

POSIBILIDAD DE UNA PREDETERMINACION DE LA RADIACION  
GLOBAL RECIBIDA EN UNA LOCALIDAD, EN FUNCION DE PA-  
RAMETROS METEOROLOGICOS NORMALES PARA LA MISMA

Juan Wernly, Miguel A. Landaburu  
Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas  
Universidad Nacional de Córdoba  
Ciudad Universitaria  
Estafeta 32 - 5000 Córdoba

Resumen

En problemas de ingeniería, especialmente con relación a los edificios, se utilizan normalmente tablas teóricas de valores de radiación global para cada latitud y fecha, los cuales se refieren a una "atmósfera normal" y a nivel del mar. Aún cuando se puede introducir además una corrección por altura, los valores efectivamente registrados en una estación pueden diferir marcadamente de los teóricos, por las condiciones particulares de la atmósfera local, así como por las variaciones de tales condiciones para las diversas épocas del año.

En este trabajo se expone un criterio para evaluar la influencia del contenido de vapor de agua efectivo en la atmósfera de una localidad dada, así como la influencia de las condiciones de nubosidad, a los efectos de predeterminar la radiación global que es dable esperar en tal localidad, como valores generales medios mensuales a lo largo del año.

THE POSSIBILITY OF PREDETERMINING THE GLOBAL RADIATION  
RECEIVED AT A LOCATION AS A FUNCTION OF THE NORMAL  
METEOROLOGICAL PARAMETERS FOR THAT LOCATION

Abstract

In engineering problems, specially those related to buildings, theoretically based values and tables of global radiation are generally used for various latitudes and dates, referred to a "standard atmosphere" at sea level. Though an altitude correction can also be introduced, the actual recorded values of a station may differ considerably from theoretical ones due to special conditions of the local atmosphere, as well as to the variations of those conditions for different times of the year.

We propose here a criterion to evaluate the influence of the effective water vapour content of the atmosphere of a given location, as well as the influence of cloud cover conditions, with the objective of predetermining the global radiation to be expected at that location.



## I - FUNDAMENTACION Y ANTECEDENTES

En la utilización general de datos sobre radiación global para problemas de ingeniería, en particular en relación con los edificios, se suelen usar tablas de valores teóricos calculados en función de la latitud y la fecha [1]. Normalmente se trabaja con la radiación global diaria sobre plano horizontal, a nivel del mar.

Estos datos pueden corregirse también en función de estimaciones teóricas para ajustarlos a la altura de la localidad considerada sobre el nivel del mar.

Partiendo del valor de la constante solar y de acuerdo a la trayectoria del sol para cada latitud y fecha, queda como elemento fundamental a introducir el de la transmitancia a adoptar para la atmósfera. Para el caso se supone una "atmósfera standard" de características prefijadas y se computa su transmitancia a nivel del mar. La "atmósfera de Moon", clásica para este tipo de cálculos, adopta:

Vapor de agua precipitable.....	20 mm
Polución atmosférica.....	300 part/cm <sup>3</sup>
Presión parcial de ozono.....	2,8 mm Hg

Pero en la medida que las condiciones efectivas existentes en la atmósfera de una localidad pueden diferir de las de la "atmósfera standard", los valores teóricos de radiación pueden presentar gran discrepancia con los registrados, y realmente disponibles, en la localidad considerada.

Respecto de esto debe tenerse en cuenta en primer lugar que las características de la "atmósfera standard" suponen condiciones de cielo claro; en cambio, en cuanto a la disponibilidad efectiva de radiación en un lugar determinado, puede ser de mayor interés el valor medio mensual general de radiación recibida incluyendo días claros, nublados, o cubiertos.

Naturalmente, para este caso se tendrá una diferencia total con los valores teóricos tabulados como correspondientes a una atmósfera normal y día claro.

Por otra parte, es muy poca actualmente la información de registros efectivos de radiación disponibles para distintos lugares del país. En el presente trabajo se intentan elaborar criterios de valuación de los datos meteorológicos normales usuales sobre una localidad, para predeterminar la radiación global que puede esperarse en ella, en términos de valores medios mensuales de radiación horizontal diaria.

No considerando por el momento el caso especial de la atmósfera en grandes centros urbanos, donde el factor polución



puede alcanzar niveles críticos, podemos estimar que los dos aspectos que, para una localidad suburbana o de campaña, más habrán de definir las condiciones locales respecto de la "atmósfera normal" teórica, son por un lado el relativo al contenido de vapor de agua, y por otro el referente a las efectivas características de nubosidad.

Diversos autores han intentado considerar la manera de relacionar estos aspectos con la radiación registrada en un lugar determinado. Kurlat y Fernández [2] estudiaron para la ciudad de Buenos Aires una posible correlación entre la radiación recibida y los valores del contenido de agua precipitable [3] calculados según:

$$W_p = \frac{0.622}{g} \int_p^{p_0} \frac{1}{p/e - 0.378} dp \quad (1)$$

Siendo:

- g - aceleración de la gravedad
- p - presión atmosférica en mb
- e - tensión de vapor en mb

No se obtuvieron resultados satisfactorios de relación entre los valores diarios medios de cada mes para  $W_p$  [mm] y  $K'$  [cal/cm<sup>2</sup> día] (designando con  $K'$  la radiación media en el mes para todos los valores diarios registrados, es decir en días claros, nublados o cubiertos).

Por otra parte otros autores han considerado el efecto de la nubosidad en base a la heliofanía relativa. Aslyng (1960), Monteith (1966) [4] y Black (1954) [5] utilizaron una relación lineal entre la transmitancia  $\tau = K'/Q_0$  y la heliofanía  $h_r$ .

$$\tau = a + b h_r \quad (2)$$

Según Kurlat y Fernández, para estaciones en Buenos Aires, Mendoza y Tucumán, la correlación de la muestra de datos de radiación y heliofanía según la ecuación anterior no condujo a resultados convincentes, sugiriendo la conveniencia de introducir en la correlación alguna valuación del contenido de vapor de agua.

En efecto, el contenido de vapor de agua y la nubosidad no pueden, tomados aisladamente, como se intenta en los dos casos comentados, representar eficazmente las condiciones de transmitancia pues una humedad determinada puede corresponder a un día claro o cubierto, e inversamente.

En el presente trabajo se intenta elaborar un criterio que considere los dos caracteres anteriores simultáneamente, como

forma de predeterminar en base a ellos una estimación de la radiación recibida.

## II - DESARROLLO

Se tratará de utilizar datos regularmente disponibles para las condiciones atmosféricas de gran número de localidades en el país [6]. Con este criterio se adoptó el valor de la tensión de vapor  $e$  para cuantificar la presencia de vapor de agua en la atmósfera, y el número de días claros y cubiertos en el mes, como valuación de las condiciones de nubosidad.

Se han adoptado las siguientes designaciones:

$Q_0$  - Radiación teórica calculada al tope de la atmósfera, sobre plano horizontal, de acuerdo a latitud y fecha [cal/cm<sup>2</sup> día] Se suponen los valores para el 21 de cada mes como representativos del mes.

$\tau_0$  - Transmitancia teórica normal de la "atmósfera standard", a nivel del mar, según latitud y fecha. Corresponde a día claro y se considera el valor medio mensual.

$K_0$  - Radiación teórica recibida en día claro, según  $Q_0$  y  $\tau_0$

$$K_0 = \tau_0 Q_0 \quad [\text{cal/cm}^2 \text{ día}] \quad (3)$$

$\tau_v$  - Transmitancia estimada para la atmósfera en una localidad determinada, debida al contenido de vapor de agua en la misma. Corresponde a día claro, sin tener en cuenta obstrucción por nubes.

$\Delta\tau_0$  - Fracción de transmitancia que se agrega o se resta de la teórica prevista ( $\tau_0$ ) según que la tensión de vapor para la localidad considerada sea menor o mayor que la teórica supuesta para la "atmósfera standard" (20 mb).

$\alpha_0$  - Absortancia correspondiente a la transmitancia  $\tau_0$ , debida al contenido de vapor de agua de la "atmósfera standard"

$$\alpha_0 = 0.9 - \tau_0 \quad (4)$$

$\tau_{vn}$  - Transmitancia efectiva estimada para la atmósfera en la localidad considerada, según el contenido de agua en la misma y el efecto de obstrucción por nubes.

$e$  - Tensión de vapor en la atmósfera considerada [mb]. Se toman valores medios mensuales.



$N_0$  - Número de días claros en el mes.

$N_n$  - Número de días nublados en el mes.

$N_c$  - Número de días cubiertos en el mes.

$$N_0 + N_n + N_c = 30 \quad (5)$$

$K^f_0$  - Radiación global presumible a recibir en la localidad con siderada, como promedio de días claros de un mes [cal/cm<sup>2</sup> día].

$K^f$  - Radiación global presumible a recibir en la localidad consi derada como promedio mensual general [cal/cm<sup>2</sup> día].

$Kr_0$  - Radiación global efectivamente registrada en la localidad considerada, como promedio de días claros de un mes [cal/cm<sup>2</sup> día].

$Kr$  - Radiación global efectivamente registrada en la localidad considerada, como promedio mensual general [cal/cm<sup>2</sup> día].

De acuerdo a las designaciones anteriores podemos indicar la transmitancia estimada para la localidad como:

$$\tau_v = \tau_0 + \Delta\tau_0 \quad (6)$$

El valor de  $\Delta\tau_0$  se establece en función de la absortancia  $\alpha_0$  y la relación entre la tensión de vapor existente  $e$  y la ten sión considerada en la "atmósfera standard" ( $e_0 = 20$  mb).

$$\Delta\tau_0 = \frac{e_0 - e}{e_0} \alpha_0 \quad (7)$$

Si  $e = e_0$ , no existe variación de  $\tau_v$  respecto de  $\tau_0$ , sien do  $\Delta\tau_0 = 0$ .

Si  $e = 0$ , no existe contenido de vapor de agua en la atmósfera supuesta y resulta

$$\tau_v = 0.90 \quad (8)$$

La radiación que podrá esperarse en la localidad estudiada, como promedio de días claros (sin tener en cuenta efectos de nubosidad) será:

$$K'r_0 = \tau_v Q_0 \quad (9)$$

La obstrucción de radiación por efecto de la nubosidad se cuantificará con un coeficiente  $\alpha_n$ , como promedio ponderado se

LOCALIDAD:  
**TUCUMAN** -

Latitud  $\lambda = 26^{\circ}48' S$ .  
Altura  $h = 481 m$ .

MESES	RADIACION TEORICA			RAD. REGISTRADA		DATOS METEOROLOGICOS				
	$Q_0$	$K_0$	$Z_0$	$K_r$	$K_r$	$e$	$N_0$	$N_h$	$N_c$	
E	1025	702	0.685	731	485	20.7	1.3	19.6	9.1	
F	943	639	0.678	693	446	20.7	1.3	20.0	8.7	
M	806	562	0.697	604	429	18.9	1.8	14.4	13.8	
A	668	449	0.672	532	336	16.1	3.0	13.9	13.1	
M	546	357	0.654	426	306	12.8	2.7	14.5	12.8	
J	500	324	0.648	384	226	10.0	3.6	14.0	12.4	
J	546	357	0.654	397	262	8.4	6.1	15.0	8.9	
A	668	449	0.672	499	316	8.8	8.7	14.5	6.8	
S	806	562	0.697	607	368	10.7	7.7	14.4	7.9	
O	943	639	0.678	659	412	13.6	4.8	17.1	8.1	
N	1025	702	0.685	720	465	16.7	2.8	19.3	7.9	
D	1060	727	0.636	741	504	19.1	1.2	21.7	7.1	

Fig. 1 - RESUMEN DE DATOS BASICOS -



LOCALIDAD :  
TUCUMAN -

Latitud  $\lambda = 26^{\circ} 48' S.$   
Altura  $h = 481 m.$

MESES	$\tau_0$	$\alpha_0$	$\frac{e_0 - e}{e_0}$	$\Delta \tau_0$	$q_n$	$\tau_v$	$\tau_{vn}$	$K'_{r_0}$	$K'_r$
E	0.685	0.215	-0.035	-0.007	0.648	0.678	0.439	695	450
F	0.678	0.222	-0.035	-0.008	0.651	0.670	0.436	632	411
M	0.697	0.203	0.055	0.011	0.620	0.708	0.439	571	354
A	0.672	0.228	0.195	0.044	0.633	0.716	0.453	478	302
M	0.654	0.246	0.360	0.088	0.633	0.742	0.470	405	257
J	0.648	0.252	0.500	0.126	0.641	0.774	0.496	372	248
J	0.654	0.246	0.580	0.143	0.681	0.797	0.542	435	296
A	0.672	0.228	0.560	0.128	0.713	0.800	0.570	534	381
S	0.697	0.203	0.465	0.094	0.699	0.791	0.553	637	446
O	0.678	0.222	0.320	0.071	0.678	0.749	0.508	706	479
N	0.685	0.215	0.165	0.035	0.667	0.720	0.480	738	492
D	0.686	0.214	0.045	0.010	0.661	0.696	0.460	738	488

Fig. 2 - CALCULO DE RADIACION GLOBAL PRESUMIBLE -

LOCALIDAD:  
PILAR -

Latitud  $\lambda = 31^{\circ} 40' S.$   
Altura  $h = 338 m.$

MESES	RADIACION TEORICA			RAD. REGISTRADA		DATOS METEOROLOGICOS			
	$Q_o$	$K_o$	$Z_o$	$K_r$	$K_r$	$e$	$N_o$	$N_n$	$N_c$
E	1040	712	0.685	732	605	17.5	6.5	19.1	4.4
F	935	635	0.679	694	565	18.0	7.3	18.4	4.3
M	773	535	0.692	643	417	16.7	8.0	13.4	8.6
A	616	407	0.661	473	306	14.0	7.9	15.1	7.0
M	481	319	0.644	398	262	11.6	5.7	15.3	9.0
J	428	272	0.636	293	241	9.3	6.2	13.8	10.0
J	481	319	0.644	369	249	8.3	6.5	15.3	8.2
A	616	407	0.661	439	343	8.3	10.6	12.9	6.5
S	773	535	0.692	561	431	9.7	6.4	15.9	7.7
O	935	635	0.679	695	501	12.4	6.2	18.7	5.1
N	1040	712	0.685	707	542	14.4	6.9	18.1	5.0
D	1078	733	0.680	755	570	15.6	7.9	18.1	4.0

Fig. 3 - RESUMEN DE DATOS BASICOS -



LOCALIDAD: **PILAR** -  
 Latitud  $\lambda = 31^{\circ} 40' S$ .  
 Altura  $h = 338 m$ .

MESES	$\tau_0$	$\alpha_0$	$\frac{e_0 - e}{e_0}$	$\Delta \tau_0$	$q_n$	$\tau_v$	$\tau_{vn}$	$K'_{r_0}$	$K'_r$
E	0.685	0.215	0.125	0.027	0.727	0.712	0.517	740	537
F	0.679	0.221	0.100	0.022	0.720	0.701	0.504	655	471
M	0.692	0.208	0.165	0.034	0.696	0.726	0.505	561	390
A	0.661	0.239	0.300	0.072	0.706	0.733	0.517	471	318
M	0.644	0.256	0.420	0.107	0.678	0.751	0.509	361	244
J	0.636	0.264	0.535	0.141	0.675	0.777	0.524	332	224
J	0.644	0.256	0.585	0.150	0.689	0.794	0.540	381	259
A	0.661	0.239	0.585	0.140	0.727	0.801	0.582	493	358
S	0.692	0.208	0.515	0.107	0.691	0.799	0.552	617	426
O	0.679	0.221	0.380	0.083	0.707	0.762	0.538	712	503
N	0.685	0.215	0.280	0.060	0.713	0.745	0.531	774	552
D	0.680	0.220	0.220	0.048	0.726	0.728	0.528	784	569

Fig. 4 - CALCULO DE RADIACION GLOBAL PRESUMIBLE -

LOCALIDAD:

**BUENOS AIRES** —

Latitud  $\lambda = 34^{\circ} 35' S.$

Altura  $h = 25 m.$

MESES	RADIACION TEORICA			RAD. REGISTRADA		DATOS METEOROLOGICOS			
	$Q_0$	$K_0$	$Z_0$	$Kr_0$	$Kr$	$e$	$N_0$	$N_h$	$N_c$
E	1029	700	0.680	819	613	18.4	8.5	14.7	6.8
F	915	619	0.676	691	527	18.9	6.5	18.0	5.5
M	740	511	0.690	583	406	17.7	6.8	15.4	7.8
A	578	378	0.654	465	315	15.1	8.7	14.8	6.5
M	441	281	0.637	394	240	12.8	4.2	17.8	8.0
J	393	243	0.618	335	173	10.9	4.9	14.0	11.1
J	441	281	0.637	297	187	10.0	3.9	14.0	12.1
A	578	378	0.654	415	255	9.5	4.8	16.2	9.0
S	740	511	0.690	541	335	11.6	4.7	15.8	9.5
O	915	619	0.676	662	449	13.5	6.3	16.3	7.4
N	1029	700	0.680	727	524	15.2	6.2	16.7	7.1
D	1079	730	0.676	761	601	17.2	7.6	17.0	5.9

Fig. 5 — RESUMEN DE DATOS BASICOS —



LOCALIDAD:  
BUENOS AIRES —

Latitud  $\lambda = 34^{\circ} 35' S.$   
Altura  $h = 25 m.$

MESES	$\tau_0$	$\alpha_0$	$\frac{e_0 - e}{e_0}$	$\Delta \tau_0$	$q_h$	$\tau_v$	$\tau_{vn}$	$K'_{r_0}$	$K'_r$
E	0.680	0.220	0.080	0.018	0.711	0.698	0.496	718	510
F	0.676	0.224	0.055	0.012	0.707	0.688	0.486	629	445
M	0.690	0.210	0.115	0.024	0.693	0.714	0.495	528	366
A	0.654	0.246	0.245	0.060	0.715	0.714	0.510	413	295
M	0.637	0.263	0.360	0.095	0.675	0.732	0.494	323	218
J	0.618	0.282	0.455	0.128	0.659	0.746	0.492	293	193
J	0.637	0.263	0.500	0.131	0.645	0.768	0.495	339	218
A	0.654	0.246	0.525	0.129	0.672	0.783	0.526	452	304
S	0.690	0.210	0.420	0.088	0.668	0.778	0.520	576	385
O	0.676	0.224	0.325	0.073	0.693	0.749	0.519	685	475
N	0.680	0.220	0.240	0.053	0.694	0.733	0.509	754	524
D	0.676	0.224	0.140	0.031	0.723	0.707	0.511	763	551

Fig. 6 — CALCULO DE RADIACION GLOBAL PRESUMIBLE —

LOCALIDAD :

**MENDOZA** -

Latitud

$\lambda = 32^{\circ} 53' S.$

Altura

$h = 828 \text{ m.}$

MESES	RADIACION TEORICA			RAD. REGISTRADA		DATOS METEOROLOGICOS			
	$Q_0$	$K_0$	$Z_0$	$K_r$	$K_r$	e	$N_0$	$N_n$	$N_c$
E	1029	702	0.682	803	589	14.3	7.7	19.0	3.3
F	923	626	0.678	741	546	14.0	9.0	17.0	4.0
M	755	522	0.691	541	434	13.2	9.8	14.6	5.6
A	598	392	0.655	523	326	11.2	9.3	14.6	6.1
M	464	297	0.640	410	271	8.9	6.7	15.1	8.2
J	416	262	0.630	321	221	7.1	7.0	16.1	6.9
J	464	297	0.640	363	256	6.1	8.0	13.8	8.2
A	598	392	0.655	421	323	6.7	9.4	13.7	6.9
S	755	522	0.691	570	453	7.5	8.8	16.0	5.2
O	923	626	0.678	698	503	8.7	10.1	15.2	4.7
N	1029	702	0.682	792	590	10.8	8.5	18.2	3.3
D	1076	729	0.677	815	682	12.3	11.2	17.1	1.7

Fig. 7 - RESUMEN DE DATOS BASICOS -



LOCALIDAD :  
**MENDOZA** —

Latitud  $\lambda = 32^{\circ} 53' S.$   
 Altura  $h = 828 m.$

MESES	$\tau_0$	$\alpha_0$	$\frac{e_0 - e}{e_0}$	$\Delta \tau_0$	$q_n$	$\tau_v$	$\tau_{vn}$	$K'_{r_0}$	$K'_r$
E	0.682	0.218	0.285	0.062	0.729	0.744	0.542	765	558
F	0.678	0.222	0.300	0.067	0.733	0.745	0.546	687	504
M	0.691	0.209	0.340	0.071	0.726	0.762	0.553	575	418
A	0.655	0.245	0.440	0.108	0.719	0.763	0.548	456	328
M	0.640	0.260	0.555	0.143	0.690	0.783	0.540	363	251
J	0.630	0.270	0.645	0.174	0.700	0.804	0.562	334	234
J	0.640	0.260	0.695	0.180	0.698	0.820	0.572	380	265
A	0.655	0.245	0.665	0.163	0.716	0.818	0.585	489	350
S	0.691	0.209	0.625	0.131	0.724	0.822	0.525	620	396
O	0.678	0.222	0.565	0.125	0.736	0.803	0.591	741	545
N	0.682	0.218	0.460	0.100	0.734	0.782	0.574	805	591
D	0.677	0.223	0.385	0.086	0.787	0.763	0.600	821	646

Fig. 8 — CALCULO DE RADIACION GLOBAL PRESUMIBLE —

LOCALIDAD:  
**NEUQUEN** —

Latitud  $\lambda = 38^{\circ} 57' S.$   
Altura  $h = 270 m.$

MESES.	RADIACION TEORICA			RAD. REGISTRADA		DATOS METEOROLOGICOS			
	$Q_0$	$K_0$	$Z_0$	$K_r$	$K_r$	$e$	$N_0$	$N_h$	$N_c$
E	1023	693	0.677	768	671	12.5	9.4	16.5	4.1
F	892	599	0.671	704	565	13.2	9.3	17.7	3.0
M	697	476	0.683	550	451	11.9	8.9	15.0	6.1
A	522	328	0.628	420	306	10.0	8.0	13.8	8.2
M	380	234	0.616	289	215	8.0	4.1	13.4	12.5
J	330	198	0.600	263	170	6.7	4.0	15.2	10.8
J	380	234	0.616	273	171	6.0	6.1	14.8	9.1
A	522	328	0.628	362	261	6.1	7.0	13.7	9.3
S	697	476	0.683	512	352	7.2	4.6	15.2	10.2
O	892	599	0.671	605	501	8.5	6.1	16.2	7.7
N	1023	693	0.677	738	609	10.0	5.2	18.3	6.5
D	1080	730	0.676	796	690	11.1	9.1	16.8	4.1

Fig. 9 — RESUMEN DE DATOS BASICOS —



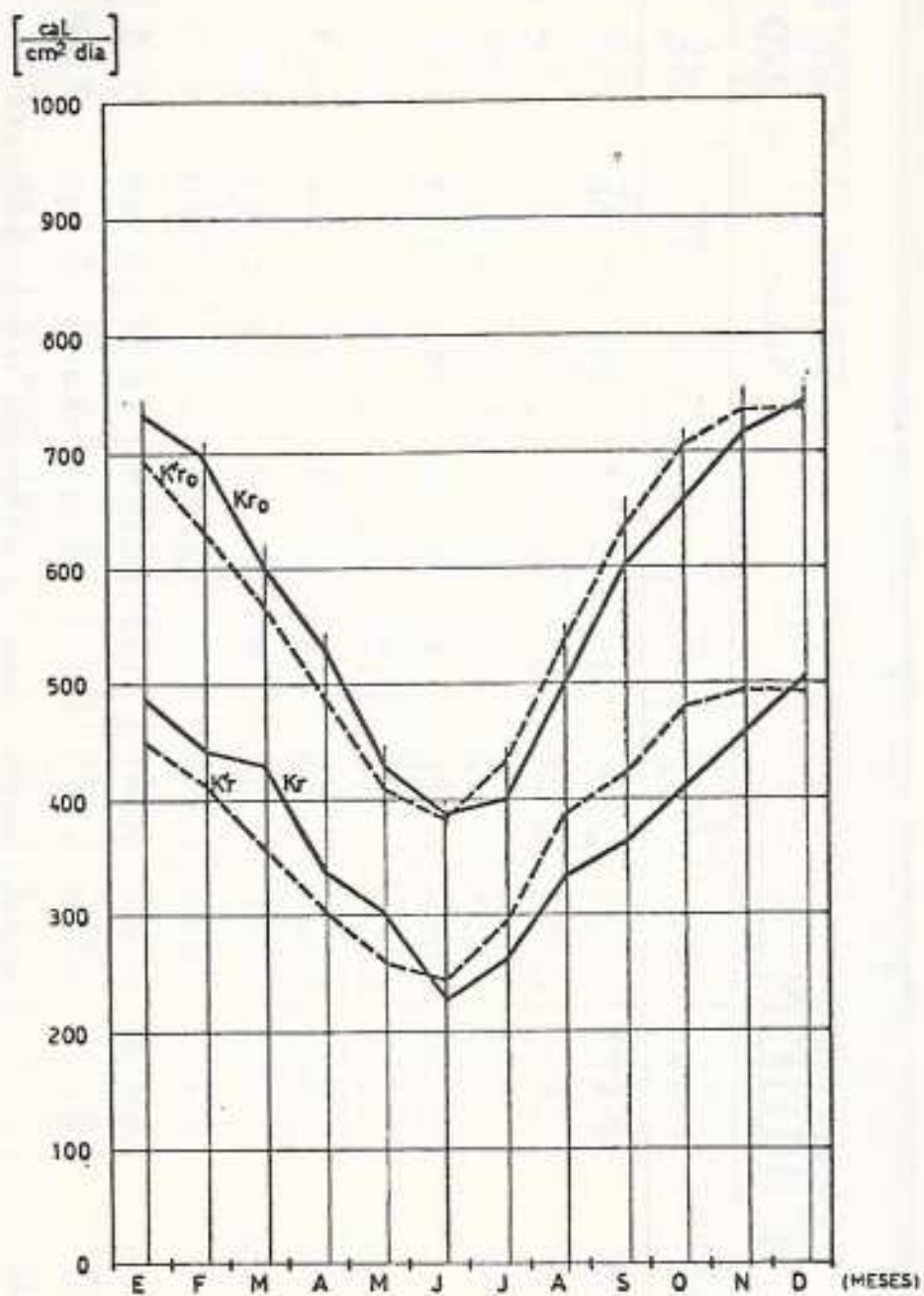
LOCALIDAD:  
NEUQUÉN—

Latitud  $\lambda = 38^{\circ} 57' S.$   
Altura  $h = 270 m.$

MESES	$\tau_0$	$\alpha_0$	$\frac{e_0 - e}{e_0}$	$\Delta \tau_0$	$q_n$	$\tau_v$	$\tau_{vn}$	$K'_{r_0}$	$K'_r$
E	0.677	0.223	0.375	0.084	0.734	0.761	0.558	778	571
F	0.671	0.229	0.340	0.078	0.742	0.749	0.556	668	496
M	0.683	0.217	0.405	0.089	0.718	0.778	0.559	542	390
A	0.628	0.272	0.500	0.136	0.698	0.764	0.533	399	278
M	0.616	0.284	0.600	0.170	0.644	0.786	0.506	299	192
J	0.600	0.300	0.660	0.198	0.608	0.798	0.485	263	160
J	0.616	0.284	0.700	0.199	0.680	0.815	0.554	309	210
A	0.628	0.272	0.690	0.188	0.685	0.816	0.559	425	292
S	0.683	0.217	0.640	0.139	0.663	0.822	0.545	573	380
O	0.671	0.229	0.575	0.132	0.689	0.803	0.553	716	493
N	0.677	0.223	0.500	0.112	0.691	0.789	0.545	807	557
D	0.676	0.224	0.445	0.100	0.750	0.776	0.582	838	628

Fig. 10 — CALCULO DE RADIACION GLOBAL PRESUMIBLE —

TUCUMAN — LATITUD  $\lambda = 26^{\circ} 48' S.$   
ALTURA  $h = 481m.$



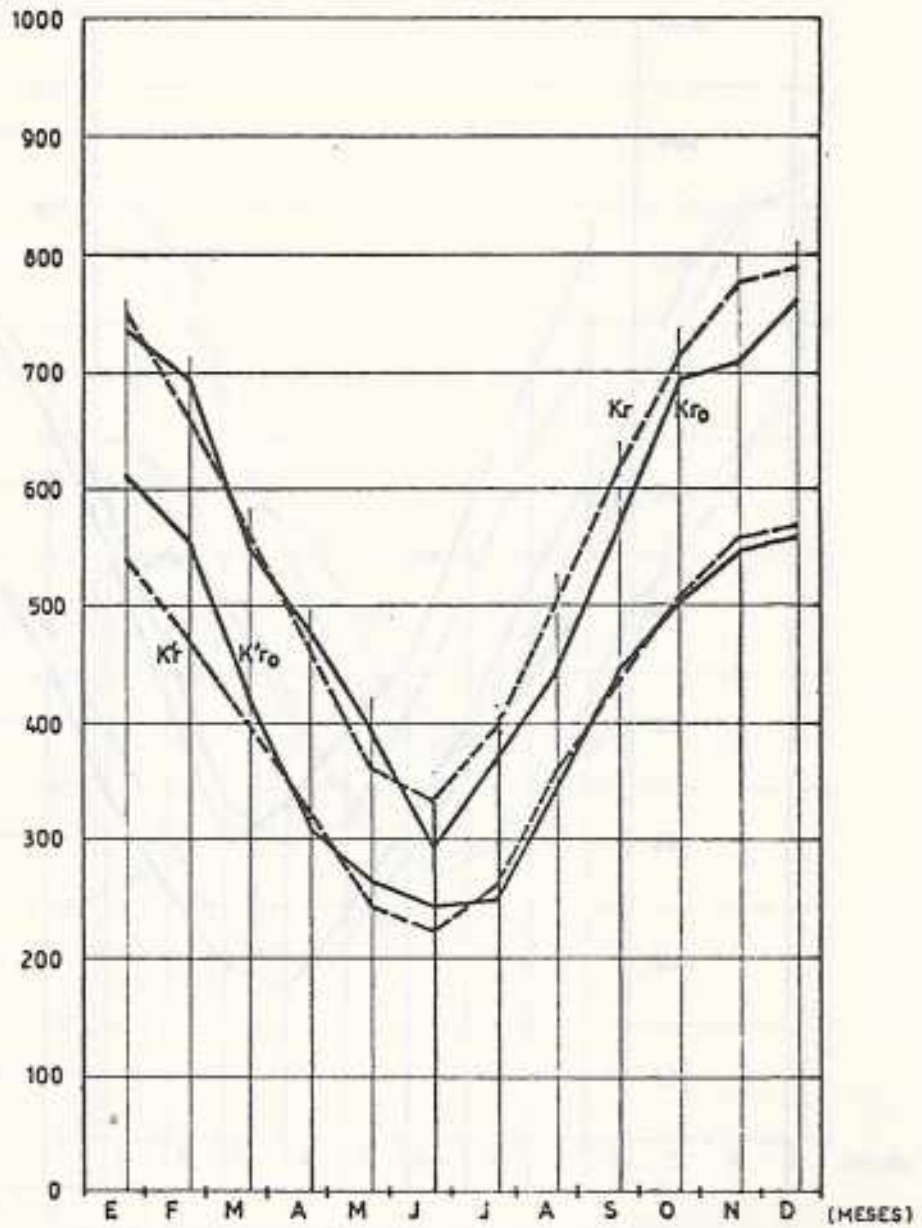
RADIACION GLOBAL REGISTRADA Y PREVISTA

Fig. 11



PILAR — LATITUD  $\lambda = 31^{\circ} 40' S$   
 ALTURA  $h = 336 m$

$\left[ \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ dia}} \right]$

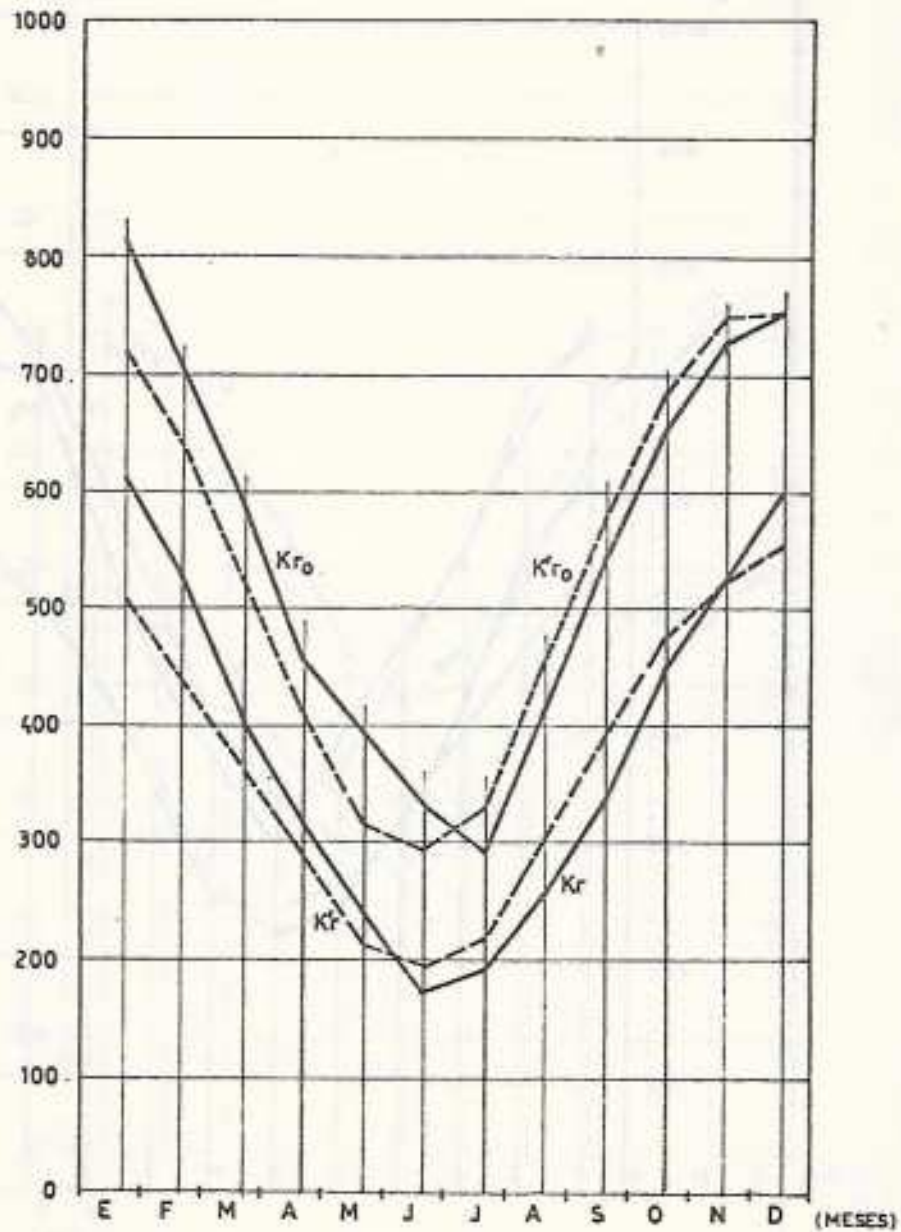


RADIACION GLOBAL REGISTRADA Y PREVISTA

Fig. 12

BUENOS AIRES — LATITUD  $\lambda = 34^{\circ} 35' S.$   
 ALTURA  $h = 25 m.$

$\left[ \frac{\text{cal.}}{\text{cm}^2 \text{ dia}} \right]$

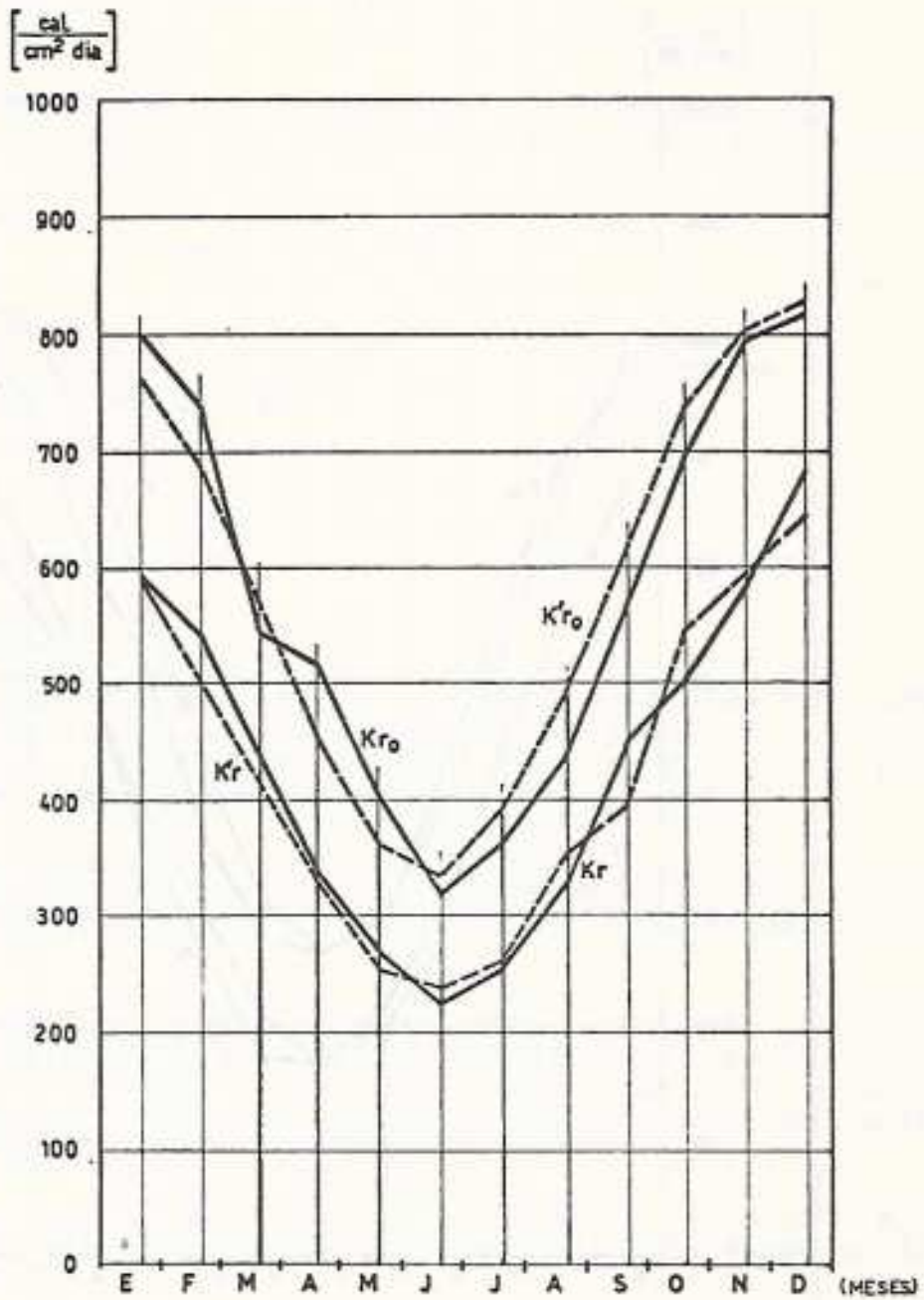


RADIACION GLOBAL REGISTRADA Y PREVISTA

Fig. 13



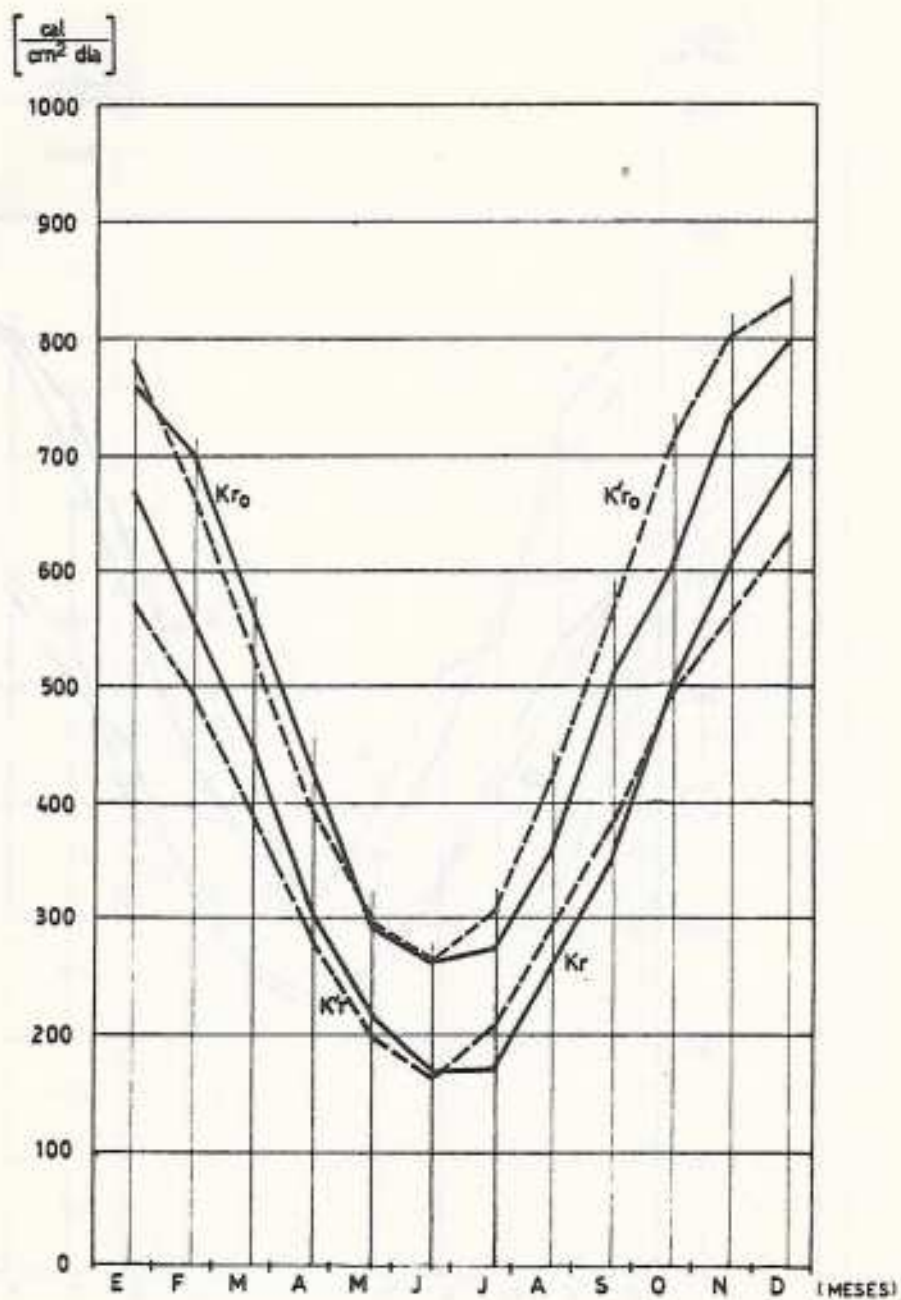
MENDOZA — LATITUD  $\lambda = 32^{\circ} 53' S$   
 ALTURA  $h = 828 m$



RADIACION GLOBAL REGISTRADA Y PREVISTA

Fig. 14

NEUQUEN — LATITUD  $\lambda = 38^{\circ} 57' S$   
 ALTURA  $h = 270m$ .



RADIACION GLOBAL REGISTRADA Y PREVISTA

FIG. 15



gún el "peso" del efecto de los distintos tipos de cielo (claro, nublado y cubierto).

$$q_{fn} = \frac{0.9 N_o + 0.7 N_n + 0.5 N_c}{30} \quad (10)$$

Dé acuerdo a ésto la transmitancia de la atmósfera, deberá afectarse por el coeficiente  $q_{fn}$  para tener una transmitancia que incluya el efecto de nubosidad:

$$\tau_{vn} = q_{fn} \tau_v \quad (11)$$

En esta forma, la radiación que podrá esperarse en el caso estudiado, como promedio mensual general, será:

$$K'r = \tau_{vn} Q_o \quad (12)$$

### III - CONCLUSIONES

En las tablas y gráficos 6 a 15 se indican los resultados obtenidos según los criterios expuestos, aplicados a las localidades de Tucumán, Pilar, Buenos Aires, Mendoza y Neuquén, partiendo de los datos previos presentados en las tablas 1 a 5.

Se adoptaron tales localidades porque de las mismas se disponía información de radiación global medida [2], para cotejar con los valores presumibles calculados, tal como se observa en los gráficos 10 a 15.

Los resultados pueden considerarse en principio satisfactorios, pero deberán aplicarse a más localidades y, sobre todo, contar con estadísticas de radiación registrada en períodos más largos que los utilizados en este caso (provenientes de Kurlat y Fernández, para períodos de registro de 3 y 4 años).

Esta ampliación de la verificación podrá conducir a ajustes y revisión de los coeficientes numéricos utilizados en la expresión (10).

Por otra parte, debe tenerse presente que no se ha considerado aquí el efecto especial de un exceso de polución atmosférica respecto del normal adoptado ( $300 \text{ partic/cm}^3$ ), lo cual llega a ser importante en los grandes núcleos urbanos. Para ello será recomendable tomar registros de radiación en pleno cielo urbano, para el caso de grandes ciudades, con lo cual podrán reajustarse los coeficientes de cálculo a utilizar para estos tipos de cielo.

- [1] - Moon, P., "Proposed Standard Solar Radiation curves for Engineering Use" - Journal of the Franklin Institute, Vol. 230, N°5, Noviembre 1940.-
- [2] - Mercedes C. de Kurlat y Rodolfo O. Fernández "Radiación solar global en la Argentina" - Acta Científica N° 19 - Observatorio de Física Cósmica - San Miguel (Buenos Aires) 1970.
- [3] - Mc Donald J.E. - "Direct absorption of solar radiation by atmospheric water vapor" - Journal of Meteorology - N° 17 - p. 319 - 1940.
- [4] - Monteith J.L. "Solar Radiation in Britain" - Quart. J.R. Meteorological Soc. N° 92 - pag. 254 - 1966.-
- [5] - Black, Bonython, and Prescott - "Solar radiation and the duration of sunshine" - Quart. J.R. Meteorological Soc. N° 80 - pag. 231 - 1954.-
- [6] - Servicio Meteorológico Nacional "Estadísticas Climatológicas 1941 - 1950" - Ministerio de Aeronáutica - Buenos Aires - 1958.-
-