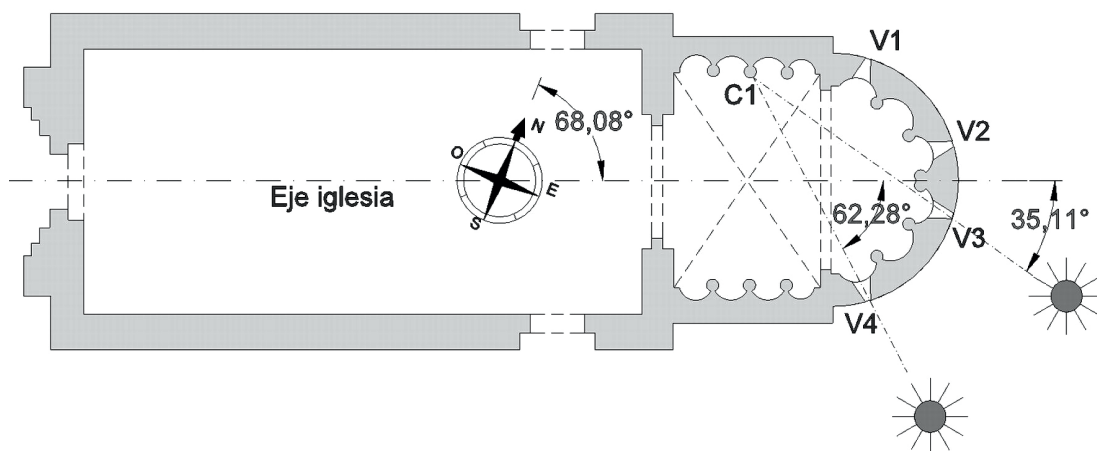


Figura 10. San Juan de Amandi. Planta con la enfilación solar.

Observando la carta solar, con el mismo acimut y variando la altura del óculo el fenómeno solar puede producirse en otras fechas. Es otra prueba más de que la orientación en una fecha tan concreta ha sido claramente deliberada³².

En este caso los autores han podido asistir al fenómeno y constatar que los cálculos teóricos resultan plenamente confirmados.

En el fenómeno de la «Luz Equinoccial» se cumplen las tres condiciones que se han fijado para considerar como deliberado un fenómeno solar. De las restantes enfilaciones la señalada como B entre la ventana del ábside y el capitel citado también puede considerarse que cumple las tres condiciones fijadas. En cambio, el resto de enfilaciones pueden considerarse producidas por la regularidad de la planta y por tanto como fenómenos casuales.

Los fenómenos solares en la iglesia de San Juan de Amandi

La iglesia de San Juan de Amandi es una hermosa iglesia de románico tardío, próxima a Villaviciosa en Asturias.

Es el único resto de un monasterio que fue donado en 1201 por Alfonso IX al monasterio de Valdediós. Se indica una fecha de 1172 de la Era (1134), pero que podría ser del inicio de las obras. Es un dato poco fiable ya que la iglesia es ya de un románico tardío³³.

Características arquitectónicas de la iglesia de San Juan de Amandi

Se trata de una iglesia de una sola nave cubierta con armaduras de madera. El ábside es semicircular cubierto con bóveda de horno, con un tramo recto de bastante longitud, cubierto con una bóveda de arista. En el paramento interior de los muros del ábside se han construido una serie de hornacinas separadas por columnas dispuestas en orden doble, una encima de la otra. Existen seis hornacinas en el tramo semicircular del ábside y otras ocho en el tramo recto. Se trata en conjunto de una disposición sumamente original (figura 10).

La iglesia tiene una profusa decoración en sus capiteles, algunos de gran belleza y forma un conjunto notable. Sus temas son variados, pero llama la atención uno de ellos que está exactamente en el punto central del presbiterio sobre el muro norte. Muestra una imagen, probablemente de una «*Maiestas Domini*», en el interior de una mandorla y con las tres potencias en la cabeza (figura 11). Se trata de un capitel singular, que destaca claramente en el conjunto.

La iglesia tiene una latitud de 43,47° N, una orientación de 68,09° y una elevación del horizonte de 6,05°. De acuerdo con estos datos podemos calcular el día de replanteo que está comprendido entre el 13 y el 16 de mayo, o bien entre el 14 y el 17 de julio, en

32 PÉREZ VALCÁRCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. Op. cit. (n. 6).

33 VIÑAYO GONZÁLEZ, Antonio. *León y Asturias*. Op. cit. (n. 24).

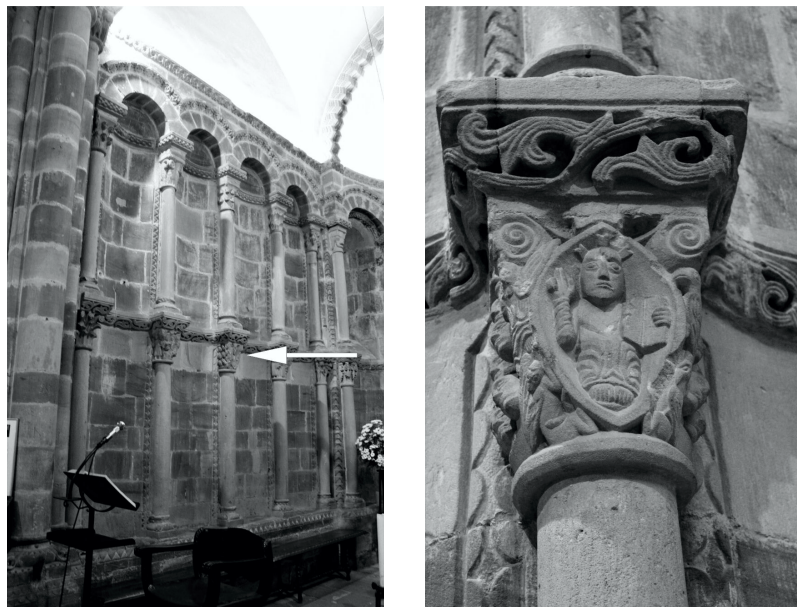


Figura 11. Ábside de Amandi y capitel de Maiestas Domini.

ambos casos en fechas julianas de comienzos del siglo XIII. Son fechas que carecen en nuestra opinión de ningún significado simbólico.

La orientación es la típica de primavera o verano, totalmente lógica desde el punto de vista constructivo y especialmente en la zona en la que está ubicado. En este caso está en una zona alta y razonablemente llana, por lo que no existen especiales condicionamientos topográficos. Aparentemente no hay ningún indicio de ningún fenómeno de tipo solar ni conocemos ninguna referencia previa al mismo.

En este caso no ha sido posible la observación directa de los fenómenos solares, por lo que lo que sigue es una predicción basada en los datos y medidas tomadas in situ.

El capitel señalado puede ser iluminado a través de las dos ventanas del tramo recto del ábside, que se señalan como V3 y V4. Los autores consideran que la enfilación más probable es la ventana V4, que es la que se percibe desde el interior como la iluminación más directa (figura 10).

Análisis de los fenómenos solares en iglesia de San Juan de Amandi

Como en el caso anterior, los datos de estas alineaciones se han obtenido con los instrumentos ya descritos (figura 12). Los resultados se indican en la tabla 3.

Como en el caso de Tera la carta solar proporciona los resultados de las enfilaciones estudiadas (figura 13). Son los siguientes.

A. Enfilación ventana 3- capitel. Se produce en el intervalo de primavera entre el 28 de febrero y el 23 de marzo y en otoño entre el 7 y el 29 de septiembre, entre las 7 y las 7:30 solares. En su situación media marca los equinoccios, pero su momento más significativo es el 24 de septiembre, en la fiesta de la Degollación de San Juan Bautista, santo titular del templo³⁴.

B. Enfilación ventana 4- capitel. Se produce al amanecer entre los días 13 de octubre y 12 de febrero ambos en fechas julianas, pasando por el solsticio de invierno el 14 de diciembre. Son significativas las fechas de Navidad y la Epifanía el 6 de enero en el que también se celebraba el Bautismo de Cristo. También es posible que el fenómeno fuera visible el 24 de febrero en el que se celebraba la *inventio capitis s. Iohannis* que también tiene relación con el santo titular.

Santa Juan de Amandi		Latitud: 43,47°	
Alineación	Acimut	Ángulo superior	Ángulo inferior
V3-C1	103.20	18.86	6.35
V4-C1	130.40	18.10	6.12

Tabla 3. Enfilaciones en San Juan de Amandi.

34 Según el calendario mozárabe. Según el calendario romano es el 29 de agosto.

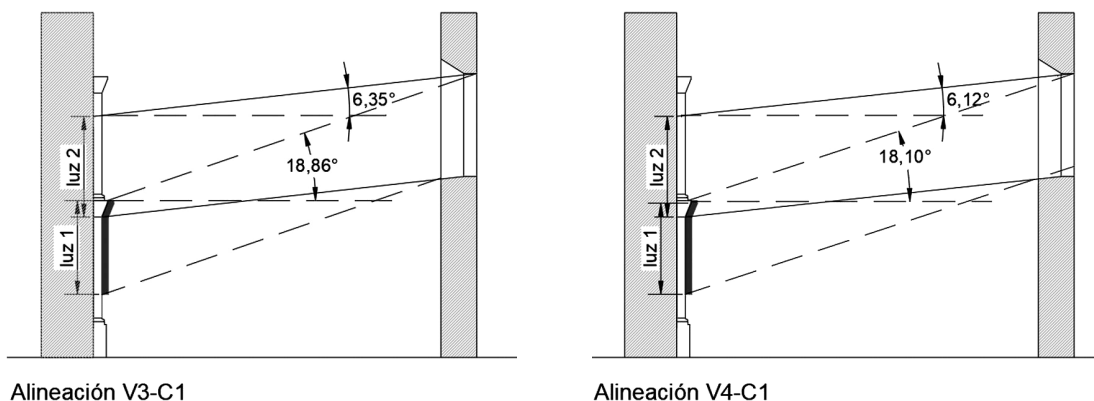


Figura 12. Alineaciones estudiadas en Amandi.

En las dos enfilaciones señaladas existen correlaciones significativas que hacen suponer una intencionalidad en el fenómeno solar. En la figura 12 se señala la huella de luz que corresponde a la máxima y la mínima inclinación de los rayos solares. La huella de luz va recorriendo los dos tramos señalados durante los períodos de tiempo indicados.

El intervalo de luz 1 corresponde a la máxima inclinación de los rayos solares que iluminan el capitel. Esto sucede en las fechas de los intervalos señalados más lejanas al solsticio de invierno, que son el 23 de marzo y el 7 de septiembre en el caso de la ventana 3 y al 13 de octubre y al 12 de febrero en el caso de la ventana 4. En este caso la parte superior de la huella de luz de las ventanas es la que ilumina el capitel. El intervalo de luz 2 corresponde a la mínima inclinación de los rayos solares, lo que corresponde a las fechas más próximas al solsticio. Son el 28 de febrero y el 29 de septiembre en la ventana 3 y al propio solsticio en la ventana 4. En este caso es la parte inferior de la huella de luz la que ilumina el capitel.

Existe la duda de cuál ha sido la intención de los constructores, lo que siempre sucede cuando la fuente de iluminación es una ventana. En este caso cabe suponer que se ha considerado como más significativa la opción 2 por analogía con la iglesia de Santiago de Agüero en Huesca donde el fenómeno luminoso está reforzado por el hueco en la placa de alabastro que hace que se produzca exactamente en el solsticio de

invierno. No es una razón sólida, pero es una coincidencia notable.

En el caso de san Juan de Amandi es evidente la singularidad del capitel iluminado, ya que su temática no aparece en ninguna otra iglesia hispánica, al menos en nuestro nivel de conocimiento, ni conocemos alguna referencia de ello. Es bastante probable la singularidad de alguna de las fechas señaladas. Menos clara está la singularidad del hueco de iluminación, ya que las ventanas actuales son modernas. Con todo es probable que se traten de fenómenos lumínicos deliberados.

Cabe preguntarse la razón de que este fenómeno solar no haya sido descrito por otros autores, al menos según los datos disponibles. Hay que señalar que se produce en fechas de invierno y a primeras horas de la mañana. En esas fechas y localización no son excesivos los días de sol y la iglesia está habitualmente cerrada, por lo que es bastante probable que haya pasado desapercibido. De hecho, el fenómeno de Tera, mucho más notorio, no fue descubierto hasta fechas recientes. Puesto que nos basamos en nuestros cálculos y los instrumentos utilizados tienen un cierto nivel de error, puede existir alguna leve variación en los días previstos, pero es segura de la existencia del fenómeno.

Sistemas de replanteo utilizados

Naturalmente los cálculos que se aportan han sido realizados con unos recursos técnicos que en época medieval nadie podía imaginar. Sin embargo, los constructores

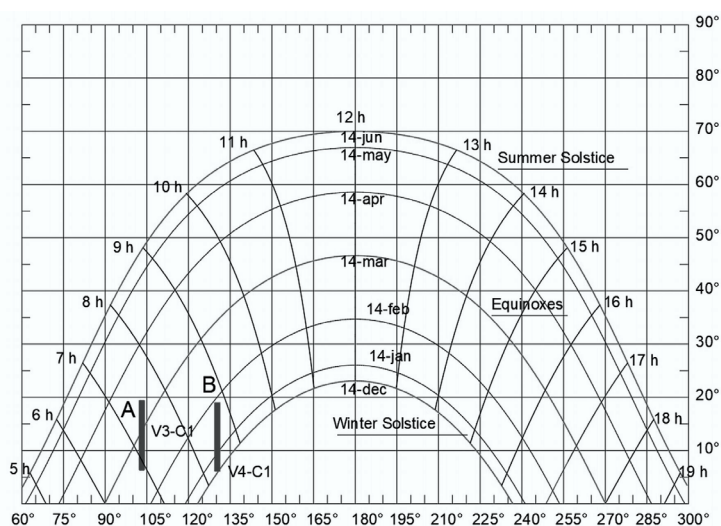


Figura 13. Carta solar de Amandi con las enfilaciones estudiadas.

tenían sólidos conocimientos de geometría que les permitían conseguir estos resultados con aparatos y sistemas mucho más sencillos.

Es muy fácil determinar una alineación solar tanto en planta como en alzado. Y para ello se va a analizar con detalle la luz equinoccial de Tera, que es el fenómeno que puede considerarse deliberado con mayor fundamento.

Una vez efectuado el replanteo o echados los cimientos se coloca una estaca en el punto D que corresponde a la posición donde se va a colocar el óculo. En el día deseado se fija la altura de la estaca C-D de forma tal que la línea de sombra llegue exactamente a la base de la columna F. Conocida la altura del capitel E-F, basta con añadir esta longitud a la altura de la estaca para determinar con precisión la posición final del óculo o ventana.

En la figura 14 se puede observar la forma de replanteo y su aplicación tanto a la enfilación del óculo, como a la de la ventana. Son construcciones conocidas desde la antigüedad y de hecho los romanos usaban la *lychnia* helenística para replanteos similares³⁵. Es un instrumento sencillo y muy eficaz que también aparece dibujado en el álbum de Villard de Honnecourt (entre 1220 y 1240), por lo que consideramos que su uso en época medieval es probable³⁶. Una vez fijada la posición del hueco, el fenómeno solar se produce en la fecha requerida.

En cuanto al derrame del óculo, una vez que se ha replanteado la posición de los sillares, basta con tender un hilo desde el óculo al capitel para que quede correctamente definido el derrame necesario. En el caso de Tera el ajuste es muy preciso. Es un sistema elemental que todavía se usa en la construcción actual.

Hay una prueba que parece muy significativa del proceso constructivo, seguido. Los constructores medievales sabían, como los actuales, que no es prudente fiarse de los cálculos teóricos. Por ello dejaron sin ejecutar la zona del óculo para ajustar su posición correcta. Es el motivo de las irregularidades de aparejo que se han señalado.

En la figura 15 se muestran los esquemas de trazado de las diferentes enfilaciones señaladas. Cuando la fuente de luz es una ventana el margen es más amplio, por lo que no es necesario realizar ajustes en el aparejo, que sí pueden ser necesarios en el caso de un óculo. Naturalmente el mismo esquema de enfilaciones puede estudiarse en el caso de Amandi.

Conclusiones

Los criterios expuestos son una base razonable para poder distinguir los fenómenos que han sido deliberadamente provocados por los constructores, de los fenómenos casuales por muy espectaculares que sean. La singularidad

35 GUILLAUMIN, Jean-Yves (ed.). *Hyginus Gromaticus: Les arpenteurs romains. Tome I : Hygin le Gromaticus. Frontin*. París: Les Belles Lettres, 2005.

36 DE HONNECOURT, VILLARD. *Villard de Honnecourt cuaderno XIII*. ERLANDE-BRANDENBURG, Alain (ed.). Torrejón de Ardoz: Akal, 1991, folio 20v.

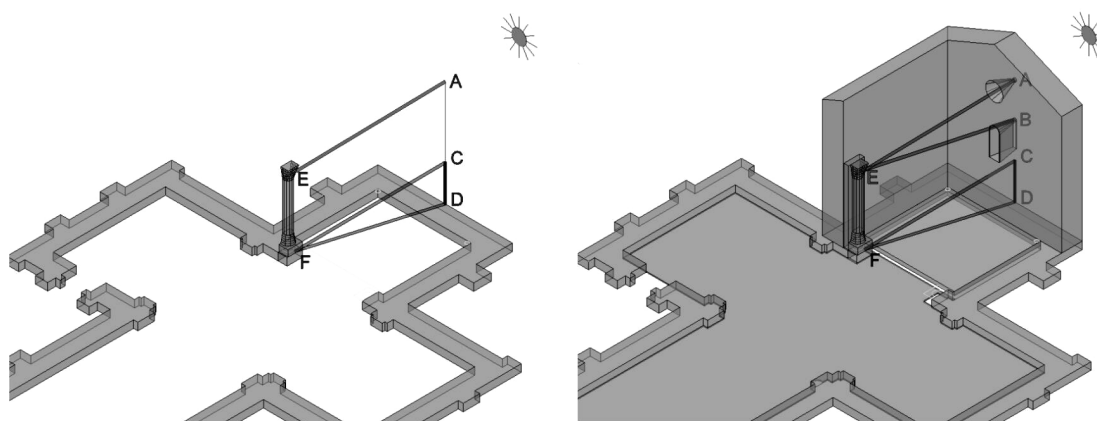


Figura 14. Replanteo de la «Luz Equinoccial» en Santa Marta de Tera.

en el elemento iluminado es la característica esencial, pero debe complementarse con la singularidad de la fecha en la que se produce. Para ello hay que tener en cuenta el calendario juliano que era el empleado por los constructores. También es importante el criterio de singularidad del hueco de iluminación, aunque es el criterio más difícil de precisar en la práctica.

La aplicación de estos criterios permite asegurar el origen deliberado de la «Luz Equinoccial» de Santa Marta de Tera y posiblemente la iluminación del capitel desde la ventana del ábside. Parecen significativos los fenómenos de iluminación del capitel a través de la ventana del ábside o del extremo final de la iluminación del crucero a través del óculo sur, puesto que aproximadamente coinciden con la festividad de santa Marta de Astorga. En cambio, las otras alineaciones deben considerarse casuales. Desde el óculo sur solo se ilumina la base de la columna lo que no parece un punto singular. Desde el rosetón oeste se iluminaba el capitel en fechas que no tienen un significado claro.

En cuanto a Amandi es curioso que prácticamente entre el 7 de septiembre y el 23 de marzo el capitel resulte iluminado por alguna de sus ventanas, naturalmente no a la misma hora. En ambos casos la intencionalidad es posible al producirse en fechas significativas con la advocación del templo, siendo más probable que el fenómeno deliberado sea el que corresponde a la ventana 4. No hay pruebas concluyentes,

pero parece un interesante fenómeno que merece ser analizado.

El método empleado para calcular estas alineaciones ha sido el uso de cartas solares rectangulares, en las que con gran facilidad pueden definirse el acimut y la elevación del sol en cualquier momento y determinar el día y la hora en las que se produce el fenómeno. No es tan preciso como los cálculos astronómicos, pero es suficiente para los casos prácticos y además puede ser utilizado por personas que no tengan conocimientos previos de astronomía. Esta metodología puede ser utilizada para el estudio de los fenómenos solares y para comprobar si cumplen las condiciones para ser considerados como fenómenos deliberados.

Lo que es seguro es que los constructores medievales no utilizaron ningún tipo de cálculo astronómico. Como se ha demostrado, estos efectos pueden conseguirse con recursos simples, sobradamente conocidos por ellos sin necesidad de conocimientos especiales de astronomía. Basta con una cuidadosa observación de los movimientos del sol y utilizar elementos sencillos como estacas, hilos y líneas de sombra. No se deben subvalorar estos conocimientos por el hecho de disponer de mejores recursos en la actualidad. Eratóstenes calculó el tamaño de la Tierra midiendo la sombra de una estaca (gnomon) y durante mucho tiempo la gnomónica fue una rama del saber sumamente apreciada y útil. Solo era

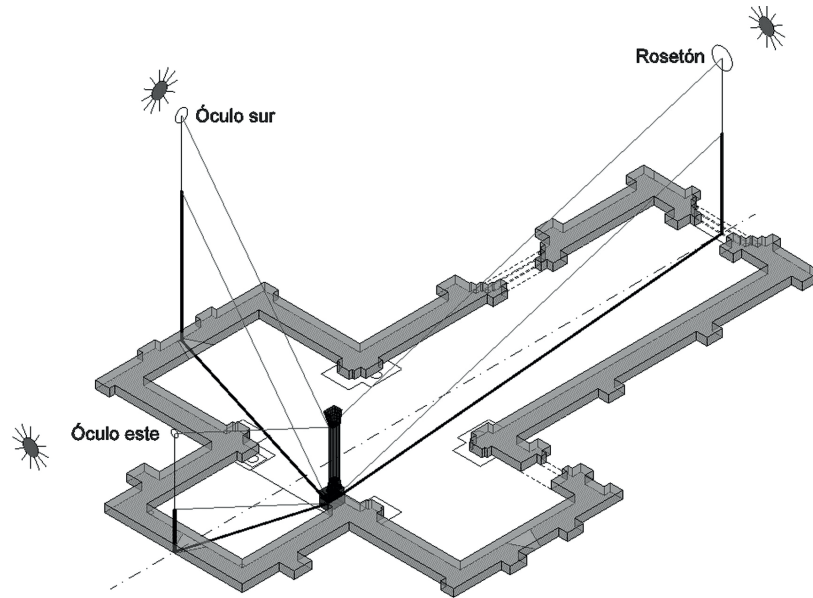


Figura 15. Replanteo con las sombras de las estacas de enfilación.

necesario un conocimiento profundo de la geometría y de las técnicas de construir que sin duda era patrimonio de los maestros medievales.

Es imposible demostrar la intencionalidad de los fenómenos solares analizados, pero las pruebas aportadas dan una razonable probabilidad para llegar a la conclusión de que los casos señalados en Tera y Amandi son fenómenos que han sido deliberadamente buscados por dichos maestros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, Jason R.; CUNICH, Peter. The Orientation of Churches: Some New Evidence. En: *The Antiquaries Journal*. 2016, n.º 81, pp. 155-193. DOI: 10.1017/S0003581500072188.
- AGUADÉ TORRELL, Jordi; FUSTER RUIZ, Rafael. Estudio de las alineaciones astronómicas en San Bartolomé del río Lobos. En: *Ibérica Documental*. 2010. <http://www.iberica-documental.es/>.
- AGUSTÍ y CASANOVAS, Jacinto; VOLTES BOU, Pedro. *Manual de cronología española y universal*. Madrid: C.S.I.C.; Escuela de Estudios Medievales, 1952.
- ATAOGUZ, Kirsten. Role of Light-Shadow Hierophanies in Early Medieval. En: *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. 2015, n.º 158, pp. 1733-1741. DOI: 10.1007/978-1-4614-6141-8_177.
- BALLESTEROS MIGUÉLEZ, Nazario. El fenómeno de la luz equinoccial de santa Marta de Tera. En: *Dominical de La Opinión de Zamora*. 16 de septiembre de 2001.
- BANGO TORVISO, Isidro. *El arte románico en Castilla y León*. Madrid: Banco de Santander, 1997.
- BELMONTE, Juan Antonio; FEKRI, Magdi; SERRA, Miquel. ¿Atrapando el solsticio? Un análisis crítico de la orientación de los templos de Deir el-Bahari. En: *Trabajos de Egiptología*. 2019, n.º 10, pp. 11-25.
- CAVE, Charles J.P. The Orientation of Churches. En: *The Antiquaries Journal*. 1950, n.º 30, pp. 47-51.
- DE HONNECOURT, VILLARD. *Villard de Honnecourt cuaderno: siglo XIII*. ERLANDE-BRANDENBURG, Alain (ed.). Torrejón de Ardoz: Akal, 1991.
- ESTEBAN, César; RÍSQUEZ, Carmen; RUEDA, Carmen. An evanescent vision of the sacred? The equinoctial sun at the Iberian sanctuary of Castellar. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2014, vol. 14, n.º 3, pp. 99-106.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, Antonio César. A voyage of Christian medieval astronomy: symbolic, ritual and political, orientation of churches. En: PIMENTA, Fernando; RIBEIRO, Nuno; SILVA, Fabio; CAMPION, Nicholas; JOAQUINITO, Anabela; TIRAPICOS, Luís (eds.). *SEAC 2011 Stars and Stones: Voyages in Archaeoastronomy and Cultural Astronomy*. Oxford: British Archaeology Reports, 2015, pp. 268-275.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, Antonio César. Lunar Extremes, Lunar Cycles and the Minor Standstill. En: *Journal of Skyscape Archaeology*. 2016, vol. 2, n.º 1, pp. 77-84. DOI: 10.1558/jsa.v2i1.30035.
- GUILLAUMIN, Jean-Yves (ed.). *Hyginus Gromaticus: Les arpenteurs romains. Tome I : Hygin le Gromaticus. Frontin*. París: Les Belles Lettres, 2005.
- HINTON, Ian. *Aspects of the Alignment and Location of Medieval Rural Churches*. Tesis doctoral. University of East Anglia, 2010.
- HOARE, Peter G. Orientation of English Medieval Parish Churches. En: RUGGLES, Clive (ed.). *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. Nueva York, Springer Reference, 2015, pp. 1711-1718.

INCERTI, Manuela. Astronomical knowlwdge in the sacred Architecture of the Middle Ages in Italy. En: *Nexus Network Journal*. 2012, vol.15, n.º 3, pp. 503–526. DOI: 10.1007/s00004-013-0167-3.

INCERTI, Manuela. Solar geometry in Italian Cistercian architecture. En: *Archeoastronomy: The Journal of Astronomy in Culture*. 2001, n.º 16, pp. 3–23.

LULL, José. *La astronomía en el antiguo Egipto*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2006.

McCLUSKEY, Stephen C. Analyzing light-and-shadow interactions. En: *Handbook of Archaeoastronomy and Ethnoastronomy*. Nueva York: Springer, 2015, pp. 427-444. DOI: 10.1007/978-1-4614-6141-8_27.

MORENO GALLO, Isaac. Topografía romana. En: *II Congreso de las Obras Públicas Romanas*. Tarragona: 2004, pp. 25–68.

NISSEN, Heinrich. *Orientation, Studien zur Geschichte der Religion*. Berlín: Weidmannsche Buchhandlung, 1906.

PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. Illumination effects in Celanova and Agüero Spanish medieval churches. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2023, vol. 22, n.º 3, pp. 249–263. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7388270>.

PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. *La orientación de las iglesias medievales en la Península Ibérica*. A Coruña: Servizo de Publicacións da Universidade da Coruña, 2021.

PÉREZ VALCÁRCCEL, Juan.; PÉREZ PALMERO, Victoria. El fenómeno de la luz equinoccial en Santa Marta de Tera. Bragecio. En: *Revista de Estudios Benaventanos*. 2014, n.º 23, pp. 67–78.

REGUERAS GRANDE, Fernando. *Santa Marta de Tera. Monasterio e iglesia, abadía y palacio*. Benavente: Centro de Estudios Benaventanos “Ledo del Pozo”, 2005.

SAN ISIDORO DE SEVILLA. *Etimologías*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos. Madrid, 1983 [ed. bilingüe].

SIMONET, Francisco J. *Santoral Hispano-Mozárabe escrito en 961 por Rabi Ben Zaid, obispo de Iliberis*. Madrid: Tipografía de Pascual Conesa, 1871.

VIÑAYO GONZÁLEZ, Antonio. *León y Asturias. La España Románica*. Vol. 5. Madrid: Ediciones Encuentro, 1982.

VLACHOS, Apostolos; LIRITZIS, Ioannis; GEORGOPOULOS, Andreas. The lighting of god’s face during solar stands in the Apollo temple Delphi. En: *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2018, vol. 18, n.º 3, pp. 225–246. DOI: 10.5281/zenodo.2543786.

ZABALA LATORRE, Daniel. Santiago de Agüero: templo para un rey, una dedicatoria iluminada por el sol. En: *Románico: Revista de arte de amigos del románico (AdR)*. 2015, n.º 21, pp. 8–17.

CRÉDITOS DE FIGURAS

- Figura 1.** Trayectoria de un haz solar en santa María de Sacramenia. Autores, 2018
- Figura 2.** Ábside de la iglesia de Sta. Marta de Tera y capitel que se ilumina. Autores, 2013.
- Figura 3.** Detalle del capitel que se ilumina. Autores, 2013.
- Figura 4.** El fenómeno de la «luz equinoccial». Autores, 2013.
- Figura 5.** Luz equinoccial en el óculo del cimborrio. Autores, 2013.
- Figura 6.** Planta de Santa Marta de Tera con las enfilaciones estudiadas. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 7.** Aparejo del óculo en Santa Marta de Tera. Autores, 2013.
- Figura 8.** Secciones de la iglesia con la trayectoria de la luz equinoccial. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 9.** Carta solar de Santa Marta de Tera con todas las enfilaciones estudiadas. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 10.** San Juan de Amandi. Planta con la enfilación solar. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 11.** Ábside de Amandi y capitel de Maestas Domini. Autores, 2017.
- Figura 12.** Alineaciones estudiadas en Amandi. Dibujo AutoCad. Autores, 2022.
- Figura 13.** Carta solar de Amandi con las enfilaciones estudiadas. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 14.** Replanteo de la luz equinoccial en Santa Marta de Tera. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.
- Figura 15.** Replanteo con las sombras de las estacas de enfilación. Dibujo AutoCAD. Autores, 2022.

PÉREZ VALCÁRCEL, Juan. PÉREZ PALMERO, Victoria. Arquitectura e iluminación en iglesias románicas: los fenómenos solares en Santa María de Tera y San Juan de Amandi. En: *TEMPORÁNEA. Revista de historia de la Arquitectura*. 2023, n.º 4, pp. 2-27. e-ISSN: 2659-8426. ISSN: 2695-7736. <https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA.2023.04.01>



Editorial Universidad de Sevilla AÑO 2023.
e-ISSN 2659-8426. ISSN: 2695-7736
<https://dx.doi.org/10.12795/TEMPORANEA>

