



## Primera Serie de Ejercicios

Profesor: Dr. Isaías Moreno Cruz  
 Energía Solar Térmica (2026)  
 Universidad Panamericana

03 de febrero de 2026

- **Fecha de encargo:** viernes 3 de febrero
- **Fecha de entrega:** viernes 12s de febrero

**Problema 1.** Calcule la diferencia entre tiempo estándar y tiempo solar, en minutos, para la Ciudad de Aguascalientes los días:

- 21 de diciembre
- 21 de septiembre
- 21 de junio

Comente sus resultados.

**Problema 2.** Calcule la posición solar, ángulos cenital  $\theta_z$  y acimutal  $\gamma_s$ , así como el vector solar  $\hat{s}$  para Aguascalientes, Ags. El día 25 de junio a las 11:30 (tiempo solar).

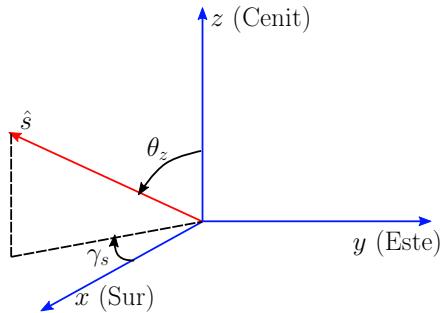


Figura 1: Sistema de referencia de la posición solar.

**Problema 3.** A partir de la Ec. 1 obtenga la ecuación para deducir la duración del día ( $\omega_a$ ). Calcule cual es la duración del día el solsticio de invierno, verano y el equinoccio en las latitudes de 0, 15 y 30°. ¿Donde se tiene el día más largo y por qué?

$$\cos(\theta_z) = \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\phi) \sin(\delta) \quad (1)$$

**Problema 4.** Para la barra mostrada en la Fig. 2 y la posición del vector solar dada por los ángulos  $\theta_z = 5^\circ$  y  $\gamma_s = -15^\circ$ , calcule:

- (a) El vector solar  $\hat{s}$
- (b) el ángulo  $\xi$  que forma la sombra de una barra, orientada hacia el sur, con respecto a la horizontal.

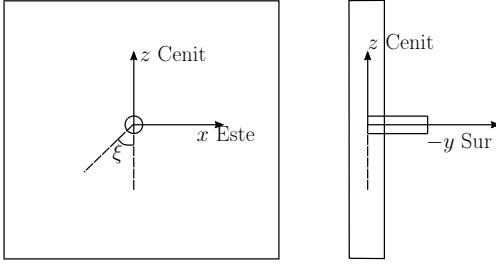


Figura 2: Barra orientada hacia el sur.

**Problema 5.** Para un colecto plano de  $1.7 \text{ m}^2$  ubicado en Temixco, Morelos, calcula la potencia en que incide en el solsticio de verano al mediodía solar si la irradiancia es del  $850 \text{ W/m}^2$ :

- El colector horizontal que está orientado hacia el sur.
- El colector esta inclinado la latitud del lugar, respecto a la horizontal y orientado hacia el sur.
- El colector está inclinado 10 grados respecto a la horizontal y rotado 15 grados respecto al sur hacia el oeste.

## Formulario

$$B[\text{grad}] = (n - 1) \frac{360}{365} \quad (2)$$

$$E[\text{min}] = 229.2[0.000075 + 0.001868 \cos(B) - 0.032077 \sin(B) - 0.014615 \cos(2B) - 0.04089 \sin(2B)] \quad (3)$$

$$(\text{solar time} - \text{standard time})[\text{min}] = 4(L_{st} - L_{loc}) + E, \quad (0^\circ < L < 360^\circ) \quad (4)$$

$$\delta[\text{grad}] = 23.45 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) \quad (5)$$

$$\cos(\theta_z) = \cos(\phi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\phi) \sin(\delta) \quad (6)$$

$$\tan \gamma_s = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\sin \phi \cos \delta \cos \omega - \cos \phi \sin \delta} \quad (7)$$

$$\dot{Q} = G_b A \cos \theta \quad (8)$$

$$\cos \theta = \cos \theta_z \cos \beta + \sin \theta_z \sin \beta \cos(\gamma_s - \gamma) \quad (9)$$

	Temixco	Obregón
latitud [grad], +Norte	18.854	27.486
longitud [grad], +Oeste	99.227	109.940
huso horario [hrs], +Oeste	6	7

Cuadro 1: Latitud y longitud.

Mes	Día del año $n$ del $i$ -ésimo día del mes	Mes	Día del año $n$ del $i$ -ésimo día del mes
Enero	$i$	Julio	$181 + i$
Febrero	$31 + i$	Agosto	$212 + i$
Marzo	$59 + i$	Septiembre	$243 + i$
Abril	$90 + i$	Octubre	$273 + i$
Mayo	$120 + i$	Noviembre	$304 + i$
Junio	$151 + i$	Diciembre	$334 + i$

Cuadro 2: Días promedio recomendados para calcular el día del año  $n$ .