

2.2. Radiación Solar

2.2.1 Física de la radiación

2.2.2 Radiación Solar Incidente

2.2.3 Radiación de Onda Larga

2.2.4 Balance Energético de la Tierra

Radiación Solar

Constante solar : Flujo de energía que atraviesa una superficie unitaria colocada perpendicularmente a los rayos solares en los confines de la atmósfera, cuando la Tierra se encuentra a la distancia media del Sol (149×10^6 Km)

Valores :

$$2 \pm 0,04 \text{ cal / min / cm}^2$$

$$1390 \text{ W / cm}^2$$

$$1200 \text{ Kcal / m}^2 / \text{hr}$$

Distribución Espectral de la Radiación Solar

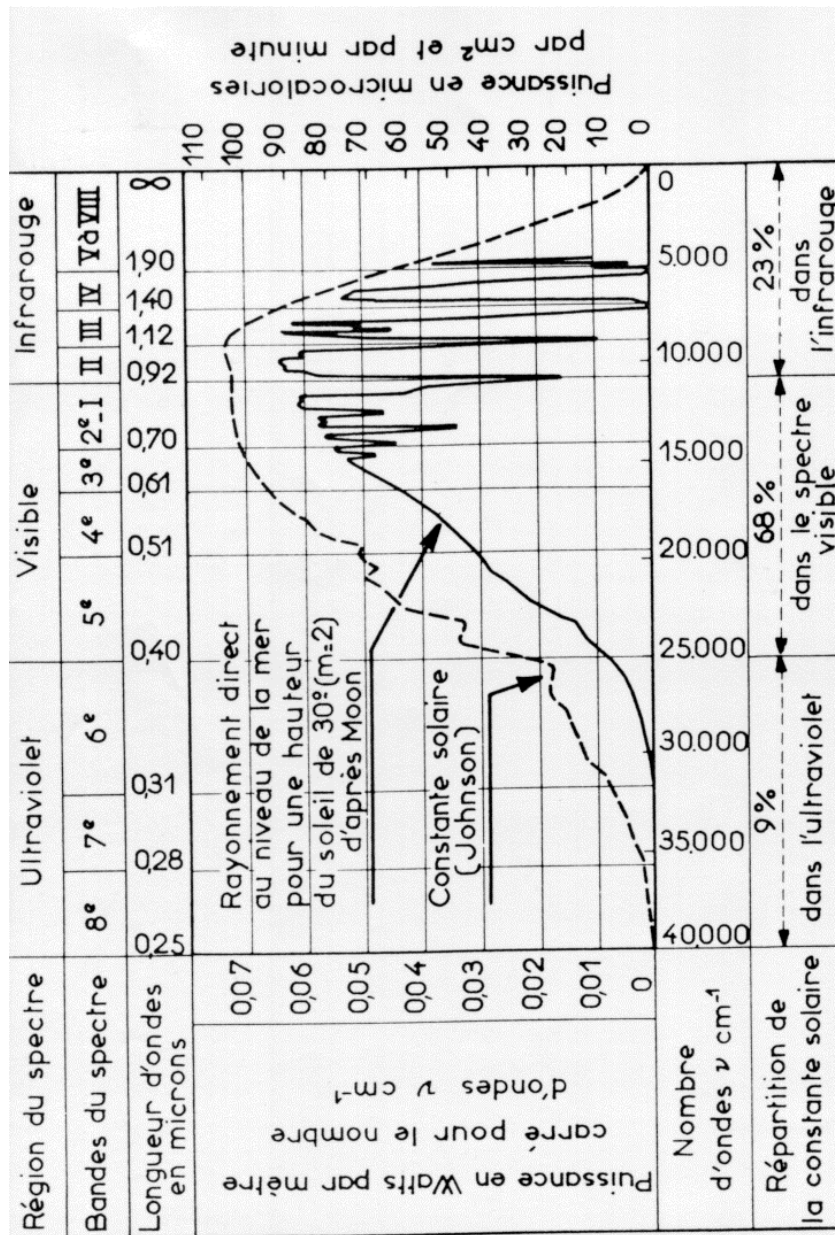
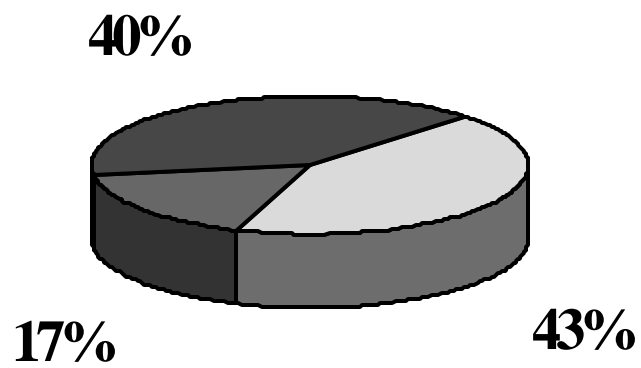


FIG. I-3 — Modification de la répartition spectrale de rayonnement solaire à la traversée de l'atmosphère (d'après Moon)

Radiación Solar Incidente



Radiación Solar Incidente (Q_S)

$$Q_S = S_0 \left(\frac{\bar{d}}{d} \right)^2 \cos \mathbf{b}$$

S_0 = Constante solar

$\frac{\bar{d}}{d}$ = Razón entre distancia media y actual
entre el Sol y la Tierra

β = Ángulo entre rayos solares y vector
perpendicular al plano considerado

Distancia al Sol

$$\left(\frac{\bar{d}}{d} \right)^2 = \left(1 - 0,0167 \cos \frac{360}{365} D \right)^{-2}$$

D = Día en el calendario juliano

(1° Enero = 1 ; 31 Diciembre = 365)

Ángulo Beta

$$\begin{aligned} \cos \mathbf{b} = \cos \mathbf{d} [& - \sin \mathbf{f} \cos h \cos a \sin i \\ & - \sin h \sin a \sin i + \cos \mathbf{f} \cos h \cos i] \\ & + \sin \mathbf{d} [\cos \mathbf{f} \cos a \sin i + \sin \mathbf{f} \cos i] \end{aligned}$$

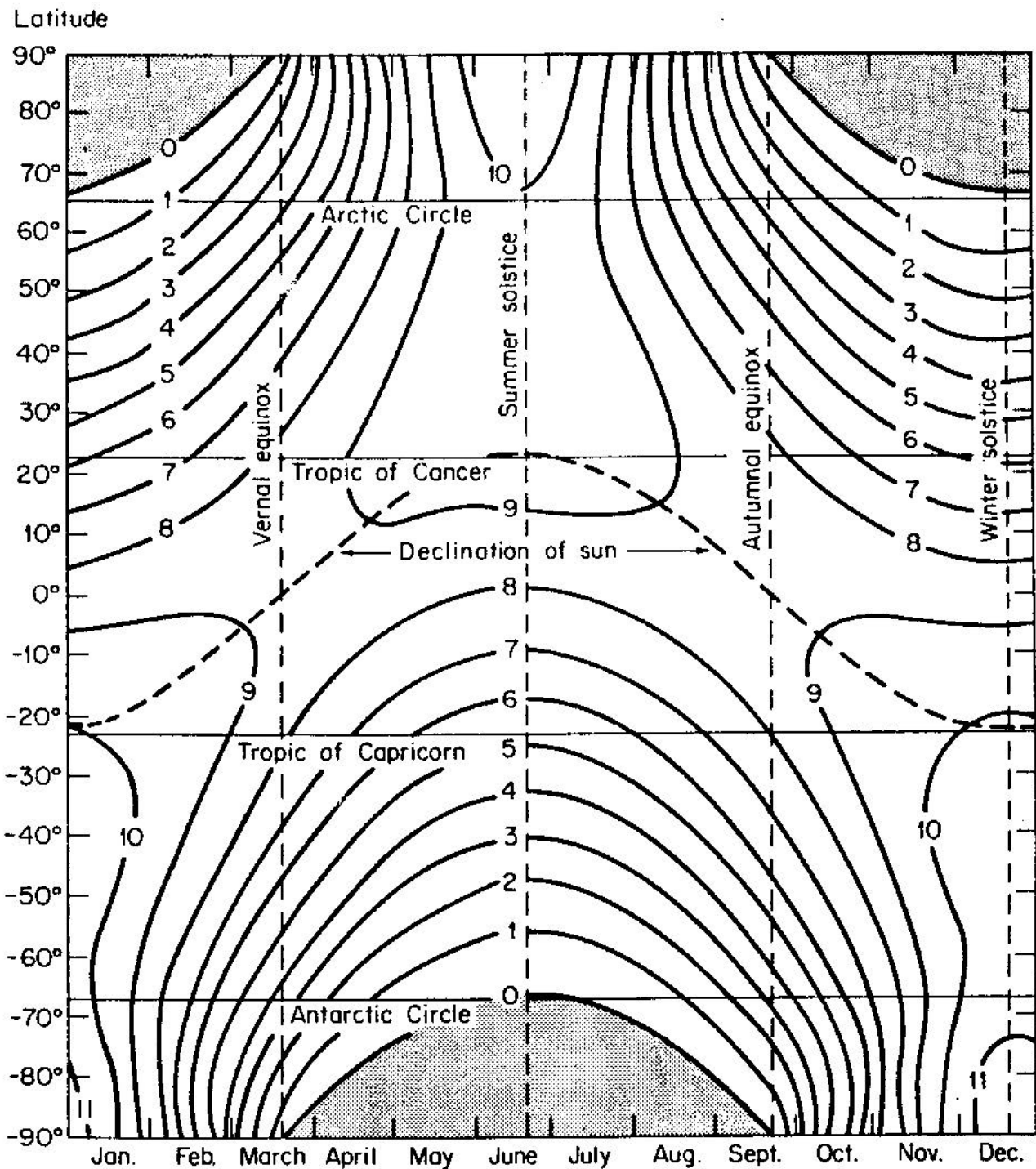
δ = Declinación solar

ϕ = Latitud del lugar

h = Ángulo solar horario

a = Azimut plano con respecto al norte

i = Inclinación del plano con respecto a la horizontal



RADIACIÓN SOLAR DIARIA EN LOS CONFINES DE LA ATMÓSFERA
(CIENTOS DE LANGLEYS)

Declinación Solar

$$d = 23,45 \operatorname{sen} \left(360 + \frac{284 + D}{365} \right)$$

Declinación solar : Ángulo del eje de la Tierra con los rayos solares (grados)

Ángulo horario : Ángulo formado por el meridiano que pasa por el Sol y el meridiano del lugar.

Salida y Puesta del Sol

$$H = \pm \arccos \left(- \tan \phi \tan \delta \right)$$

ϕ = Latitud

δ = Declinación solar

H = Ángulo con respecto a la vertical
(1 hr = 15°)

Insolación Diaria

$$I = \frac{S_0}{r^2} \left[(t_2 - t_1) \operatorname{sen} \mathbf{d} \operatorname{sen} \mathbf{f} + \frac{12}{\mathbf{p}} \cos \mathbf{d} \cos \mathbf{f} (\operatorname{sen} t_2 - \operatorname{sen} t_1) \right]$$

$$t = (T_S \pm 12) \cdot 15$$

$$r = 1 + 0,017 \cos \left[\frac{2\mathbf{p}}{365} (186 - D) \right]$$

Radiación Solar

Medición :

Radiación Solar Global → Actinógrafo
 Horas de Sol → Heliógrafo

Relación entre radiación global y horas de sol

$$\frac{Q}{Q_0} = A + B \frac{n}{N}$$

Q = Radiación solar global

Q₀ = Radiación global solar teórica en los confines
de la atmósfera

n = Horas de sol

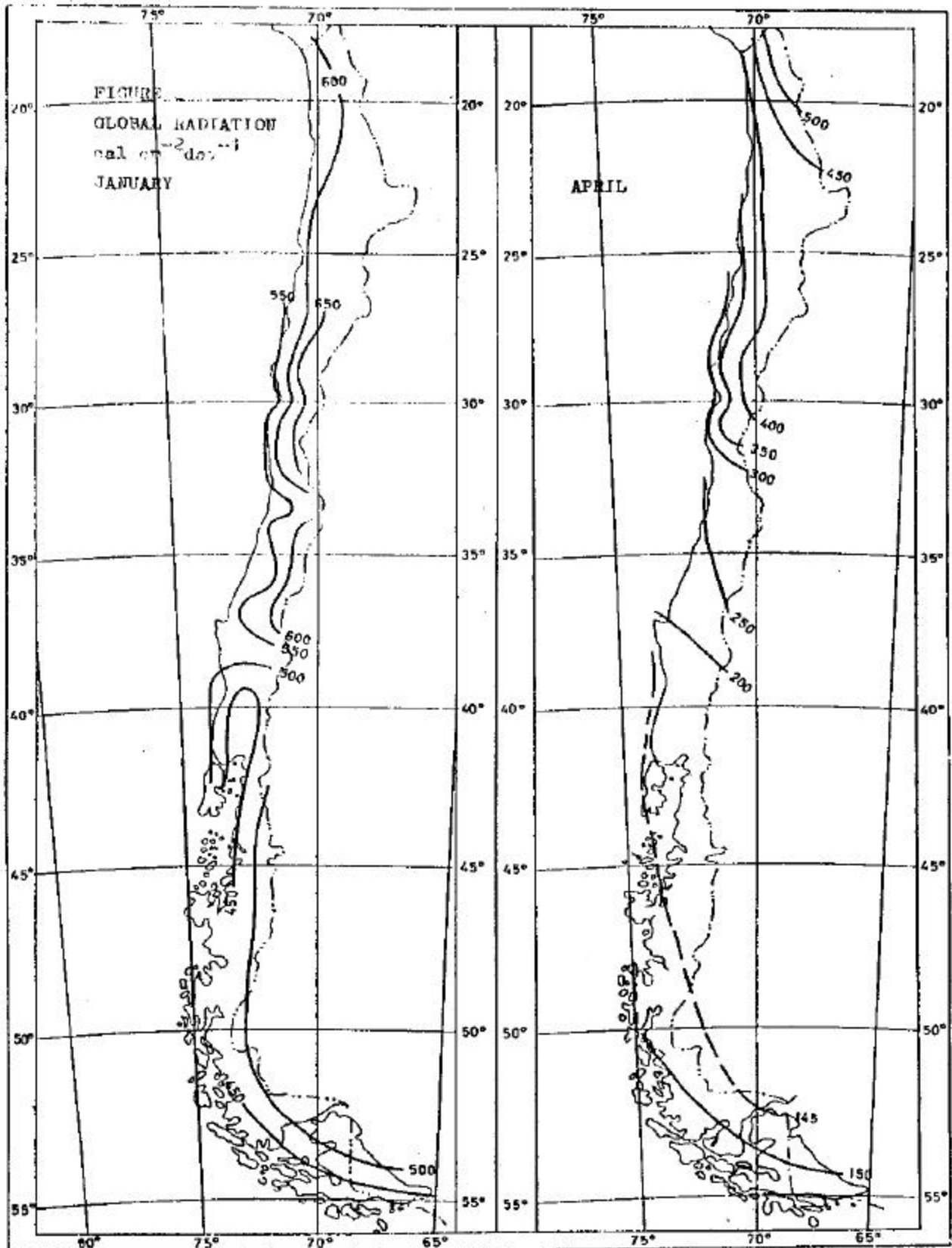
N = Horas de sol teóricas

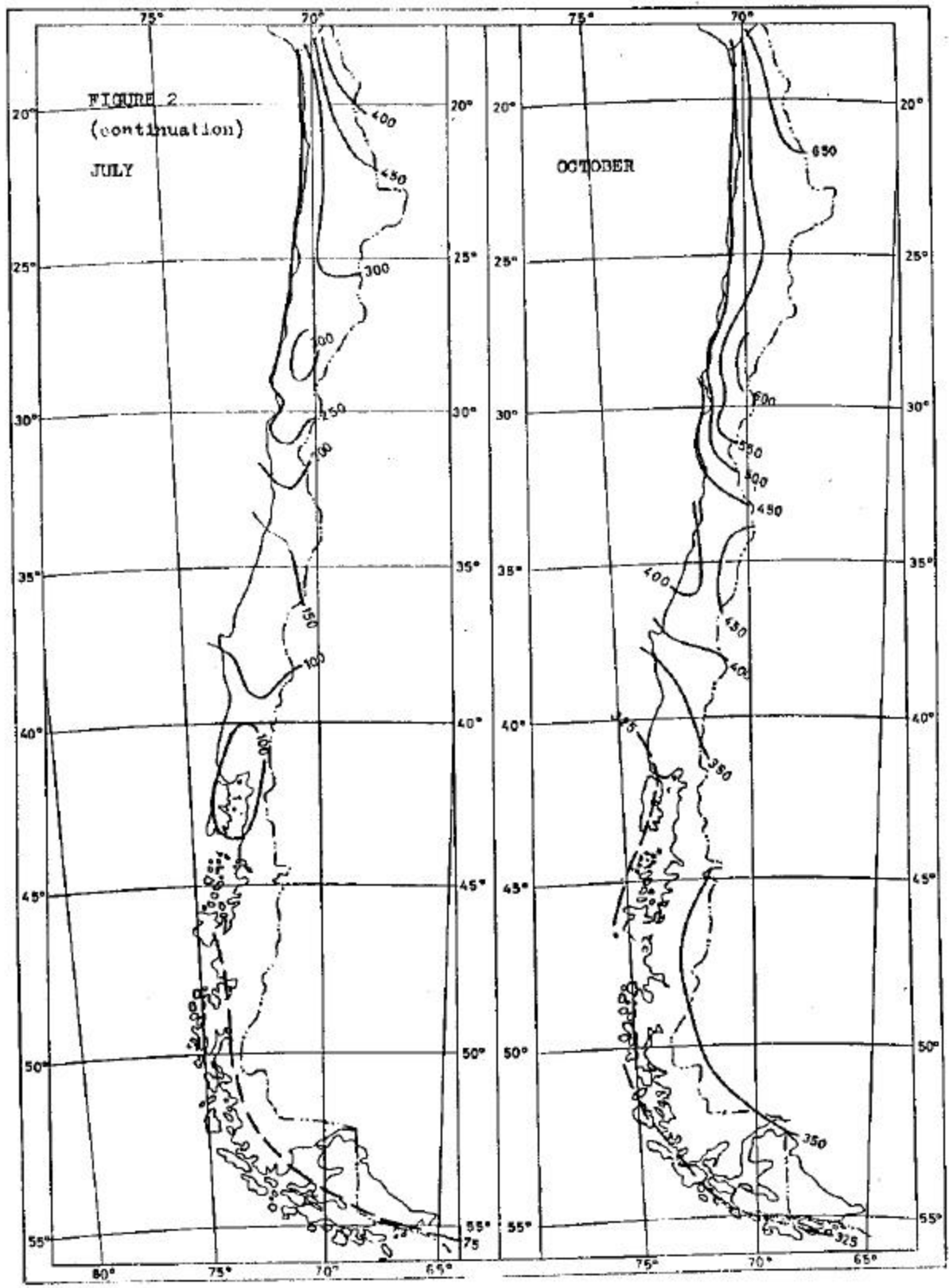
A : 0,28 - 0,54 (0,35)

B : 0,46 - 0,72 (0,609)

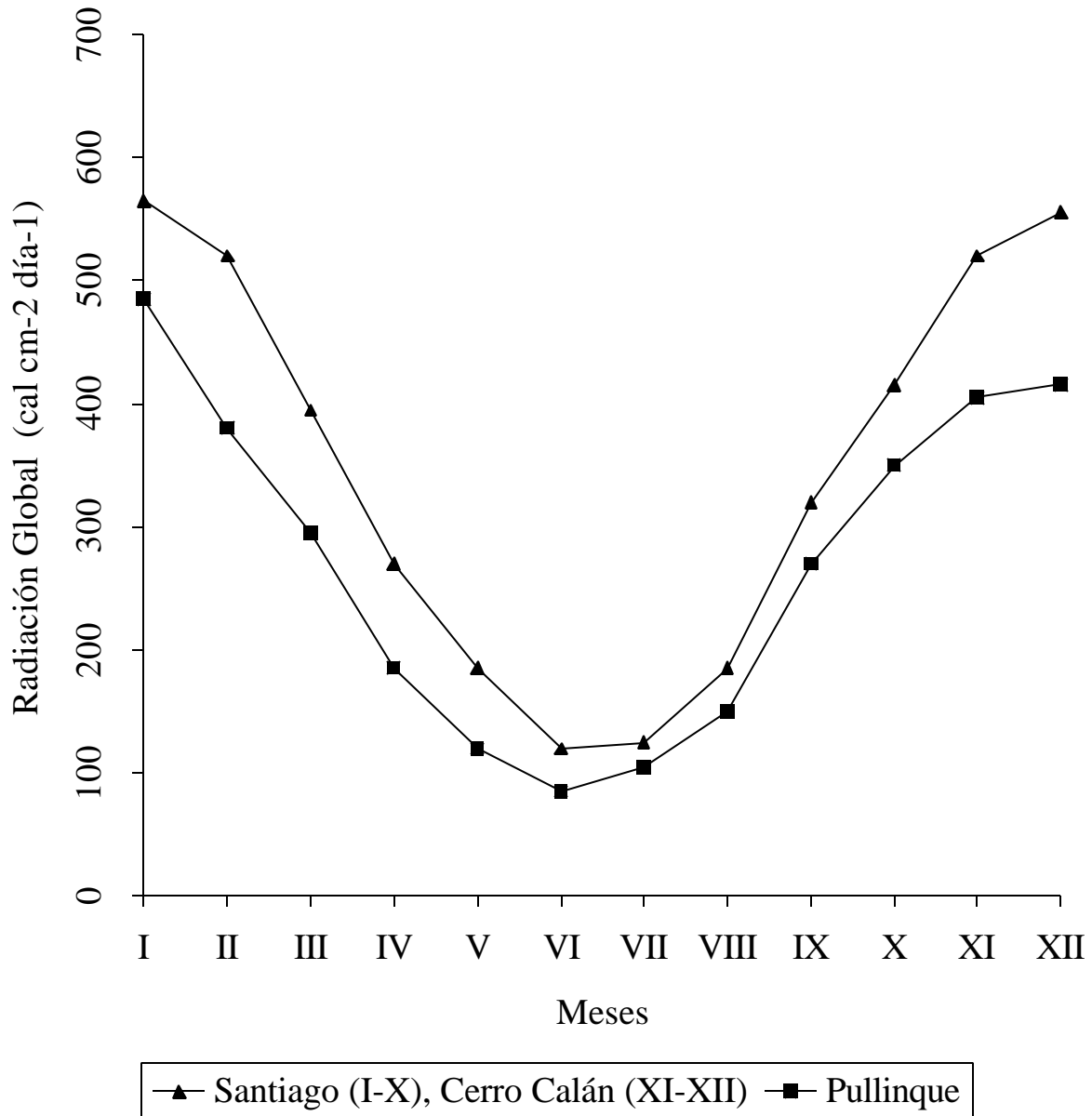
Tabla 2.1 : Constantes determinadas experimentalmente para la ecuación de radiación

Fuente	Ubicación	Coeficiente		Latitud
		a	b	
von Wijk (1963)	Versalles, Francia	0,23	0,50	49° N
Tanner et al. (1960)	Wisconsin, U.S.A.	0,18	0,55	43° N
de Vries (1958)	Deniliquin, Australia	0,27	0,54	36° S
Prescott (1940)	Camberra, Australia	0,25	0,54	35° S
Black et al. (1954)	Dry Creek, Sudáfrica	0,30	0,50	35° S
Page (1961)	Capetown, S. Africa	0,20	0,59	34° S
Glover et al. (1958)	Durban, S. Africa	0,25	0,50	30° S
Glover et al. (1958)	Pretoria, S. Africa	0,25	0,50	26° S
Glover et al. (1958)	Windhoek, S.W. Africa	0,26	0,52	23° S
Page (1961)	Tananarive, Madagascar	0,30	0,48	19° S
Fitzpatrick (1965)	Kimberley, S. Africa	0,33	0,43	16° S
Cockett et al. (1964)	Africa Central	0,32	0,47	15° S
Black et al. (1954)	Batavia (Djakarta)	0,29	0,59	6° S
Page (1961)	Kinshasa, Zaire	0,21	0,52	4° S
Glover et al. (1958)	Kabete, Kenia	0,24	0,59	1° S
Rijks et al. (1964)	Kampala, Uganda	0,24	0,46	0°
Black et al. (1954)	Trópicos a polos	0,23	0,48	
Glover y McCulloch (1958)	0° - 60°	0,29 cosφ	0,52	
Hounam (1963)	Australia, 12-43° S	0,26	0,50	
Page (1961)	40° N - 40° S	0,23	0,52	
Drummond y Kirsten (1951)	Capetown, S. Africa	0,29	0,50	34° S
Blak et al. (1954)	Salt Lake City, U.S.A	0,20	0,47	41° N





Radiación registrada en Santiago y Pullinque



Radiación de Onda Larga

Todo cuerpo caliente emite radiación de onda larga. La atmósfera, la superficie de la Tierra y la vegetación emiten radiación de onda larga.

Radiación neta :

$$R_1 = (1 - A) \sigma E_a T_a^4 - \sigma E T^4$$

T_a = Temperatura aire (absoluta)

T = Temperatura superficie (absoluta)

A = Albedo

σ = constante = $0,826 \times 10^{-10}$ cal cm⁻² min⁻¹ °K⁻⁴

e = Presión de vapor (mb)

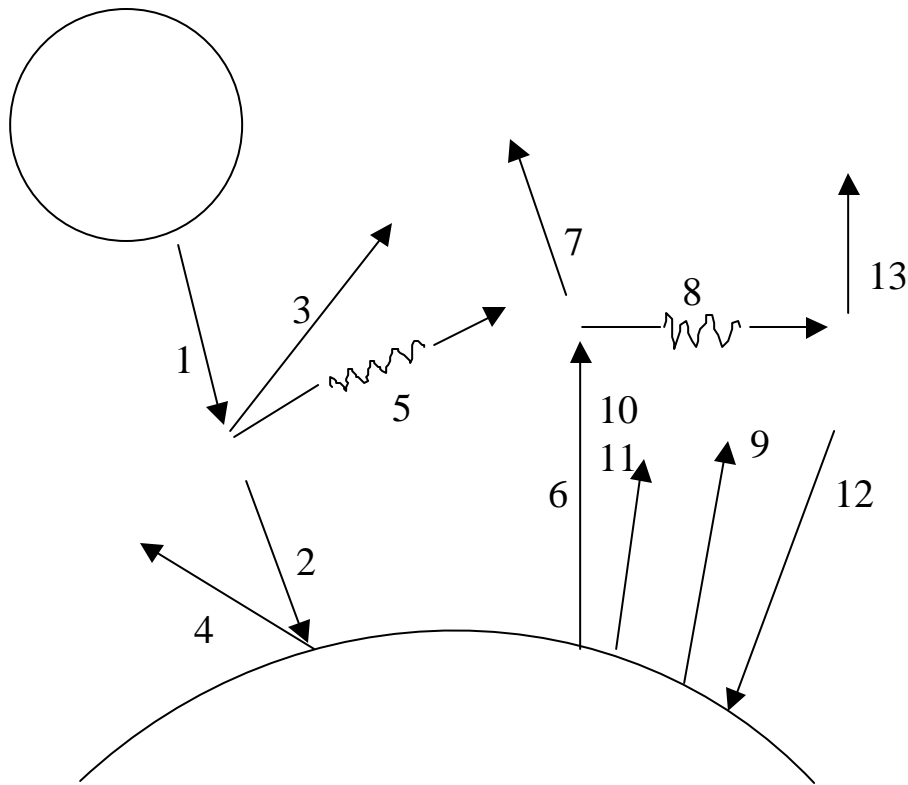
$$E_a = 0,70 + 5,95 \left(10^{-5} \right) e \exp \left(\frac{1500}{T_a} \right)$$

$$E \approx 1$$

Valores de Albedo

Superficie	A
Agua	0,03 - 0,40
Suelo	0,15 - 0,30
Arena	0,35 - 0,40
Roca	0,12 - 0,15
Nieve	0,40 - 0,85
Pasto	0,25
Bosques	0,15 - 0,20

Balance térmico



1	Radiación solar global	(900 cal/cm ² /día)
2	Radiación solar recibida por el suelo	(450)
3	Radiación solar reflejada	(400)
4	Radiación solar reflejada por el suelo	(70)
5	Radiación solar absorbida por la atmósfera	(120)
6	Emisión térmica del suelo	(930)
7	Emisión directa del suelo al espacio	(230)
8	Absorción en la atmósfera de la emisión del suelo	(700)
9	Reflexión de la radiación atmosférica	(45)
10	Transformación en energía cinética	(25)
11	Pérdidas por evaporación de agua	(210)
12	Radiación térmica de la atmós. y de las nubes al suelo	(830)
13	Radiación térmica de la atmósfera al espacio	(270)