

---

# Cálculo de la Evapotranspiración de Referencia ET<sub>0</sub>

**Rolando Salazar**

<sup>1</sup> Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.

---

7 de mayo de 2019

**E**n este reporte se resume la Evaluación 2, donde se hacen estimaciones de ET<sub>0</sub> mediante 3 modelos diferentes, así como gráficas de balance de energía.

## 1. Introducción

La Evaluación 2 consistió en realizar una tabla similar a la del artículo de K. Djaman, para de ahí obtener 3 gráficas de la evolución de las temperaturas y humedades relativas máximas, mínimas y promedios, así de la radiación solar promedio. Luego, se hacen estimaciones de la Evapotranspiración de Referencia ET<sub>0</sub> con tres modelos distintos. Por último, se hace una gráfica de balance de energías.

### 1.1. Objetivos específicos

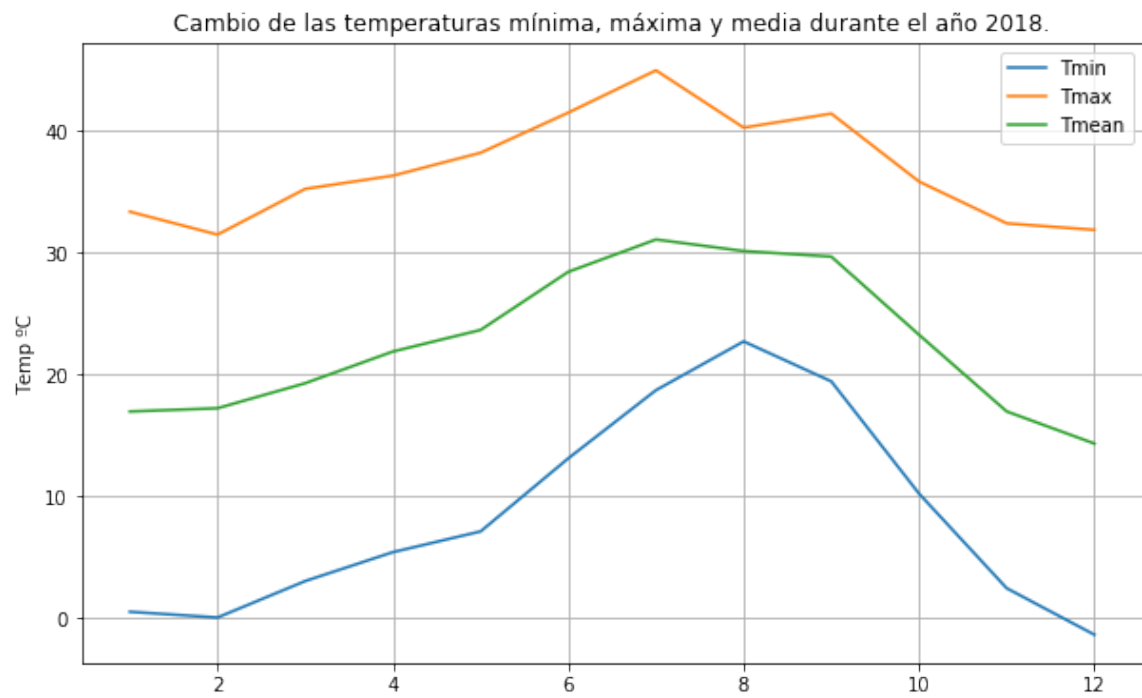
- Con los datos meteorológicos que se tienen, construir una tabla de promedios mensuales, similar a la Tabla 1 del artículo de K. Djaman y elaborar 3 gráficas con la variación mensual de las temperaturas, humedades relativas y radiación solar.
- Con la tabla de valores del punto anterior, estimar la Evapotranspiración ET<sub>0</sub> mensual promedio utilizando las ecuaciones de los siguientes 3 autores que aparecen en el artículo de Djaman: Ec. 7 de Jansen & Haise; Ec. 31 Valiantzas; Ec. 34 Valiantzas 4.
- Con los datos de flujos que se consiguieron, obtener una gráfica de balance de energía promedio de un mes típico (promedio por hora de un mes).

## 2. Desarrollo de la Evaluación 2

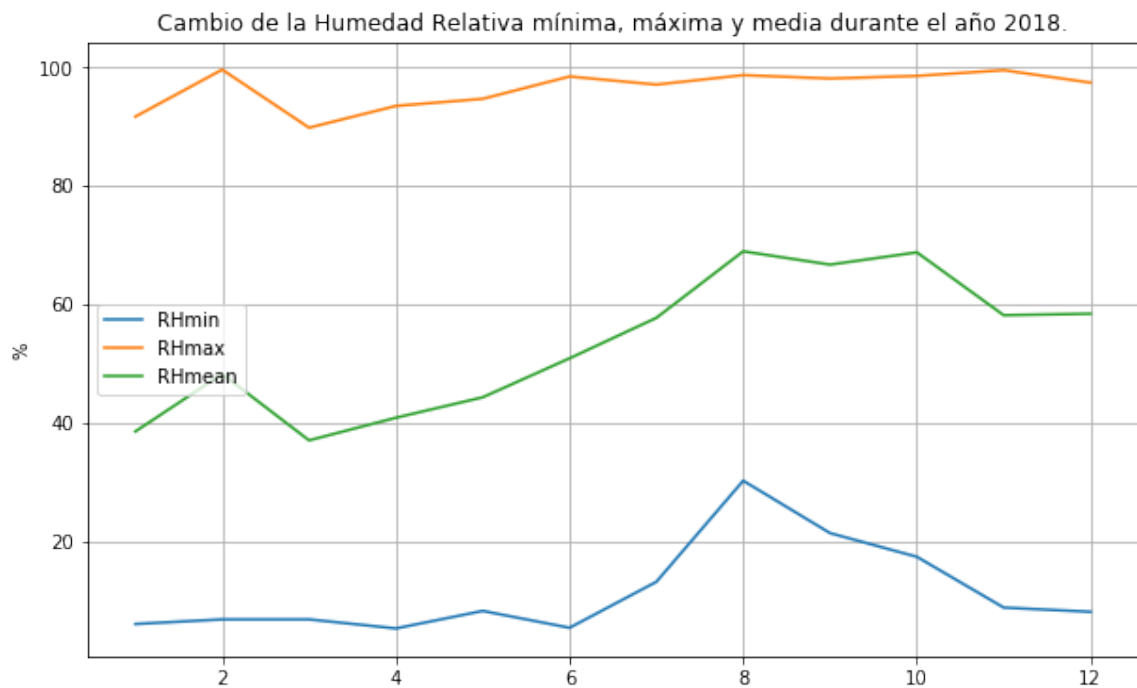
Para llevar a cabo las actividades, se requieren los archivos de datos meteorológicos y de flujos proporcionados por el profesor. También, se necesitan las ecuaciones especificadas en los objetivos específicos.

### 2.1. Primer objetivo

Para la realización de este objetivo, tenemos que leer los datos del archivo meteo-vid-2018.csv y filtrar las columnas de interés. Luego, calcular los promedios mensuales de las variables para poder hacer las gráficas. Los resultados fueron las siguientes figuras.



**Figura 1:** Cambio de las temperaturas mínima, máxima y media a lo largo del año 2018.



**Figura 2:** Cambio de las humedad relativa mínima, máxima y media a lo largo del año 2018.

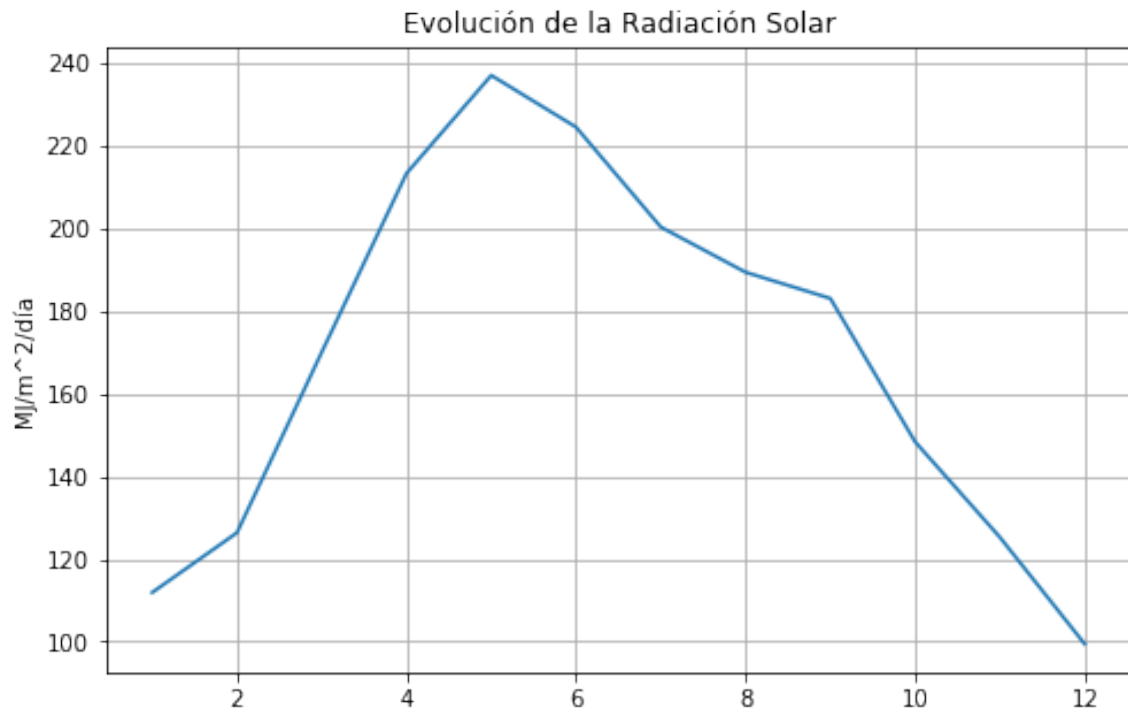


Figura 3: Cambio de las radiación solar a lo largo del año 2018.

## 2.2. Segundo objetivo

Para calcular ETO con los primeros dos modelos (Jansen y Haise y Valiantzas 1) se implemento la siguiente sección de código principalmente.

```
h = len(Meteo3)
JH = [ ]
Val1 = [ ]
pi = 3.14159

for i in range (0, h):

    k1 = (0.0252 * Meteo3.Tmean[i] + 0.078) * Meteo3.RS[i]
    JH.append(k1)

    k2 = 0.0393 * Meteo3.RS[i] * (Meteo3.Tmean[i] + 9.5)
    ** 0.5 - 0.19 * (Meteo3.RS[i] ** 0.6) * ( (pi/180) * (latt0) )
    ** 0.15 + \ 0.0061 * (Meteo3.Tmean[i] + 20) *
    (1.12 * Meteo3.Tmean[i] - Meteo3.Tmin[i] - 2) ** 0.7
    Val1.append(k2).
```

Tras dicho código y otras secciones más, se obtuvo la siguiente tabla y gráfica.

|    | MONTH | ET0_Val4  | ET0_Val1  | ET0_JH     |
|----|-------|-----------|-----------|------------|
| 0  | 1     | 43.063288 | 21.310199 | 56.545212  |
| 1  | 2     | 50.356030 | 24.210628 | 64.715721  |
| 2  | 3     | 66.957845 | 33.834979 | 95.924988  |
| 3  | 4     | 85.921578 | 44.563197 | 134.322228 |
| 4  | 5     | 96.613538 | 51.067272 | 159.853219 |
| 5  | 6     | 98.906550 | 52.063888 | 178.380785 |
| 6  | 7     | 78.704097 | 48.026438 | 172.534524 |
| 7  | 8     | 84.785890 | 44.307656 | 158.592629 |
| 8  | 9     | 87.563201 | 42.835504 | 151.169927 |
| 9  | 10    | 70.390972 | 31.589043 | 98.529331  |
| 10 | 11    | 55.026862 | 23.683415 | 63.328515  |
| 11 | 12    | 38.162231 | 17.784211 | 43.659941  |

Figura 4: Tabla de los cálculos de ETO para los tres modelos requeridos.

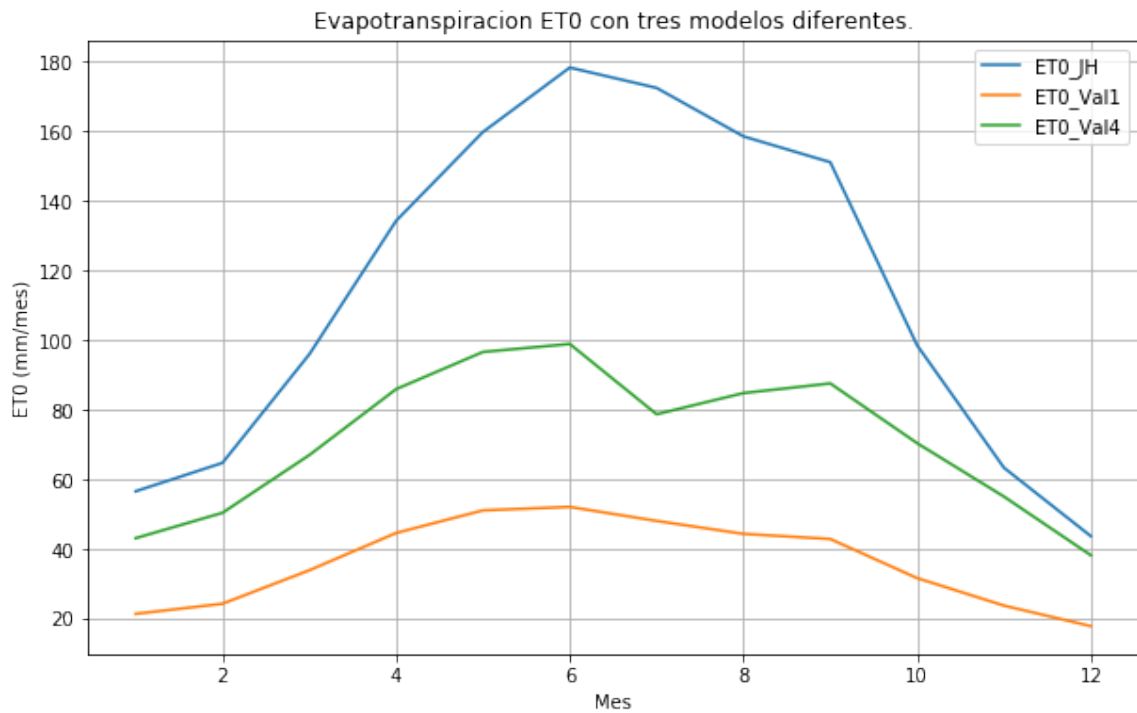


Figura 5: Gráfica de la tabla anterior.

### 2.3. Tercer objetivo

Para llevar a cabo este objetivo, se utilizan los datos del archivo, leemos los datos que se encuentran en el archivo flujos-vid-2018.csv y filtramos las variables de interés. Después, se saca el promedio por hora de dichas

variables durante un mes, y se obtiene una gráfica como la siguiente.

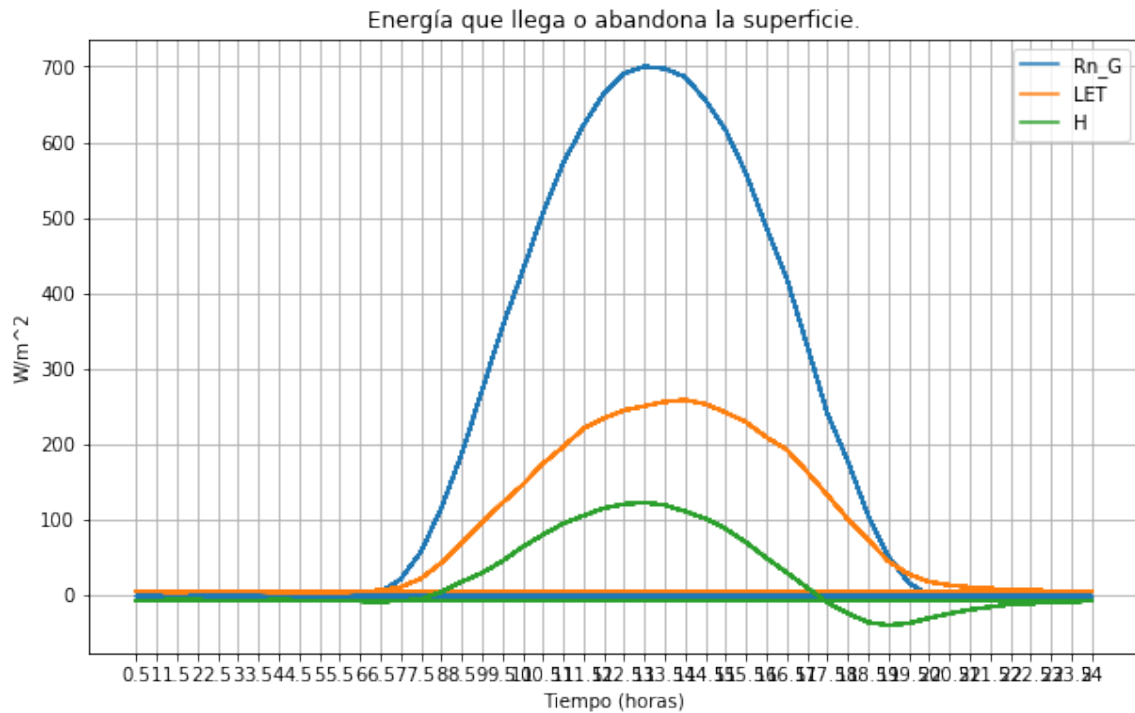


Figura 6: Balance de energía promedio por hora.

### 3. Conclusiones

En las gráficas se puede observar, claramente, que Evapotranspiración de Referencia promedio mensual depende del mes en cuestión, ya que a mayor temperatura promedio mensual, mayor será  $ET_0$ . Luego, la Radiación Neta, Calor Latente y Calor Sensible dependen de la hora del día, puesto que a mayor temperatura, mayor será el valor de estas variables. Todos estos son resultados esperados en cada modelo.

### 4. Bibliografía

- Djaman, K., O'Neill, M., Diop, L. et al. Theor Appl Climatol (2018). <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2624-0>
- Allen R., et al.. (2006). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.