

ESTUDO TÉCNICO DAS
OBSERVACIÓNS DA LÚA E
SOL NAS ÁREAS DE
CABO SAN HADRIÁN
E
PUNTA NARIGA

CONCELLO DE MALPICA

O presente estudo técnico foi realizado por Jorge Mira Pérez, catedrático do Departamento de Física Aplicada da Universidade de Santiago de Compostela,

E para que así conste, asino a presente en Santiago de Compostela a 17 de outubro de 2014.

1. Introducción

A contemplación das postas e saídas de sol e lúa no mar é unha experiencia que ten marabillado ao ser humano dende hai milenios, especialmente cando se goza dende unha zona que ten algún tipo de significación histórica ou xeográfica. É obvio que, nese caso, tales lugares supoñen un activo como foco de atracción turística. No marco español (o terceiro país no mundo por captación de visitantes estranxeiros), de feito, hai varias áreas que explotan ese recurso, entre as que destacan algunhas da Comunidade Autónoma das Illas Baleares, nomeadamente na illa de Ibiza.

A Costa da Morte está moi ben posicionada para o artellamento de estratexias análogas. A súa condición de extremo occidental e fin do mundo do imperio romano outórgalle vantaxes sustentadas, entre outros factores, por unha mestura de lendas, historia e circunstancias xeográficas [1]. Segundo o historiador romano Lucio Anneo Floro (c. 74 AD – c. 130 AD), o xeneral romano Décimo Xunio Bruto, logo de conquistar as zonas centro e norte do que hoxe é Portugal, chegou a unha zona que considerou a fin do mundo [2] –non se indica se considera un punto específico ou unha franxa ampla en xeral-, e non quixo abandonala sen ver o sol afundirse no mar [3,4]. Existen autores que, na base de indicios desta índole, apuntan a que a fascinación por este extremo occidental europeo podería ter debido posteriormente, na Idade Media, no mito xacobeo e o Camiño de Santiago [2,3,5].

Contrariamente ao que se adoita pensar por inercia, existen moitos matices que enriquecen feitos tan simples como a saída e a posta do sol, incluso ata o punto de que certas situacións como a última posta de sol non se pode adscribir a unha única ubicación de xeito permanente, por exemplo[1].

[1] J. Mira, *The last sunset on mainland Europe*, arXiv:1408.2161 (2014).

[2] N. Herrero, *Pasos* 7 (2), 163-178 (2009).

[3] M. Murguía, B. Vicetto. *Historia de Galicia* (1865) [Ed. La Gran Enciclopedia Vasca (1980) – vol. I].

[4] A. M. Romero Masía, X. M. Pose Mesura, *Galicia nos textos clásicos*, Monografías do Museo Arqueolóxico da Coruña (1988), p. 94, citando a Floro, I, 33,12.

[5] F. Alonso Romero, *Historia, leyendas y creencias de Finisterre*, Briga Edicións (2002).

É dicir, algo tan natural como a saída e posta da lúa e do sol é susceptible de ser singularizado en algúns territorios. No presente estudo, intentaranse identificar aqueles lugares de Galicia onde exista posibilidade de contemplar algún deles fenómenos sempre dende unha liña de horizonte no mar.

2. Singularidades xeográficas para a posta e saída do sol e lúa: o caso do cabo de Santo Hadrián

No imaxinario popular Galicia é, pola súa posición, terra de solpores sobre o océano, do mesmo xeito que o litoral mediterráneo o é de amencer. A imaxe dun sol saíndo ao amencer do océano parece allea a Galicia, pola súa condición de extremo occidental europeo. Porén, tras unha inspección ao mapa de Galicia, pódese observar que hai un par de zonas nas que iso é posible.

A primeira e máis evidente é a zona máis septentrional de Galicia: aquela que está na contorna de Estaca de Bares (o punto máis septentrional de España). Mais unha observación máis detallada permite albiscar que hai outro punto candidato a posuír esa característica: a punta de Santo Hadrián, no concello coruñés de Malpica de Bergantiños (figura 1).

Efectivamente, son os únicos dous puntos de Galicia nos que un observador terá libre á vista amplas zonas de océano tanto en dirección leste coma en dirección oeste. Nas seguintes páxinas centrarémonos na exploración das posibilidades que ofrece o cabo malpicán.

Dado que a 30 km en dirección leste se atopa xa a costa da cidade da Coruña, a liña de visión mariña cara ese lado vese interrompida, o cal vedaría a visión do amencer dende o mar.

Co obxecto de detallar os marcos de traballo, cómpre usar a clásica fórmula para o cálculo de distancia ao horizonte dende un punto a unha altura dada (figura 2). Tras un cálculo directo teríamos que, xa cun punto a uns 70 metros de altura en Santo Hadrián, sería visible o ras da costa da Coruña. A hermiada do cabo está xa a 75 metros, que abondarían de seu; pero ademais debe terse en conta a altura



Figura 1: Mapa físico de Galicia, salientando os seus principais cabos. Obsérvense as disposicións tanto da zona de Estaca de Bares coma de Cabo Santo Adrián, que permiten a contemplación de mar en liña leste-oeste.

máxima da zona costeira que está enfronte, o que eleva a distancia máxima de visibilidade mutua.

A determinación do punto máis lonxano visible dende Cabo Santo Adrián é o clave para este estudo, xa que fixará o ángulo máximo de visibilidade sen terra con orientación cara ao leste co que traballaremos.

Dado que a máxima altura do cabo é duns 150 m, iso outorga uns 44 km de visibilidade sobre o ras do horizonte. Cabo Prior, nas cercanías de Ferrol, está a 49 km de distancia (figura 3), co cal, calquera moderada elevación desa zona xa é visible cunhas condicións atmosféricas axeitadas. É máis, o sistema montañoso da área de Cedeira, a uns 75 km en liña recta e con varios cumios que superan os 300 m, fai que sexan teoricamente visibles, incluso dende a altura a ermida de Santo Adrián (dende o alto do cabo estarían en liña

$$D_{BL} [Km] = D_B + D_L = \sqrt{2 \cdot R \cdot h_B + h_B^2} + \sqrt{2 \cdot R \cdot h_L + h_L^2} \sim 3.57 \cdot (\sqrt{h_B} + \sqrt{h_L})$$

$$D_L [Km] = \sqrt{2 \cdot R \cdot h_L + h_L^2} \sim \sqrt{2 \cdot 6.378 \cdot h_L} = \sqrt{12.756 \cdot h_L} = 3.57 \cdot \sqrt{h_L}$$

$$D_B [Km] = \sqrt{2 \cdot R \cdot h_B + h_B^2} \sim \sqrt{2 \cdot 6.378 \cdot h_B} = \sqrt{12.756 \cdot h_B} = 3.57 \cdot \sqrt{h_B}$$

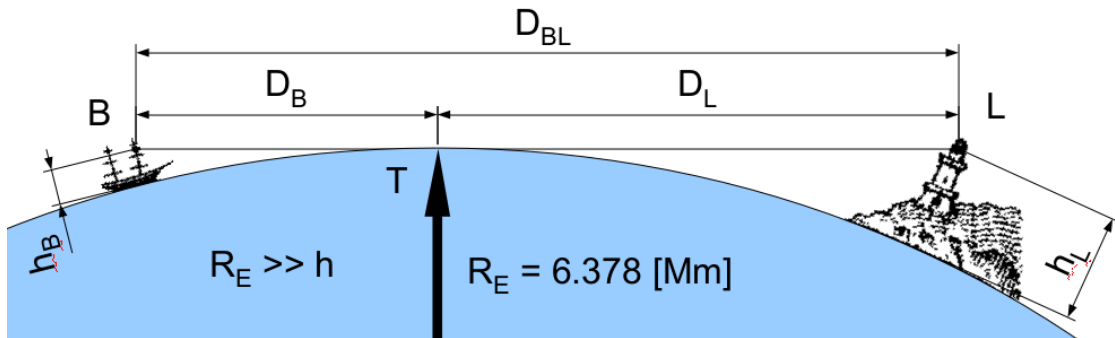


Figura 2: Diagrama clásico para explicar la fórmula de cálculo de distancia a o horizonte desde un punto a unha altura dada (ilustración: Wikipedia).



Figura 3: 49 km separan Cabo de Santo Adrián de Cabo Prior.



Figura 4: A distancia do Cabo de Santo Hadrián aos montes de Cedeira é duns 75 km.

directa de visión aínda que estivesen a 106 km). Con todo, eses 75 km parecen unha distancia demasiado grande como para ser considerada nos cálculos posteriores.

3. Determinación dos ángulos límite de traballo

Unha vez definido o punto de máxima visibilidade no mar cara ao leste, a liña que une o Cabo Santo Hadrián co Cabo Prior marcará o ángulo de límite para a análise de amencerres de sol e lúa. Ese ángulo é duns 30° por riba da posición do leste ou, o que é o mesmo, un acimut (ángulo con respecto ao norte) de 60° (figura 5).

Canto ao ángulo límite para a orientación oeste, a zona de terra que marca a referencia é moi claro: punta Nariga. Porén, hai unha circunstancia extra: ese ángulo non debe ser tomado con respecto ao extremo da punta, porque dende o alto do Cabo de Santo Hadrián contéplase a liña de horizonte do mar por riba dunha franxa de terra de Punta Nariga (figura 6).

Unha vez tida en conta esa circunstancia, o ángulo límite de observación en orientación oeste será duns 28° por debaixo do oeste, é dicir, un acimut duns 242° .

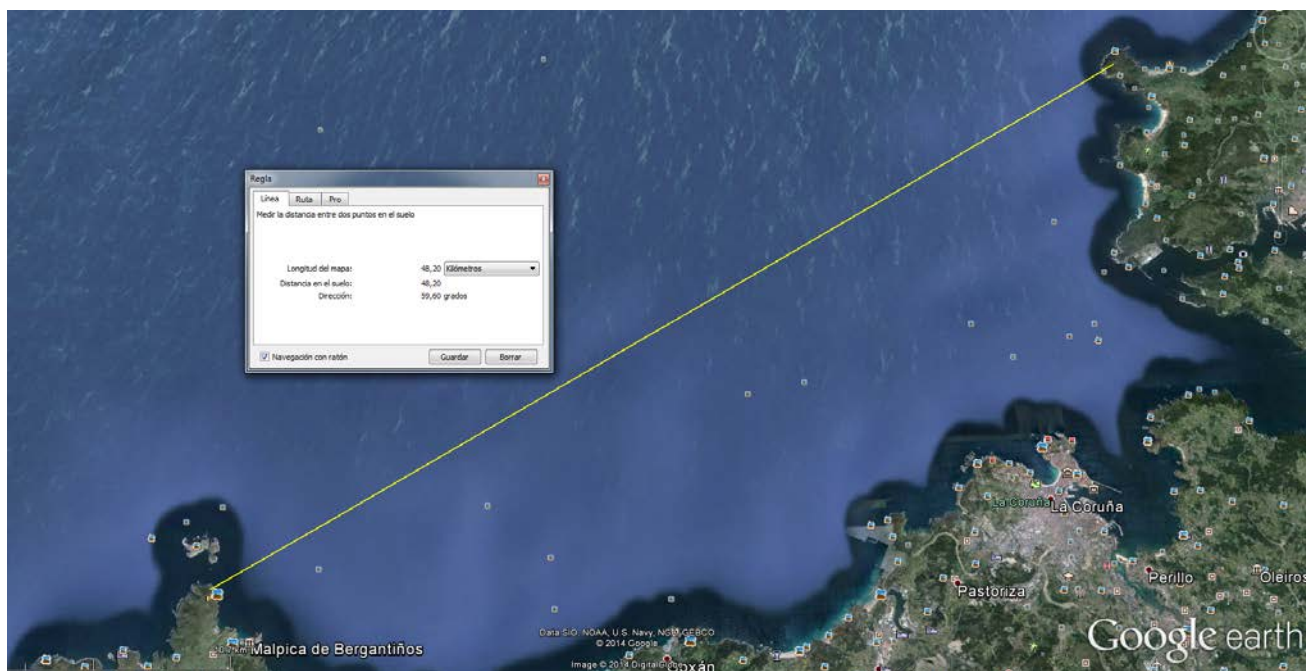


Figura 5: O ángulo límite para a observación de saídas de sol e lúa dende Cabo Santo Hadrián será duns 30° por riba da liña de leste, un acimut de 60° .



Figura 6: Punta Nariga contemplada dende o alto de Santo Hadrián. Obsérvase a liña de horizonte no océano por riba dunha certa franxa de terra, o que aumenta o acimut de observación.

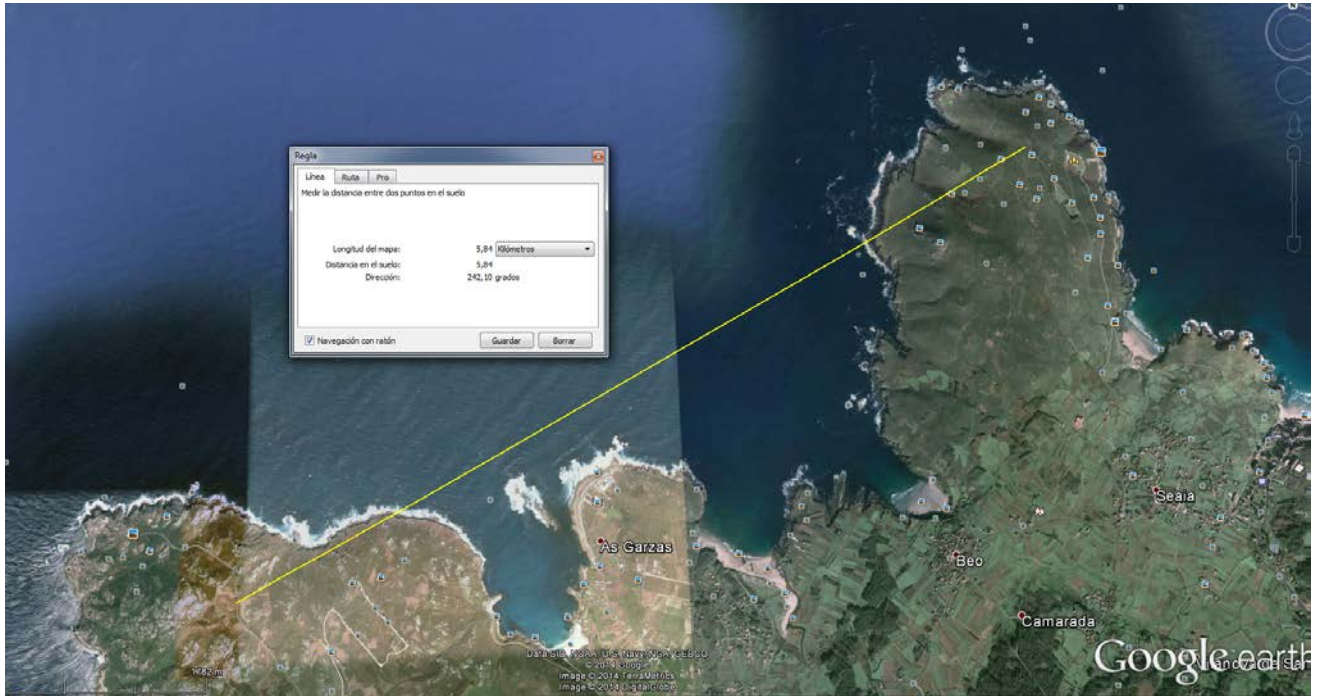


Figura 7: O ángulo límite de observación para as postas de sol e lúa será duns 28° por debaixo da liña de oeste, un acimut de 242° .

4. Consideracións sobre os movementos aparentes de sol e lúa

4.1. Movemento aparente do sol

Vemos cruzar o sol polo ceo debido a que a terra está rotando sobre si mesma. Dado que o eixo desa rotación está inclinado 23.5° con respecto ao plano da órbita da terra ao redor do sol (figura 8), dende un punto dado o sol irase percibindo con diferente inclinación ao longo do ano. Se non houberese esa inclinación, veríamos saír e poñerse o sol sempre polos mesmos lugares.

Como a terra vén sendo case unha esfera, os puntos de saída e posta do sol serán diferentes tamén ao longo do ano (figura 9): serán o leste e o oeste exactamente só nos días dos equinoccios, pero entre o de primavera e o de outono (de finais de marzo a finais de setembro) o amencer será por riba do leste (é dicir, cunha compoñente norte) e o solpor será por riba do oeste (cunha compoñente norte) e viceversa entre o de outono e o de primavera (de finais de setembro a finais de marzo). O máximo arco descrito polo sol para unha localización no norte producirase pois no día do solsticio de verán e o mínimo será no solsticio de inverno (ao revés no hemisferio sur). O ángulo de máxima altitude no mediodía será maior canto máis nos achegemos ao ecuador para a observación.

As diferenzas nos puntos de saída e posta do sol serán maiores canto máis nos acerquemos aos polos, pénsese que, por riba dos círculos polares, a inclinación da terra con respecto ao sol fai que en certas épocas non se produza posta do sol (ou á inversa, que non haxa saída) en absoluto ao longo do día, co cal se estaría con exposición ao sol durante 24 horas (ou á inversa, con noite total durante 24 horas).

Isto implica que, para saber os puntos de saída e posta do sol cómpre fixar unha posición xeográfica no planeta.

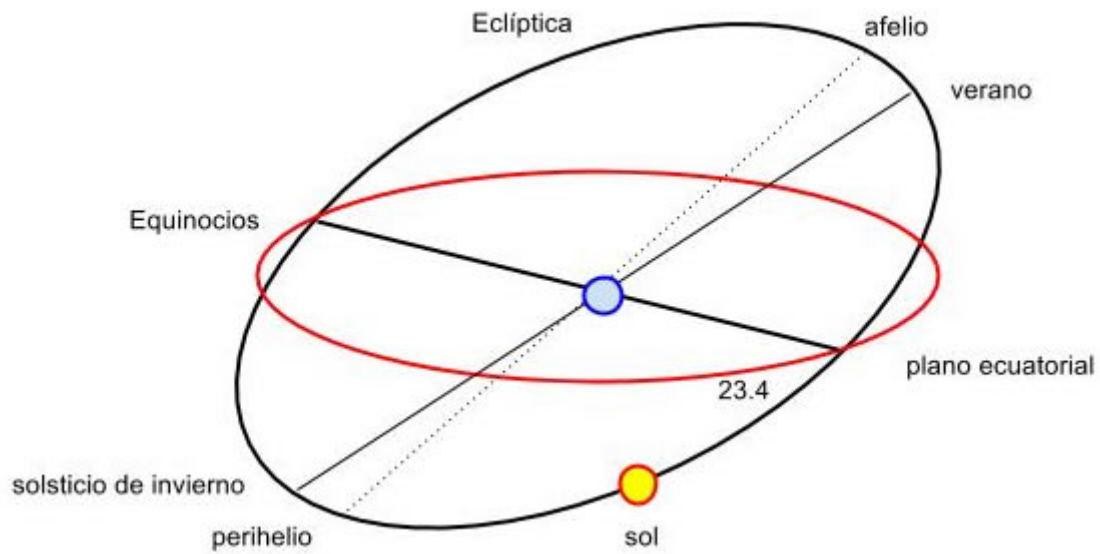


Figura 8: O percorrido aparente do sol ao longo do ano vese influenciado polo feito de que o plano definido pola rotación da terra estea desprazado 23.5° con respecto ao da órbita.

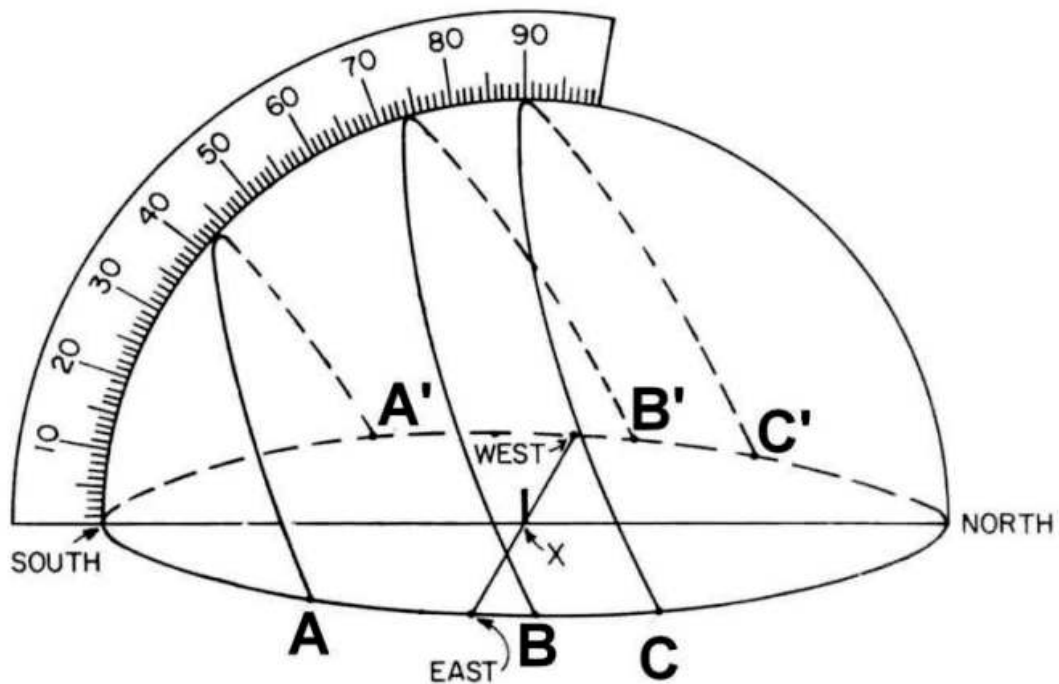


Figura 9: A medida que avanza o ano, tanto os puntos de saída e posta de sol para unha localización dada irán variando, así como a súa altura no ceo. A máxima altura acadada polo sol será función da latitude do punto de observación (ilustración: regentsearch).

4.2. Movemento aparente da lúa

Contra a imaxe popular, a lúa non orbita ao redor da terra formando unha circunferencia perfecta, senón que o fai, como é habitual nos corpos celestes, describindo unha elipse (figura 10): a súa distancia ao noso planeta pode oscilar entre os 356400 km e os 406700 km. Compoñendo ese movemento co de traslación da terra ao redor do sol, o resultado é unha oscilación de ambos astros (figura 11).

Esa órbita, ademais, non se produce no mesmo plano no que a terra orbita, á súa vez, ao redor do sol. Está inclinado uns 5° (figura 12). Co mesmo razoamento que facíamos no apartado 4.1, se non houberse tal inclinación, veríamos saír e poñerse á lúa sempre polo mesmos sitios.

Ademais, esa inclinación é a que fai que non haxa sempre un eclipse de sol cada vez que hai lúa nova, xa que, aínda que a lúa se interpón entre a terra e o sol, está fóra de liña. Existen, iso si, dous puntos nos que a órbita da lúa cruza o plano da órbita da terra (chamados nodos). Cando cadra que ese punto está na liña terra-sol, entón a lúa nova causará un eclipse de sol (figura 12). Este aliñamento prodúcese cada 18 anos, aínda que, dado o volume da lúa, abonda con estar cerca dese punto para que se poida producir un eclipse parcial de sol.

Neste punto cómpre lembrar que a terra ten, á súa vez, o seu eixo de rotación desviado 23.5° respecto a seu plano de órbita ao redor do sol. Como a rotación do noso planeta é a que rexe a traxectoria aparente que vemos da lúa, temos que esa inclinación respecto ao plano da órbita da lúa poderá oscilar entre os 28.5° e os 18.5° , cun ciclo que será de 18 anos (marcado polo período de cambio dos nodos).

A conclusión é que os puntos aparentes de saída da lúa e do sol, aínda que próximos, non serán os mesmos e terán variacións distintas. Se no caso do sol o ciclo de variación deses ángulos de saída é anual (un ano é o tempo que lle leva á terra rodear ao sol), no caso da lúa xa non será así, porque o tempo aparente que lle leva á lúa rodearnos é de 29.5 días (en realidade o tempo de rotación real é de 27.5 días, pero cómpre ter en conta que durante ese tempo a terra tamén se vai desprazando respecto ao sol e, polo tanto, a lúa debe moverse un pouco máis para volver a colocarse no punto equivalente anterior para a nosa perspectiva).

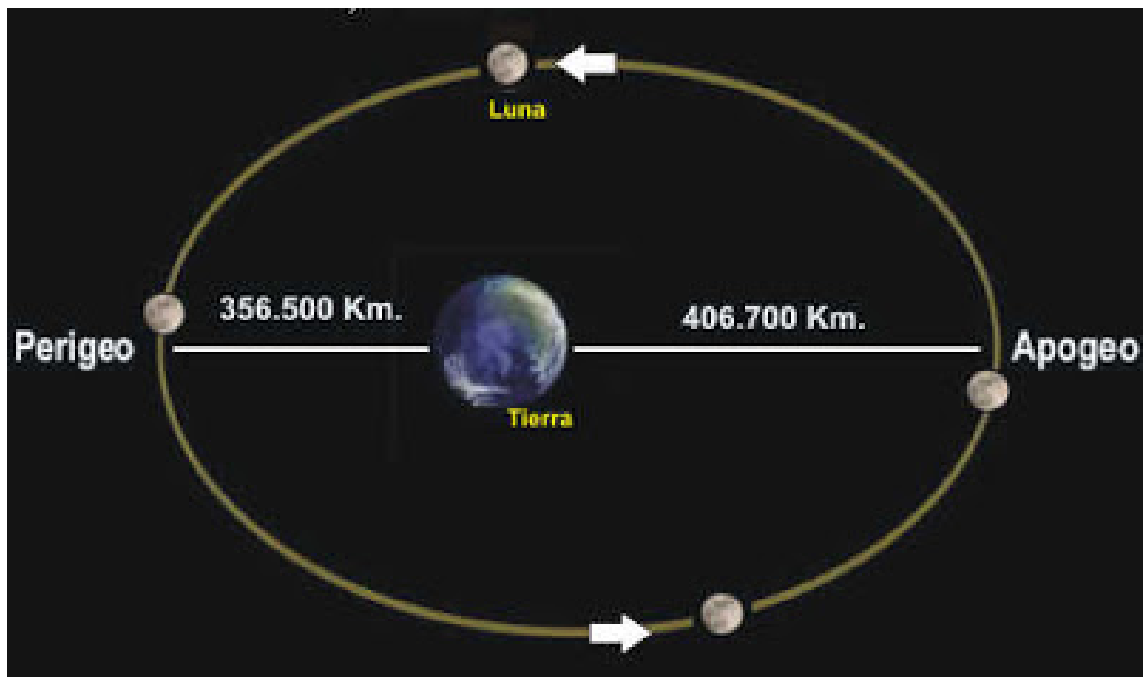


Figura 10: A órbita da lúa ao redor do sol, ao ser elíptica, fai que a súa distancia varíe co tempo (ilustración: taringa).

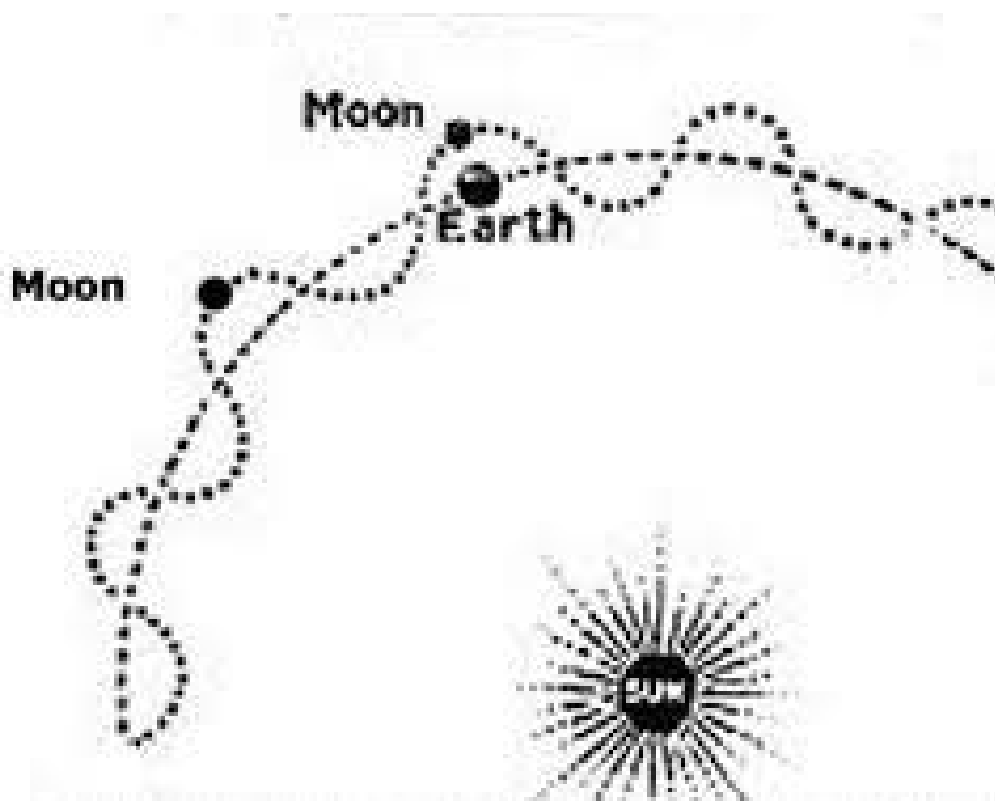


Figura 11: Resultado global da composición dos movementos da lúa arredor da terra e da translación de ambas ao redor do sol (ilustración: collectspace).

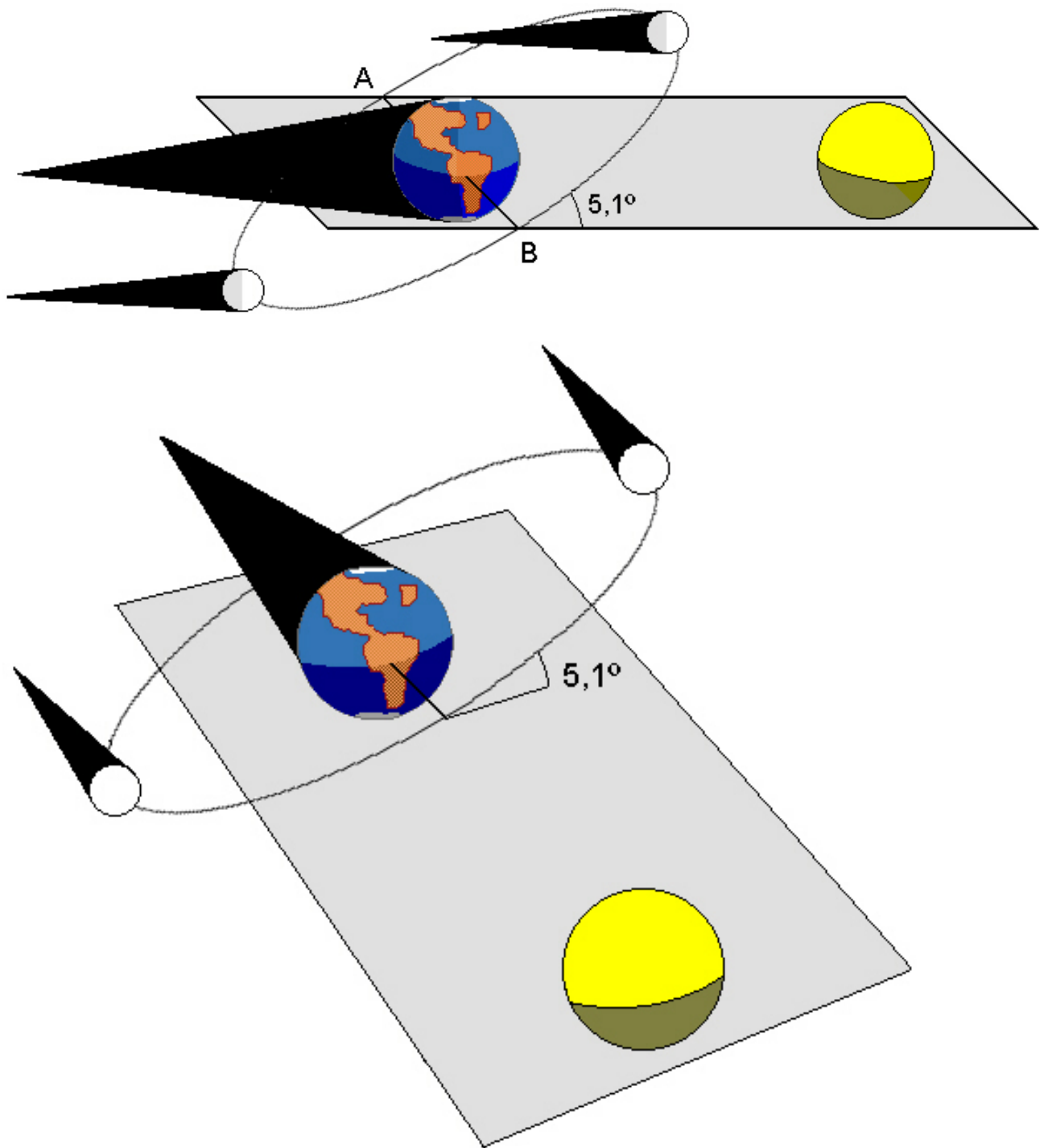


Figura 12: Dado que o plano da órbita da lúa está desprazado 5° con respecto ao da terra, na maior parte das ocasións de lúa nova non se produce eclipse de sol, porque sol, lúa e terra non cadran enliña (figura de arriba). Só cando a liña de intersección de ambos planos apunta ao sol ou está próxima a facelo (figura de abaixo), a lúa nova provocará o eclipse de sol (ilustración: platea.pntic.mec).

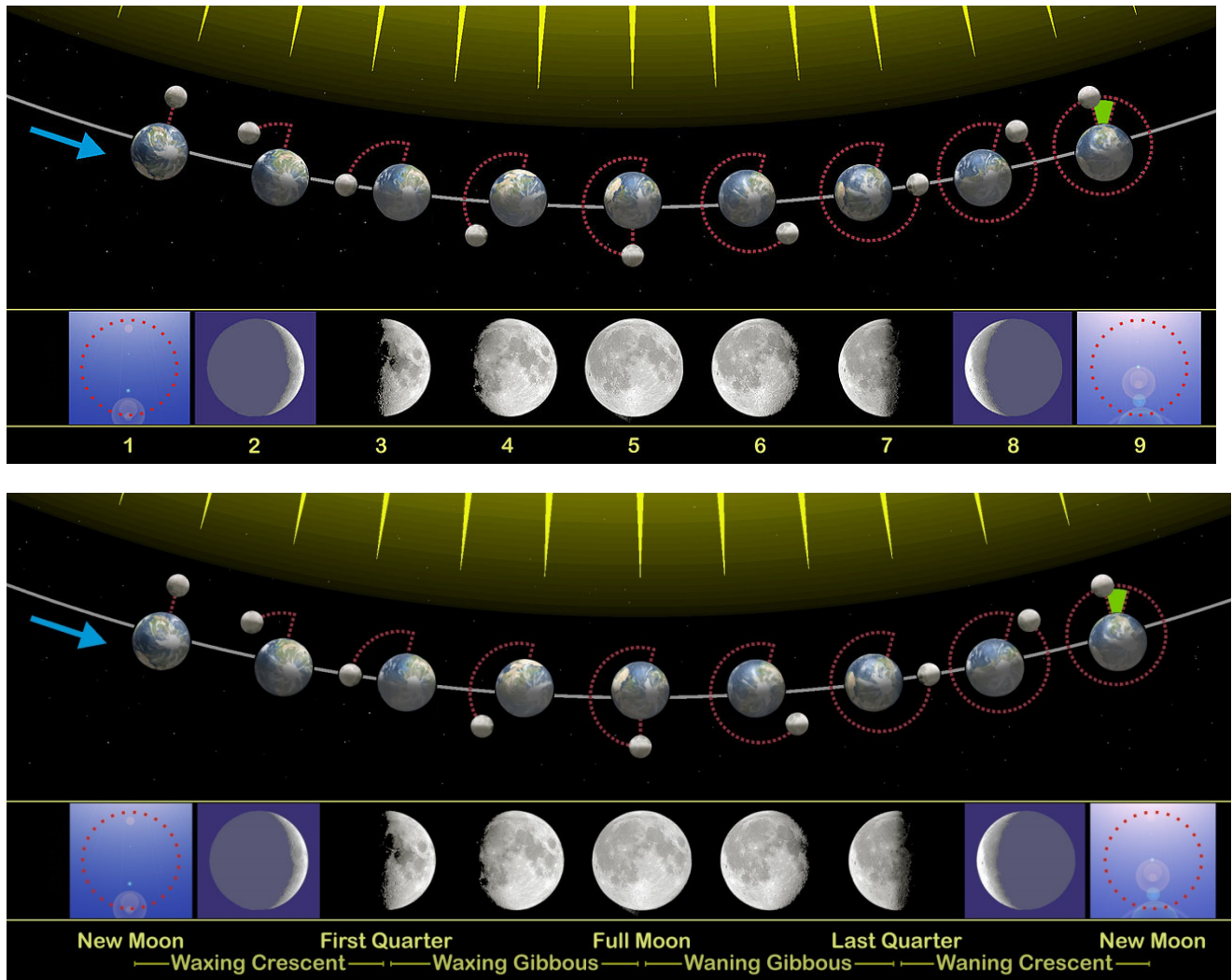


Figura 13: As fases da lúa (distinguindo 8 períodos: lúa nova, media crecente, cuarto crecente gibbous, chea, mingunte gibbous, cuarto mingunte e media mingunte) en función das posicións relativas de sol, lúa e terra (ilustración: wikipedia).

Por último, tamén se destaca que estas consideracións sobre a traxectoria non afectan ás fases da lúa (figura 13): a traxectoria aparente que terá o observador será consecuencia da posición relativa da lúa respecto da terra, mentres que as fases da lúa dependen da orientación relativa de terra, lúa e sol.

5. Particularización para o Cabo Santo Hadrián e Punta Nariga

5.1. Localizacións

Aínda que para a contemplación das saídas dos astros a zona cercana á ermida é máis comfortable, as áreas máis altas do cabo (que chega a uns 150 metros de altura) son as que ofrecen maior rango de visión, naturalmente. Como aproximación de coordenadas xeográficas de traballo fíxanse pois:

Cabo Santo Hadrián:

43°20' N

08°50' O

Punta Nariga:

43°19' N

08°54' O

As afinacións en segundos de arco non representan variacións significativas, téñase en conta que, para a nosa latitude, 1 minuto de arco é equivalente a uns 1300 metros (ou sexa, 1 segundo de arco vén a supoñer uns 20 metros), que son cubertos polo sol ou a lúa aparentes en apenas 4 segundos.

Nas seguintes liñas, para referírmonos ás posicións de saída e posta de sol e lúa, indicaremos o acimut: o ángulo con respecto ao norte (figura 14).

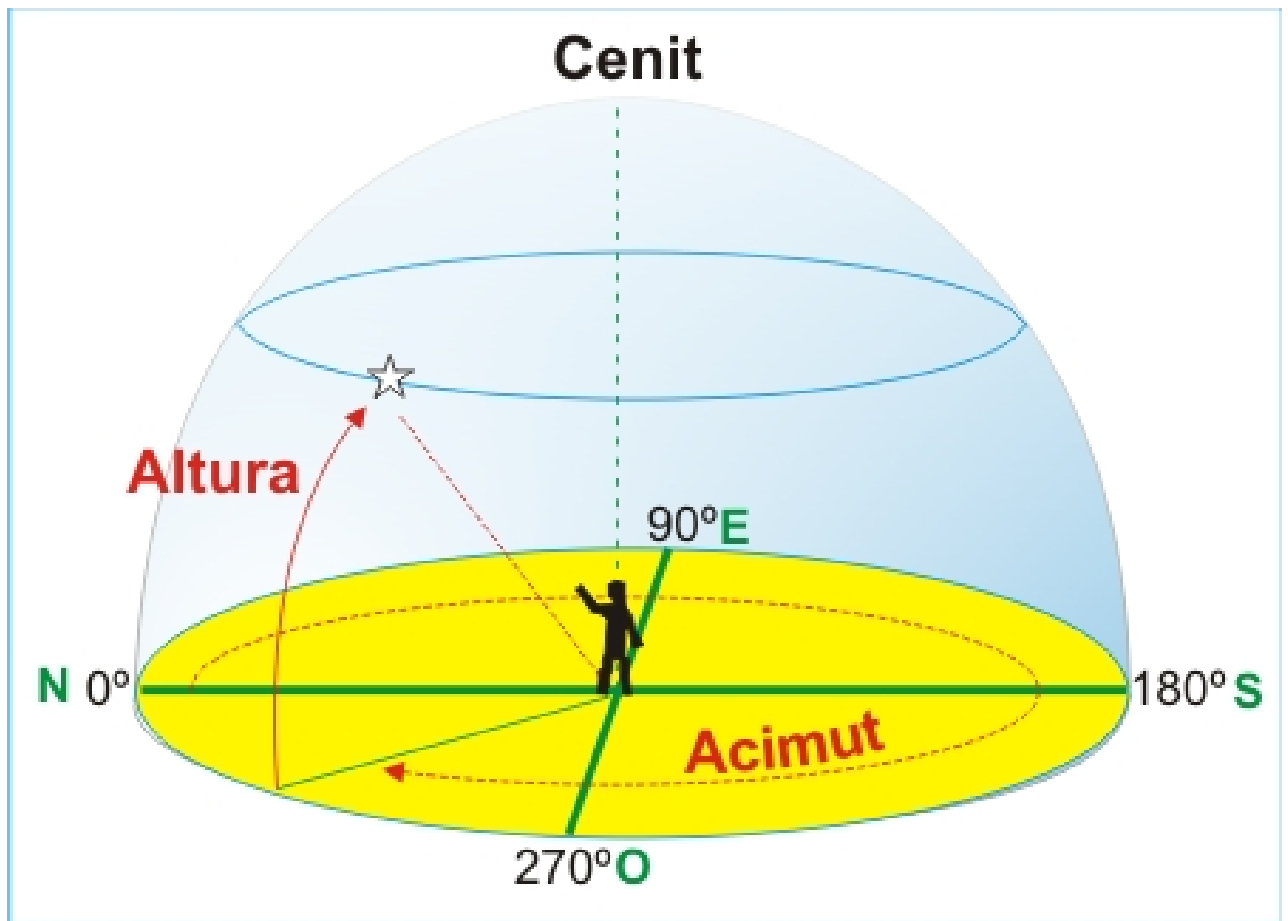


Figura 14: Definición do acimut, o ángulo sobre o horizonte contado a partir do norte (ilustración: cienciaensenas).

5.2 Acimuts para o caso do sol

A fórmula que serve para o cálculo dos acimuts de interese está programada en diferentes plataformas comerciais. Para tales coordenadas, os acimuts que dan unha maior diferenza entre os puntos de saída e posta para o sol son (obviamente no día do solsticio de verán, 21 de xuño):

Solsticio de verán

Amencer: 56° (é dicir, 34° cara ao norte partindo da dirección leste, que ten un acimut de 90°), ás 6:54 horas

Solpor: 304° (é dicir, 34° cara ao norte partindo da dirección oeste, que ten un acimut de 270°), ás 22:19 horas

E os que dan unha menor diferenza (no día do solsticio de inverno, 21 ou 22 de decembro) son:

Solsticio de inverno

Amencer: 122° (é dicir, 32° cara ao sur partindo da dirección leste), ás 9:04 horas

Solpor: 238° (é dicir, 32° cara ao sur da dirección oeste), ás 18:02 horas

Dada a escasa distancia entre Cabo de San Hadrián e Punta Nariga os valores son os mesmos para as dúas localización, obviamente.

5.3 Dias do ano nos que saída e posta do sol se observan sobre a liña de horizonte do mar

No apartado 3 marcáranse como ángulos límites de traballo para Cabo Santo Hadrián os seguintes:

- Para a observación de amencerres, un acimut de 60° , límite marcado pola liña de observación de Cabo Prior
- Para a observación de solpores, un acimut de 242° , límite marcado pola visibilidade permitida por Punta Nariga

Calculados todos os acimuts para os amencerres e solpores de todo un ano (véxase apéndice), conclúese o seguinte:

- Entre aproximadamente o 22 de maio e o 21 de xullo, poderase contemplar o sol amencer dende un punto do horizonte sobre o mar (figura 15). Esta franxa temporal podería aumentarse algúns días, relaxando certas consideracións da apertura angular do sol e, sobre todo, nas definicións do ángulos límite.
- Dado que Punta Nariga, vista dende Santo Hadrián, queda á esquerda da liña de oeste, neses mesmos días o solpor vaise producir tamén sobre a liña de horizonte do mar. Polo tanto, durante eses dous meses (do 22 de maio ao 21 de xullo), o observador poderá ver nacer e morre o sol dende Cabo Santo Hadrián sempre sobre a liña do océano.
- O solpor verase sempre sobre o horizonte do mar tódolos días do ano agás a franxa que vai do 25 de novembro ao 17 de xaneiro, días nos que o solpor sobre o mar quedará tapado pola franxa de terra máis alta de Punta Nariga (figura 16). Ao igual que antes, estes días indícanse como referencia, podendo variarse a franxa uns poucos días atendendo a certos detalles de segunda orde.

Canto á observación dende Punta Nariga prodúcese unha curiosa circunstancia dun valor estético a valorar, tanto a efectos fotográficos como de atractivo turístico dese lugar en concreto: sucede que a visión da punta do Cabo de Santo Hadrián dende unha zona cercana ao final de Punta Nariga cadra nun acimut cercano aos 56° , é dicir, o día do solsticio de verán prodúcese un aliñamento de Punta Nariga e o Cabo Santo Hadrián coa saída do sol (figura 17).

Ademais, en dirección suroeste pódese observar a Punta do Roncudo (Corme) e novamente ocorre outra curiosa circunstancia: o extremo da Punta do Roncudo vese dende o extremo de Punta Nariga cun

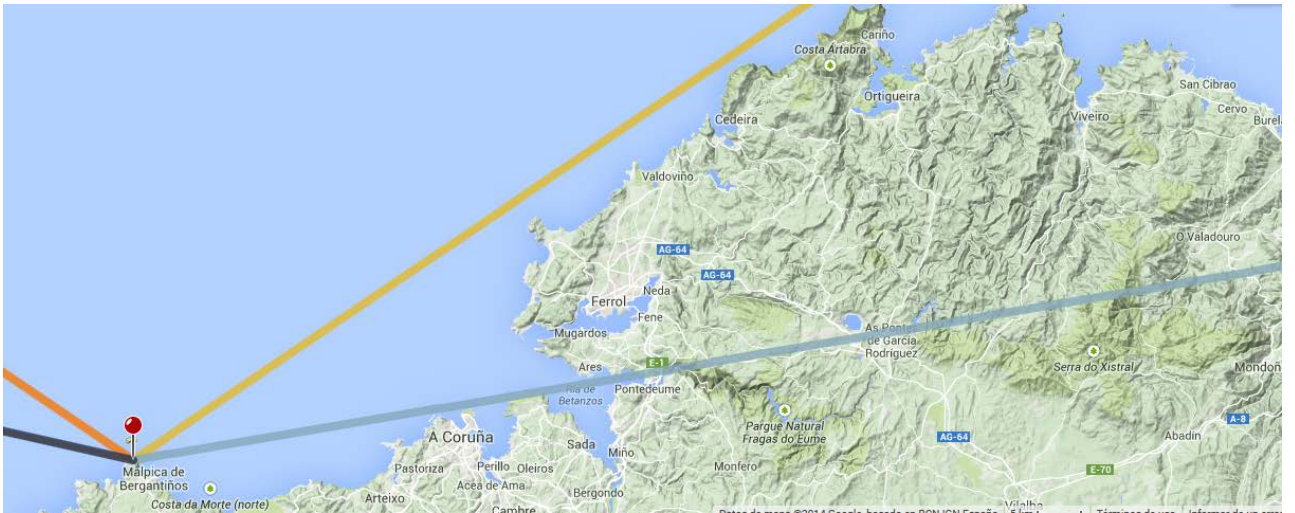


Figura 15: Direccións de saída de sol e lúa no día do solsticio de verán (21 de xuño). No mes anterior e posterior a saída e posta do sol acontecen sobre o mar.

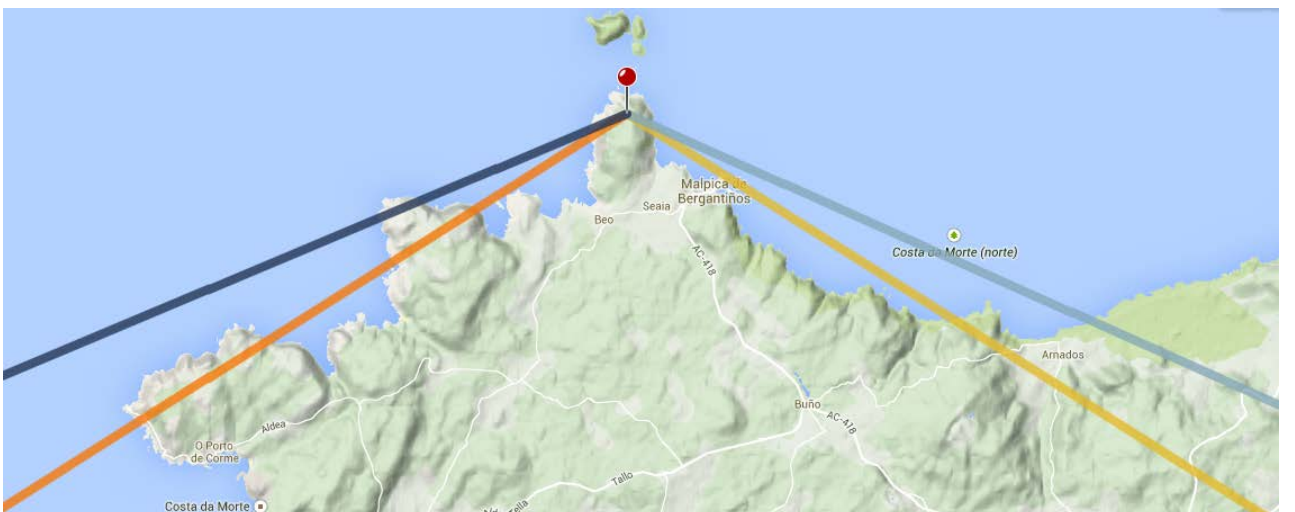


Figura 16: Direccións de saída e posta do sol e lúa no solsticio de inverno (23 de decembro).

acimut duns 238° , que cadra co acimut máis baixo de posta do sol, o correspondente ao solsticio de inverno. Polo tanto, no día do solsticio de inverno, prodúcese un aliñamento de Punta Nariga e a Punta do Roncudo coa posta de sol (figura 18).



Figura 17: No día do solsticio de verán, prodúcese un curioso aliñamento, visto dende Punta Nariga, do extremo de Santo Hadrián co punto de saída do sol (nótese o corredor natural que se produce entre as Sisargas e o cabo e que fai posible este aliñamento).



Figura 18: O día do solsticio de inverno, prodúcese un curioso aliñamento, visto dende Punta Nariga, da posta do sol coa Punta do Roncudo.

5.3 Acimuts para o caso da lúa

Como se sinalou no apartado 4, o movemento da lúa ten un comportamento bastante diferente, con ciclos basicamente mensuais. Malia ser ciclos mensuais, o comportamento de saída e posta da lúa non se reproduce periodicamente mes a mes, aínda que si que segue unhas pautas.

En calquera caso, no transcurso do seguinte ano natural, o acimut de saída da lúa non baixa nunca de 64° . Isto implica que a saída da lúa no seu punto máis cara ao norte verase moi preto do fin de Cabo Prior.

Canto ao seu acimut de ocultación, este chega como mínimo aos 243° - 244° , moi cerca do acimut marcado como límite para Punta Nariga visto dende Santo Hadrián. Isto, aparte de garantir que a lúa sempre se poñerá sobre a liña de horizonte do mar, crea tamén un suxestivo aliñamento de Santo Hadrián con Punta Nariga e o punto de posta da lúa (figura 19).

Ese ángulo de mínimo acimut para a posta da lúa acontece os seguintes días:

No que falta de 2014:

24 de novembro

21 de decembro

En 2015:

18 de xaneiro

14 de febreiro

14 de marzo

10 de abril

7 de maio (coa lúa chea ao 91%)

4 de xuño (coa lúa chea ao 98%)

1 de xullo (coa lúa chea ao 98%)

29 de xullo (coa lúa chea ao 92%)

25 de agosto

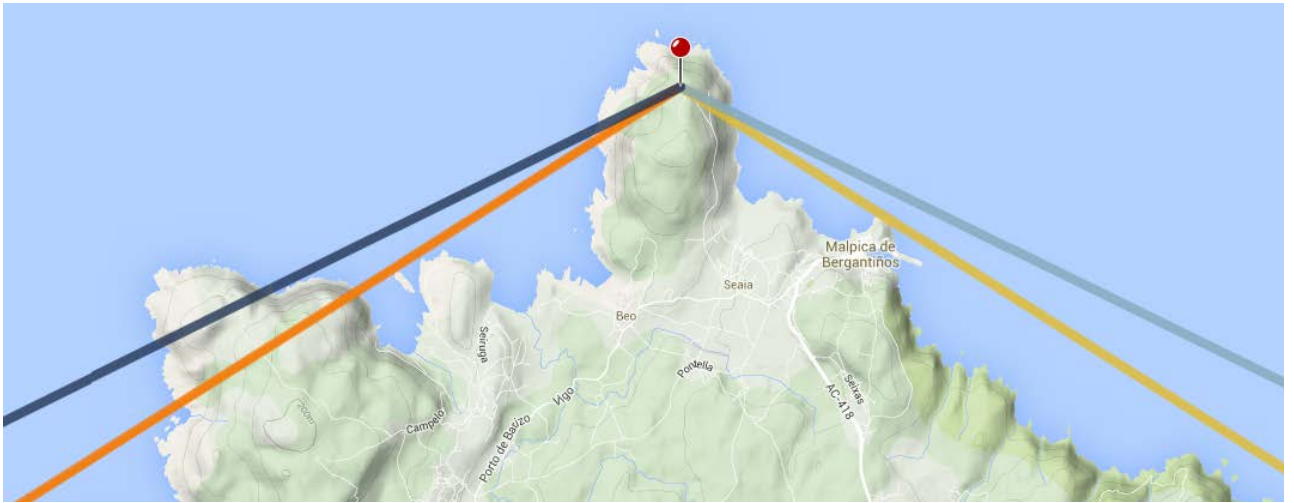


Figura 19: A liña azul marca a dirección da posta de lúa o 21 de decembro de 2014. Esta é unha das situacións de acimut mínimo que se producen ao longo do ano, e provoca un aliñamento co límite de visión do mar sobre Punta Nariga, visto dende Santo Hadrián.

22 de setembro

18 de outubro

14 de novembro

12 de decembro

No concernente á saída, o ángulo de acimut máis baixo (ou sexa, o ángulo máis próximo ao norte) está entre os 64° e 65° , cerca da punta de Cabo Prior. Esa circunstancia cadra con lúa chea algúns días do ano:

7 de decembro de 2014

En 2015:

3-4 de xaneiro

31 de xaneiro (cun 92% de lúa chea)

25 de decembro