

Latitud y Soleamiento

Diego Miramontes de León

Latitude and sunlight

Recibido: octubre 1, 2007

Aceptado: octubre 27, 2007

Palabras clave: Latitud; soleamiento; horario de verano

Abstract:

The daylight saving time in the States of our country, where not were applied before, has sparked a great statement against it. It can be shown that from parallel 30° it is a gain an hour, and corresponds to the City of Cananea in Sonora. Meanwhile, Ciudad Juarez, Chihuahua is in the latitude 31° and Tecate, B. C. in the parallel 32° , practically, all northwest border. Also should be noted that this gain is only given on June 21th, whereas before and after, the gain is reduced. Mexico City shows a gain of only 32.41 min. The advance schedule on most of the territory of our country can not be justified with the increase in sunlight. In this paper, we show some calculations that can help explain where or not it is necessary to advance the clock.

Keywords: Latitud; sunlight; daylight saving time

LA Tierra en su rotación con su eje inclinado $23^\circ 27'$ grados a partir de la perpendicular al plano de su órbita, quien se considera casi constante, recibe los rayos solares formando ángulos variables con el eje de los polos desde $90 + 23^\circ 27'$ el 21 de diciembre, a $90 - 23^\circ 27'$ el 21 de junio. Después de estas fechas vuelve a aumentar o disminuir gradualmente pasando por los 90° el 21 de marzo y el 24 de septiembre (Fig.1).

El efecto que produce la inclinación del eje de rotación en la iluminación solar es evidente. En verano (21 de junio) el Polo Norte permanece prácticamente iluminado día y noche. Por el contrario, el Polo Sur permanece casi oculto a la iluminación solar. Indudablemente que el fenómeno se traduce en días más largos para regiones próximas a los polos, pero el efecto tiende a disminuir cerca del ecuador.

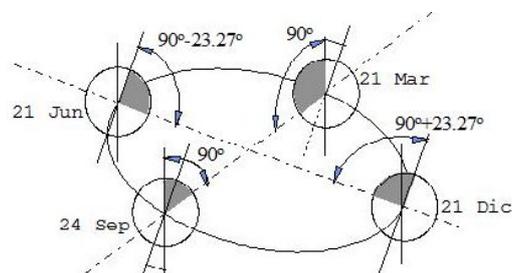


Figura 1. Inclinación del eje de rotación de la Tierra.

Como el eje tiene una inclinación finita, la percepción de un mayor tiempo de iluminación también puede identificarse. Dado que la inclinación del eje es $23^\circ 27'$ la zona en donde se incluye la trayectoria solar será de $46^\circ 54'$, lo que marca la zona entre el Trópico de Cancer y el Trópico de Capricornio. La Figura 2 muestra una vista real desde el satélite Morelos 2 a 35778 Km de altura y a un ángulo casi perpendicular al ecuador. Esta es la posición que presenta la Tierra al 21 de marzo, es decir 90° como se indica en la Figura 1¹.

Con el cambio de horario en
Zacatecas, en casi el 90% de
cursos escolares de 7:00 a.m. no
hay iluminación natural.

Cuando la Tierra gira y se presenta el crepúsculo en México, debido a la zona de penumbra, la zona iluminada se extiende más allá de la latitud $23^\circ 27'$ norte, quien generalmente está definida para latitudes cercanas a los 32° . México está comprendido desde la latitud 15° hasta la $32^\circ 5'$ aproximadamente, por lo que sólo en las regiones próximas a los 32° aumentan significativamente su iluminación desde primavera (21 de marzo) hasta el inicio del verano (21 de junio). Después comienza a disminuir el tiempo de exposición so-

¹ Las imágenes fueron tomadas de www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Earth, The living Earth, Inc/Earth Imagin.

lar, alcanzando su valor mínimo el 21 de diciembre.

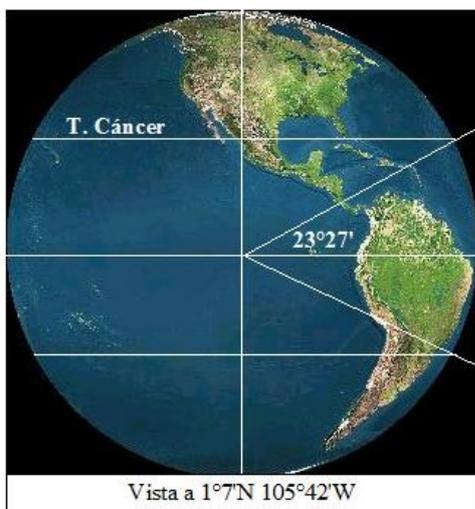


Figura 2. Fotografía desde el satélite Morelos 2.

En la Figura 3, se observan ambos polos iluminados. Esta fotografía corresponde a las 9:18 AM hora de México (horario normal). También puede verse que la iluminación corresponde a la descrita en la Figura 1 en la proximidad al 21 de marzo. A partir de esta fecha, la inclinación del eje terrestre y el movimiento de traslación producirán un aumento en el tiempo de iluminación solar en el cono norte, mientras en el cono sur tenderá a disminuir. La Figura 4 muestra una vista desde 23°37'N, es decir desde la posición que guardará el sol cuando el tiempo de exposición será mayor. Este ángulo es muy próximo al indicado el 21 de junio en la Figura 1 donde efectivamente el Polo Norte permanece prácticamente iluminado al girar la Tierra sobre su eje.

En la Figura 5 y 6 se observa el cabo San Lucas como punto de referencia. Se divide ahí claramente la zona iluminada, donde resulta importante resaltar que mientras el Polo Sur permanece iluminado, la zona que se extiende hacia el norte del Cabo San Lucas, se encuentra bajo sombra. Si se observa nuevamente la Figura 2, se comprueba que esta línea corresponde al Trópico de Cáncer.

México aparece iluminado casi en su totalidad, excepto Baja California, en donde ya se tiene permanentemente una diferencia de horario. Para las zonas ubicadas más abajo de los 32.5°, el cambio en el tiempo de iluminación no es tan significativo. Esto puede observarse directamente en fotografías tomadas por satélite (Fig.6)



Figura 3. Iluminación solar matinal vista desde el satélite Morelos 2.

El adelantar el horario en la mayor parte del territorio de nuestro país, no puede justificarse con el aumento en la iluminación solar.

Evaluación geométrica

Resulta importante conocer el aumento en iluminación aproximadamente al paralelo 100W a la latitud $\alpha = 23^{\circ}27'$ el 21 de junio con respecto al 21 de diciembre. Para ello, puede trazarse la longitud de arco que se obtiene en cada latitud α con respecto al plano perpendicular a la eclíptica (Fig. 7 y 8) y compararlo con el arco que se forma en cada huso horario en esa misma latitud (Figura 8).

La longitud de arco es igual a Arco = radio \times ángulo, donde el ángulo se expresa en radianes. Para cada caso, se requiere solamente calcular el radio (r) a la latitud deseada, mientras que el ángulo δ se debe medir entre los hemisferios indicados en la Figura 7. Por el contrario, el ángulo entre cada huso horario β es constante e igual a 15° . Entonces, se tiene (Figura 8):

$$r' = r \cos \alpha, \tag{1}$$

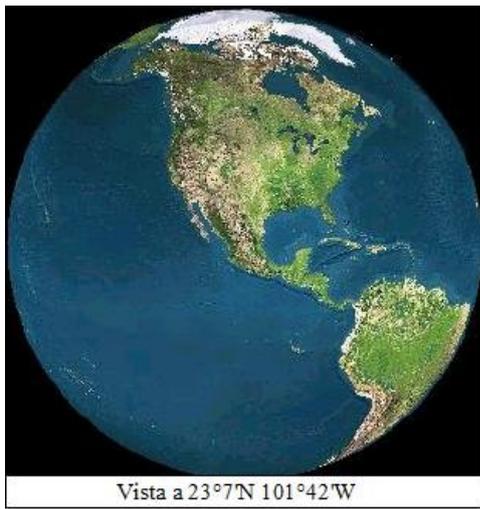


Figura 4. Iluminación terrestre en verano.

donde α es el paralelo en grados.

$$x = \tan\theta r \sin\alpha, \quad (2)$$

donde $\theta = 23^{\circ}27'$ y es constante.

A partir de la Figura 8, la vista en planta del disco definido por el paralelo α (Figura 9), permite calcular fácilmente el ángulo δ , ya que, para cada segmento circular al paralelo α , se conoce x y r' , entonces se puede calcular :

$$\delta = \arcsin[\tan\theta \tan\alpha] [\pi/180^{\circ}] \quad (3)$$

Las longitudes de los arcos serán : $A_{\alpha} = r_{\alpha}\delta$, $A_{hh} = r_{\alpha}\beta$ en donde A_{α} = longitud de arco al paralelo α , A_{hh} = longitud de arco correspondiente a una hora al paralelo α , δ = ángulo entre los hemisferios perpendiculares a la eclíptica en diferentes estaciones del año y β = ángulo entre cada huso horario ($15^{\circ} = 0.083 \pi$ radianes). En la Figura 10 se muestra gráficamente la comparación de los radios a diferentes paralelos y la zona iluminada. En la Tabla 1 se muestra la ganancia en iluminación para los mismos paralelos, así como para la Cd. de México.

Resulta de interés, el calcular el paralelo en el cual se tiene una ganancia de 1 hora. Para ello, se puede utilizar la expresión propuesta para δ , asignarle el valor de 15° y despejar el paralelo α . De aquí resulta (Tabla 1) :

$$\alpha = \arctan \frac{\sin 15^{\circ}}{\tan 23^{\circ}27'} = 30.82^{\circ}. \quad (4)$$

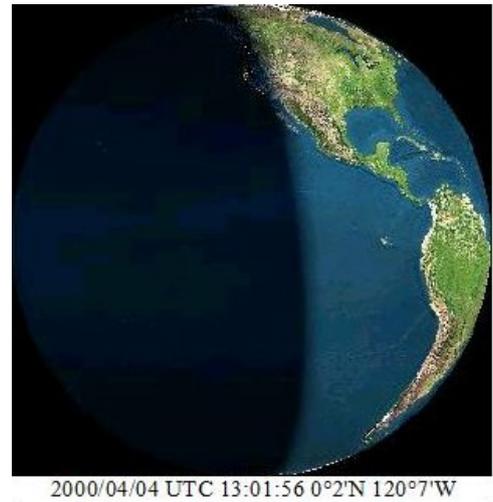


Figura 5. Iluminación solar a 90° .



Figura 6. Iluminación solar a $90 - 23^{\circ}27'$.

Tabla 1. Ganancia e iluminación al solsticio de Verano.

α	n						Ganancia
	r_α	A_{hh}	x	δ	A_α	horas	
$23^\circ 27'$	0.9174r	0.2392r	0.1726r	10.845°	0.1736r	0.723	43.54m
$66^\circ 33'$	0.3979r	0.1038r	0.3979r	90°	0.6251r	6.0	6 hrs
$18^\circ 00'$	0.9511r	0.2490r	0.1340r	8.102°	0.1345r	0.540	32.41m
$45^\circ 00'$	0.7071r	0.1844r	0.3067r	25.707°	0.3173r	1.7121	1hr 43 min
$30^\circ 82'$	0.8588r	0.2248r	0.2222r	15°	0.2248r	1.0	1 hr

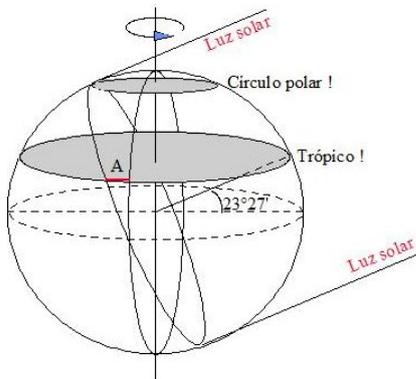


Figura 7. Hemisferios de iluminación y segmentos circulares.

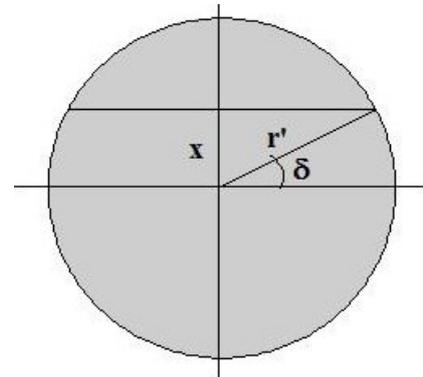


Figura 9. Vista en planta del disco al paralelo α .

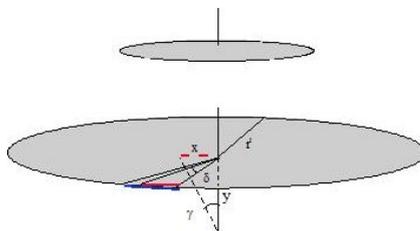


Figura 8. Longitudes de arco.

A partir de este paralelo se tiene una ganancia de una hora, y corresponde a la Cd. de Cananea en Sonora. Por su parte, Cd. Juárez, Chihuahua está en el paralelo 31° y Tecate, B.C. en el paralelo 32° ; prácticamente, todas ellas fronterizas al Noroeste. También debe tenerse en cuenta que esta ganancia sólo se da el 21 de junio, mientras que antes y después, la ganancia es menor. En la Cd. de México se muestra una ganancia de sólo 32.41min.

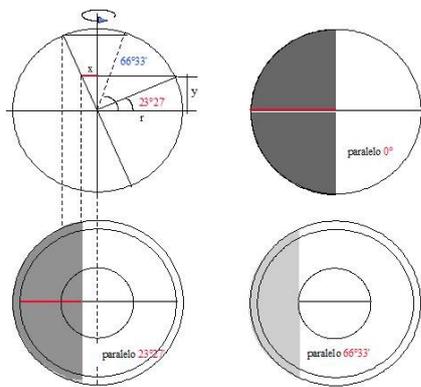


Figura 10. Radios a diferentes paralelos y su iluminación.

El proceso inverso se presenta durante el invierno. Es decir, a partir del 24 de septiembre (similar al 21 de marzo, cuando no hay ni ganancia ni pérdida), la iluminación disminuye en la misma proporción en la que aumentó durante el Verano.

Conclusiones

El adelantar el horario en la mayor parte del territorio de nuestro país, no puede justificarse con el aumento en la iluminación solar. Por otro lado, el horario en Yucatán es el mismo que en el centro del país, lo que significa que de por sí, éste se encuentra ya adelantado. Las consecuencias, además de encontrarse con las 7:00 AM sin ver aun el sol, es sin duda, una fuerte alteración en los hábitos biológicos de muchas personas. Los niños presentan efectos más fuertes a menor edad, es decir, en edad pre-escolar.

Paradójicamente, en países que se encuentran cerca del paralelo 45° , se hacen intentos por no aplicar el cambio de horario. Principalmente se pretenden evitar las perturbaciones o molestias que la sociedad pueda sufrir. Sin embargo, en nuestro país, se argumenta un ahorro de energía que nunca incide en el consumo popular, por lo que el beneficio social resulta ser el menos importante.

Bibliografía

- [1] F. J. Serrano. Soleamiento, Climas y Edificaciones. Escuela Nacional de Arquitectura, Centro de Investigaciones Arquitectónicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 136p., 1981.
- [2] S. V. Szokolay. Energía Solar y Edificación. Ed. Blume, Barcelona, 196p., 1978.
- [3] ONUDI. Tecnología para aprovechar la energía solar, Serie; Desarrollo y transferencia de tecnología, Naciones Unidas, New York, 172p. 1979.
- [4] <http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Earth>

Acerca del autor o autores

Diego Miramontes de León es Director de la Facultad de Ingeniería de la UAZ, es miembro y líder del Cuerpo Académico de Modelización numérica y Análisis de Estructuras. El Dr. Miramontes ha sido de Profesor de la Facultad de Ingeniería por más de 25 años.