

El templo de Abu Simbel



Litografía antigua de Abu Simbel realizada en el siglo XIX por David Roberts

Resumen

Hoy en día, a las orillas del lago Nasser se puede visitar el famoso complejo templario de Abu Simbel. Está formado por el gran templo de Ramsés II y, contiguo a él, el de su esposa Nefertari. Ambos templos fueron reubicados a mediados de los años sesenta del siglo pasado desde su posición original, en las orillas del Nilo, hasta un lugar más alto, con objeto de no quedar inundados por las aguas de la gran presa que se estaba construyendo un poco más abajo.

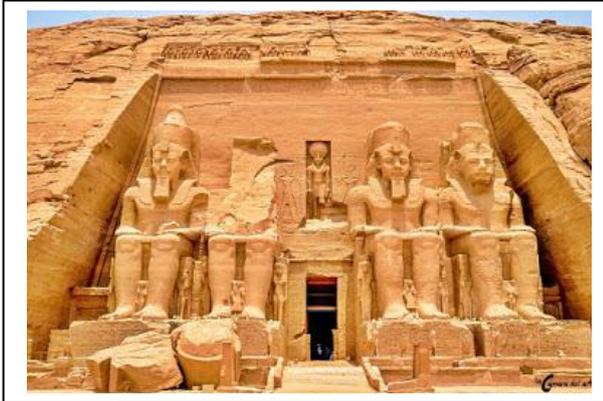
Abu Simbel es uno de los templos más bonitos y visitados del Egipto. Lo reúne todo, su fachada con los cuatro colosos faraónicos, sus salas interiores con monumentales grabados, como el de la batalla de Kadesh librada contra los hititas por Ramsés II, un grabado que me causó una honda impresión cuando lo vi personalmente nada más traspasar la puerta del templo, junto con los ocho pilares osiriacos que soportan la estructura.

Es en el pequeño santuario que hay al final del templo en donde se puede observar al amanecer, dos veces todos los años, el 22 de octubre y el 22 de febrero, la famosa "hierofanía" o fenómeno sagrado, que consiste en la iluminación de tres de las estatuas sedentes de su pared del fondo, las de los dioses Amón y Ra, con el faraón en medio de ambos, pero no la del otro dios, situado a la izquierda de ellos, el dios del inframundo Ptah.

En este artículo se hace un estudio astronómico del acontecimiento solar, tratando de dar una explicación física y una interpretación histórica a este fenómeno, tan visitado por gente de todo el mundo esos dos días del año.

TEMPLO DE RAMSÉS II EN ABU SIMBEL

Abu Simbel es un conjunto arqueológico formado por dos templos, construidos por el faraón de la XIX dinastía Ramsés II (1303 – 1213 a.C.) en la orilla del río Nilo, a unos 300 km de la actual ciudad de Asuán. El primero de ellos, y el más grande y majestuoso, está dedicado a glorificar su persona deificada, mediante cuatro colosales estatuas sedentes de él mismo en su frontal, enmarcando en su medio a una alta puerta que da acceso a las diferentes salas interiores, en las que se representan, mediante grabados, las batallas victoriosas llevadas a cabo por el faraón, como la famosa de Kadesh (1274 a.C.) contra los hititas, en la región de Siria.

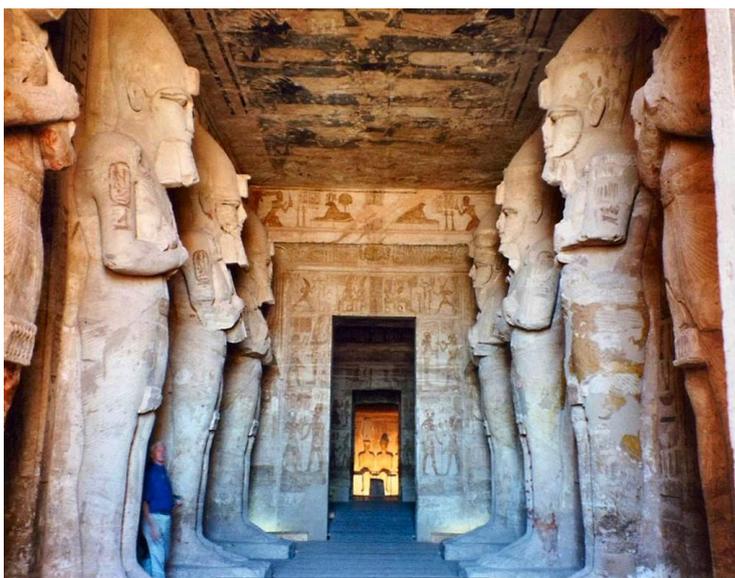


Templo Mayor de Ramsés II

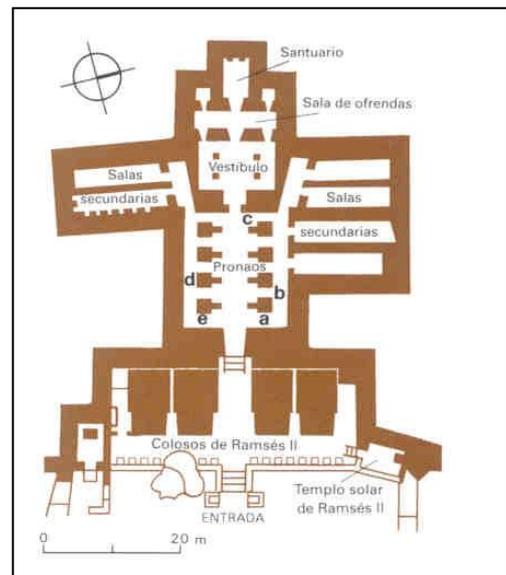


Templos de Ramsés II y de la reina Nefertari

Una vez traspasada la puerta, nos encontramos con una gran sala, a modo de pronaos, de techo plano, sostenida por ocho enormes pilares osiriacos que representan al faraón, cubierto con las coronas del Alto y Bajo Egipto. La siguen unas salas secundarias a ambos lados, un vestíbulo, una sala de ofrendas y por fin, el santuario, una pequeña sala con cuatro estatuas, que representan a los dioses Ptah, Amón, Ra y la del propio faraón colocada entre estos dos últimos.



Pronaos del templo



Plano en planta del templo

El segundo templo está dedicado a Nefertari, su esposa favorita, representada en él mediante dos estatuas, junto a otras cuatro de su esposo el faraón, todas ellas de pie y decorando el frente de este templo menor, a cuyo interior accedemos mediante una puerta, que nos conduce a una sala dedicada a la diosa del amor y de la vida, Hathor.

Es la pequeña sala santuario del templo mayor, en la que se encuentran las tres estatuas de los dioses y del faraón, la que despierta nuestro interés astronómico, ya que dos veces al año, durante el orto solar, los rayos del sol iluminan las estatuas del faraón y los dioses Ra y Amón, pero no la del dios del inframundo Ptah. Este fenómeno solar ya se producía en la antigüedad, cuando fue construido con una orientación adecuada para que se diera durante el amanecer, y se sigue produciendo hoy en día, a pesar de haber sido desplazados los templos desde su emplazamiento original a otro, 63 m más arriba y unos 200 m más lejos, para así evitar quedar inundados por las aguas de la gran presa de Asuán, cuando se construyó en los años 60 del pasado siglo. Es necesario decir que, en agradecimiento a la colaboración española en el proyecto de rescate, llevado a cabo por U.N.E.S.C.O, de los distintos templos faraónicos que iban a quedar inundados, el gobierno egipcio nos regaló el templo de Debod, el cual actualmente se puede ver en Madrid.

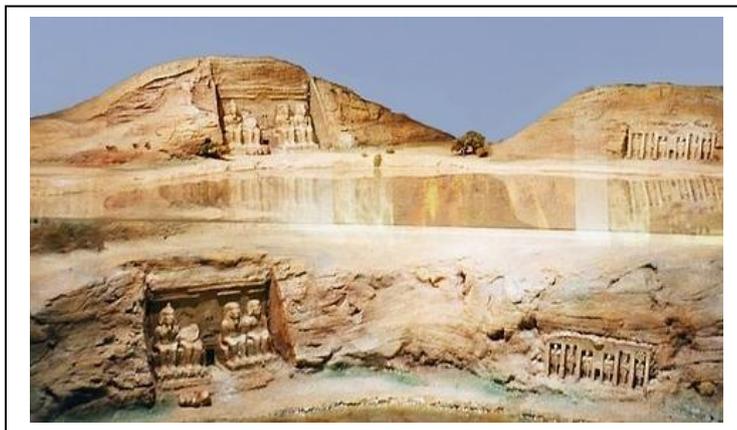


Sala del santuario final

Señalar que este fenómeno solar, es un proceso paulatino que se prolonga durante unos días, teniendo su punto álgido de espectacularidad los días 22 de octubre y 22 de febrero, aunque en la antigüedad, cuando se construyeron los templos (aprox.1270 a.C.) sucedía un día antes, el 21 de octubre y el 21 de febrero, al igual que ocurría antes de su traslado. Esto puede deberse a que ha podido variar un poco el acimut de orientación del eje longitudinal del templo a la hora de recolocarlos en la colina artificial construida al efecto.

Hoy esta " hierofanía " o manifestación de lo sagrado, se ha convertido en todo un espectáculo de masas, ya que acuden gente de todo el mundo a verlo, junto con el Festival del Sol que las autoridades egipcias organizan.

Astronómicamente hablando, el fenómeno presenta unas diferencias, tanto cuantitativas como cualitativas, ya que las variables físicas que intervienen en esos dos días no son las mismas, y tampoco coincide la descripción visual del proceso en ambos casos.



Los templos en su anterior y actual emplazamiento

Lo primero a reflejar, previo al análisis del hecho astronómico, es conocer las coordenadas geográficas de los templos :

- Latitud (φ) = $22^{\circ},33723 = 22^{\circ} 20' 14''$, norte y longitud (λ) = $31^{\circ},62578 = 31^{\circ} 37' 32''$, este.

Otro dato esencial a tener en cuenta es el acimut (A) del eje axial del templo de Ramsés II, que es $A = 280^{\circ},55$ (acimut astronómico, no civil, a contar desde el punto cardinal sur hacia el oeste en el sentido de las agujas de reloj).

Astronómicamente hablando, el fenómeno presenta unas diferencias, tanto cuantitativas como cualitativas, ya que las variables físicas que intervienen en esos dos días no son las mismas, y tampoco coincide la descripción visual del proceso en ambos casos.

La primera cuestión a estudiar es saber cuándo y cómo se observa en la actualidad esta hierofanía. Con objeto de ganar precisión en los cálculos se tendrá en cuenta el efecto de la refracción durante el orto solar, fenómeno físico que hace que la distancia cenital del Sol, en ese momento, sea igual a $z = 90^\circ + R + s = 90^\circ + 34' + 16' = 90^\circ 50' = 90^\circ,8333$.

R es el valor de la refracción en el horizonte y s el semidiámetro angular del Sol. Entonces la altura (h) del Sol es igual a $h = 90^\circ - z = 90^\circ - 90^\circ,8333 = -0^\circ,8333$, es decir, cuando el Sol lo vemos ya sobre el horizonte aún no ha salido en realidad.

La expresión $\sin \delta = -\cos \varphi \cos h \cos A + \sin \varphi \sin h$ (1), que sirve para pasar de coordenadas horizontales a coordenadas ecuatoriales nos permite hallar la declinación (δ) del Sol al orto, para esa latitud y ese acimut concreto, sobre un horizonte local teórico.

Sustituyendo valores, obtenemos que $\delta = -10^\circ,077948 = -10^\circ 4' 40''$

Buscando en el Anuario Astronómico del 2.018 las fechas en las que el Sol tiene esa declinación, encontramos que corresponden al 20 de octubre y al 22 de febrero, es decir, teniendo en cuenta que el solsticio de invierno entró el 21 de diciembre, las fechas nos llevan a 62 días antes del solsticio y a 63 después de él, respectivamente.

Para hallar el ángulo horario del Sol (H) al orto, sin tener en cuenta su paralaje horizontal, pero sí la refracción y el semidiámetro angular, usamos la siguiente expresión:

$\cos H = (\cos 90^\circ,8333 - \sin \varphi \sin \delta) / (\cos \varphi \cos \delta)$ (2), sustituyendo valores obtenemos....

$H_1 = 86^\circ,729$ (ocaso) y $H_2 = 360^\circ - 86^\circ,729 = 273^\circ,271$ (orto)

Si dividimos H_2 entre $15^\circ/\text{hora}$ obtenemos que $H_2 = 18,218$ horas y, teniendo en cuenta que el ángulo horario se mide sobre el ecuador celeste, desde la culminación superior del Sol en el sur geográfico, al mediodía, y el tiempo local civil desde la medianoche, tenemos entonces que la hora del orto es igual a $t = H_2 - 12 = 6,218 \text{ h} = 6 \text{ h } 13 \text{ m } 5 \text{ s}$. A esta tiempo medio hay que sumarle la corrección por la ecuación del tiempo para saber el tiempo solar local verdadero.

Ahora bien, aunque el 22 de febrero si se ajusta a la realidad, la otra fecha, el 20 de octubre no corresponde al día en el que se produce el tan famoso fenómeno de la iluminación de las estatuas de Amón, Ramsés II y Ra, permaneciendo en oscuridad el dios Ptah, sino que ocurre el 22 de octubre. ¿Cuál puede ser la explicación? Primeramente hay que entender que la iluminación del templo se logra progresivamente durante el mes de octubre, al igual que en febrero, hasta que se hace visible el sorprendente fenómeno, en segundo lugar hay que contar con que el Sol alcance la suficiente altura sobre el horizonte para que sus rayos lleguen al fondo del santuario, el cual se halla a unos 50 m de la entrada del templo y, en tercer lugar, hay que aclarar que las declinaciones solares de ambos días son distintas.

Nuevamente la fórmula (2) nos permitirá hallar el ángulo horario (H) del Sol al orto para ese día 22 de octubre. Con objeto de afinar más en la declinación (δ) solar en ese momento, hacemos un promedio del incremento en declinación entre los días 22 y 23 de octubre y concluimos que, para las seis de la mañana del día 22, el Sol tiene una $\delta = -11^\circ,010 = -11^\circ 0' 36''$; la latitud (φ), la altura (h) y, por consiguiente la distancia cenital (z), siguen siendo las mismas.

Sustituyendo valores, obtenemos un ángulo horario para el orto $H_2 = 273^\circ,665$ y una hora media igual a $t = 6 \text{ h } 14 \text{ m } 39 \text{ s}$.

La siguiente expresión $\cos h \sin A = \cos \delta \sin H$ (3) nos da el acimut (A) al orto, siendo igual a $A = 281^\circ,567$, aproximadamente un grado más que el que tiene el eje del templo.

Según cuentan los testigos, en ese momento el Sol ilumina primero al dios Amón y después, paulatí-

namente lo hace con Ramsés II y Ra, hasta que pasados unos veinte minutos desaparece su luz por este último dios, situado a la derecha del conjunto estatuario.

En esos veinte minutos el ángulo horario del Sol se ha incrementado unos 5° , con lo que entonces su valor será $H = 273^\circ,665 + 5^\circ = 278^\circ,665$.

Para calcular la altura (h) que ha alcanzado en ese instante utilizamos la fórmula siguiente :
 $\text{sen } h = \cos \varphi \cos \delta \cos H + \text{sen } \varphi \text{sen } \delta$ (4) y sustituyendo los valores llegamos a $h = 3^\circ,6812$

Con esta altura entrarían los últimos rayos solares que iluminarían las estatuas sedentes, cuyas caras se encuentran a 1m de altura y a unos 50 m desde la entrada.

Si hacemos uso del teorema de Tales de dos rectas cortadas por paralelas, podemos lograr una medida aproximada del alto de la puerta que da acceso al templo. Realizados los cálculos obtenemos un resultado de 4,21 m, medida que encaja bien con las dimensiones de todo el monumento y con lo observado por mí cuando visité el templo.

Por entonces, usando nuevamente la expresión (3) el Sol habría alcanzado un acimut de $A = 283^\circ,494$

Haciendo un análisis cuantitativo del fenómeno observamos que el día 22 de febrero el acimut al orto es casi igual al acimut del eje principal del templo, mientras que cuando la iluminación finaliza, pasados veinte minutos, el acimut ha aumentado dos grados ($A = 272^\circ,714$), el ángulo horario se ha incrementado 5° ($H = 278^\circ,27$) y el

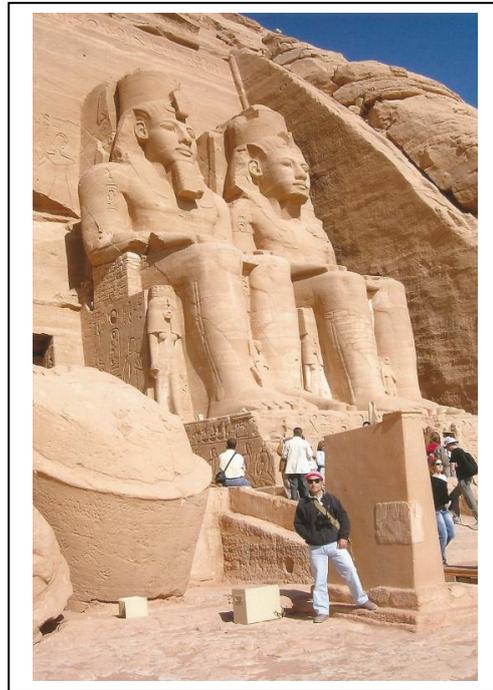
Sol se encuentra a una altura de $3^\circ,7$ sobre el horizonte. Entonces la luz desaparece del fondo del santuario.

Estos resultados explican que, cuando empieza el fenómeno solar, se vean iluminadas por una luz rojiza las estatuas centrales del conjunto (dios Amón y Ramsés II), mientras que Ra aparece semioscurecido; poco a poco, la luz se va desplazando hasta permitir ver las tres estatuas sedentes, pero no al dios Ptah. Durante el otro día del año en el que es observado este fenómeno solar, el 22 de octubre, el proceso es un poco diferente, ya que el acimut al orto es un grado mayor que el acimut del eje del templo, localizándose un poco más hacia el sur que su homólogo del mes de febrero y se produce media hora antes, no habiendo casi diferencia en la altura del Sol cuando finaliza su iluminación veinte minutos después.

Fruto de esta disposición concreta, ahora la primera estatua en ser iluminada con los rayos rojizos es la más hacia la derecha, el dios Ra, no viéndose toda ella sino solo la parte superior, el busto, mientras Amón y Ramsés presentan una iluminación, también rojiza, sobre sus bustos respectivos. Los rayos se vuelven más luminosos y llenan de luz completamente la mitad de la estatua sedente de Ra-Horakhty, antes de desaparecer. Es probable que el proceso no dure tanto tiempo como en el mes de febrero.

Para terminar, se va a realizar una extrapolación de todos los cálculos realizados anteriormente al año 1270 a.C., cuando se estaba construyendo, aún cuando hay algunos egiptólogos que asocian el proyecto y, por consiguiente los planos y orientación del templo, al padre de Ramses II, el faraón Sethi I (1294 - 1279).

Lo primero que necesitamos saber es cuál era la inclinación de la Eclíptica en ese momento ya que, hallado su valor, nos permitirá calcular posteriormente la declinación del Sol (δ) correspondiente a



El autor en Abu Simbel

cada uno de los días del año.

La siguiente expresión polinómica, debida a J. Laskar, nos permite hallarla.

$$\varepsilon = 23^{\circ} 26' 21'',448 - 4.680'',93 U - 1'',55 U^2 + 1.999'',25 U^3 - 51'',38 U^4 - 249'',67 U^5 - 39'',05 U^6 + 7'',12 U^7 + 27'',87 U^8 + 5'',79 U^9 + 2'',45 U^{10} \quad (5)$$

Aquí la variable $U = 1$ corresponde a un periodo de 10.000 años, contado a partir de J 2.000, + hacia adelante en el tiempo y - hacia atrás. En este caso $U = -0,327$.

Sustituyendo este valor en el polinomio obtenemos $\varepsilon = 23^{\circ},84509441 = 23^{\circ} 50' 42''$

Se puede calcular la declinación (δ) del Sol en función del día del año y de la oblicuidad de la Eclíptica, correspondiente a una fecha concreta, mediante la siguiente expresión matemática: (6)

$$\text{sen } \delta = \text{sen } -23^{\circ},84509441 \cdot \cos \left[(360^{\circ}/365,24) \cdot (N+10) + (360^{\circ}/\pi) \cdot 0.0167 \cdot \text{sen} \left[(360^{\circ}/365,24) \cdot (N-2) \right] \right]$$

en la que N es igual al número del día del año, siendo $N=1$ para el 1 de enero y $N= 365$ para el 31 de diciembre.

No conocemos con exactitud cuál era la orientación del eje del templo en la antigüedad ni tampoco antes de su traslado, pero sí que el evento sagrado se producía en las fechas del 21 de octubre y el 21 de febrero, tal y como la exploradora Emilda Edwards dejó reflejado en su libro " Mil millas en el río Nilo ", en el año 1874 y publicado posteriormente en el 1879 :

“A las 6:25 de la mañana del 21 del mes de febrero, o a las 5:55 de la mañana en la del 21 de octubre de cada año, la luz del sol entra suavemente sobre el rostro del rey Ramsés, de forma representativa abrazando y besándolo. Un flujo de luz irradia la cara del Rey en su cámara ubicada dentro del temido corazón del templo. Una sensación de miedo y un pequeño pulso hacen vibrar tu corazón como si la luz te atrapa y perturba tu profundidad con una fuerza oscura y mágica. ¡Qué magia! - y qué oscuridad perturba tu existencia como si estuvieras experimentando un momento de milagro. Entonces, la luz del sol se extiende en un haz de luz, iluminando las caras de las estatuas dentro del sagrario ”

Esta emotiva descripción me invita a abordar los cálculos relativos al suceso solar, siguiendo los mismos pasos dados anteriormente, pero centrándolos ahora en la fecha en la que toda la documentación recogida sobre el tema decía que se producía, el 21 de octubre y el 21 de febrero. Yo solo he trabajado sobre la primera de ellas, pero se hace necesario decir que la declinación del Sol (δ) el 21 de febrero era igual a $\delta = -10^{\circ},736$, y el 21 de octubre de $\delta = -10^{\circ},873$ casi igual a la anterior, por lo que los cálculos que se van a llevar a cabo a continuación resultarían muy parecidos en sus valores. Algunos han querido ver en ellas, respectivamente, el día del cumpleaños y de la coronación del faraón Ramsés II. No es de esta opinión el Dr. M.A. Mosalam Shaltout, que defiende que correspondían, también respectivamente, a las fechas en las que el trigo se plantaba al final de la inundación del Nilo y al comienzo de la cosecha. Ambas fechas se situaban 62 días antes y después del solsticio de invierno, cuando se celebraba el principal festival para los egipcios, relacionado con el nacimiento del dios Horus.

Sustituyendo en la fórmula (6) la variable N por 294 (día del año del 21 de octubre) obtenemos la declinación solar ese día , $\delta = -10^{\circ},873 = -10^{\circ} 52' 23''$.

Sumándole el incremento en declinación correspondiente a las 6h de ese día, obtenemos una declina-

ción solar en ese instante igual a $\delta = -10^{\circ},963$, casi igual a la que asignamos, a esa misma hora, para el 22 de octubre del 2.018 ($\delta = -11^{\circ},010$).

Haciendo uso de este dato, más los correspondientes a las coordenadas geográficas de Abu Simbel, (las mismas aunque el templo haya sido desplazado unos 200 m), y después de realizar los cálculos correspondientes, similares a los que nos sirvieron de modelo anteriormente, se obtienen los siguientes resultados:

La aplicación de la expresión (2) nos da el ángulo horario (H) al orto $H = 273^{\circ},645$, el cual dividido entre $15^{\circ}/h$ nos daría la hora en la que se produciría, $t = 6\text{ h } 14\text{ m } 34\text{ s}$. A esta hora habría que sumarle la corrección por la ecuación del tiempo.

La aplicación de la número (3) nos calcula el acimut (A) del Sol en ese momento del orto, igual a $A = 281^{\circ},517$.

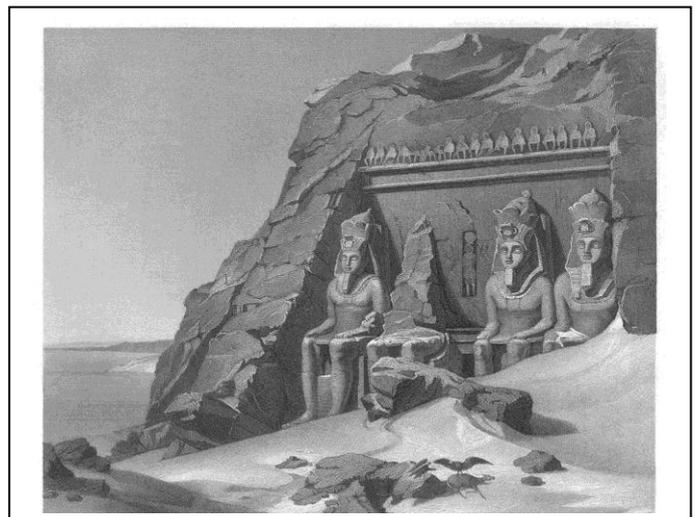
Transcurridos veinte minutos, que es lo que dura la iluminación de las estatuas, entonces el Sol tendrá un ángulo horario 5° mayor, es decir, $H = 278^{\circ},645$. Para entonces, la aplicación de la expresión (4) nos da la altura del Sol $h = 3^{\circ},682$, y consecuentemente el final del suceso.

Como se puede ver, los resultados son todos muy parecidos a los obtenidos para el 22 de octubre del 2018, es decir la hierofanía sucede hoy en día de la misma forma que sucedía un día antes, el 21 de octubre, en el año 1270 a.C.

Estos resultados confirman que el evento astronómico se ha dado siempre en el entorno de estas dos últimas fechas, pero condicionado por las elementos físicos del relieve del valle del Nilo en ese lugar geográfico, sobre todo por el carácter abrupto que presenta la orilla derecha del río Nilo con respecto a la izquierda, más baja y plana, consecuencia directa de la mayor erosión de la orilla derecha de los ríos en el hemisferio norte, originada por la fuerza de coriolis actuando sobre las corrientes de agua.



Fotografía antigua de los templos



Litografía antigua del templo mayor

Bibliografía

- Anuario Astronómico 2018
- J. José de Orús, M^a Asunción Catalá.: “ Astronomía esférica y mecánica celeste “
- J. Antonio Belmonte : “ on orientati6n of ancient egyptian temples ”
- Dr Mosalam Shaltout : “ The sun perpendicularity on Abu Simbel temple phenomenon ”
- P.I.Bakulin, E.V. Kononovich, V.I. Moroz : " Curso de astronomía general ". Edit. Mir
- Jean Meeus : " Astronomical algorithms ". Edit. Willmann-Bell.