

BUSQUEDA DE SITIO ASTRONOMICO EN BASES ANTARTICAS
ARGENTINAS

THE SEARCH FOR AN ASTRONOMICAL SITE AT SOME ARGENTINIAN
BASES IN THE ANTARTICA

J.H. Calderón^{1,2}; P.G. Recabarren^{1,2,3}; M.J. Lombardo³;
H.A. Ochoa³

1 Observatorio Astronómico de Córdoba

2 CONICET

3 Instituto Antártico Argentino

RESUMEN: En el año 1989 el Observatorio Astronómico de Córdoba inició una campaña para determinar la posibilidad de realizar observaciones astronómicas desde las estaciones argentinas en Antártida. A tal fin durante la noche polar se analizaron las condiciones climáticas y se realizaron observaciones para estimar la calidad de cielo en la Base Antártica Belgrano II, la de mayor interés por su ubicación geográfica (Nunatak Vertrab: Lat $-77^{\circ}52'16''$; Long $34^{\circ}37'08''W$) y condiciones meteorológicas. En este trabajo se presentan y discuten los resultados obtenidos.

ABSTRACT: Córdoba Astronomical Observatory has began a site testing program in argentine scientific stations at Antartica. Measurements in order to estimate sky quality were made during the 1989 polar night at the Belgrano II Station, which offered the best conditions according to its geographical position (Nunatak Vertrab: Lat $-77^{\circ}52'16''$; Long $34^{\circ}37'08''W$) and meteorological conditions. In this paper results are presented and discussed.

La búsqueda e identificación de nuevos sitios aptos para la observación astronómica (site testing), sigue siendo una actividad de relevancia e importancia internacional para el desarrollo de la Astronomía Observacional.

Aún cuando ya existe un importante telescopio óptico (Hubble Space Telescope) en órbita alrededor del planeta y fuera de la atmósfera, con las ventajas que esto significa, la observación desde tierra lejos de perder vigencia, como a primera vista pudiera parecer, tiende a incrementarse significativamente.

Si bien existen observatorios astronómicos diseminados por todo el mundo, la mayoría se encuentra en latitudes intermedias, quedando aún vastas regiones del globo sin explorar; el continente antártico es sin duda una de éstas, que además, por su ubicación geográfica resulta de características únicas para la observación astronómica.

En efecto, la posibilidad de contar con largos períodos de oscuridad continua, más de mil horas durante la noche polar, torna a estas regiones el sitio indicado para el estudio sin interrupciones de fuentes astronómicas que presentan variaciones, periódicas o aleatorias, en lapsos menores de algunas centenas de horas, ya que posibilitarían su seguimiento en forma ininterrumpida durante meses, si las condiciones climáticas lo permiten.

Además, durante el verano polar, la posibilidad de contar con el Sol sobre el horizonte en lapsos similarmente largos lo hacen un sitio adecuado para estudios solares. Por otra parte, la ubicación geográfica permitiría la observación de eclipses que son sólo visibles desde esas latitudes.

Como antecedentes de estudios astronómicos en Antártida podemos citar los realizados en la estación Amundsen-Scott (South Pole Station) en temas de fotometría fotoeléctrica por S. Morris (1985), Chen K. y otros (1987), Taylor M. y otros (1988); en temas de astronomía solar por Harvey J. y otros (1982) y Jagdev Singh y otros (1989).

La selección del sitio tentativo, apto para la observación astronómica, se realizó analizando los datos meteorológicos obtenidos en los últimos años en todas las bases antárticas; la logística se analizó visitando las mismas durante la Campaña Antártica de Verano 1989. Las observaciones para la determinación de la calidad de cielo se realizaron, en consecuencia, en la Base Belgrano II durante el invierno 1989 por ser el lugar de mejor perspectiva por su ubicación geográfica (Lat $-77^{\circ}52'16''$; Long $34^{\circ}37'08''W$) y por sus condiciones climáticas. También se realizaron detalladas observaciones meteorológicas orientadas hacia los fines astronómicos.

La Base Belgrano II se encuentra ubicada sobre el casquete polar a 350 m sobre el nivel del mar; está construida sobre un afloramiento rocoso en el hielo (nunatak) de aproximadamente 300 x 300 m y rodeada por los glaciares que descienden desde la meseta polar, ésto hace que la base se encuentre rodeada por importantes campos de grietas. Las condiciones ambientales se caracterizan por ser extremadamente rigurosas, particularmente durante la noche polar en que las temperaturas medias alcanzan $-30^{\circ}C$ con mínimas de hasta $-55^{\circ}C$; los vientos son particularmente intensos alcanzando velocidades de hasta 250 km/h. Las precipitaciones, siempre en forma de nieve, son muy escasas alcanzando en media los 80 mm anuales. Desde el punto de vista geológico el nunatak consiste en un afloramiento de granito sumamente fragmentado.

Los factores primarios a tener en cuenta para determinar la utilidad astronómica de un sitio, según A. Ardeberg (1987), son:

- Cantidad de horas de cielo despejado.
- Seeing (calidad de imágenes, turbulencia atmosférica).
- Contenido de agua en la atmósfera.
- Transparencia atmosférica.
- Extinción atmosférica (absorción selectiva).
- Condiciones de viento.
- Variaciones de temperatura.
- Nivel de iluminación del cielo.
- Polución del aire.
- Presencia de auroras.
- Geología del terreno.

Los parámetros de conveniencia, según el mismo autor, son:

- Latitud, accesibilidad, suministro de energía eléctrica y agua, distancia a los institutos centrales y comunicaciones.

OBSERVACIONES

Cielo despejado:

La observación de nubosidad se realizó en forma visual. Seeing:

La calidad de imágenes está en relación inversa a su tamaño (seeing), el que es a su vez consecuencia inmediata de la turbulencia del aire en la baja atmósfera. Las estimaciones del seeing se hicieron siguiendo el método cuali-cuantitativo propuesto por A. D'Angeon (1926) -el único a nuestro alcance en ese momento- que consiste en la observación de la calidad (resolución) del patrón de difracción de una imagen

estelar y de las características del movimiento (sombra volante) de la imagen desenfocada del espejo producida por un telescopio reflector de 20 cm de diámetro, ambos indicadores del grado de turbulencia atmosférica. Las estimas realizadas en una escala descripta por D'anjeon son transformadas en medidas angulares mediante una relación empírica.

El procedimiento consiste en observar series de no menos de cinco estrellas brillantes, preferentemente equiespaciadas en distancia cenital, de las que se obtienen dos valores por estrella, uno a partir del patrón de difracción y el otro de las sombras volantes. A partir de estos valores se obtiene el seeing y la distancia cenital máxima aceptable para una observación astronómica. Para la observación se empleó un telescopio reflector de 20 cm de diámetro y 1 metro de distancia focal, dotado con oculares 10X y 15X, especialmente diseñado para tareas de campo (Cámara D'anjeon). La lista de estrellas observadas durante el desarrollo del Programa puede verse en la Tabla I.

Tabla I

Estrellas observadas para determinación de seeing

NOMBRE	ALFA		DELTA		MAGNITUD	TIPO ESPECT
	h	m	o	s	mv	
α ERIDANI	01	35.9	-57	29.0	+0.60	B5
β ORIONIS	05	12.1	-08	15.0	+0.34	B8
α CARINAE	06	22.8	-52	40.0	-0.86	F0
α CANIS MAJORIS	06	42.9	-16	39.0	-1.58	A0
α CRUCIS	12	23.8	-62	49.0	+1.58	B1
β CRUCIS	12	44.8	-59	25.0	+1.50	B1
β CENTAURI	14	00.3	-60	08.0	+0.86	B1
α CENTAURI	14	36.2	-60	38.0	+0.06	G0,K5
α SCORPII	16	26.3	-26	19.0	+1.22	M0
α TRIANGULI AUS	16	43.4	-68	56.0	+1.88	K2

Transparencia Atmosférica:

La transparencia atmosférica se estimó visualmente en forma cualitativa, verificando con telescopio la visibilidad de objetos difusos, estrellas débiles, el borde lunar y planetas, sólo apreciables en detalle cuando la transparencia es muy buena.

Extinción Atmosférica:

No se realizaron mediciones por carecer en ese momento del instrumental adecuado.

Nivel de iluminación del cielo y presencia de Auroras:

La luminosidad del cielo nocturno también se estimó cualitativamente; se tomó especialmente en cuenta la presencia de aurora australi ya que es un fenómeno relativamente frecuente por la alta Latitud del sitio explorado.

Contenido de agua en la atmósfera:

No se realizaron determinaciones, aunque debe notarse que a causa de la temperatura ambiente, no existe agua atmosférica en forma de vapor sino como cristales de hielo.

Polución del aire:

No se midió dado que no existe por ahora una polución del aire apreciable para los fines astronómicos en la región antártica.

Las otras magnitudes meteorológicas -viento, temperatura, presión y humedad- se midieron de acuerdo a

los estándares de la Organización Mundial Meteorológica
(ver Tabla II).

Tabla II

Observaciones Astronómicas realizadas durante el año
1990 en la Base Antártica Belgrano II (77°52' S -
34°37' W)

Fecha	hora TU	temp. °C	hum. %	vto. Kts	D.P.	Pres. Hpasc.	dis.cenit. °sexag.	Diam.disc. seg.de arc
0/7/89	09:30	-35.3	90	0	CAL	950.0	68.8	6
4/7/89	04:30	-13.8	65	22	S	948.0	70.5	5
5/7/89	02:00	-31.2	90	0	CAL	950.0	69.8	4
6/7/89	09:30	-30.0	89	18	S	937.9	53.0	8
7/7/89	22:30	-21.6	65	10	SSE	957.0	36.2	10
8/7/89	03:00	-29.2	71	14	S	961.0	58.5	6
8/7/89	09:30	-23.0	58	3	ESE	956.2	62.4	8
8/7/89	20:00	-22.8	80	15	S	957.0	47.9	120
9/7/89	05:30	-28.4	74	10	SSE	961.5	54.7	17
0/7/89	06:30	-29.2	82	0	CAL	951.4	56.5	13
0/7/89	09:30	-29.6	80	0	CAL	949.3	53.5	6
1/7/89	00:10	-32.6	75	10	S	947.8	52.6	10
1/7/89	21:00	-32.5	77	11	S	955.9	55.8	6
4/8/89	20:00	-29.6	76	17	S	958.1	56.9	13
5/8/89	05:10	-30.0	83	4	SE	964.1	59.5	5
5/8/89	00:18	-13.4	48	23	S	967.8	61.5	22
8/8/89	06:15	-15.8	39	6	S	968.6	62.0	5
9/8/89	23:30	-25.0	56	0	CAL	972.2	51.4	13
0/8/89	05:51	-25.6	57	0	CAL	967.3	64.6	4
3/8/89	22:00	-28.8	78	0	CAL	966.9	63.8	10
4/8/89	04:30	-30.3	77	2	SSE	969.9	62.2	8
5/8/89	05:30	-36.8	78	3	SE	973.3	62.4	17
5/8/89	02:20	-18.8	58	20	S	959.5	55.4	17

Tabla II (continuación)

16/8/89	22:20	-17.8	48	5	W	946.1	57.7	8
17/8/89	02:20	-22.2	58	2	S	945.7	65.4	3
18/8/89	05:45	-25.2	68	10	S	960.5	47.0	28
19/8/89	07:30	-21.8	67	2	S	948.6	60.9	10
21/8/89	22:20	-24.6	70	18	S	957.3	75.9	10
23/8/89	03:30	-24.8	70	4	SE	971.4	62.7	10
24/8/89	21:00	-12.3	39	6	S	972.9	55.7	22
31/8/89	04:00	-16.5	68	14	S	983.7	63.2	6
04/9/89	04:00	-21.6	85	8	W	958.7	60.4	13
04/9/89	05:10	-22.4	90	4	S	959.3	S/D	S/D
08/9/89	05:30	-20.2	76	10	S	973.7	59.1	8

Las observaciones astronómicas para la determinación del seeing y la transparencia se realizaron entre el 10 de julio y el 8 de setiembre de 1989. Las meteorológicas de abril a setiembre del mismo año.

RESUMEN DE RESULTADOS

Duración del programa	60 noches
Cantidad de noches despejadas	28
Máximo lapso de oscuridad continuo y despejado	114 horas
Cantidad de observaciones	34
Observaciones con seeing < 6"	11
Observaciones con seeing > 6" y < 10"	9
Observaciones con seeing > 10"	14
Seeing medio	10"
Mínimo seeing observado	3"
Máximo seeing observado	28"

Distancia cenital aceptable media	59°
Distancia cenital aceptable máxima	76°
Distancia cenital aceptable mínima	36°

Transparencia: en general muy buena

Luminosidad del fondo de cielo y ambiental: elevadas cuando se halla la Luna sobre el horizonte.

CONCLUSIONES

La conclusión más importante que se desprende de esta primera campaña es que la calidad de imágenes es pobre, por lo que el sitio no sería apropiado para la instalación de instrumentos de gran porte. No obstante ello, dado que los parámetros definitorios necesitan monitoreo en lapsos que deben contarse en años y no en meses, las observaciones deberán continuarse a fin de poder arribar a resultados más concluyentes. Por otra parte, sería imperioso realizar estas observaciones con métodos más objetivos, ver Ardeberg (1987) o Merrill (1987).

Dadas las rigurosas condiciones ambientales cualquier tipo de instrumental que se use debería ser automático o al menos factible de ser comandado a distancia.

Dado que las observaciones se debieron realizar obligadamente desde un sitio ubicado junto a las edificaciones que forman la estación y ésta constituye el único "punto caliente" de la zona, el efecto sobre la turbulencia debería ser notable, por lo que futuras observaciones deberán realizarse desde un sitio alejado de la misma. Existe un afloramiento rocoso aproximadamente a 1500 m de la base que, si bien esta todavía relativamente próximo a las instalaciones, se encuentra sobre suelo firme, resultando muy apropiado para la

instalación de algún instrumento.

Tabla III

Datos meteorológicos de los meses con oscuridad

MESES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SE
HORAS OSCURIDAD TEORICA	596	744	720	744	684	39
HORAS CALIDAD ASTRONOMICA	135	139	131	341	312	5
MAX. LAPSO OSCURIDAD CONTINUA	15	39	78	114	126	
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	-18.4	-19.2	-12.7	-19.6	-22.8	-17.
TEMPERATURA MAXIMA	-3.8	-5.6	-7.8	-5.2	-6.6	-8.
TEMPERATURA MINIMA	-40.2	-34.2	-27.9	-37.8	-38.4	-33.
WIND DIRECTION PREDOMINANTE	ESE	ENE	S	S	S	EN
WIND SPEED MEDIO MAXIMO (NUDOS)	21.0	35.4	28.5	27.3	19.3	36.
WIND SPEED MAXIMO (NUDOS)	53	126	80	92	72	10
REFLECTED LIGHT WITH AURORAS (HS)	0	29	42	18	66	1

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a la Dirección Nacional del Antártico por haber posibilitado la realización del programa y al Departamento de Física de Alta Atmósfera del Instituto Antártico por su permanente apoyo. Agradecen también al Observatorio Astronómico "Félix Aguilar" por facilitar la Cámara D'angeon, al Sr. Juan G. Sanguin por asesorarnos en la metodología, al Lic. Carlos Donzelli por facilitarnos el telescopio auxiliar, a la Lic. Mirta Mosconi por su apoyo con las comunicaciones radiales, y al Sr. Edgardo Pizarro por sus trabajos mecánicos.