

La orientación sacra en el románico de la Val d'Aran

The sacred orientation in the romanesque of the Val d'Aran

Cinta Lluís-Teruel^{id}
Josep Lluís i Ginovart^{id}

Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona. España.
Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona. España.

Autor de contacto: cintalluis@uic.es

RESUMEN

Este estudio presenta una revisión y síntesis de varias investigaciones, que examina la orientación de las veinticuatro iglesias románicas de la Val d'Aran, utilizando la metodología de la arqueometría. De los resultados se deduce que mayoritariamente fueron orientadas hacia Oriente de acuerdo con los tratados litúrgicos de la época. Un grupo de ellas lo hace observando la aparición solar en el horizonte en las fechas de los equinoccios. Otro, con la orientación de Este a Oeste, con una precisión metodológica ($91,12^\circ \pm 2,15^\circ$). La topografía de la región no permite un replanteo mediante la observación del orto solar (E-O), por lo tanto, se trazaron utilizando algún sistema de base geométrica. No se puede precisar cuáles fueron sus trazados instrumentales; heredados de Vitruvio, Higinio Gromático, Gerberto de Aurillac, pero pudieron ser realizadas con el método más preciso: el de Gisemundo conservado en el cercano cenobio de Ripoll (ACA 106).

Palabras clave: arqueometría; Gisemundus; orientación sacra; románico; Val d'Aran.

ABSTRACT

This study presents a review and synthesis of various research works examining the orientation of the twenty-four Romanesque churches in the Val d'Aran, using archaeometric methodology. The results show that most of them were oriented towards the East in accordance with the liturgical treatises of the time. One group of them does this by observing the sun's appearance on the horizon on the dates of the equinoxes. Another group follows an east-west orientation, with a methodological precision of ($91,12^\circ \pm 2.15^\circ$). The region's topography does not allow for alignment based on direct solar observation (E-W), so the churches were plotted using a geometrically based system. It is not possible to specify which were their instrumental tracings; inherited from Vitruvius, Higinio Gromático, Gerberto de Aurillac, but they could have been carried out with the most precise method: that of Gisemundo preserved in the nearby monastery of Ripoll (ACA 106).

Keywords: archaeometry; Gisemundus; sacre orientation; romanesque; Val d'Aran.

1. EL REPLANTEO DE LAS IGLESIAS ROMÁNICAS DE VAL D'ARAN

En la Val d'Aran de habla occitana, se conservan cuarenta y dos iglesias, pertenecientes a la diócesis francesa de Cominges, hasta su anexión en 1804 a la hispana del Urgell, de las cuales treinta y dos están situadas a más de mil metros de altitud. Esta circunstancia orográfica condiciona el clima, incide directamente en la tipología edificatoria y también en la observación del astro solar repercutiendo así en el trazado de sus orientaciones. El objeto es determinar cómo fueron alineadas las primogénitas iglesias románicas de la Vall d'Aran. Todo parece indicar que fueron iniciadas antes de la restauración de la diócesis de Comminges en 1080 por Bertrand de l'Isle (1050-1123) cuyo periodo de construcción se trasladaría hasta el obispo Raymond Bertrand de Gòt (1262-1314) que fue elegido Papa como Clemente V (1305-1314). Cronología coincidente con la recuperación de la Val d'Aran por Juan II (1267-1327) otorgando los privilegios de la Era Querimònia (1313) por parte de la Corona Aragonesa.

La orientación de los edificios sagrados ha sido un tema recurrente y desarrollado modernamente desde lo que se reconoce como arqueometría. Desde el punto de vista etimológico, deriva de las palabras griegas, ἀρχαῖος (antiguo) y μέτρον (medida), define por ello el objetivo propio de la medición de lo antiguo. El uso etimológico es relativamente reciente, acuñado por Charles Francis Christopher Hawkes (1905-1992) fundador de la revista *Archaeometry* en 1958. El análisis sintetiza diversas investigaciones sobre la orientación de los espacios sacros románicos de la Val d'Aran, proporcionando información antropológica y cultural [1, 2].

La clasificación del románico de la Val d'Aran se ha establecido a través diversos criterios. Marcel Durliat (1917-2006) lo hace revisando la cronología de los elementos escultóricos de la arquitectura [3] José Serrate Forga lo hace mediante un esquema del Arte Románico Aranés (1976) basado en la clasificación territorial: el Naut-Aran, Mig-Aran y Baix-Aran [4] y más recientemente otros que parten del análisis de la mampostería de construcciones [5].

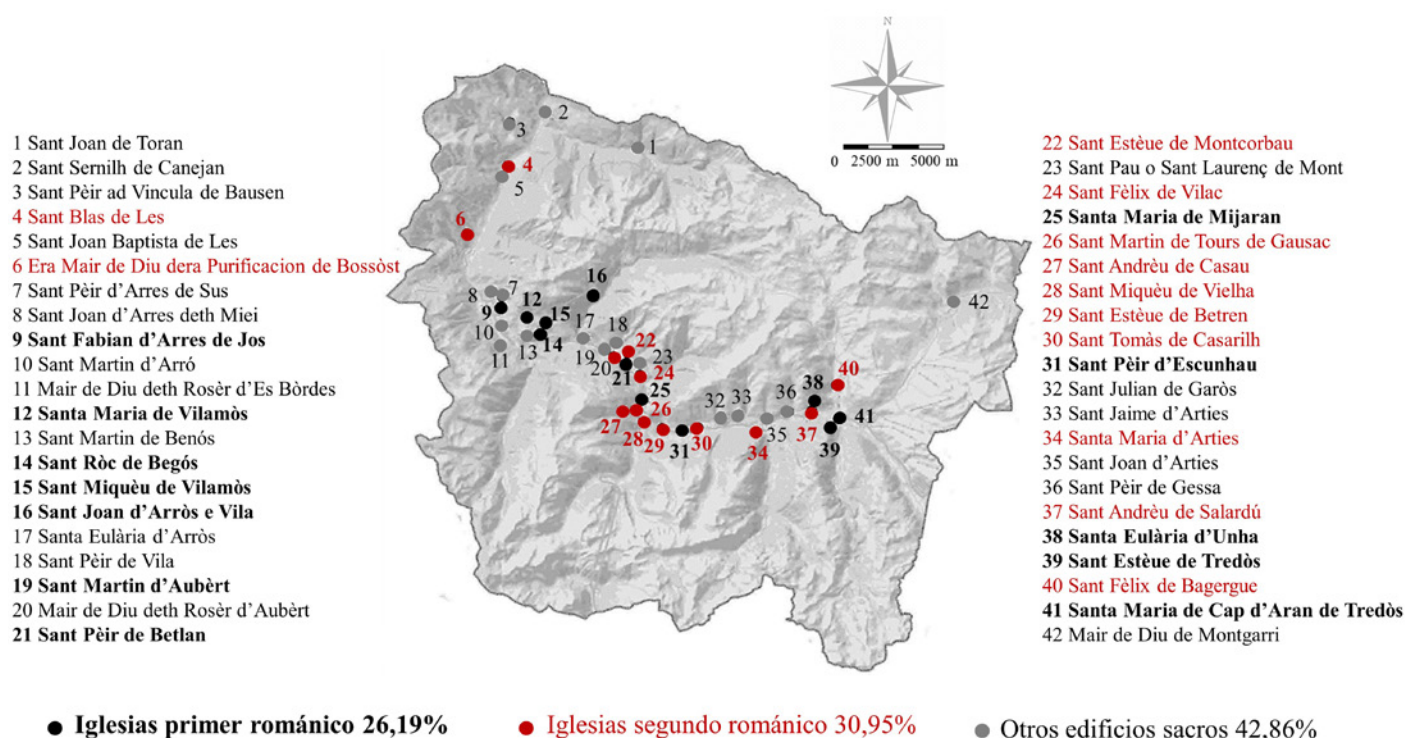


Figura 1. Disposición de las iglesias románicas y construcciones sacras de la Val d'Aran

Para el estudio se utilizó el más generalizado de Emmanuel Garland [6] y por Elisa Ros [7]. Distinguen las que pertenecen a la definición de primer románico: Santa Maria de Cap d'Aran (41), Sant Estèue de Tredòs (39), Santa Eulària d'Unha (38), la nave de Sant Pèir d'Escunhau (31), los restos de Santa Maria de Mijaran (25), Sant Pèir de Betlan (21), Sant Joan d'Arròs e Vila (16), Sant Miquèu de Vilamòs (15), el muro norte del presbiterio y parte central del ábside de Sant Ròc de Begós (14), así como Santa Maria de Vilamòs (12) y Sant Fabian d'Arres de Jos (9).

A las que hay que añadir las consideradas iglesias románicas del segundo periodo: San Fèlix de Bagerge (40), Sant Andreu de Salardú (37), Santa Maria d'Arties (34), Sant Tomàs de Casarilh (30), Sant Estèue de Betren (29), Sant Miquèu de Vielha (28), Sant Andreu de Casau (27), Sant Martin de Tours de Gausac (26), Sant Fèlix de Vilac (24), Sant Estèue de Montcorbau (22), Sant Martin d'Aubert, (20), Era Mair de Diu dera Purificación de Bossòst (6) y Sant Blas de Les (4) (Figura 1).

1.1. Particularidades de la condición orográfica

Los asentamientos urbanos de los siglos XI-XIII establecidos sobre el cauce del río Garona a través del Camin Reiau generándose mediante la adaptación a esta vía de comunicación y a la topografía. Se observan dos tipologías, aquella surgida en la ribera de la Garona sobre terrenos de pendientes suaves, y los núcleos desarrollados en las laderas de las montañas [8].

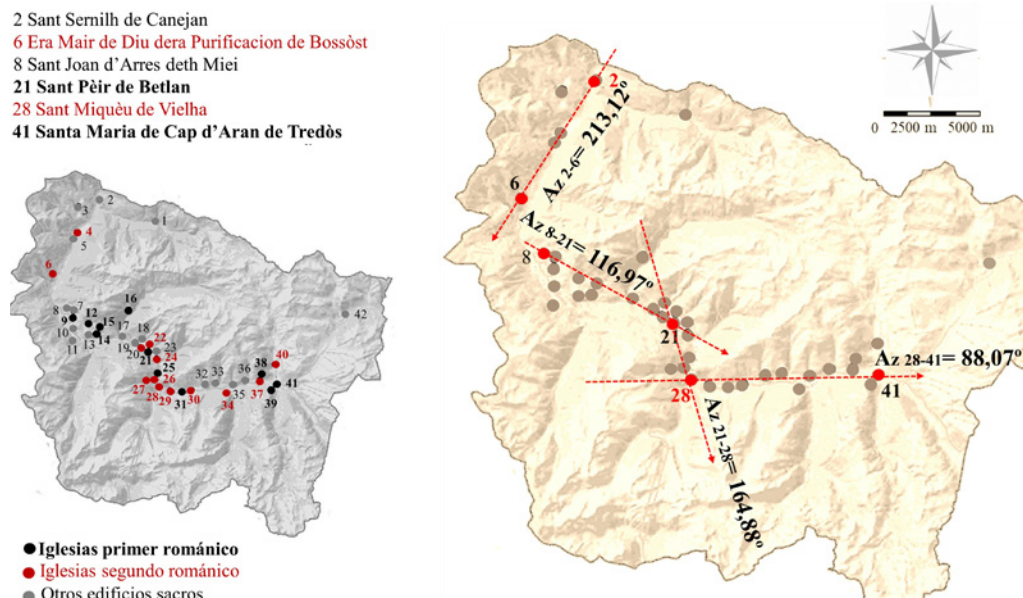


Figura 2. Alineación de los edificios sacros en el curso de la Garona

Esta situación genera dos cuestiones básicas, en el primer caso la relación de la orientación de la trama urbana con la Garona y de la directriz de alineación de la iglesia que denominaremos azimuth (Az). La primera dirección se sitúa entre Sant Miquèu de Vielha y Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs es de $Az_{28-41} = 88,07^\circ$, por lo que esta, es muy cercana a la orientación Este Oeste $Az_{E-O} = 90,00^\circ$.

La segunda alineación sería desde Sant Miquèu Vielha a Sant Peir de Betlan, con la dirección $Az_{21-28} = 164,88^\circ$, próxima a la disposición Norte Sur $Az_{N-S} = 180,00^\circ$. Sucesivamente va girando levemente al este direccionándose con San Joan de Ares deth Miei con un $Az_{8-21} = 116,97^\circ$ y finalmente, la de Era Mair de Diu dera Purificacion de Bossost a San Semilh de Canejan $Az_{2-6} = 213,12^\circ$ (Figura 2).

Para la visualización del astro solar hay que tener en cuenta que las 24 iglesias románicas de la Val d'Aran están situadas en la vertiente Norte de los Pirineos en una topografía entre las cotas de Sant Blas de Les (660 m) (4) y Sant Fèlix de Bagergue (1421 m) (40). Ninguna de estas iglesias dispone de visión del horizonte plano, ni en su orto, ni tampoco en su ocaso.

Esta situación no permite tener una visión directa de la orientación equinoccial en la salida o puesta del sol, en los equinoccios tal y como lo pueden hacer geografías próximas al mar o mesetarias. Por tanto, no permite obtener una alineación directa de las iglesias de Este a Oeste en las fechas del *aequus nocte*. Este día ayuda también a fijar la Pascua de Resurrección, desde el Concilio de Nicea (325), determinándola como el domingo posterior al plenilunio de primavera. Esta fecha incide en el inicio del *anno incarnationis*, coincidente en el punto Aries con la intersección en la eclíptica y el ecuador celeste (Figura 3).

La determinación de la alineación de estas iglesias de la Val d'Aran no es fácil dado que su geometría es compleja, como lo demuestra el análisis de la realidad constructiva a través de registros indirectos de medición Close Range Photogrammetry (CRP) y el Escáner Laser Terrestre (TLS) (Terrestrial Laser Scanner) realizados en las de cinco campañas de medición (2014-2015) que se ha reconocido como *Gleises en cornaenclinc de voutes escarramingades* [9] por lo que se hace difícil precisar cuál es el eje del azimuth inicial (Az) (Figura 4).

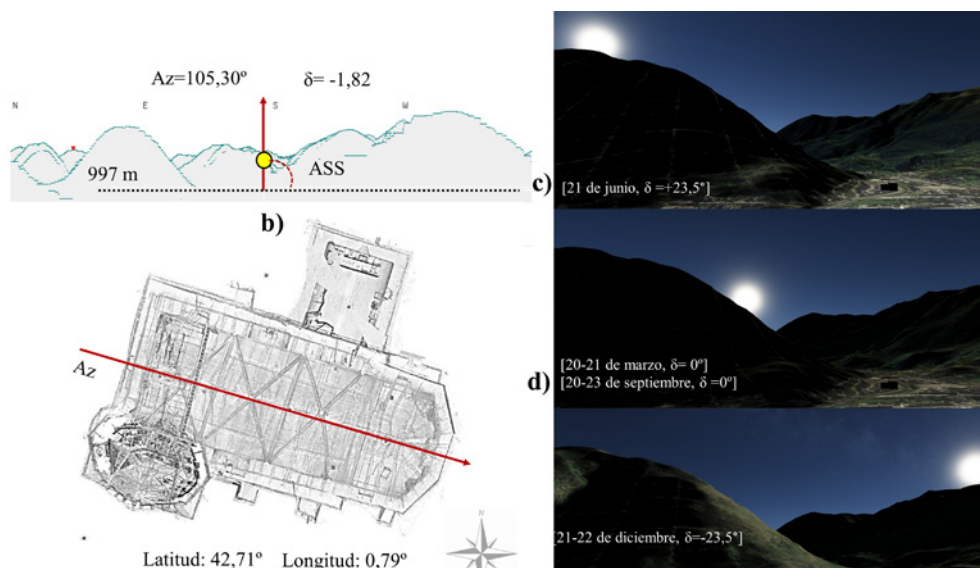


Figura 3. Observación de la trayectoria solar en el horizonte de Saint Martin de Tours de Gausac (26), (0,79° E, 42,71° N), Azc = 105, 30°

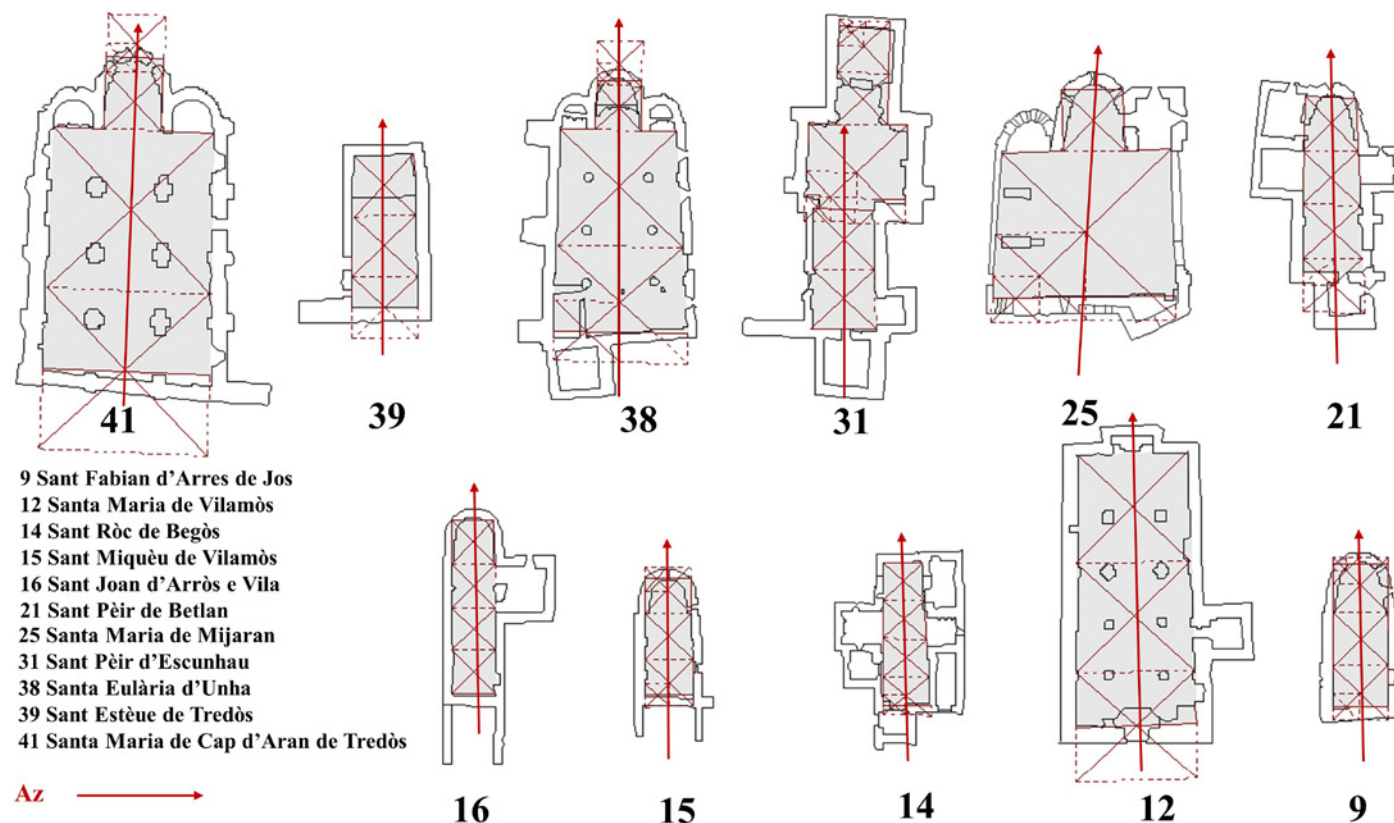


Figura 4. Plantas con la geometría y orientación que determinan el azimut Az mediante (TLS) del primer románico

2. METODOLOGÍA

San Isidoro de Sevilla (c. 556-636), en el *Originum sive etymologiarum libri viginti* (c.630) define que *De aedificiis sacris* deben de estar alineados en dirección al oriente equinoccial (Etym. L XV. iii, iv) [10]. La obra más influyente en la liturgia románica es el *Gemma animae* (c.1120) de Honorio de Autún (1080-c.1153), indica que la *ecclesiae ad orientem vertuntur ubi sol oritur* (*Gem. Ani. I, 129, De situ ecclesiae*) [11]. Otras referencias son el *Mitralis de Officio* (1190) del obispo Sicardo de Cremona (1185-1215) indicando el *Ad orientem, id est, ortum solis aequinoctialem* (*Mitra. I, 2, De fundatione ecclesiae*) [12]. Y el *Rationale divinorum officiorum*, (c.1150), de Juan Beleth (fl. 1135-1182) cuya una directriz *Versus orientem, hoc est, versus solis ortum aequinoctialem* (*Ration. cap. II, De loco*) [13]. Pese a ello, las características orográficas imponen ciertas restricciones en la observación solar y la orientación de las iglesias, a las que se suman factores como las festividades y el patronazgo de los poblados de la Val d'Aran [14].

- O₁. Criterio canónico. Consiste en suponer la orientación según las liturgias de los siglos (IX-XIII), situando los ábsides de Este a Oeste, situación heredada de curso solar de la tradición romana [15].
- O₂. Criterio calendario Pascual. Considera que se orientaron en dirección a la observación solar la Pascua de Resurrección [16].
- O₃. Criterio calendario Litúrgico. Supone un direccionamiento hacia la festividad del patronaje al que iba a ser dedicada [17].
- O₄. Criterio topográfico. Donde la orientación está ligada a un accidente geográfico o un paisaje característico donde se dirige la orientación en los equinoccios [18].
- O₅. Criterio constructivo. La iglesia fue orientada según unas condiciones topográficas y constructivas, sin tener en cuenta ningún aspecto litúrgico [19].

La determinación del parámetro de la declinación astronómica (δ) permite comparar las orientaciones en territorios distantes. La declinación astronómica (δ) tiene un rango de coordenadas ($-23,5^\circ$, $+23,5^\circ$), ya que la trayectoria de la eclíptica es regular. El Sol alcanza la distancia máxima hacia el Norte, el 21 de junio, $\delta = +23,5^\circ$, y hacia el Sur el 21-22 de diciembre, $\delta = -23,5^\circ$. Los equinoccios en el hemisferio Norte, se producen cuando la eclíptica y el ecuador celeste intersecan, en sentido ascendente el 20 o 21 de marzo, $\delta = 0^\circ$ y entre el 20 y 23 de septiembre, $\delta = 0^\circ$, en sentido descendente. Su cálculo se realiza a partir de la latitud (Φ), el azimut geográfico en nuestro caso promediado mediante un proceso estadístico a la que se ha definido como Azca. Los valores son producto de la medición con Terrestrial Laser Scanner (TLS), de la reposición sobre la georreferenciación a través del *Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya* (ICGC) y la determinación del direccionamiento de sus cubiertas a través de Google Earth. (Figura 5.a) y finalmente la altura del horizonte (ASS) en la dirección del edificio (Figura 5.b) [20].

Para la calibración de la precisión de las anomalías (EA) de los valores lineales y angulares toman como referencia la cana aranesa (1.896 m). Para las longitudes se obtiene un EAd= (0,000-0,084 m), así el error máximo ($\pm 0,084$ m) representa el ($\pm 1,477\%$). En el caso de la medida de los ángulos el valor determinado es EAa= (0,000-4,172 $^\circ$), con un error máximo ($\pm 4,172^\circ$) equivalente

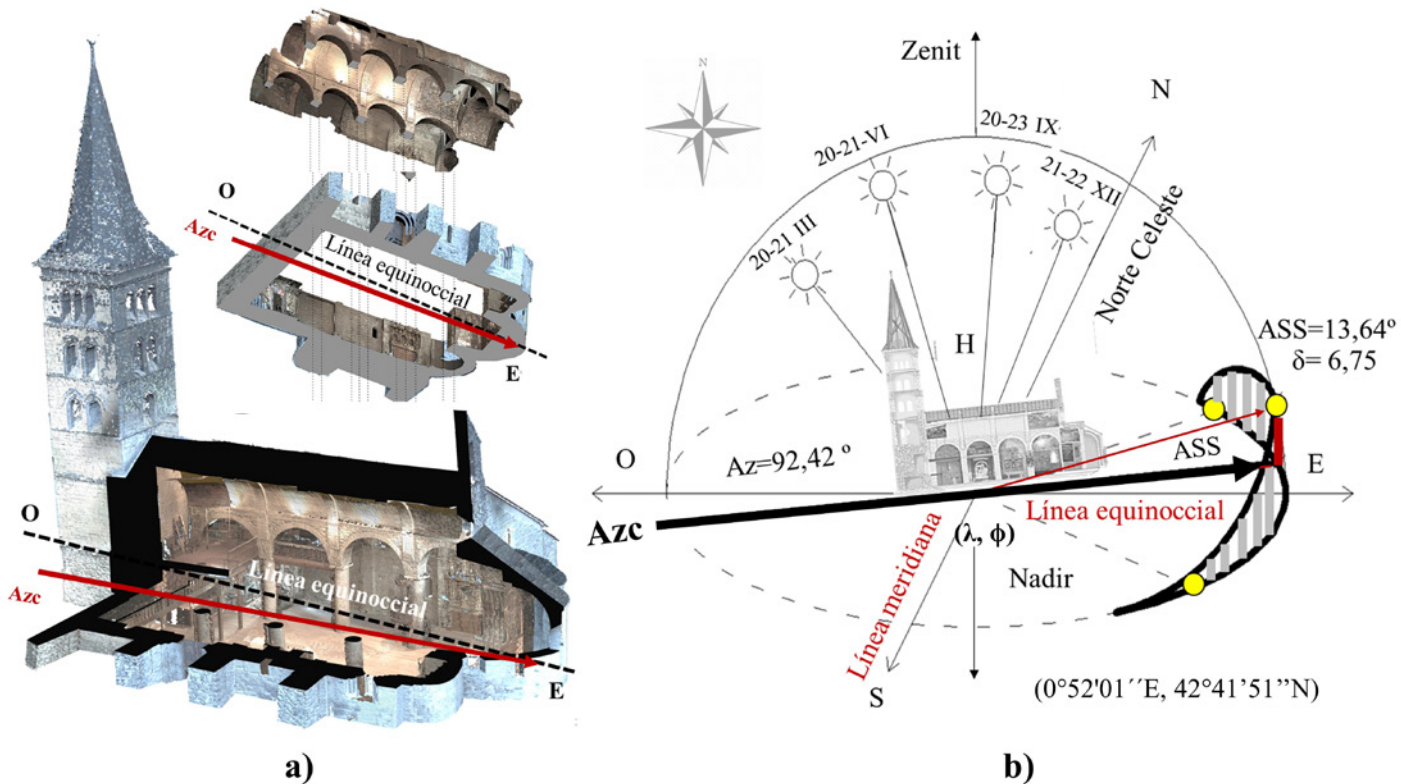


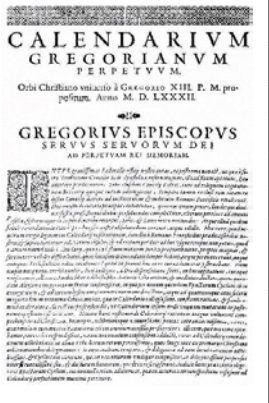
Figura 5. Determinación de la declinación astronómica (δ). a) Orientación Azca= 92, 42° de Santa Maria de Arties (34); b) Visualización de la altura del horizonte ASS

al (±1,159%) del arco sexagesimal. Entenderemos como valor de la orientación canónica de Este a Oeste (Az= 90,00°) el comprendido en intervalo (85,828 °- 94,172 °) [21]. Hay que tener en cuenta que el calendario Juliano provocó un desajuste en los equinoccios con respecto a los calendarios litúrgicos, circunstancia que motivó el cambio de la fecha del calendario Gregoriano (1582) con la bula *Inter gravissimas* de Gregorio XIII (1502-1585).

Para la comprobación del replanteo de los ejes meridianos o equinociales de estas iglesias románicas podría inducir a error, puesto que el calendario Juliano acumulaba un error de 6-7 días respecto al año trópico (Tabla 1).

Tabla 1. Ajuste equinoccios Calendario Gregoriano Juliano (s. XI-XIII)

Año	Equinocio	Gregoriano	Juliano	Desfase días	Desfase Absoluto
2000	Primavera	21	8	13	0
	Otoño	23	10	13	
1300	Primavera	21	13	8	5
	Otoño	23	15	8	
1200	Primavera	21	14	7	6
	Otoño	23	16	7	
1100	Primavera	21	14	7	6
	Otoño	23	16	7	
1000	Primavera	21	15	6	7
	Otoño	23	17	6	



La Pascua se determinaba a través del *computus paschalis*, mediante los calendarios litúrgicos en forma de rosetas. Así se calculaba el *numerus aureus* y el de las *littera dominicalis*, donde el número áureo, indica la repetición de la secuencia del período del ciclo lunar completo, cuyo retorno se realiza cada 19 años conocido como *circulus decemnovennalis*. La letra dominical designa la secuencia del primer domingo del año y debido a los años bisiestos, hace que el ciclo solar completo se repita cada 28 años. Se determina así el ciclo Pascual que se conoce como *circulus magnus*, circunstancia que se produce cada 532 años

Para determinar la fecha del Patrón de la advocación de una iglesia, hay que tener en cuenta ciertas correcciones con el Calendario Romano de Pablo VI (1897- 1978), del *Mysterii paschalis celebrationem* (1969) [22], dado que no coincide con los del uso en la época de referencia (s. XI-XIII).

No sabemos con precisión cual era el de uso diocesano local, pero como apuntamiento bien pudiera ser el *Martirologio Hieronymianum* (s.VI) [23], otros de tradición mozárabe [24] y a lo mejor, incorporando más tardíamente la *Summa aurea* (1250) de Jacopo della Voragine (1230-1298) [25].

Tabla 2. Tabla de la declinación solar de las iglesias románicas del Valle de Aran

Espacio sacro	Lat. (Φ)	Lon. (λ)	Aza	Azn	Azg	Azca	ASS	(δ)	Gregoriano	Juliano	Hora	Gregoriano	Juliano	Hora
41 Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs	42,70°	0,92°	111,05°	109,57°	108,96°	109,86	13,40°	-4,95	8-Mar	2-Mar	7:40:20	5-Oct	29-Sep	7:19:08
40 Sant Fèlix de Bagergue	42,72°	0,92°	101,96°	101,53°	101,77°	101,75	22,96°	7,14	8-Apr	2-Apr	7:36:17	4-Sep	29-Aug	7:33:55
39 Sant Estèue de Tredòs	42,70°	0,91°	105,87°	102,14°	103,07°	103,69	13,12°	-1,02	18-Mar	12-Mar	7:19:23	26-Sep	20-Sep	7:20:07
38 Santa Eulària d'Unha	42,71°	0,90°	94,45°	92,58°	93,15°	93,39	14,79°	6,75	7-Apr	1-Apr	6:43:01	7-Sep	1-Sep	6:47:14
37 Sant Andréu de Salardú	42,71°	0,90°	96,56°	94,11°	94,34°	95,00	11,07°	4,07	31-Mar	26-Mar	6:47:39	13-Sep	7-Sep	6:44:35
34 Santa Maria d'Arties	42,70°	0,87°	93,03°	91,68°	92,56°	92,42	13,64°	6,75	7-Apr	1-Apr	6:42:37	7-Sep	1-Sep	6:35:52
31 Sant Pèir d'Escunhau	42,70°	0,83°	53,70°	50,90°	53,71°	52,77	15,14°	-						
30 Sant Tomàs de Casarilh	42,70°	0,83°	71,44°	75,99°	71,99°	73,14	11,04°	19,50	18-May	12-May	5:38:49	25-Jul	19-Jul	5:49:54
29 Sant Estèue de Betren	42,70°	0,81°	107,93°	102,62°	105,73°	105,43	13,99°	-1,81	16-Mar	10-Mar	7:26:48	29-Sep	23-Sep	7:06:26
28 Sant Miquèu de Vielha	42,70°	0,80°	120,05°	120,02°	119,42°	119,83	16,27°	-9,14	25-Feb	19-Feb	8:20:09	18-Oct	12-Oct	7:50:49
27 Sant Andréu de Casau	42,71°	0,79°	87,89°	90,00°	90,59°	89,49	11,52°	7,50	9-Apr	3-Apr	6:43:41	2-Sep	26-Aug	6:28:40
26 Sant Martin de Tours de Gausac	42,71°	0,79°	106,36°	104,99°	104,55°	105,30	13,38°	-1,82	16-Mar	10-Mar	6:50:09	28-Sep	22-Aug	7:06:13
25 Santa Maria de Mijaran	42,71°	0,80°	101,81°	98,73°	100,57°	100,37	26,88°	10,77	18-Apr	12-Apr	7:42:32	25-Aug	19-Aug	7:45:29
24 Sant Fèlix de Vilac	42,72°	0,80°	128,74°	128,15°	126,27°	127,72	21,57°	-10,24	22-Feb	16-Feb	8:55:40	19-Oct	13-Oct	8:28:03
22 Sant Estèue de Montcorbau	42,73°	0,79°	110,33°	103,52°	103,51°	105,79	16,93°	0,17	21-Mar	15-Mar	7:36:16	23-Sep	17-Sep	7:20:49
21 Sant Pèir de Betlan	42,73°	0,79°	88,91°	92,71°	92,80°	91,47	16,10°	9,69	15-Apr	9-Apr	6:48:15	25-Aug	19-Sep	6:48:44
19 Sant Martin d'Aubert	42,73°	0,78°	125,48°	119,63°	126,56°	123,89	12,39°	-14,71	2-Feb	27-Jan	8:23:17	3-Nov	28-Oct	8:21:36
16 Sant Joan d'Arròs e Vila	42,76°	0,77°	43,19°	40,70°	40,27°	41,39	28,29°	-						
15 Sant Miquèu de Vilamòs	42,75°	0,74°	88,57°	90,00°	87,97°	88,85	9,54°	7,13	8-Apr	2-Apr	6:48:42	4-Sep	29-Aug	6:21:08
14 Sant Ròc de Begós	42,74°	0,74°	109,50°	107,08°	107,62°	108,07	8,13°	-8,03	28-Feb	22-Feb	7:18:14	14-Oct	8-Oct	6:54:02
12 Santa Maria de Vilamòs	42,75°	0,73°	107,74°	105,23°	107,24°	106,74	5,97°	-8,03	28-Feb	22-Feb	7:19:08	14-Oct	8-Oct	6:46:29
9 Sant Fabian d'Arres de Jos	42,75°	0,71°	162,01°	164,72°	162,83°	163,19	7,99°	-						
6 Era Mair de Diu dera Purificacion de Bòssost	42,79°	0,69°	120,57°	117,55°	118,25°	118,79	22,81°	-3,76	11-Mar	5-Mar	8:30:33	3-Oct	28-Sep	8:09:07
4 Sant Blas de Les	42,81°	0,72°	126,02°	126,96°	124,57°	125,85	30,69°	-0,59	19-Mar	13-Mar	9:10:13	26-Sep	20-Sep	8:52:04

3. CÁLCULOS ARQUEOMÉTRICOS

Dados la latitud geográfica (Φ), el azimut promediado Azca y de la altura del horizonte ASS, se obtiene la declinación astronómica (δ) (Tabla 2). Con ello también se determina la hora de la efeméride de la visión solar, teniendo en cuenta la refracción solar y de acuerdo con el horario UTC +o Central European Time (CET) (Figura 6).

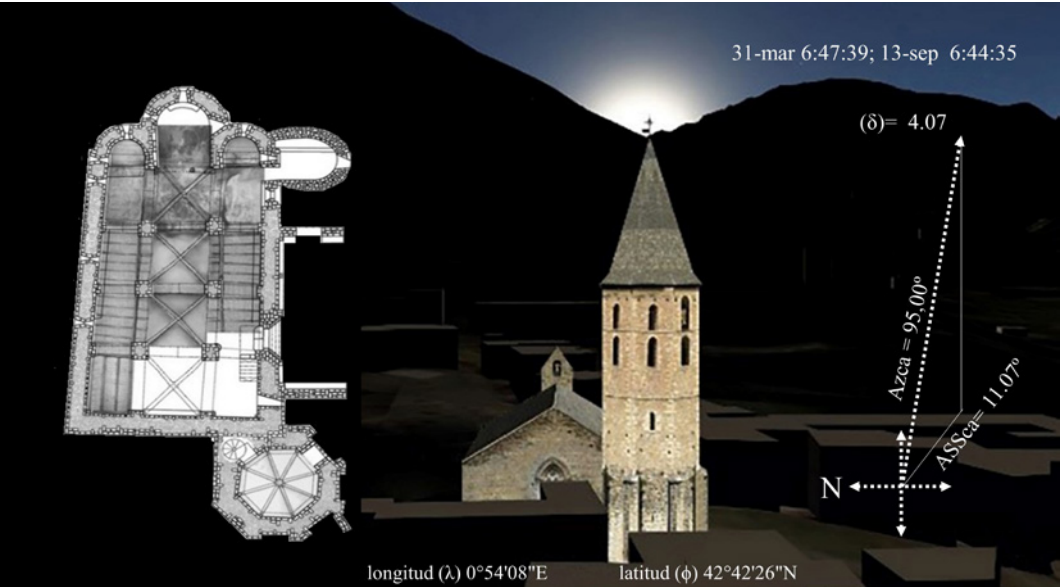


Figura 6. Resultados arquimétricos de Sant Andréu de Salardú (37)

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como se ha determinado en la metodología un margen del valor del arco sexagesimal ($\pm 4,172^\circ$) representado un ($\pm 1,159\%$), circunstancia que corresponde a una precisión de $\pm 4,233$ días. Existe, además, un cierto grado de incertidumbre en la interpretación y clasificación de estos resultados. Primero, para determinar la veracidad del del replanteo original de la construcción (Azca), y en segundo lugar, por la incierta cronológica del inicio de la obra de referencia.

El análisis de los resultados presenta que la mayoría de las 24 iglesias de la Val d'Aran tienden hacia una orientación equinoccial, situándose veintidós de ellas entre el segundo octante (N-E) y tercero (E-S), solamente dos de ellas están alejadas de este ámbito Se deduce que el 54,17% de las iglesias analizadas presentan una orientación dentro del intervalo (90, 00° - 112, 50°) (Tabla 3) (Figura 7.c).

De las once iglesias del primer románico, ocho se concentran en el intervalo (87,97 °- 109,86 °), siendo sus extremos, Sant Miquèu de Vilamós (15) orientado hacia el (E-N) y Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs (41) (Figura 7.a) al (E-S). Mientras que de las trece iglesias del segundo se sitúan entre (73,14 ° - 127,72 °), correspondiendo sus límites azimutales a Sant Tomas de Casarilh (30) y Sant Fèlix de Vilac (24) (Figura 7.b).

En el primer románico en el azimut de Sant Fabian d'Arres de Jos (9) (Figura 8.a), Sant Joan d'Arròs e Vila (16) (Figura 8.b), Sant Pèir d'Escunhau (31) (Figura 8.c) no tienen observación del astro en su horizonte en su alineación, representan el (12,50%) y tienden a orientarse hacia los solsticios.

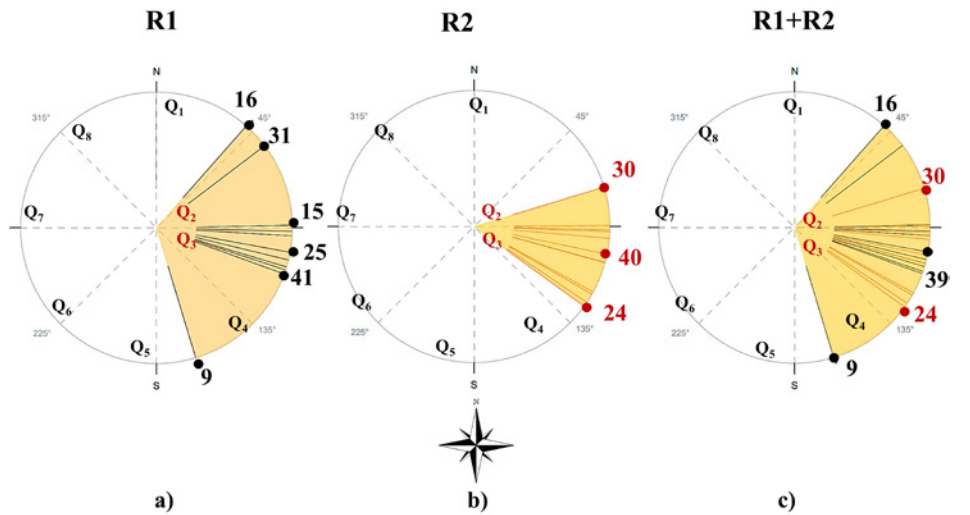


Figura 7. Azimuts primer románico R1 y segundo período R2

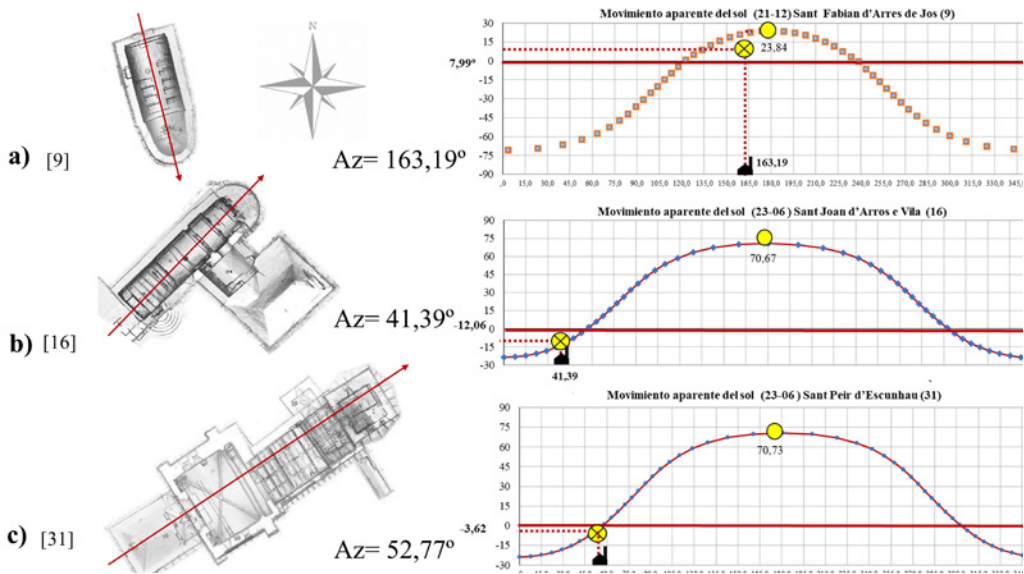


Figura 8. Iglesias de primer románico orientadas hacia los solsticios.

Tabla 3. Cuadro de los cuadrantes de los azimuts las iglesias de la Val d'Aran

Cuadrante	Intervalo angular (α-β)	C/16	Románico 1	Románico R2	Románico 1+2	% C/16	(4+5) %	(5+6)%	4+5+6 %
1	00,0°-22,5°	1	0	0	0	0,00%	66,67%	75,00%	87,50%
	22,5°-45,0°	2	1	0	1	4,17%			
2	45,0°-67,5°	3	1	0	1	4,17%			
	67,5°-90,0°	4	1	2	3	12,50%			
3	90,0°-112,5°	5	7	6	13	54,17%			
	112,5°-145,0°	6	0	5	5	20,83%			
4	145,0°-167,5°	7	1	0	1	4,17%			
	167,5°-180,0°	8	0	0	0	0,00%			
Total			11	13	24	100,00%			

En el caso de Sant Fabian de Arres de Jos (9) su ábside lo hace hacia el verano y su fachada al invierno. La festividad se celebraba de acuerdo con el *Martirologio Hierony* en las *kalendas ianuarius*, correspondiente al uno de enero en calendario juliano, en la actualidad se celebra el 20 de enero (Figura 9.a).

Sant Joan d'Arròs (16) tiende a orientarse hacia el invierno, en cuyo caso la fachada opuesta al Sur, buscando a lo mejor el patronaje del martirio de San Juan Bautista que se celebra en la actualidad el 29 de agosto y que según el *Martirologio* se celebraría las *VIII kalendas augustus* el 25 de agosto y referida al año 1150, el 18 de agosto (Figura 9.b). Circunstancia similar concurre en Sant Pèir d'Escunhau (31) celebraba las *III nonas iunius* que correspondería al tres de junio y traspasado solarmente al veintisiete de mayo (Figura 9.c). Podríamos englobar hipotéticamente estas construcciones dentro de la clasificación dentro de la tipología de orientaciones O_3 .

Existen un conjunto de iglesias donde su declinación astronómica es muy próxima al 21 de marzo (primavera) ($\delta=0,0145$) asignado un error metodológico de $\pm 4,23$ días, su declinación astronómica está dentro del intervalo de ($\delta = -2,00, +1,56$) (16 marzo, 26 marzo).

Podrían pertenecer a este grupo: Sant Estèue de Tredòs, (39) (Figura 10.a), Sant Andrèu de Salardú (37), Sant Estèue de Betren (29) (Figura 10.b), Sant Matin de Tours de Gausac (26), Sant Estèue de Montcorbau (22) (Figura 11) y Sant Blas de Les (4).

Estas iglesias representan el 25.00% de su total, de las cuales dos son del primer periodo y cuatro pertenecerían al segundo románico. Muy cercano a esta declinación estaría la iglesia de Era Mair de Diu dera Purificación de Bossost (6) (Figura 12).

La pequeña iglesia de Sant Blas de Les es la que tiene mayor altura del horizonte de la Val d'Aran, ASS de 30, 69°, y con un azimuth declinado hacia el Sur, Azca=125,85 °, la salida del sol se produce en el calendario actual el día 19 de marzo buscando la orientación del Este (Figura. 13). Todas estas iglesias podrían estar alineadas según el criterio de una azimuth de la tipología O_4 .

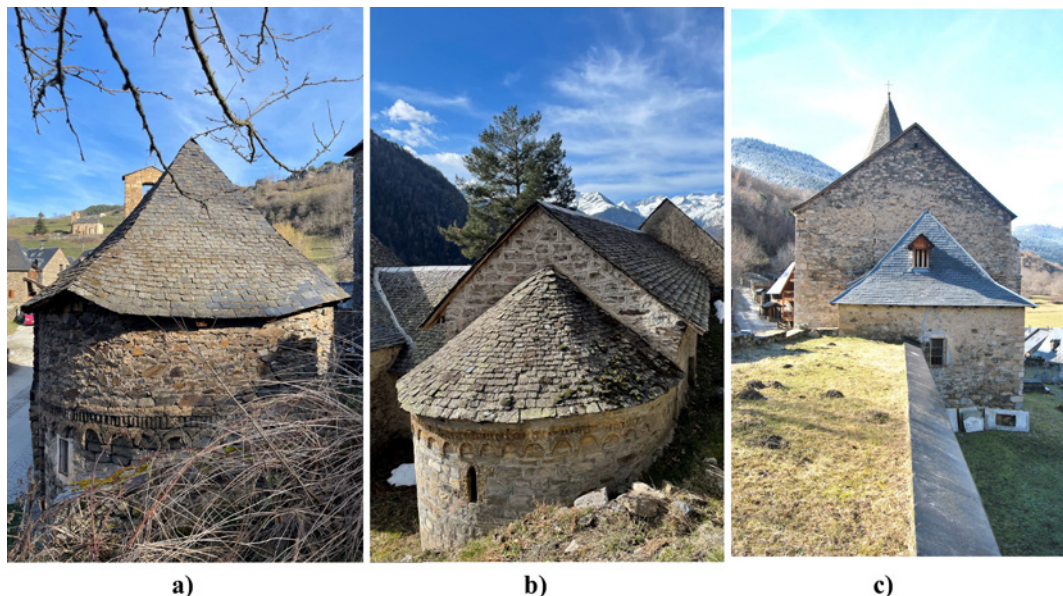


Figura 9. a) Sant Fabian de Arres de Jos (9); b) Sant Joan d'Arròs (16); c) Sant Pèir d'Escunhau (31)

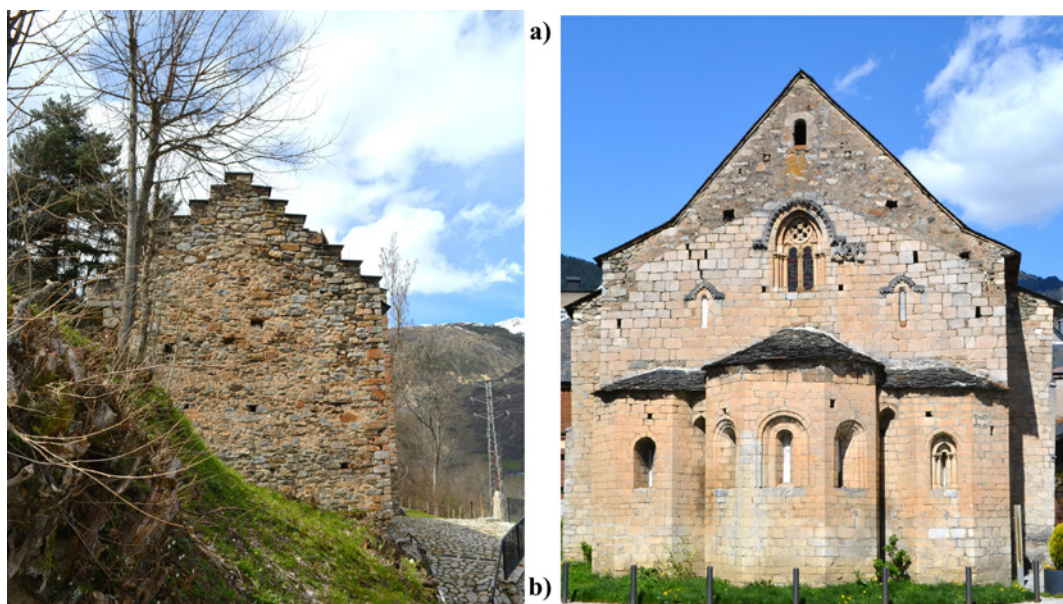


Figura 10. Iglesias orientadas a su horizonte. a) Sant Estèue de Tredòs (39); b) Sant Estèue de Betren (29)

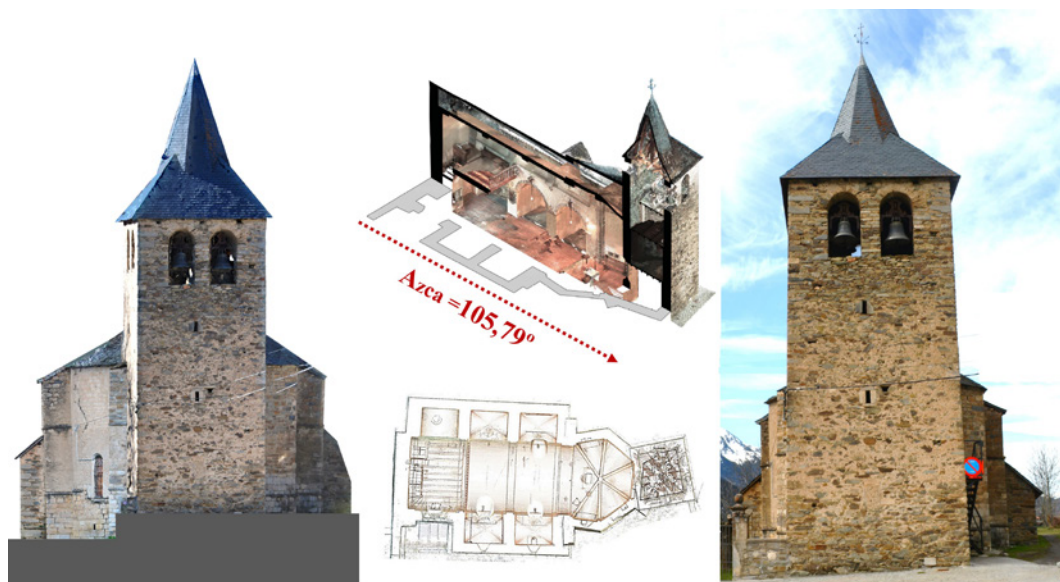


Figura 11. Sant Estève de Montcorbau (22)

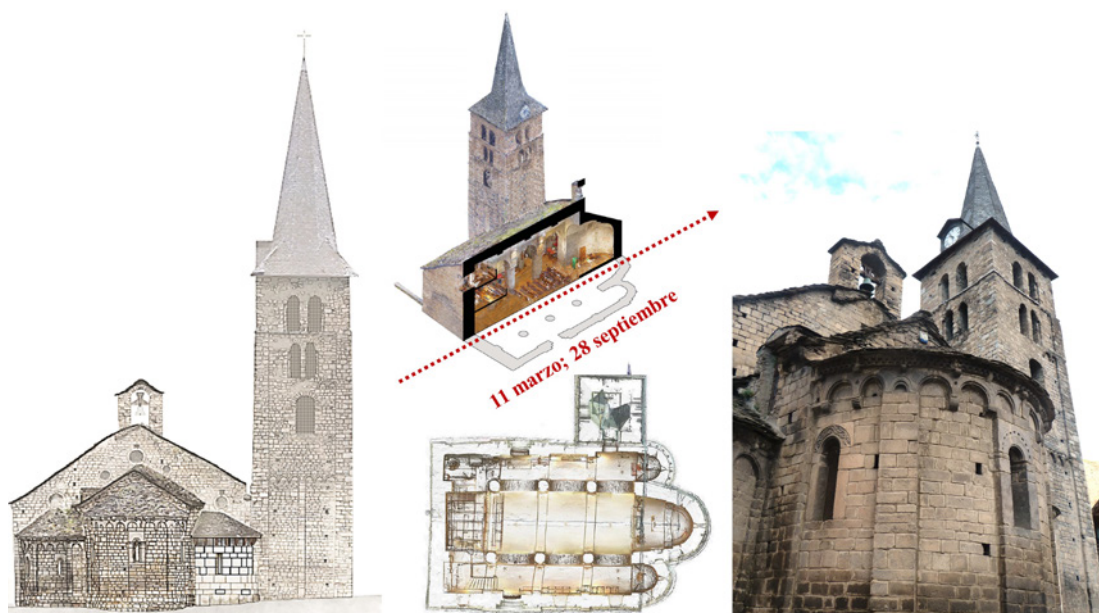


Figura 12. Era Mair de Diu dera Purificació de Bossost (6)

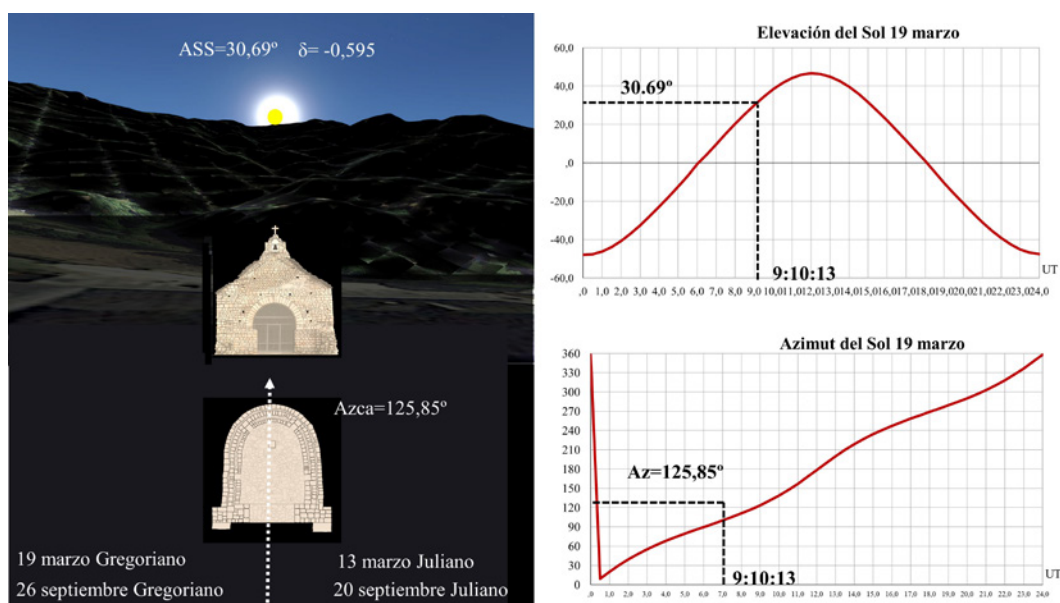


Figura 13. Sant Blas de Les orientada con la observación de la salida de sol muy próxima a los equinoccios según O4

Por otra parte, la fecha de Pascua se establece entre los extremos del 22 de marzo y el 25 de abril, con el error metodológico y el cambio de calendario juliano, estaría en el intervalo (16-III, 19-IV) ($\delta = 0,21, +12,58$). Dentro de esta posibilidad encajarían, del primer románico: Santa Eularia d'Unha (38), Sant Peir de Betlan (21) y Sant Miquèu de Vilamós (15). Del románico más tardío: Sant Fèlix de Bagergue (40), Sant Andreu de Salardú (37), Santa Maria d'Arties (34), Santa Maria de Mijaran (25), Sant Andreu de Casau (27), Sant Estèu de Montcorbau (22). Estas iglesias representan un total de 37,50% y podrían estar orientadas según el criterio O2.

Un grupo de las iglesias aranesas están orientadas de Este a Oeste, dentro del margen A_{zca} (88, 85°- 93,39°) y una declinación ($\delta = 6,75-9,69$), definida como canónica O₁. Los valores Azca de estas cinco iglesias tienen un valor con error cuadrático de (91,12 $\pm$ 2,15°). Pertenecen Santa Eularia d'Unha (38) (Figura 14), Santa Maria d'Arties (34) (Figura 15), Sant Andreu de Casau (27), Sant Peir de Betlan (21) y Sant Miquèu de Vilamós (15).

Esta circunstancia indica que estas cinco iglesias no pudieron ser trazadas observando el astro solar en su horizonte, por lo que su orientación debió determinarse mediante un método geométrico, ya que la observación solar a través de su altura máxima comportaría errores superiores. Muy cercano a estas características se encuentra Sant Andreu de Salardú (37) con un $A_{zca} = 95,00^\circ$, con un error menor a un grado del error metodológico (Figura 6). Este conjunto representa el 20.83%, podría estar orientadas de acuerdo con el criterio O₁. Existe un grupo de iglesias con declinación incierta, pero coincidente con un perfil topográfico que ha necesitado de un condicionamiento del terreno para poder tener suficiente superficie, a través de excavación y explanación, coincide con una alineación perpendicular a la pendiente.

En algunos casos, el muro de cerramiento actúa como elemento de contención, por lo que su disposición estaría relacionada con su condición constructiva, podrían ser el caso de: Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs (41) (Figura 16), Sant Miquèu de Vielha (28), Sant Fèlix de Vilac (24), Sant Martin d'Aubert (19), Sant Ròc de Begós (14) y Santa Maria de Vilamós (12), a las que se podría considerar dentro de la tipología O₅.



Figura 14. Orientación canónica de Santa Eularia d'Unha (38)

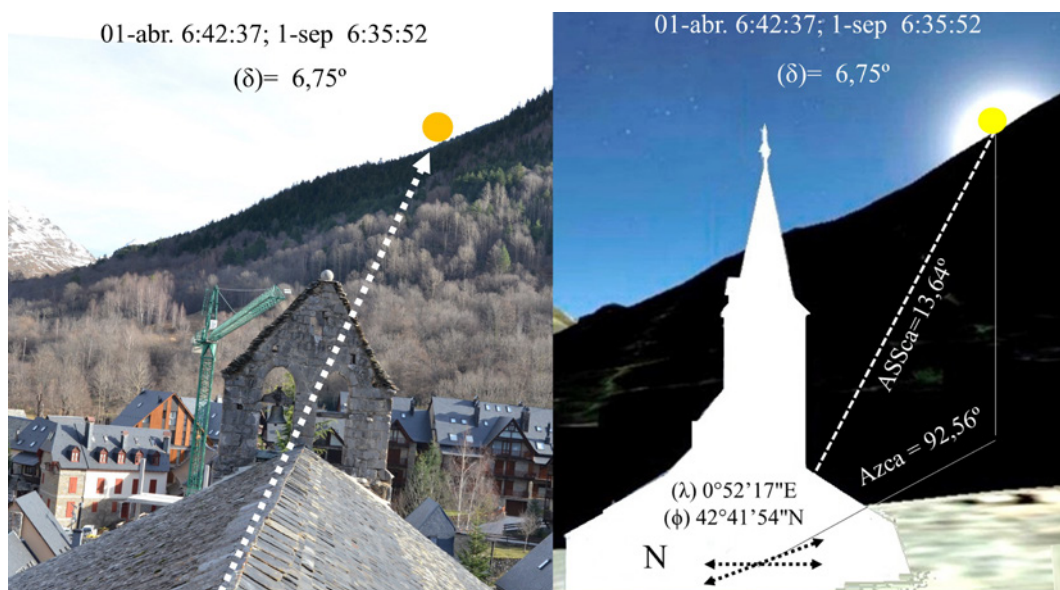


Figura 15. Arqueometría de Santa Maria d'Arties (34) orientada O1

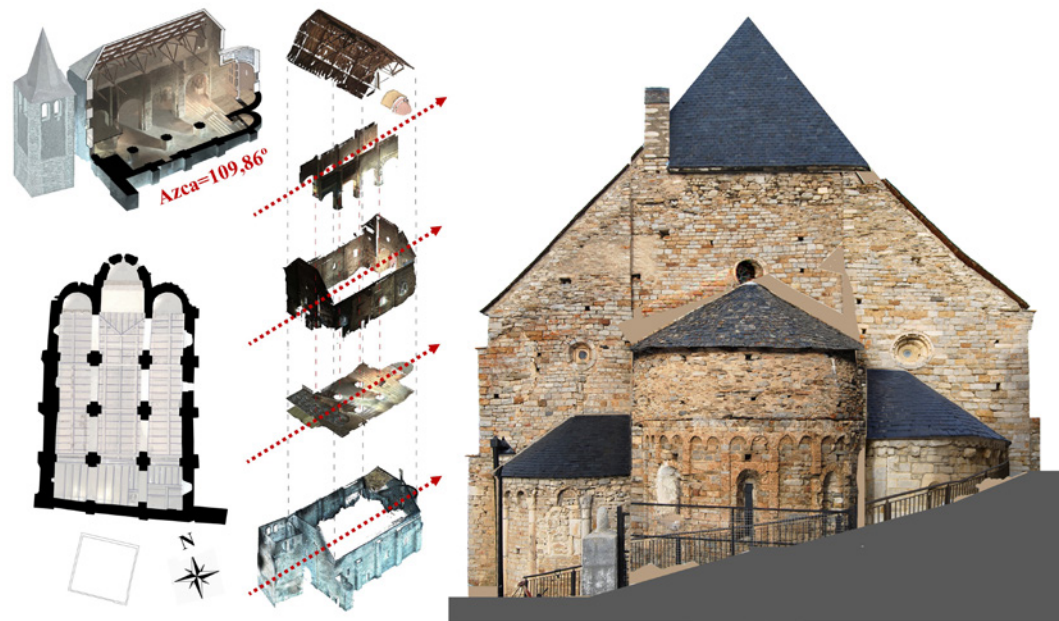


Figura 16. Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs (41), Azca= 109, 86°

4.1. Taxonomía arqueométrica de la Val d'Aran

La metodología empleada en base a un error relativo podría estar matizada en algunos casos, por aquellas iglesias que están en el límite paramétrico y que pudieran contener otros tipos de errores derivados de su ejecución. Se toma para su clasificación en aquellas iglesias donde existe la concordancia de diferentes tipologías de orientación $O_{(1-5)}$, en base a la referencia jerárquica de las *ecclesiae ad orientem*. Con este criterio es posible hacer una taxonomía matizando las hipótesis iniciales $O_{(1-5)}$ (Figura 17).

En primer lugar, hay que destacar que las iglesias de la Val d'Aran están mayoritariamente orientadas hacia los equinoccios (79,17%) (Figura 18.a, b, d, e) y en especial lo hacen las del primer románico (Figura. 17.b). Tan solo un 20,83% tienden hacia los solsticios, de manera que las cabeceras de Sant Joan d'Arròs (16) y Sant Pèir d'Escunhau (31) se orientan hacia el de invierno y en menor medida Sant Martin d'Aubert (19) lo hace hacia el Norte el 2 de febrero. En el caso de Sant Fabian de Arres de Jos (9) lo hace el verano, como también Sant Tomas de Casarilh (30) (Figura 19) que se alinea con el horizonte el 18 de mayo, tendiendo hacia el Sur (Figura 18.c) pudiendo concurrir dentro de la tipología O_3 .

La gran mayoría de las iglesias toman como referencia la del Este-Oeste ($\delta=0,0145$). Unas lo hacen a la salida sol en su horizonte montañoso. Un total de seis iglesias, y asignado el error metodológico estarían dentro del intervalo $\delta= (-2,00, +1,56)$ perteneciente al intervalo (16 marzo, 26 marzo). Es el caso de Sant Estève de Tredòs, (39), Sant Andréu de Salardú (37), Sant Estève de Betren (29), Sant Matín de Tours de Gausac (26), Sant Estève de Montcorbau (22) y Sant Blas de Les (4); lo que representa el 25,00 % (Figura 18.d). Toma una disposición muy próxima a estos los resultados Era Mair de Diu dera Purificación de Bossòst (6) clasificadas como O_4 .

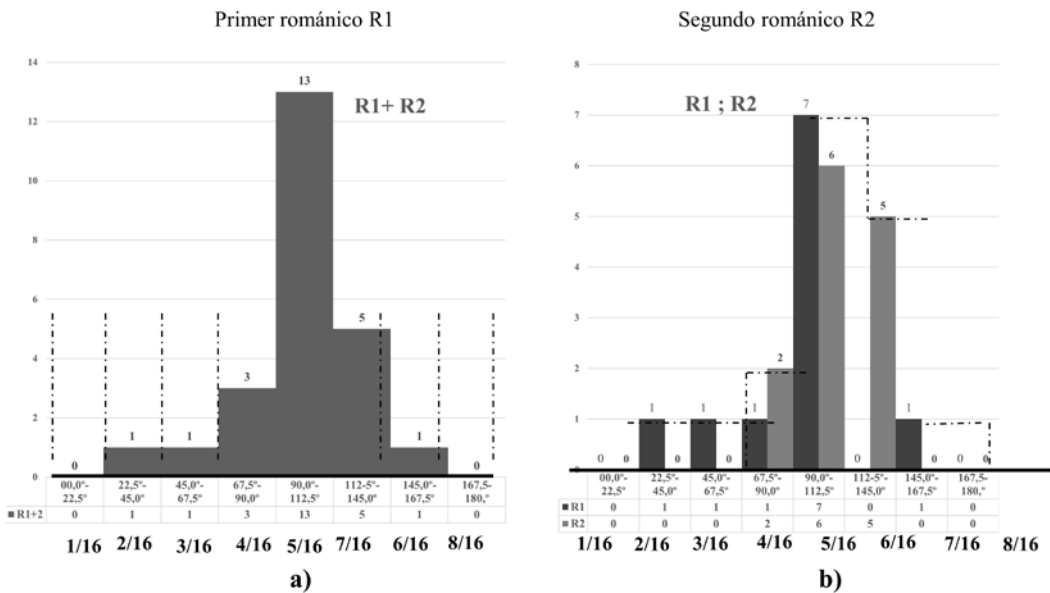


Figura 17. Azimuts de las iglesias románicas Val d'Aran

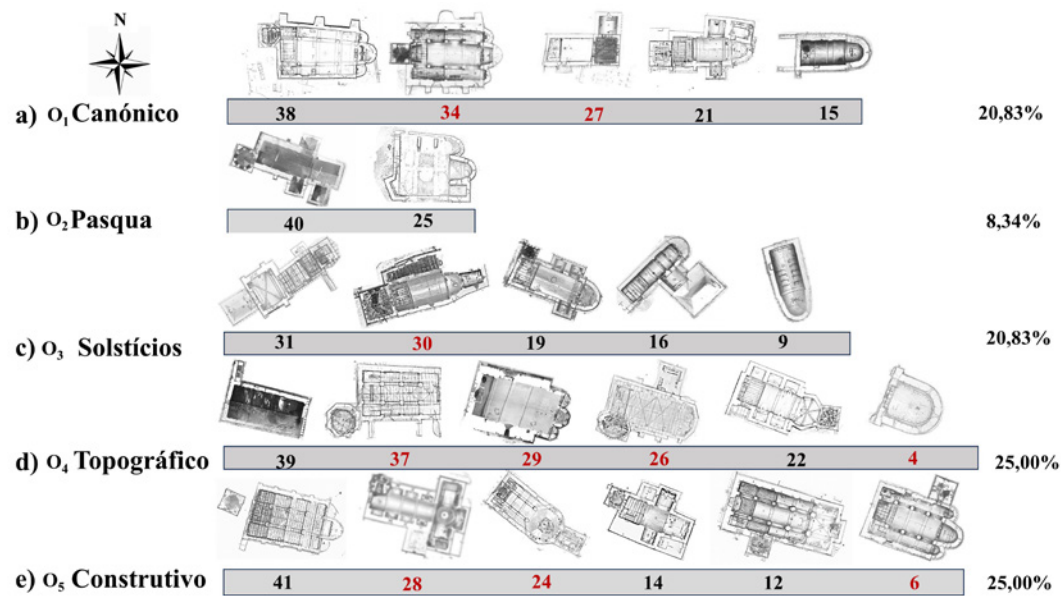


Figura 18. Catalogación de las iglesias románicas de la Val d'Aran

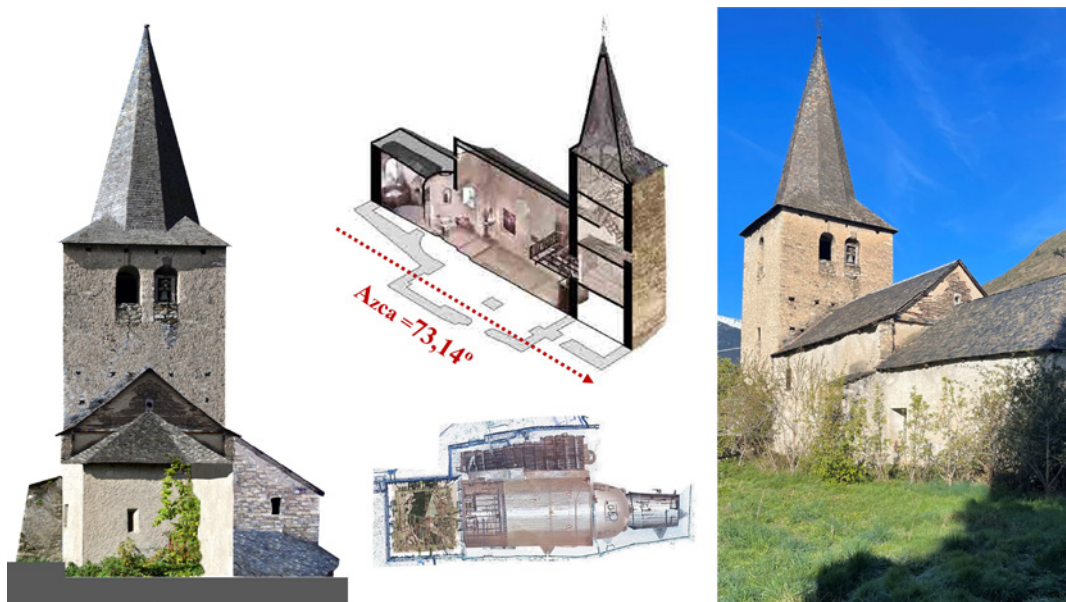


Figura 19. Sant Tomas de Casarilh (30)

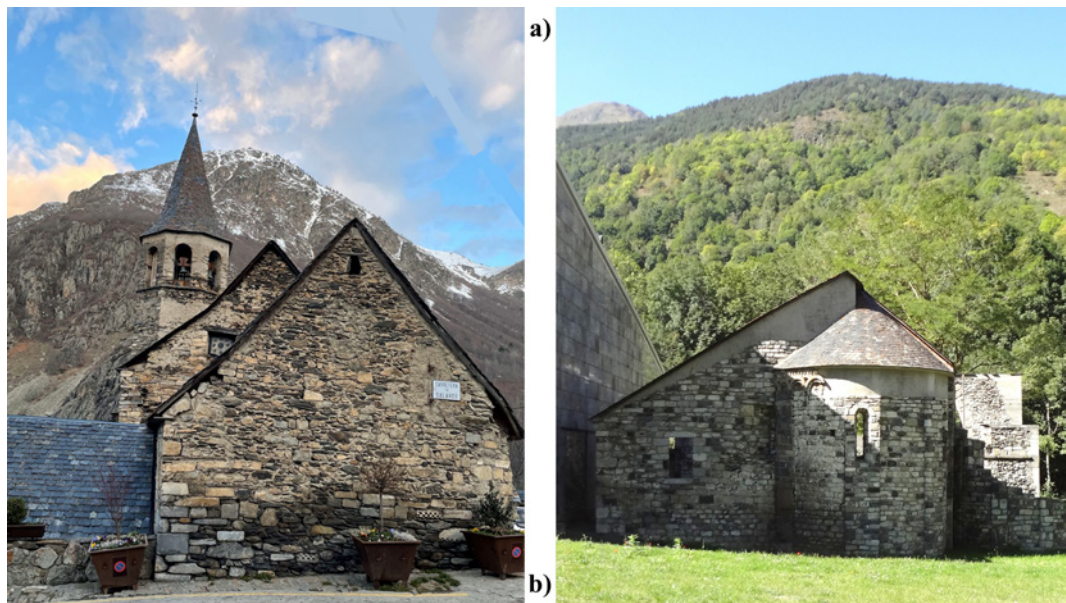


Figura 20. Hipótesis de orientación en la Pascua de Resurrección. a) Sant Fèlix de Bagargue (40); b) Santa Maria de Mijaran (25)

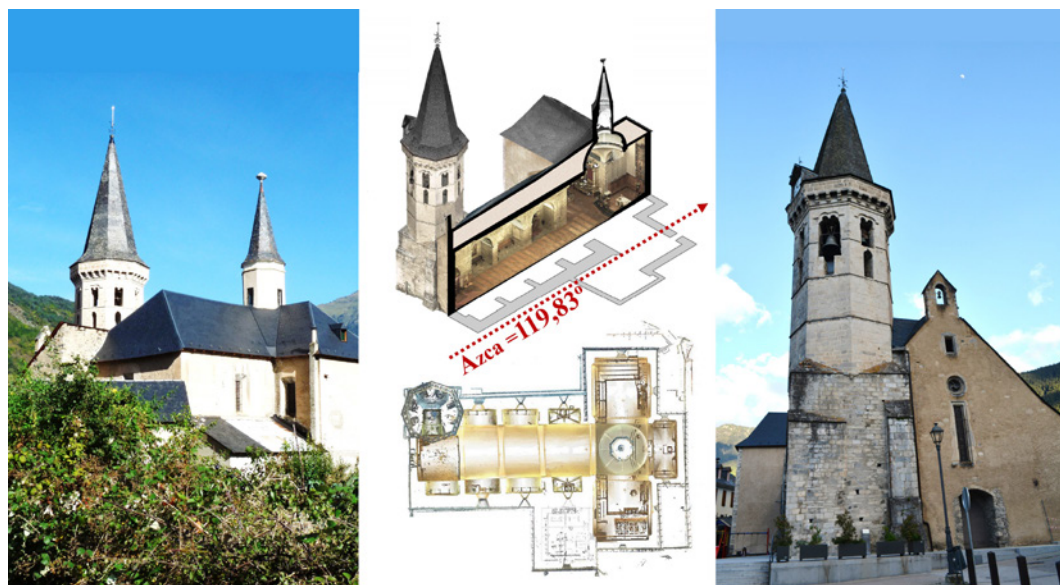


Figura 21. Orientación de Sant Miquèu de Vielha (28)

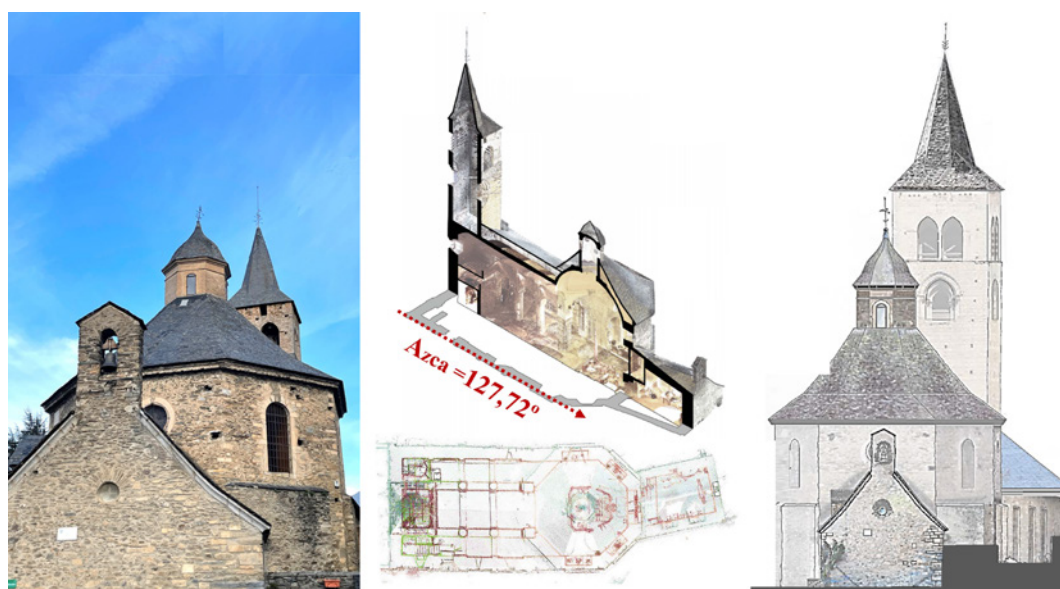


Figura 22. Orientación de Sant Fèlix de Vilac (24)

Otras de estas construcciones sacras lo hacen en dirección a las definidas como la orientación canónica A_{zca} ($90,00^\circ$), significando un total del 20.83%, están situadas dentro del intervalo de sus azimuts A_{zca} ($85, 82^\circ - 94, 17^\circ$), $\delta = (6,75, 9,69)$. Son: Santa Eulària d'Unha (38), Santa Maria d'Arties (34), Sant Andrèu de Casau (27), Sant Peir de Betlan (21), Sant Miquèu de Vilamós (15) (Figura 28.c), y muy cercano Sant Andrèu de Salardú (37) con un $A_{zca} = 95,00^\circ$ y concurrentes con O_1 (Figura 18.a).

Un grupo más incierto por la dificultad cronológica de su construcción y relacionado con la incertidumbre de la fecha de Pascua que se establece entre el 22 de marzo y el 25 de abril $\delta = (0,21, +12,58)$ son un total de nueve iglesias.

Eliminando aquellas ya citadas por repetición, se podrían considerar dentro de esta hipótesis; Sant Fèlix de Bagèr (40) (Figura 20.a) y Santa Maria de Mijaran (25) (Figura 20.b). Ambas tienden también hacia oriente y representan el 8,34% del total, pueden pertenecer a la tipología O2 (Figura 18.b).

Otras seis iglesias orientadas ligeramente hacia el Norte con ($\delta = -3,76, -10,24$): Santa Maria de Cap d'Aran de Tredòs (41), Sant Miquèu de Vielha (28) (Figura 21), Sant Fèlix de Vilac (24) (Figura 22), Sant Ròc de Begós (14), Santa Maria de Vilamós (12) (Figura 23), Era Mair de Diu dera Purificación de Bossost (6) y Sant Ròc de Begós (14) podrían pertenecer a O_5 (Figura 18.e).

4.2. La orientación canónica en la Val d'Aran

Teniendo en cuenta la referencia que tan sólo el 11,60% de las iglesias románicas de la Península Ibérica están establecidas en esta orientación canónica Este-Oeste, hay que destacar que el (20,83%) de las construcciones sacras de la Val Aran están orientadas con esta precisión. Las iglesias de Sant Miquèu de Vilamós (15) (Figura 24), Sant Peir de Betlan (21) (Figura 25), Sant Andrèu de Casau (27) (Figura 26), Santa Maria d'Arties (34) y Santa Eulària d'Unha (38) con trazado canónico y dada su declinación astronómica ($\delta = 4,07 - 9,69$) hace pensar que fueron trazadas por algún método geométrico.

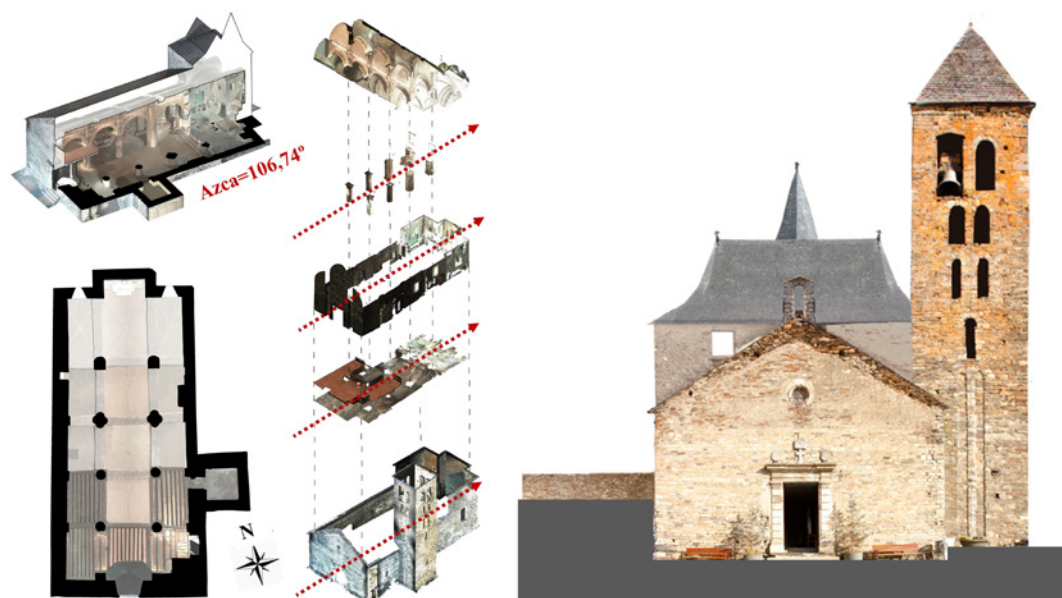


Figura 23. Santa Maria de Vilamós (12), Azca=106,74° orientadas con criterio constructivo O5

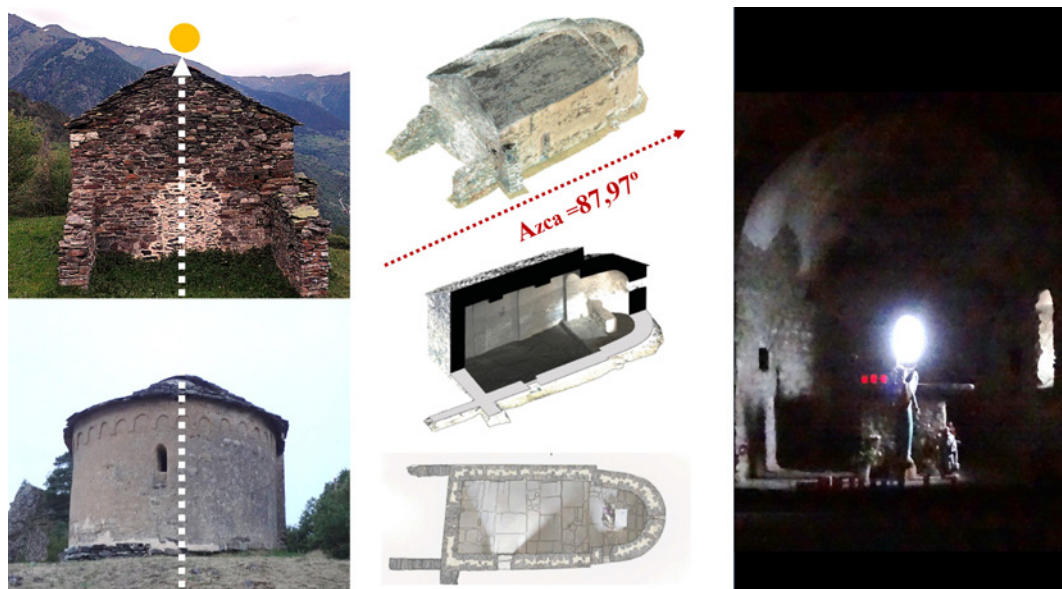


Figura 24. Sant Miquèu de Vilamós (15). Orientación canónica con una altura del horizonte ASS>0. Amanecer solsticio de verano 2016



Figura 25. Sant Peir de Betlan (21) con orientación canónica O1



Figura 26. Sant Andreu de Casau (27) con orientación canónica O1

Esta consecuencia es una de las características de los valores patrimoniales del románico arañés. Tipológicamente Santa Eulària d'Unha (38) y Santa Maria d'Arties (34) son iglesias que disponen de una planta basilical con tres naves perteneciendo a las grandes iglesias aranesas.

Están situadas en Naut Aran y pertenecen, Unha al primer románico y Arties al segundo. Estas estarían en la alineación Vielha-Tredòs $Az28-41= 88,07^{\circ}$ en el curso de la Garona, y por ello muy cercano a la orientación Este Oeste $AzE-O=90,00^{\circ}$.

La evaluación realizada permite un análisis comparativo entre las iglesias de Val d'Aran con las de la Vall de Boí [26] (Figura 27). El análisis se realiza desde la observación solar en el horizonte, definido como topográfico O_4 , y asumiendo el error metodológico de $\pm 4,23$ días, ($\delta = -2,00, +1,56$), con fechas entre el 16 marzo y el 26 marzo. De esta consideración deducimos que la Val de Boí dispone de tan solo de una construcción en este intervalo (11,11 %) mientras que en la Val d'Aran son seis de ellas representando el (25,00%) (Figura 18.d). Sin embargo, hay que destacar que en la Vall de Boí existen en el intervalo ($\delta = -3,60, -0,60$) cuatro de sus iglesias, que representan el 44,44%, que corresponde cronológicamente a replanteos realizados des de 11 al 18 de marzo y muy próximos a la primavera, con una tendencia metodológica hacia la visual en el horizonte de los equinoccios.

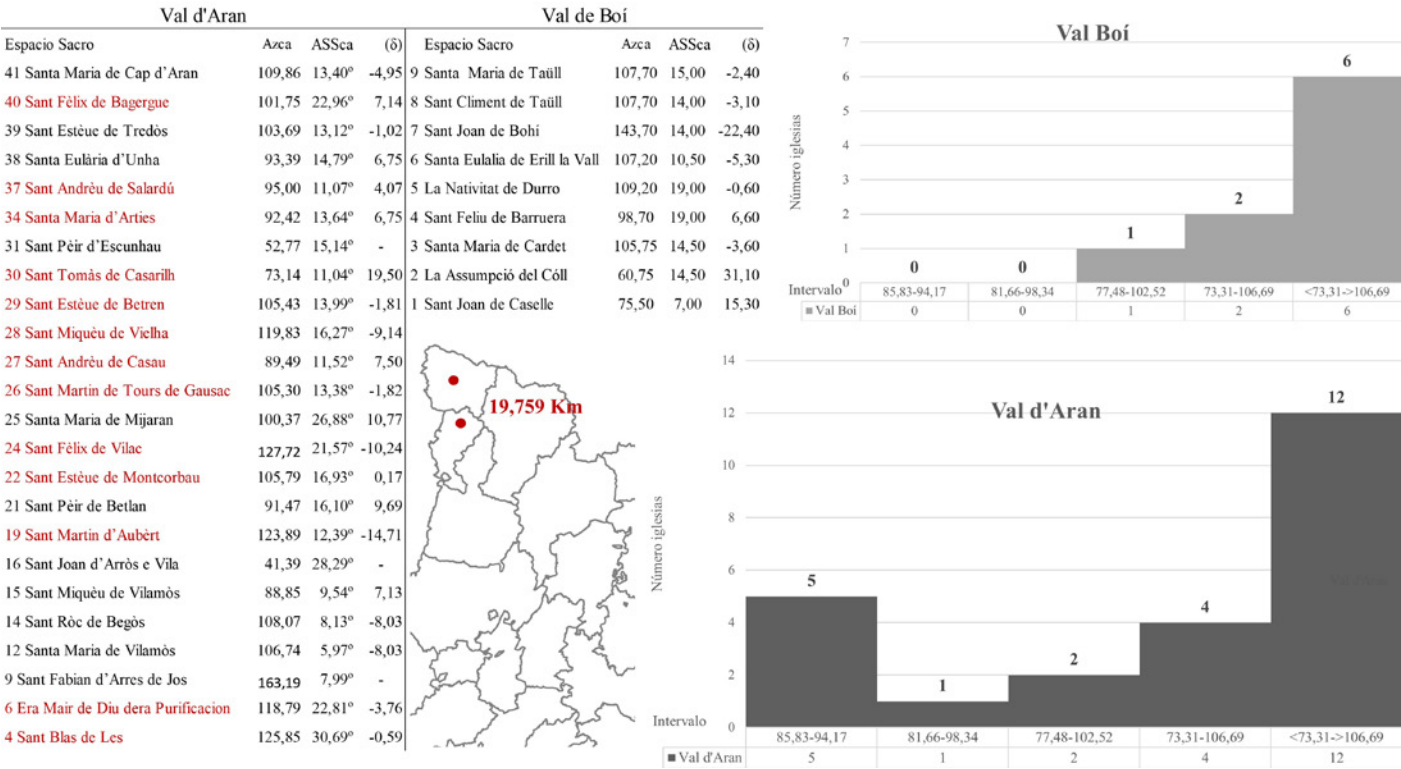


Figura 27. Comparación orientación de la Val d'Aran y Val de Boí

Otra comparación toma como base sobre la orientación canónica (E-o), cuyo error metodológico representa respecto al arco sexagesimal ($360^{\circ} \pm 1,159\%$). Tomando esta referencia como unitaria podemos determinar cinco intervalos ($\pm 1,159\%$, $\pm 2,318\%$, $\pm 3,477\%$, $\pm 4,636\%$, $>4,636\%$). Este análisis nos permite comparar del posible trazado geométrico del replanteo de sus iglesias. En este estadio la Vall de Boí no tiene ninguna iglesia orientada canónicamente ($90^{\circ},00 \pm 1,159\%$), mientras que la Val d'Aran tiene cinco de estas iglesias dentro de este intervalo y si añadimos San Andrèu de Salarú (37) se llegaría a un 25,00% del total de sus iglesias. La gran diferencia entre las metodologías de ambos valles está en la precisión del trazado canónico de las de la Val d'Aran de carácter geométrico, frente a la Vall de Boí que lo hace mediante la observación solar en el horizonte.

5. MÉTODOS TRAZADO ECCLESIA AD ORIENTEM

La localización de la Val d'Aran con una altura del horizonte ($ASS > 0$) hace que el replanteo de la orientación canónica O_1 dependa de la visualización circunstancial y particular del observador, mediante un sistema universal de base geométrica. Este último ha de resolver el trazado meridiano (N-S), o equinoccial de oriente a occidente (E-O), según los métodos de tradición tardo clásica (Tabla 4).

Los métodos geométricos tienen como principal referencia la *De architectura* de Marco Vitruvio Polión (c.80- 20 aC). Estos utilizan la proyección de la sombra ante y post meridiana para determinar la orientación, así aquella de (N-S) (*Vitr, LI.VI.6*), método (M_7) y el del trazado equinoccial (E-O) (M_2), (*Vitr, LI.VI.12*) [27]. Estos métodos serán difundidos a través de Higinio Gromatico (fl. 100) en el *De limitibus constituendi* (M_3) y (M_6) [28]. También aparecen en la *Geometria Incerti Auctoris*, de la obra apócrifa de Gerberto de Aurillac (938-1003), métodos (M_9), *Quot stadia in terris respondeant Zodiaci partibus*, y (M_{10}) como *Quot stadia in terris respondeant Zodiaci partibus*

Tabla 4. Posibles métodos de trazados de la orientación de las iglesias

TIPO ORIENTACIONES Y TOLERANCIA EN LOS MÉTODOS DE TRAZADO						
Método	Autor	Tipo orientación	Tipo trazado	Características	Operaciones geométricas	Error (max) = 0,92%
M1	Vitruvio	Meridiana	Instrumental	2 sombras	6	0,15
M2	Vitruvio	Equinoccial	Instrumental	3 sombras	15	0,06
M3	Higinio Gromatico	Meridiana	Observación	Hora prima	-	-
M4	Higinio Gromatico	Equinoccial	Observación	Hora sexta	-	-
M5	Higinio Gromatico	Meridiano	Instrumental	2 sombras	6	0,15
M6	Higinio Gromatico	Equinoccial	Instrumental	3 sombras	15	0,06
M7	Gisemundo	Equinoccial	Instrumental	2 sombras	4	0,23
M8	Gisemundo	Equinoccial	Instrumental	2 sombras	2	0,46
M9	Apócrifo de Gerberto	Meridiana	Instrumental	2 sombras	6	0,15
M10	Apócrifo de Gerberto	Equinoccial	Instrumental	3 sombras	15	0,06
M11	Brújula	Meridiana	Observación	Brújula	-	-

Otra metodología que emplea la proyección solar a través de un gnomon es el conservado en el cenobio de Ripoll conocido como *Ars gromatica siue geometría Gisemundi* (c. 860). Un método que consiste en determinar la proyección de estas sobre una circunferencia marcando directamente la línea equinoccial (M_7) (Figura 28.a). Otro modo de operar de Gisimundo, es trazar una escuadra sobre una línea uniendo el extremo de dos sombras muy próximas a la hora sexta, consiguiendo así una alineación equinoccial (M_8) [29] Manuscritos, Ripoll 106, *Ars gromatica* “Gisemundi” (76r-89r), Andreu 2012, 49-123. Existe otra copia, *Codex Parisinus* BnF 8812 (c. 800-833) de la Francia meridional (Figura 28.b).

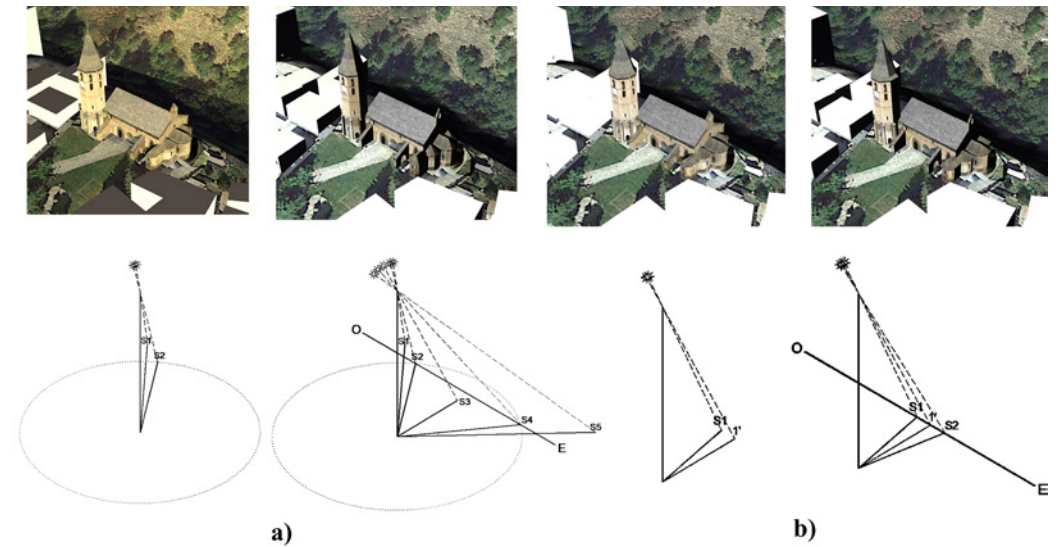


Figura 28. *Ars gromatica* Gisemundo, c880: Sant Andreu de Salarú (37). Equinoccio (2018), S1 11:00 h, S2 13:00 h, 1' 12:00h GTM (Google Earth Pro); a) Método M7; b) Método M8

Otros métodos conocidos por las fuentes gromáticas calculan la alineación mediante la posición solar. En unos casos determinando la orientación equinoccial a través de la hora prima (M_3) y en otros, con la meridiana con la hora sexta (M_6) [30]. Otra hipótesis es la posible utilización de la brújula referida por Guiot de Provins (c. 1150-c. 1208) como la *piere laide* et *brunette* [31].

Para determinar los posibles instrumentos de trazado, tenemos referencia de la *groma*, la *metae*, el *signa* y *perpendicularis* en el *De arte mensoria* de Frontino (c. 30-104) [32] y la *Limitis repositio* de Marcus Iunius Nipsius (f. 200) [33]. El sistema operativo para replanteos se realizaba extendiendo cordel entre estacas y tirando sobre él una plomada, y descrito en el *De limitibus constituendi* de Higinio Gromático y en el *De limitibus* de Frontino.

Pese a ello, la *groma* no aparece en los *De instrumentis aedificiorum* en las *Etymologia-rum* (XIX.18) de Isidoro de Sevilla, pero sí aparece la escuadra, (*Etym.* XIX.18.1), la regla (*Etym.* XIX.18.2), la *linea* (cordel) (*Etym.* XIX.18.3) y el compás (*Etym.* XIX.19.10) [34].

Una referencia tardía para la ejecución de replanteos podría ser *La siensa de atermenar* (1401) de Bertrand Boysset escrita en lengua occitana. El texto dedicará una parte a la construcción de la escuadra, realizada con regla y compás (CBM. 237, fol. 216 r) y otra, sin ellos (CBM 327, fol. 218 r, fol. 220 r). En el mismo tratado existen operaciones de aplomado *perpendicularum* (CBM. 237, fol. 143 v) (Figura 29.a), la alineación *extendere lineam* en los términos de la agrimensura romana (CBM. 237, fol. 251 r) [35] (Figura 29.b).

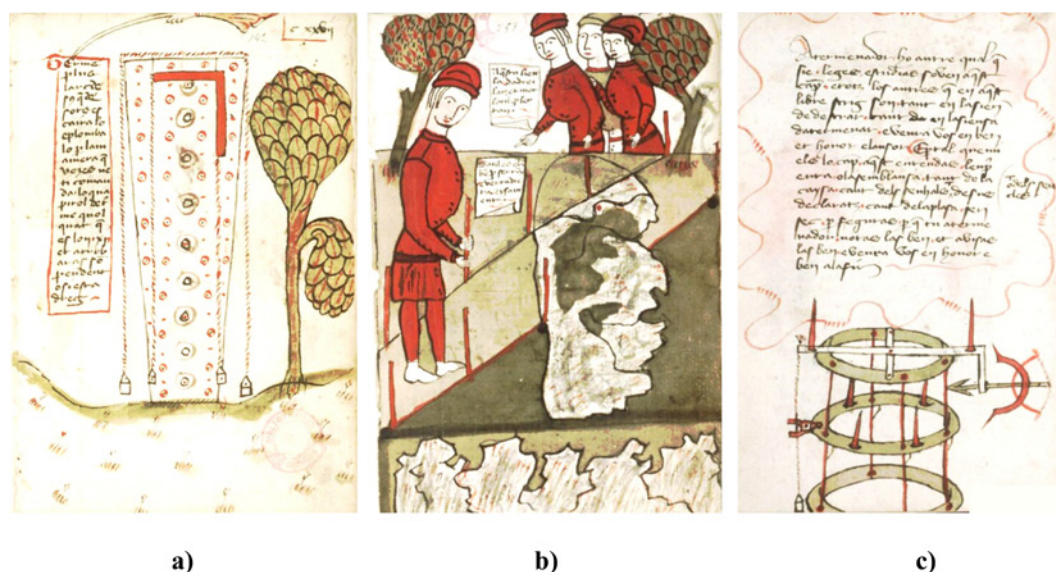


Figura 29. Berand Boysset (1355-1415) La siensa de atermenar (1401); a) (fol. 143 v); b) (fol 251 r); b) (fol 269 v)

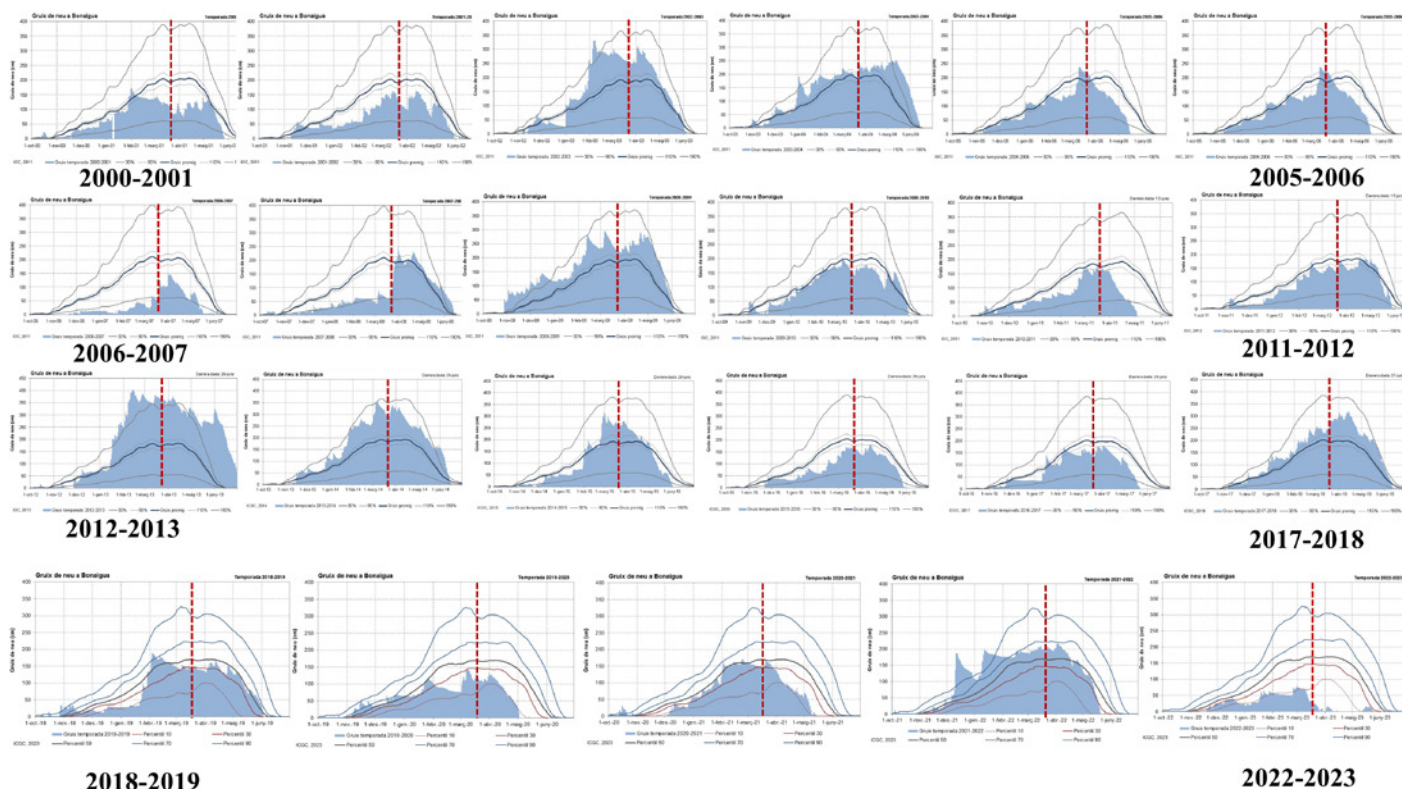


Figura 30. Registros nivometeorológicos de la Bonaigua (2266 m) del Servicio Meteorológico de Catalunya

En la obra aparece la ilustración de un instrumento llamado *cadrim* (CBM 327, fol. 269 v) con cierta similitud a la groma y que podría escuadrar alineaciones de distancias más lejanas (Figura 29.c). Para el trazado (M_1) el más preciso de los determinados, se advierte que la relación entre el gnomon y la circunferencia, de proporción (1:1), tiene más precisión geométrica en el solsticio de verano, pero no se podrían utilizar el solsticio de invierno por su sombra alargada. Los del intervalo de medida más corta (3:4, 1:2), facilitan la utilización en los equinoccios. Tampoco serían útiles para el invierno, para ello, necesitaríamos como mínimo un gnomon de proporción (1:4). Los trazados óptimos (E-O) para la Val d'Aran se producen con la proporción de (2:3) en los equinoccios y trazados próximos a las horas canónicas (III-IX), que coinciden con el cambio de *ora et labora* [36].

En cuanto a la época de trazado hay que constatar que en el de primavera las acumulaciones de nieve están en los máximos anuales, mientras que el de otoño las condiciones climáticas para el replanteo podrían ser más favorables (Figura 30).

No podemos precisar qué metodología se utilizó entre los diez métodos posibles ($M_1 - M_{10}$) para trazar estas iglesias, pero el análisis sugiere que el más preciso es el método (M_7). Era conocido en las proximidades geográficas, concretando su replanteo en tan solo dos operaciones geométricas.

La determinación del periodo en que fueron trazados depende de dos factores: el instrumento de trazado, gnomon, y la época del año en que se realiza. La latitud de Ripoll y la Val d'Aran hace que el comportamiento de las sombras sea similar, de manera que los gnómones de proporción (1:1) funcionan mejor en verano, los bajos (1:1/4) en invierno y los medios (2:3) para los equinoccios.

6. CONSECUENCIAS DE LA ORIENTACIÓN EN EL ROMÁNICO DE LA VAL D'ARAN

La disposición de las orientaciones de estos edificios sacros tiene una incidencia directa en entorno urbano, disponiendo según su posicionamiento unos accesos situados o bien al Sur o al Norte, siendo, además, el punto de reunión dominical de la comunidad. Este factor es decisivo para situar el Portal de la iglesia, normalmente resaltado con un notable elemento escultórico (Figura 31), la de sus campanarios y espadañas y en especial para la orientación de los Campos Santos.

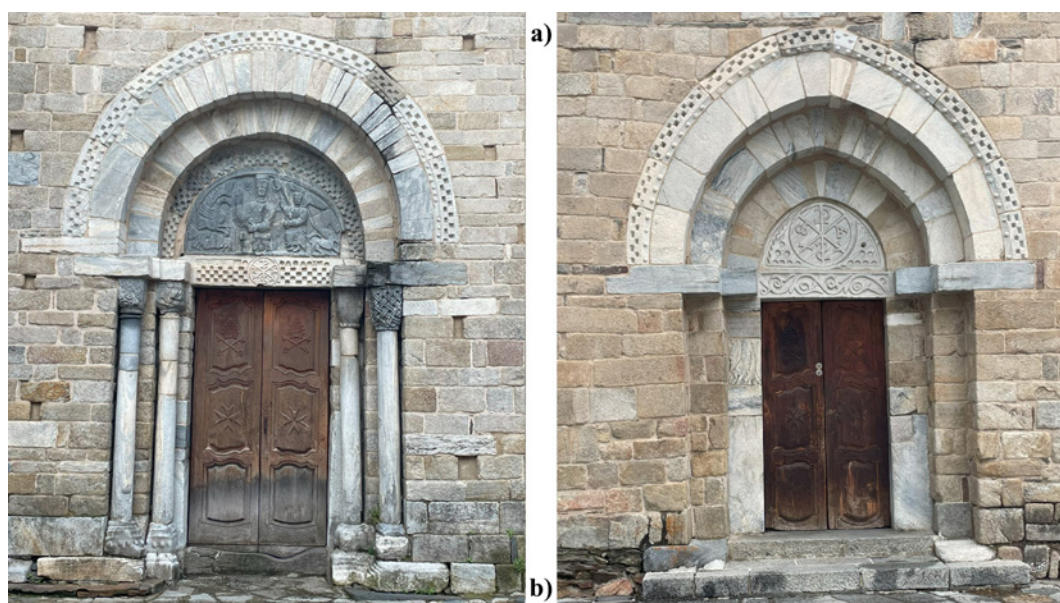


Figura 31. Era Mair de Diu dera Purificación de Bossòst (6)

Los edificios románicos de la Val d'Aran se significan en su paisaje por su perfil y especialmente por la esbeltez de sus campanarios, los primeros en ser iluminado por la acción solar. Estos aparte del significado litúrgico fueron utilizados como refugio y acción de llamada de sus campanas [37], dada su colocación, generalmente en la fachada opuesta a sus ábsides, tienen en algunos casos una función estructural.

La orientación dispondrá la secuencia en las portadas y la iconografía de sus crismones, lo simbolismos (α , Ω) con relación al bautismo, situados portal acceso al espacio sacro y aquellos que significan la resurrección (Ω - α) portal de salida al cementerio.

Por ese motivo también es decisiva para la disposición de sus camposantos, todos ellos a excepción de Vielha colocados junto a sus iglesias, de aquí también la variada disposición de los cementerios en estas iglesias (Figura 32).

La orientación es también determinante para la iluminación interior del espacio sacro, dado que incide sobre la visión de sus elementos litúrgicos, escultóricos y pictóricos. Las iglesias con orientación canónica retrasarán la visión del astro solar sobre su horizonte más allá de los equinoccios, a diferencia de aquellas que lo hacen visualizándolo.

Pese a ello, no hay gran diferencia entre aquellos que lo hacen con la observación del equinoccio O_4 ($\delta = -2,00, +1,56$) entre el dieciséis y veintiséis de marzo, de los canónicos O_1 cuya visualización se realiza entre los días dos y siete de abril. Según los cálculos realizados, el 45,83% de las iglesias reciben su primera iluminación solar perpendicular a sus ábsides en fechas (16-III / 7-IV) muy próximas a los equinoccios y, por tanto, tienen un comportamiento lumínico bastante similar.

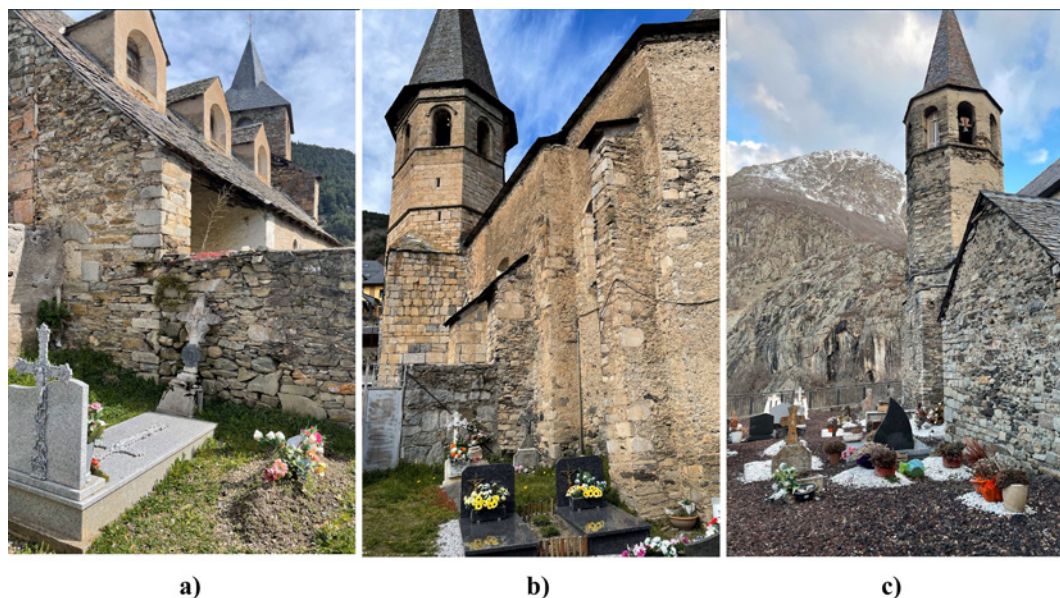


Figura 32. a) Sant Estève de Montcorbau (22); b) Sant Martin de Tours de Gausac (26); c) Sant Fèlix de Bagergue (40)

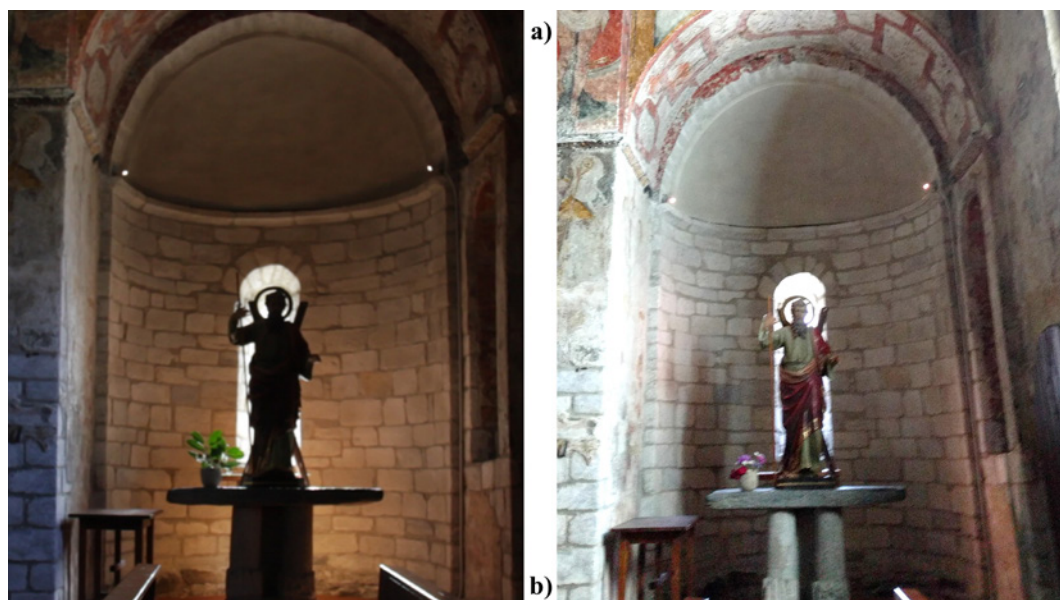


Figura 33. Ábside de Sant Andrèu de Salardú (37)

Las primeras luces en el espacio arquitectónico generan claroscuros en los elementos volumétricos y sombra total en los paramentos verticales de los ábsides (Figura 33.a). A diferencia de ello cuando la una posición solar más alta donde se ensalza la forma y el cromatismo de las imágenes escultóricas (Figura 33.b).

Esta profusión de la luz va a ser tangencial a las bóvedas que cubren el espacio, de manera que quedan veladamente iluminadas, a la vez que cromáticamente protegidas ya que nunca tienen incidencia directa sobre ellas. Esto ha sido aprovechado en algunos casos para la disposición de pinturas murales sobre estas bóvedas, iluminadas tenuemente por la luz que entra a través de las pequeñas ventanas en el ábside o absidiolas, o en el rosetón, o acompañado por pequeños rosetones, que se disponen en el encuentro entre el presbiterio, *sancta sanctorum* y la nave, *sancta*.

El efecto lumínico en las bóvedas dependerá de la inclinación de la luz respecto a la directriz principal. De manera que existe una gran diferencia entre las bóvedas de cañón y las de crucería. Las primeras difuminan la luz en su sección, que provoca una degradación respecto al foco luminoso, como en el caso de Santa Maria d'Arties (34) (Figura 34.a), de aquellas de que no lo disponen como el caso Santa Eulària de Unha.

Bien diferente es el efecto de la pintura mural situada sobre bóvedas de crucería, ya que esta tipología construida con arcos cruceros da lugar a concavidades, situación que provoca sombras sobre una de sus superficies, provocada por los arcos fajones y cruceros, como el caso de Sant Andrèu de Salardú (37) (Figura 34.b).

7. CONCLUSIÓN

Mayoritariamente las iglesias románicas buscan la orientación hacia Oriente circunstancia que representa el 79,17% de su total. Bien sea por su orientación canónica O_0 , por la observación solar en

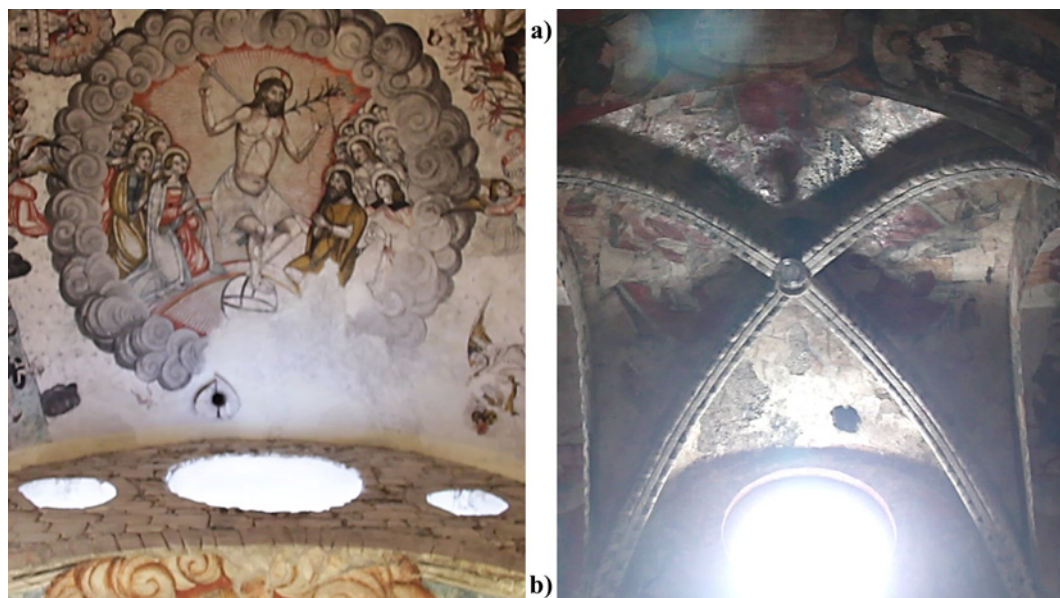


Figura 34. Pinturas murales de las iglesias románicas.
a) Santa Maria d'Arties (34); b) Sant Andreu de Salardú (37).

su horizonte montañoso O_4 , o por ser trazadas con referencia a la Pascua de Resurrección O_2 . Tienden también hacia esta orientación, pero con menos precisión, aquellas que se han considerado trazadas por los condicionantes topográficos del terreno dispuesto para su construcción O_5 , y que representan el 25,00% de estas construcciones. Finalmente, otro grupo de 20,83 % tiende a hacerlo hacia los solsticios, pudiendo en ambos casos también imperar el patronaje de la advocación O_3 .

Las cinco iglesias con orientación canónica analizadas están direccionadas con un error cuadrático de su azimut promediado ($Azca = 91,12^\circ \pm 2,15^\circ$), en el intervalo comprendido ($88,98^\circ - 93,27^\circ$) representando el 20,83% del total. Esta disposición no solo cumple con las condiciones de los principales tratados litúrgicos del *Gemma animae* (c.1120) de Honorio de Autún (1080-c.1153), del *Rationale divinatorum officiorum*, (c.1150) de Juan Beleth (fl. 1135-1182) y del *Mitralis de Officio* (1190) de Sicardo de Cremona, sino que explica el elevado conocimiento científico de aquellos que trazaron sobre el suelo estas iglesias de la Val d'aran.

Una hipótesis es que conocieran las fuentes tardo clásicas, o posiblemente por la cercanía del método (M_1), del *Ars grammatice sive geometria Gisemundi*, conservadas en los códices de Ripoll ACA 160, o en BnF 8812 del Sur de Francia y que además son las que tienen mayor precisión para su trazado geométrico de las orientaciones canónicas

Finalmente nos permite reflexionar sobre la doble etimología de *ad orientem*, una la de orientación de Este a Oeste de tradición romana de trazado geométrico canónico, y otra de la observación de los primeros rayos solares en el horizonte en los estadios de los equinoccios. Liturgia, arquitectura e historia de la ciencia son las principales aportaciones del análisis desde la arqueometría románica aranesa. Donde sus iglesias románicas, *versus orientem, hoc est, versus solis ortum aequinoctialem*, son uno de los símbolos de identidad patrimonial y cultural que está inmerso en estas construcciones arquitectónicas.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Cinta Lluís Teruel: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Josép Lluís i Ginovart: Gestión de datos, Metodología, Recursos, Supervisión, Validación.

REFERENCIAS

- [1] J. Lluís i Ginovart, M. López Piquer, S. Coll Pla y A. Costa Jover, "Topología de la arqueología litúrgica del primer románico del Val d'Aran," *Arqueología de la Arquitectura*, vol. 14, p. e059, 2017. <https://doi.org/10.3989/arqarqt.2017.006>
- [2] J. Lluís i Ginovart, M. López-Piquer, S. Coll-Pla, A. Costa-Jover y J. Urbano-Lorente, "Orientation of the romanesque churches in the region of Val d'Aran, Spain (11th-13th centuries)," *Archaeometry*, vol. 61, no. 1, pp. 226-241, 2019. <https://doi.org/10.1111/arc.12396>
- [3] M. Durliat y V. Allègre, *Pyrénées Romanes*, La nuit des temps Collections, la-Pierre-qui-Vire. Paris: Zodiaque, 1969, pp. 173-209.
- [4] J. Serrate Forga, "Esquema del Arte Románico Aranes," *Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo*, no. 116, pp. 54-63, 1976.
- [5] S. Coll-Pla, J. M. Puche-Fontanillas, A. Costa-Jover y J. Lluís i Ginovart, "Datación cronológica de las iglesias pertenecientes al primer románico en el Valle de Arán," *Arqueología y Territorio Medieval*, vol. 30, p. e791, 2023. <https://doi.org/10.17561/aytm.v30.791>
- [6] E. Garland, *Les débuts de l'art roman dans le Val d'Aran, Mémoires de la Société archéologique du midi de la France*, vol. LXXII, pp. 82-105, 2012.
- [7] E. Ros, "The movable and immovable heritage of the Aran Valley and its management," en Stremah 2015. Proceedings of the Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XIV, C. Brebia, Ed. Southampton: Wessex Institute of Technology, 2015, pp. 469-480.
- [8] Ortíz de Zeballos, «La Val d'Aran, contenido de un paisaje», 16-28 y Segalàs Sala *Urbanisme de montanha Val d'Aran*, 23-32..
- [9] S. Coll-Pla, *Estudi des Gleises en cornaenclinc de voutes escarramingades*, Tesis doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Reus, 2017, pp. 75-128.
- [10] Isidoro de Sevilla. (1919). Isidori Hispalensis episcopi. Etymologiarum sive Originum libri XX. Recognovit brevique adnotatione critica instruxit W. M. Lindsay. Tomus II. Oxonii: e Typographeo Clarendoniano, pp. 167-169.
- [11] H. de Autún, *Gemma Animae*. Documenta Catholica Omnia. De Scriptoribus Ecclesiae Relatis. Migne JP. Patrologia Latina, MPL172, Col. 0541-0738B, 1895.

- [12] Sicardo de Cremona, *De Mitrali Seu Tractatus De Officiis Ecclesiasticis*, Documenta Catholica Omnia, De Scriptoribus Ecclesiae Relatis, Migne JP, *Patrologia Latina*, MPL213, cols. 0011-0011, 1855.
- [13] J. Belet, *Rationale divinatorum officiorum*, Documenta Catholica Omnia, De Scriptoribus Ecclesiae Relatis, Migne JP, *Patrologia Latina*, MPL202, cols. 0165-0167, 1855.
- [14] J. Pérez Valcárcel y V. Pérez Palmero, "La orientación de las iglesias románicas en la península ibérica," *Anuario de Estudios Medievales*, vol. 49, no. 2, pp. 761-791, 2019.
- [15] M. Delcor, "Les églises romanes et l'origine de leur orientation," *Les Cahiers de Saint-Michel de Cuxa*, vol. 18, pp. 39-53, 1987.
- [16] G. Romano, "Deviazioni negli orientamenti del tipo 'Sol Aequinoctialis'," *Memorie della Società Astronomia Italiana*, vol. 68, pp. 723-729, 1997.
- [17] H. Benson, "Church Orientations and Patronal Festivals," *The Antiquaries Journal*, vol. 36, pp. 205-213, 1956.
- [18] A. B. Knapp y W. Ashmore, "Archaeological landscapes: constructed, conceptualized, ideational," en *Archaeologies of Landscape: Contemporary Perspectives*, W. Ashmore y A. B. Knapp, Eds. Oxford: Blackwell Publishing, 1999, pp. 1-30.
- [19] J. Pérez Valcárcel y V. Pérez Palmero, "La orientación de las iglesias mozárabes," *España Medieval*, vol. 41, pp. 171-197, 2018.
- [20] J. A. Belmonte y A. C. González-García, "Metodología y fundamento de las observaciones arqueoastronómicas," en *Petroglifos, paleoambiente y paisaje. Estudios interdisciplinares de arte rupestre de Campo Lameiro (Pontevedra)*, Trabajos de Arqueología e Patrimonio 42, 2013, pp. 59-63.
- [21] J. Lluís i Ginovart, C. Lluís-Teruel y I. Ugalde Blázquez, "Cosmology and Precision in the Val d'Aran," *Nexus Network Journal*, vol. 23, pp. 433-451, 2021.
- [22] Pablo VI, *Calendarium Romanum ex decreto Sacrosancti Decemviri Concilii Vaticani II instauratum auctoritate Pauli PP. VI promulgatum*, Vaticano: Typis Polyglottis Vaticanis, 1969.
- [23] C. Smedt, I. Backer y L. Van Ortruy, *Praemissum est Martyrologium Hieronymianum endentibus Iohanne Baptista de Rossi et Ludovico Ouchesme. Sanctorum novembris collecta digesta illustrata. Tomi II pars prior*. Bruxellis: Apud socios Bollandianos, 1984.
- [24] Vives, J. (1941). Santoral visigodo en calendarios e inscripciones. *Analecta sacra tarraconensia: Revista de ciències historicoeclesiàstiques*, 14, 31-58.
- [25] S. de la Voragine, *La leyenda dorada*, vol. 1, traducción del latín por Fray J. M. Macías, Madrid: Alianza Editorial, 1999.
- [26] González-García, A.C.; Belmonte, J.A. (2019). Archaeoastronomy: A Sustainable Way to Grasp the Skylore of Past Societies. *Sustainability*, 11(8), 2240. <https://doi.org/10.3390/su11082240>
- [27] M. Vitruvio, *Vitruvii. De architectura Libri Decem*. Iterum edidit Valentinus Rose. Lipsiae: In aedibus B. G. Teubneri, 1899, pp. 283-309.
- [28] F. Blume, K. Lachman, and A. Rudorff, *Die Schriften der Römischen Feldmesser Herausgegeben und erläutert von F. Blume, K. Lachmann, und A. Rudorff. Erster Band*. Berlin: Bei Georg Reimer, 1848, pp. 188-191.
- [29] R. Andreu, "Edició crítica, traducció i estudi de l'Ars gromatica siue geometria Gisemundi," Ph.D. dissertation, Dept. Ciències de l'Antiguitat i de l'Edat Mitjana, Univ. Autònoma de Barcelona, 2012, pp. 49-123.
- [30] F. Blume, K. Lachman, and A. Rudorff, *Die Schriften der Römischen Feldmesser*. Berlin: Bei Georg Reimer, 1848, pp. 182-188.
- [31] C. La Roncière, "Un inventaire de bord en 1294 et les origines de la navigation hauturière," *Bibliothèque de l'École des Chartes*, vol. 58, no. 1, pp. 394-409, 1897.
- [32] C. Thulin, *Corpus Agrimensorum Romanorum*. Lipsiae: In aedibus B.G. Teubneri, 1913, pp. 15-19.
- [33] F. Blume, K. Lachman, and A. Rudorff, *Die Schriften der Römischen Feldmesser*. Berlin: Bei Georg Reimer, 1848, pp. 286, 192, 33-34.
- [34] Isidoro de Sevilla, *San Isidoro de Sevilla Etimologías*, edición bilingüe. Madrid: B.A.C., 2004, pp. 1288-1290.
- [35] P. Portet, Bertrand Boysset, *la vie et les oeuvres techniques d'un arpenteur médiéval (v. 1355- v. 1416)*. Paris: Éditions Le Manuscrit, 2004, pp. 21-231.
- [36] J. Lluís i Ginovart and C. Lluís-Teruel, "Cuestiones de práctica de Geometría y de Goniometría para el trazado de la orientación en los cenobios hispánicos (siglos IX-XII)," *Informes de la Construcción*, vol. 74, no. 568, e465, 2022.
- [37] D. Vilarrubias, *Campanus e campanes dera Val d'Aran*. Vielha: Conselh Generau d'Aran, 2013, pp. 58-63.