

Estudios para la Ubicación de un Nuevo Observatorio

P O R

CARLOS O. R. JASCHEK

Debido a la mala ubicación del Observatorio de Eva Perón desde el punto de las condiciones meteorológicas, resulta imprescindible pensar en la elección de un sitio más adecuado, ya sea para la instalación de nuevos instrumentos, ya sea para el traslado de alguno ya existente. Esta preocupación de la Dirección cristalizó en 1948 con la formación de una expedición destinada al estudio de uno de estos sitios conceptuados como probablemente buenos. La expedición estaba dirigida por el Ing. M. Agabios, actuando el suscripto como ayudante. Por sus actividades docentes, el Ing. Agabios tuvo que dejar la realización del trabajo al infrascrito, tarea de la cual se procura dar cuenta en lo que sigue. En el trabajo se han incluido datos obtenidos por el Ing. M. Agabios, y el autor agradece el permiso de incluirlos en el presente estudio.

Por diversas razones pareció conveniente estudiar en detalle algún punto de la Prov. de La Rioja, con preferencia en las cercanías de Chilecito. Para una rápida orientación sobre el clima de la región se inserta a continuación un resumen de los datos meteorológicos, obtenidos en la Estación Meteorológica de Chilecito, dependiente del Ministerio de Asuntos Técnicos. Los datos se basan en observaciones de los años 1943 a 1945.

Con respecto a las distintas columnas de la Tabla 1, conviene puntualizar lo siguiente:

- Columnas a, b = Presión atmosférica y temperatura. Dan los promedios mensuales de tres observaciones diarias, efectuadas a las 8,14 y 20 horas. La presión está dada en milibares.
- Columna c Amplitud térmica. Da el promedio de las amplitudes diarias.
- d Máxima y mínima absolutas. Indica los extremos registrados en los tres años.
- e Humedad relativa. Indica los promedios totales.
- f Nubosidad. Indica los promedios mensuales de tres observaciones diarias. La escala de nubosidad va desde cero (cielo despejado) a diez (cielo cubierto).
- g Frecuencia de los vientos. Da el porcentaje de los vientos que soplaron en cada una de las direcciones. Está basado también en tres observaciones diarias.
- h Precipitación. Indica el promedio de los tres años.
- i Precipitación máxima. Indica la máxima en los tres años.

Fenómenos especiales. Indica el promedio anual de veces en que se registró dicho fenómeno. Cielo cubierto significa que la suma de las nubosidades de un día fué mayor de 24; cielo despejado que esta suma fué menor que 4.

T A B L A N^o 1

<i>Mes</i>	<i>P.at.</i>	<i>T.m.</i>	<i>A.</i>	<i>M. y m</i>	<i>H</i>	<i>N.</i>	<i>Fr. V</i>	<i>Pr.</i>	<i>M.pr.</i>
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
I	888.2	24.3	17	41.5	55	5.2	Calmas	28	
II	88.3	23.4	16		62	4.9	N	7	
III	90.9	19.5	16		65	4.1	NE	1	
IV	91.4	16.4	12		65	4.2	E	3	
V	89.9	13.1	12		62	2.6	SE	6	
VI	90.2	9.9	12		60	3.5	S	34	
VII	90.5	9.5	13	- 4.3	54	3.5	SW	5	
VIII	90.0	12.1	14		44	2.1	W	2	
IX	90.1	16.4	21		42	2.6	NW	3	
X	87.6	19.9	16		49	3.5	Total	100	241
XI	87.5	21.2	15		48	3.7			37.5
XII	87.4	24.2	15		45	4.4			
Total	889.3	17.4	—		54	3.7			

FENOMENOS. ESPECIALES

Lluvia	35	Tormenta	9
Nieve	1	Niebla	7
Llovizna	11	Cielo cubierto	47
Granizo	3	Cielo claro	112

De los datos de la Tabla 1 se desprenden las siguientes conclusiones:

El clima es subtropical árido, siendo la nubosidad baja excepto en los primeros meses del año. Estos meses presentan además los máximos de humedad, lluvia, granizo y tormentas. Los vientos soplan predominantemente del Sud y su velocidad nunca sobrepasa los 24 km/hora.

Estos datos permitieron suponer que la zona presentaba caracteres generales favorables. Debe agregarse a estos últimos la existencia de un pueblo (Chilecito) de unos 7.000 habitantes y la existencia de comunicaciones ferroviarias, de caminos buenos y la provisión de agua y energía eléctrica.

SITIO ELEGIDO. — El lugar elegido para la erección de la estación tiene las coordenadas 4^h29^m52^s longitud oeste y 29^o09'22" latitud sud, según determinación del Ing. Agabios. Se encuentra a 1000 metros aproximadamente sobre el nivel del mar y se halla ubicado a un km y medio al noroeste de Chilecito, en las afueras de una población denominada La Puntilla. El suelo está constituido por una planicie pedregosa y los cerros más vecinos distan unos trescientos metros. Hasta una altura de 8° el horizonte está despejado en todos los sentidos; debajo de este límite existen cerros al oeste y al este que obstruyen parcialmente la visual.

PERMANENCIA EN EL SITIO. — Los estudios se extendieron sobre algo más de un año (entre el 1° de mayo de 1948 y el 1° de junio de 1949) y comprenden 276 noches distribuidas con bastante uniformidad sobre los distintos meses. Esta larga estada permite atribuir bastante peso a las conclusiones.

INSTRUMENTAL. — Los estudios se llevaron a cabo mediante un refractor ecuatorial de 10,5 cm., de abertura y 1,5 m. de distancia focal. Este anteojo lleva anexo un tubo fotográfico de 5 cm. de abertura y un metro de distancia focal. El guiado se hacía mediante el anteojo refractor. El instrumento estaba ubicado en una casilla de madera y quedaba completamente al descubierto durante las observaciones.

El equipo meteorológico comprendía barógrafo, termógrafo, termómetro de máxima y mínima y anemómetro.

ESTUDIOS REALIZADOS. — Se llevaron a cabo los siguientes estudios:

- a) Turbulencia (visualmente, método de imágenes de difracción).
- b) Límite de separación de estrellas dobles (visualmente).

- c) Centelleo (estimaciones visuales).
- d) Transparencia (visual y fotográficamente).
- e) Refracciones accidentales (Macroturbulencia) (estudio de trazos estelares).

En lo que sigue trataremos en detalle los distintos métodos y los resultados obtenidos mediante su empleo, dando mayor peso a la exposición del método a), porque demostró ser el de mayor utilidad.

a) *Estudio de la turbulencia.*

Es sabido que los movimientos de las imágenes estelares pueden clasificarse en dos grupos principales: los movimientos de evolución lenta y los de evolución rápida. Los denominaremos en lo sucesivo “refracciones accidentales” o “macroturbulencia” y “turbulencia” o “microturbulencia”. La turbulencia produce en dos zonas vecinas del cielo desplazamientos rápidos e independientes; la macroturbulencia produce en cambio movimientos lentos que afectan grandes áreas en conjunto.

El método para estudiar la turbulencia mediante las imágenes de difracción fué expuesto por Danjon y Couder en su libro “Lunettes et télescopes” (París, 1935), p. 72 y siguientes. Daremos a continuación un breve resumen, dado que resulta imprescindible para lo que sigue.

El haz luminoso proveniente de una estrella forma en el plano focal de un ante-ojo una figura de difracción, que consiste de un gran núcleo luminoso, llamado falso disco, y de una serie de anillos concéntricos, cuya intensidad decrece rápidamente. El diámetro del falso disco, expresado en segundos de arco, es igual a 28 cm., dividido el diámetro del ante-ojo, expresado también en cm.

La superficie de onda que llega al objetivo no es, en general, una superficie plana; las inhomogeneidades atmosféricas la deforman —a veces considerablemente— y estas deformaciones varían rápidamente. El rayo luminoso en consecuencia tampoco está fijo, sino que sin cesar se desplaza en el interior de un pequeño cono, cuya abertura haremos, por definición igual a 2t. El ángulo t depende del estado atmosférico y es siempre inferior a unos segundos de arco. Las irregularidades variables de la superficie de onda provocan una concentración o dispersión de la luz en determinadas zonas. Esto se puede observar muy bien en un ante-ojo grande, si se retira el ocular y se fija la vista sobre el objetivo. Se puede hablar hasta de una longitud de onda del sistema de bandas que cruza el objetivo, a pesar de que no se trata de un fenómeno estrictamente periódico.

Si se estudia el aspecto de las imágenes de difracción, cuando la longitud de onda es pequeña respecto del diámetro de la imagen de difracción, se verá en general que el aspecto no difiere mucho del que debiera tener teóricamente. Si $t = a/4$ ($a =$ radio del falso disco de la imagen), la deformación de la imagen se hace visible; los anillos comienzan a mostrar unas condensaciones periódicas móviles e irregulares. Si $t = a/2$, los anillos tienden a romperse en fragmentos; si $t = a$, la imagen se hace agitada y los anillos no se distinguen ya. De este modo se puede establecer empíricamente una relación entre t, a y el aspecto de la imagen de difracción. Ya que se conoce el aspecto (estimado en alguna escala), y el valor de “a” por cálculo, puede calcularse t, o sea la turbulencia.

Si se estudia el andar de t con la distancia cenital de las estrellas, se ve que aumenta con ella. Esto lleva a suponer, en primera aproximación, que el efecto de la perturbación (t) depende del espesor del estrato atmosférico que el rayo luminoso atraviesa. Este depende naturalmente de la distancia cenital de la estrella observada (z). Danjon sostiene que la mayor parte de los efectos se localizan en una capa relativamente delgada, que se extiende encima de los 3,5 km., de altura. Para reducir pues todas las observaciones al cenit, dividimos las turbulencias (t) observadas a distintas distancias cenitales (z) por un factor c cuyo valor se calcula de acuerdo a la fórmula

$$c = \left(\cos^2 z + 2 \frac{H}{R} \sin^2 z \right)^{-\frac{1}{2}} \sim \sec z \left(1 - \frac{H}{R} \operatorname{tg}^2 z \right)$$

para cuya derivación consúltese Danjon (loc. cit.). En la fórmula precedente, z = distancia cenital; H = altura en la cual comienza el estrato perturbador; R = radio terrestre.

Podemos reducir de este modo todas las observaciones al cenit, obteniendo luego por un promedio de todos los datos reducidos, el valor de la turbulencia en el cenit (coeficiente cenital de turbulencia) que designaremos con T.

Se ha derivado T casi siempre de unas diez o doce estrellas tomadas en distintos acimutes y alturas. El aumento empleado fué de 300. La escala usada para calificar las imágenes, fué la recomendada por Danjon y Couder, ampliada con algunas subdivisiones. La estimación resultó así un trabajo muy fácil. En noches buenas se pudieron ver ocasionalmente hasta siete anillos de difracción.

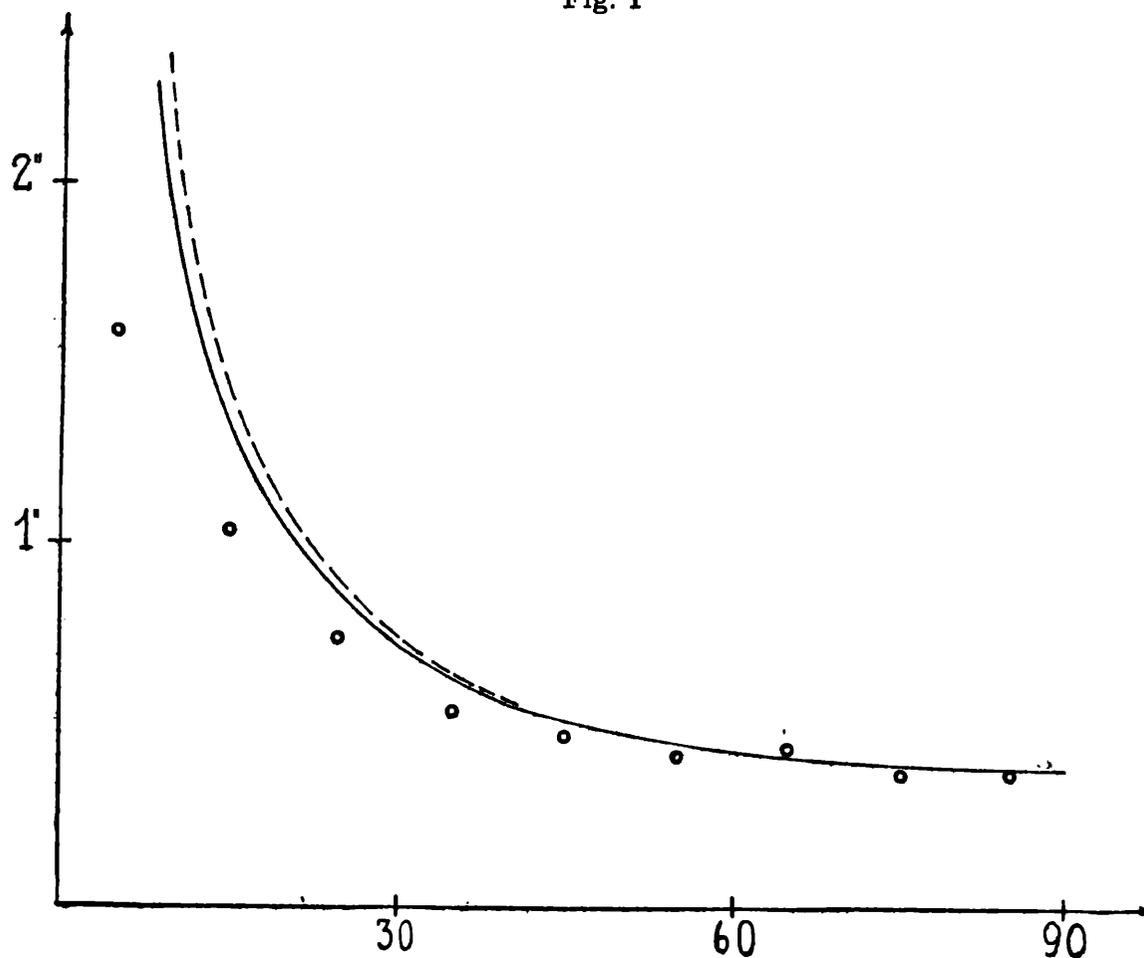
Puede preguntarse si la escala utilizada para las clasificaciones es independiente de la magnitud y del color de las estrellas observadas. Un examen cuidadoso del material reveló las siguientes conclusiones: :

- 1) En general se califica estrellas más brillantes como menos perturbadas.
- 2) En general se tiende a calificar las estrellas coloradas con medio grado de escala más alto que las estrellas blancas (es decir, menos perturbadas) a igualdad de magnitudes. Esto último se debe evidentemente a una combinación del efecto Purkinje y del efecto (1) precitado.

De todos modos, la influencia conjunta de ambos factores, aun cuando alterase sistemáticamente en medio grado de escala las apreciaciones, produciría sobre la turbulencia cenital calculada, un error de 0''05, es decir, prácticamente igual al error de una determinación de turbulencia cenital.

Queda por estudiar la influencia de un incorrecto valor de H en la reducción de las observaciones. Se podría tratar de estimar H directamente, comparando la curva empírica de variación de turbulencia con la distancia cenital, con curvas teóricas trazadas para distintos valores de H. El resultado de esto puede verse en la figura 1, donde se representa la turbulencia

Fig. I



Turbulencia (ordenadas) en función de la altura (abscisas)
 o Resultado de las mediciones
 Curva teórica, H = 3,5 Km
 ————— Curva teórica, H = 0 km

en función de la altura. Los distintos trazos representan la curva empírica, basada en mil observaciones de estrellas, y dos curvas teóricas para $H=3,5$ km., y $H=0$ (es decir, toda la atmósfera influye). Como se ve, la diferencia entre las tres curvas no es grande, excepto en la región allende de los 75° de distancia cenital, donde las observaciones se apartan de cualquiera de las curvas teóricas. Nada definitivo puede decirse entonces sobre la altura de la capa perturbadora. Adoptaremos el valor de $H=3,5$ km., utilizado por Danjon.

Otra cuestión que puede analizarse es la relación entre la calidad de las imágenes y los acimutes. De un análisis detallado de las observaciones en los meses de mayo, octubre y febrero se desprenden las siguientes conclusiones:

1) En la zona comprendida entre el cenit y los 60° de altura, la calidad de las imágenes no depende de los acimutes, ni de las estaciones.

2) En la zona comprendida entre los 60° y los 30° de altura, las imágenes son mejores en el sud y en el este, que en el norte y en el oeste.

3) En la zona comprendida entre los 30° de altura y el horizonte, la bondad de las imágenes cambia en los distintos meses, sin que haya una relación muy clara con la dirección de los vientos predominantes, o con otros factores meteorológicos.

En la tabla N° 2 se han agrupado todos los coeficientes de turbulencia cenital media observados. Una noche se ha calificado como muy buena, si T era menor o igual a $0''25$; buena, si era inferior a $0''4$; regular, si era inferior a $0''7$ y mala, si era superior a $0''7$.

T A B L A N° 2

Meses	N. muy buenas	N. buenas	N. regulares	N. malas	Total
Mayo 1948	2	7	2	3	14
Junio	2	7	7	2	18
Julio	2	2	2	1	7
Septiembre		1	3		4
Octubre		6	4	2	12
Noviembre	1	7	5		13
Diciembre		4	1		5
Enero 1949	1	2			3
Febrero	6	9	1		16
Marzo	1	4	4		9
Abril	4	12			16
Mayo		1	4		5
Junio		5			5
TOTAL	19	67	33	8	127

Conviene agregar que la turbulencia se determinó una sola vez por noche; casi siempre la determinación se hizo después de medianoche. Se desistió de hacer dos determinaciones por noche, dado que las diferencias entre los coeficientes T resultaron ser menores que el error de una sola determinación, estimada en $0''05$.

Para tener alguna idea de si los valores de T obtenidos por este método tienen algún significado real, se estimó la agitación turbulenta en el borde de la luna sobre hilos micrométricos y la agitación turbulenta en el disco de planetas grandes (Júpiter y Saturno) en fracciones de su diámetro. Dentro de la exactitud de estas estimaciones hay un buen acuerdo con los valores de la turbulencia derivados según el método precedente.

b) Límite de separación de estrellas dobles.

Pese a que la experiencia de muchos astrónomos mostró que estas observaciones tienen un valor muy relativo, se observaron las estrellas de una lista de dobles que contenía pares con separaciones comprendidas entre $6''0$ y $0''6$. Se eligieron preferentemente dobles con componentes de igual brillo, no mayores que la séptima magnitud. La separación de las dobles de la lista fué determinada en Eva Perón, por el departamento de Astrometría. Se consideró "haber visto" una doble cuando después de algún tiempo no cabía duda de que se veían separadas ambas componentes, o cuando al menos se observaba un alargamiento pronunciado, y

constante en dirección. Si se admite que la distancia mínima de dobles observables en un anteojo de D cm de diámetro viene dada por la fórmula $\frac{13''}{D}$ (Límite de Dawes), este límite no siempre fué alcanzado, si bien en algunas noches excepcionales fué superado. En un 20 % de las noches se observaron dobles de separación menor de $1''5$; en un 50 %, dobles de separación entre $1''5$ y $2''0$ y en el 30 % restante, sólo se observaron dobles con separación mayor de $2''0$. En total se observaron dobles en 59 noches.

De las observaciones se desprende que en noches buenas para dobles, en general la turbulencia era pequeña, si bien la inversa no siempre se cumplía. Por este motivo se puede utilizar en una cierta medida la visibilidad de dobles cercanas como índice para la bondad de la noche, si bien es evidente que la apreciación de dobles muy cercanas es frecuentemente muy difícil.

c) *Centelleo.*

Se hicieron dos tipos de observación de centelleo. En el primer tipo de observaciones se apreció el centelleo a ojo desnudo en todo el cielo, sin tener en cuenta la zona por debajo de los veinte grados de altura. Esta "impresión de conjunto" se apreció en una escala convencional de cuatro grados. Los resultados de las observaciones extendidas a 36 noches evidenciaron únicamente dos cosas:

- 1) cuando aumenta el viento (superficial) el centelleo suele aumentar también;
- 2) cuando el centelleo es muy notable y abarca también la región cenital, la turbulencia es también muy grande.

El segundo tipo de observaciones se efectuó en el intento de estimar la cantidad de escintilaciones por segundo. Esta apreciación es difícil, ya que en general hay varias por segundo (entre una y seis). Se comprobó que la frecuencia de las escintilaciones no depende únicamente de la altura, si bien decrece en general con ella. La frecuencia de escintilación suele ser bastante uniforme dentro de áreas relativamente grandes del cielo, cambiando rápidamente en los bordes de la zona. Cabe admitir que esto se deba a grandes masas locales de aire, en la vecindad de los cerros, que provocan un tipo uniforme de centelleo en esta región.

En las cercanías del horizonte (a menos de 15°) el centelleo en general aumenta, pero las escintilaciones se hacen más pausadas. Muchas veces se observó la disociación de la imagen de una estrella en dos discos (uno azul, rojo el otro) que al cabo de fracciones de segundo volvían a superponerse. El centelleo cromático se observó hasta alturas de 15° habitualmente, y ocasionalmente (una vez en cuarenta noches), a treinta grados de altura.

d) *Trasparencia.*

Es sabido que la transparencia aumenta con la altura de la estación sobre el nivel del mar; de ahí que fuera posible suponer de antemano que Chilecito debía tener buena transparencia. Si se acepta que la magnitud límite en un anteojo de L cm de abertura viene dada por la fórmula

$$7^m1 + 5 \cdot \log L$$

en nuestro anteojo la magnitud límite sería de 12^m2 .

Las observaciones se hicieron visualmente sobre estrellas de las zonas de las Harvard Standard Regions. Se eligió la zona F 2 como patrón por su circumpolaridad. De las treinta observaciones de la zona, en un 50 % se observaron estrellas entre las magnitudes 13^m9 y 13^m6 ; en la otra mitad se vieron estrellas entre 13^m5 y 13^m0 . En verano y principios de otoño la magnitud límite media fué de 13^m5 y en invierno y primavera, de 13^m2 , debiendo atribuirse la diferencia a la extinción distinta por la diferente distancia cenital. Se concluyó que la ganancia en magnitud límite es de una magnitud en promedio, y que la ganancia es constante a través del año. La constancia de la transparencia a lo largo del año fué verificada por otra parte mediante una serie de placas fotográficas de zonas fotométricas patrones. Los resultados confirman la constancia.

e) *Macroturbulencia.*

La macroturbulencia se investigó mediante el registro de trazos de estrellas sobre placas fotográficas. Se tomaron algunas placas, pese a que la distancia focal de un metro no favorece esta clase de investigaciones.

En las placas se midió la posición del centro del trazo a intervalos regulares (cada décimo de mm). Si se representan gráficamente los datos obtenidos, se tiene una línea quebrada que esquematiza el andar del trazo. Naturalmente debe tenerse en cuenta el error de bisección que es relativamente grande, porque el trazo tiene un grosor e intensidad variables. En nuestro caso el error de bisección se estimó en aproximadamente 0"4.

Del análisis del material puede concluirse lo siguiente::

- 1) las amplitudes oscilaron, para las distintas noches, entre 0"5 y 2"5.
- 2) los períodos casi siempre fueron del orden del minuto;
- 3) a estas oscilaciones grandes suelen superponerse otras de período y amplitud menores (20 segundos y 1"0 respectivamente);
- 4) en noches con poca turbulencia también suele disminuir la amplitud de las oscilaciones.

Debe sobrentenderse que los fenómenos macroturbulentos no son estrictamente periódicos y que hablar de "amplitudes" y "períodos" es sin duda alguna una fuerte idealización de las observaciones.

OBSERVACIONES METEOROLOGICAS. — Durante toda la estada se tomaron registros de presión y temperatura, a los cuales se agregaron observaciones sobre vientos y nubosidad.

En lo tocante a los vientos, los mismos no suelen tener más de 20 km/hora de velocidad. En cuanto a su dirección soplan casi exclusivamente del oeste; esto se explica por la topografía de la región, pues al oeste está el Famatina, cadena montañosa muy elevada. En las primeras horas de la noche comienza, a soplar un viento continuo y suave desde la montaña hacia el valle; casi siempre entre la una y las dos de la madrugada se produce una calma, y más adelante suele soplar otra vez el mismo viento.

Si atendemos a la frecuencia de los distintos vientos, obtenemos la siguiente distribución:

Calma	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	Total
17	19	40	10	3	—	—	1	10	100

Si en cambio atendemos a las velocidades del viento, obtenemos la siguiente distribución:

Velocidad: en m/seg	en km/hora	Frecuencia
0 y 1	0-3,6	22 %
2	7,2	33
4	14,4	28
6	21,6	16
7	25,2	1

Obsérvese que si se enfrentan los datos sobre vientos nocturnos y diurnos (vientos diurnos en tabla 1), lo único que discrepa es la dirección del viento; la velocidad en cambio es prácticamente igual.

El único viento de efectos muy desagradables, es el viento de aire caliente, llamado zonda. Este sopla generalmente del norte, levantando grandes masas de polvo a la atmósfera, las que sólo bajan poco a poco. El efecto sobre la visibilidad es desastroso, y puede decirse que en promedio, un zonda inutiliza tres noches consecutivas. Se puede calcular que en Chilecito hay menos de 7 zondas por año. Otro inconveniente del zonda es que el polvo que levanta es extremadamente fino, y penetra en todos los sitios, aun en los que están cerrados, constituyéndose así en un grave peligro para todos los mecanismos delicados.

En lo que respecta a la nubosidad nocturna, se han efectuado regularmente cuatro observaciones nocturnas, a las 22, 24, 2 y 4 horas. Cuando fué posible, también se hicieron observaciones a las 20 y a las 6 horas. La escala adoptada fué de 10 para el nublado total. De

acuerdo a lo observado, se calificaron las noches en 4 categorías: despejadas, seminubladas, nubladas y cubiertas. Llamando L al nublado máximo y P al promedio de las observaciones de una noche, se consideró que una noche

es despejada	si $P < 1$	y $L \leq 2$
seminublada	$P < 5$	$L \leq 5$
nublada	$P < 7,5$	$L \leq 8$
cubierta	$P < 10$	$L > 7$

Aplicando esta clasificación, se han calculado los siguientes promedios, compilados en la tabla 3.

T A B L A N° 3
Nubosidad nocturna

Mes	Cubiertas	Nubladas	Seminub.	Despejadas	Total observ.	Promedio mensual
Mayo 1948	4	2	5	4	15	2,6
Junio	4	4	2	16	26	3,5
Julio	8	2	5	6	21	5,9
Agosto	2	5	2	21	30	2,1
Setiembre	3	8	5	14	30	3,2
Octubre	5	1	1	19	26	3,4
Noviembre	9	5	3	13	30	3,7
Diciembre	4	2	2	5	13	4,4
Enero 1949	5	3	3	1	12	5,2
Febrero	9	4	6	9	28	4,9
Marzo	10	6	1	8	25	4,1
Abril	1	1	2	16	20	4,2
Suma	64	43	37	132	276	
Porcentaje	23	16	13	48	100	

Los promedios de los meses julio, agosto y setiembre han sido calculados en base a datos suministrados por el Ing. Agabios.

Comparando los datos de nubosidad nocturna con los promedios mensuales de nubosidad diurna, (tabla 1) se observa que hay una coincidencia casi completa.

Pese a que por diversas circunstancias no se dispone de los datos de todo el año, parece razonable extrapolar el promedio de noches despejadas, seminubladas, etc., a todo el año. Procediendo así, resultan las siguientes cifras:

Noches despejadas	48 %	176 noches
seminubladas	13	47
nubladas	16	58
cubiertas	23	84

Naturalmente estos datos deben considerarse sólo como extrapolaciones. Es de notar también que la parte más desfavorable del año es, otra vez, el verano.

Otro dato de interés es el de la pendiente de la curva termométrica nocturna. Es evidente que caídas bruscas pueden ser nocivas para los espejos de los anteojos. En general no hay descensos bruscos en Chilecito, y en las fajas termométricas se observan pendientes bastante uniformes durante la noche. Sólo hubo cinco caídas bruscas (nocturnas) de temperatura en un año; considerando como tales a pendientes de más de cinco grados en media hora. Estas caídas se debieron a tormentas o a zondas.

CONCLUSIONES. — En base a todo el material, tanto astronómico como meteorológico, podemos proceder a juzgar definitivamente la calidad de las noches.

La permanencia en el lugar fué de 276 días. De esta cantidad hay que descontar 52

noches durante las cuales no se trabajó por causas varias. Quedan 224 noches. Debemos definir ahora un criterio para calificar estas noches. Un primer criterio negativo está dado por la nubosidad nocturna. Se consideró inútil toda noche que cumpliera una o varias de las siguientes condiciones:

- 1 — nubosidad permanente mayor o igual que 7.
- 2 — nublado total después de medianoche.
- 3 — viento mayor que 20 km/hora.

Esta última condición se introdujo porque con viento de tal intensidad el anteojo se movía tanto que dificultaba toda observación continua.

Las noches restantes, consideradas como útiles, se pueden clasificar en base a la calidad de las imágenes, o a la transparencia. Como esta última es sensiblemente constante, según se vió anteriormente, no se la tuvo en cuenta. Para clasificar la calidad de las imágenes puede recurrirse a la turbulencia, al límite de separación de dobles, al centelleo o a la macro-turbulencia. Como se ha visto anteriormente, la observación de los tres últimos fenómenos conduce a resultados paralelos a los obtenidos con la turbulencia; por esta razón en último análisis se ha preferido hacer la clasificación en base al coeficiente T de turbulencia cenital. Únicamente en cinco noches en las cuales no se determinó T, se utilizó alguno de los otros criterios.

La escala empleada para clasificar las noches utilizables, es la misma que la usada para la confección en la tabla 2 y está citada nuevamente en la columna segunda de la tabla que sigue.

La clasificación definitiva arroja los siguientes valores:

Clasificación	Turbulencia	Número	Porcentaje
Noches inútiles		92	41
malas	$\geq 0''7$	8	4
regulares	$< 0''7$	35	16
buenas	$< 0''4$	65	29
muy buenas	$\leq 0''25$	24	10

Como la calificación de noche inútil fué manejada con mucha severidad, se puede admitir que su porcentaje sea algo menor, y una estimación prudente bajaría el mismo al 35 %. Si se extrapolan los datos recogidos a todo el año —lo cual es razonable por la distribución bastante uniforme de las noches de observación— se llega a la conclusión de que Chilecito posee entre 200 y 240 noches por año utilizables por lo menos parcialmente, que en su mayoría son buenas. Este número de noches permite expresar que Chilecito es un sitio adecuado para el fin buscado. No obstante sería imprescindible, en opinión del autor, que antes de ubicar un instrumento grande en esta localidad, las condiciones sean examinadas nuevamente, pero con un instrumento mayor que el utilizado en el presente trabajo.

Es un grato placer expresar mi agradecimiento hacia todas las personas que han posibilitado o facilitado el trabajo. Debo mencionar en primer término al señor Director del Observatorio Astronómico, Cap. de Frag. (R) Guillermo O. Wallbrecher, y al Ing. don Miguel Agabios. Durante la expedición he tenido la colaboración de muchas personas hacia quienes me complazco en expresar una vez más mi sincero reconocimiento.