

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones:

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

36

36

INFORME SOBRE EL VIAJE A
"EL LEONCITO" PROV. DE SAN JUAN
REALIZADO POR EL DR. F.R. COLOMB
Y EL ING. E.M. FILLOY DEL INSTI-
TUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA
5, 6 Y 7 DE OCTUBRE DE 1982

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43783

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

1) INTRODUCCION

Dentro de las posibles líneas de investigación en Radioastronomía que tienen lugar en la actualidad y en el contexto de la disponibilidad de instrumentos en el Hemisferio Sur, la posibilidad de instalar un Radiotelescopio en ondas milimétricas de adecuada resolución angular resulta claramente conveniente. Si se une a ello el desarrollo del Complejo Astronómico de El Leoncito como posible lugar de emplazamiento, se justifica ampliamente realizar un esfuerzo para concretar su factibilidad.

En efecto, en grandes rasgos se puede decir que son 3 las líneas de desarrollo instrumental vigentes

a) Sistemas de Interferometría locales, de los cuales el Interferómetro de 12 antenas de 25m de Westerbork (Holanda) y la "Y" de 27 antenas de 25m de V.L.A. (Very Large Array) en Socorro, Nuevo Mexico en E.E.U.U. son los ejemplos más notables.

b) Sistemas de Interferometría de Línea de Base Muy Larga integrada por antenas dispersas, incluso en continentes distintos, sin vínculo eléctrico y cuya coherencia en las señales grabadas se logra mediante relojes atómicos sincronizados.

c) Antenas de ondas milimétricas con receptores para continuo y línea entre 30 GHz y 450 GHz.

Los primeros se llevan a cabo en ondas centimétricas y decamétricas y se caracterizan por una inversión suma-

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

mente elevada. En Australia se dará comienzo a un sistema de 6 antenas de 22m cada una, con una asignación inicial de u\$s 25.10⁶. En cuanto al sistema VLBI se debe participar de una red de antenas, en trabajos conjuntos y donde probablemente la inversión se vea fuertemente aumentada por el sistema de procesamiento de datos. La alternativa es procesar datos fuera del país con las complicaciones consiguientes.

La característica superior del cielo de El Leoncito" para la observación óptica, también lo es para ondas milimétricas y submilimétricas, fundamentalmente el bajo contenido de vapor de agua debido a la altura y particularidades del lugar. Una antena de aproximadamente 10mts de diámetro constituiría, en dichas condiciones, un instrumento relevante en sí mismo y cuya importancia estará dada también porque en el Hemisferio Sur solamente Australia tiene una antena de 4m de diámetro y al nivel del mar.

Estas circunstancias no han sido ignoradas por radioastrónomos residentes en el Hemisferio Norte con los cuales este Instituto tiene contacto, quienes han demostrado interés en un eventual trabajo de cooperación. Estos contactos preliminares se han realizado con el Dr. Richard Wielebinski, Director del Max - Planck - Institut für Radioastronomie de Bonn y el Dr. Morton Roberts del National Radio Astronomy Obs., E.E.U.U. Un trabajo de cooperación resulta altamente deseable para el IAR por cuan-

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

to un desarrollo independiente inicial de tecnología en ondas milimétricas si bien es posible, sería exageradamente oneroso y por otro lado alejaría en el tiempo la posibilidad de concretar la instalación del sistema.

2) OBJETIVO

Con el fin de tener una idea mas precisa acerca de los posibles emplazamientos en "El Leoncito" nos hemos trasladado hasta el lugar en los días 5,6 y 7 de octubre. Los elementos básicos para la elección del sitio adecuado son los siguientes

a) Cercano a la infraestructura disponible y a disponer alrededor del Telescopio de 2.15m.

Tiene como objeto, obviamente, minimizar el costo de instalación del Instrumento.

b) Posibilidad de Interferometría con el Telescopio de 2.15m.

Si bien no es un proyecto inmediato y siendo además una experiencia cuyo valor en términos prácticos debe ser discutida, es razonable no eliminar, en primera instancia, su posibilidad. Para ello, Telescopio y Antena deben estar a aproximadamente la misma altura, ser visibles entre si y ser factible la interconexión mediante tramos rectos de conductos subterráneos portadores de cables (conductos de $\emptyset = 150\text{mm}$).

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

TeL. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

c) Superficie plana con un diámetro de 300m.

Su objetivo es permitir la expansión del instrumento a un interferómetro de dos o más antenas cuya orientación es función del número de antenas y cubrimiento requerido en el plano u, v (Transformada de Fourier). El diámetro 300m satisface los requerimientos de un instrumento muy ambicioso según el estado tecnológico actual. Como en el punto b) no debe existir obstáculo que impida la visibilidad dentro de los 300m y la interconexión subterránea y aérea entre posibles antenas.

d) El suelo debe ser de estructura estable que acepte razonablemente la fundación de una antena.

Este punto merece un análisis más preciso en el futuro cuando eventualmente esté definido en detalle. Por el momento se debe verificar que el terreno no esté sometido a corrientes de agua no controlables, si es susceptible de inundación, tipo de drenaje de superficie.

e) Permitir su expansión a líneas de base muy largas.

Este punto no es crítico, pues los 300m ya fijados establecen un margen razonable. De todos modos la evolución tecnológica es de tal magnitud que no puede descartarse la posibilidad de lograr "coherencia" en antenas separadas en varios km mediante generación de ondas milimétricas de referencia estables en fase separadas en millones de longitudes de onda. Este punto se torna importante cuando se piensa que "El Leoncito" es el lugar donde se

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

espera se desarrolle "toda" la Astronomía en la Argentina.

3) RESULTADOS

De la visita de la Estancia El Leoncito y de la consulta a Cartas Topográficas del I.G.M. surgieron dos posibles lugares: ambos en la Ciénaga del Medio y cercano al Telescopio de 2,15m.

Lugar N° 1- Ubicado en dirección E-SE con respecto al telescopio de 2,15m al Sur de los pilotes demarcatorios del primitivo emplazamiento.

Lugar N° 2- A 600m del Telescopio en dirección NE exacta, aledaño a los restos de una casa de adobe en ruinas.

Ambos lugares cumplen en principio con los objetivos fijados y poseen particularidades que los distinguen:

Lugar N° 1 (Aluvión): Es un lugar despejado, con vegetación mínima cubierta de piedras, surcado por pequeños canales (30-40cm de profundidad) con nivel constante en la dirección N-S y con declive en la dirección E-O. Precisamente el declive constituye el punto débil.

Lugar N° 2 (La Tapera): También es un lugar despejado ubicado al Este del borde del sector húmedo de la ciénaga. La vegetación consiste en arbustos de 1,50m de alto. No existen obstáculos y es un sector plano en todas direcciones. No hay piedras. La duda sobre este lugar está dada por lo cercano a la parte húmeda y la consiguiente posibilidad de anegamiento o inconsistencia del terreno.

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

4) CARACTERISTICAS GENERALES DEL LUGAR.

Nieve: Nevadas poco frecuentes, 3 o 4 veces al año. La nieve se disuelve durante el día.

Vientos: Cercano a la ciénaga la protección por los cerros circundantes es notoria. Se hacen pronunciados al atardecer y registros ordinarios marcan máximos de 60 km/hora en YALE-Columbia.

Polvo: No se advierte suspensión de polvo. Existen arremolinamientos de polvo en todo el valle producidos por los vientos cruzados.

Humedad: Muy baja. Se impone humectar artificialmente los ambientes que contengan instrumentos. Muy bueno para ondas milimétricas.

Temperatura: Los ciclos de temperatura son pronunciados durante las 24 horas. Las temperaturas extremas son de +35° en verano a -10°C en invierno. Será necesario hacer una determinación sistemática.

Lluvias: No frecuentes pero sumamente intensas, dando lugar a correntadas. Debe determinarse sus efectos con precisión en las zonas elegidas.

Descargas Eléctricas: Son considerables. Debe estudiarse cuidadosamente el sistema de protección y puesta a tierra de la instalación.

Acceso: No presenta mayores problemas. Para el caso de necesidad de mover elementos voluminosos, la experiencia en

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo Nº 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

el traslado del Espejo y montura del Telescopio de 2,15m
será muy valiosa.

Interferencia Radioeléctrica: El Leoncito está rodeado de
montañas que ofician de blindaje natural. La recepción de
ondas medias es pobre y por lo tanto no constituyen proble-
mas de interferencia. Será necesario un relevamiento en
frecuencia en busca de enlaces de Radio, TV o Telefonía,
y eventualmente presencia de radares y/o comunicaciones en
instalaciones militares que puedan producir interferencia.

Suministro de Energía: Existe una línea trifásica de ten-
sión media (6KV). Los requerimientos de Energía de una Ins-
talación para ondas milimétricas se estima entre 10 KVA y
15 KVA; por lo tanto no debe existir problemas de capaci-
dad en la línea. La misma situación existe en cuanto a los
grupos electrógenos de la Usina Auxiliar y el Transformador
Reductor. Para la Instrumentación será necesario alimentar-
la mediante un sistema de Energía no Interrumpida. El acce-
so a la Usina desde los lugares preseleccionados es direc-
ta y sin dificultades aparentes.

Las características generales mencionadas solo tie-
nen el propósito de una valoración cualitativa. Por supues-
to, cada una de ellas merece un tratamiento metódico para
permitir obtener conclusiones definitivas.

5) CONCLUSIONES.

De lo expuesto y observado se concluye que "El Leon-
cito" es apto para la instalación de un Radiotelescopio pa-
ra ondas milimétricas sin que esto excluya cualquier tipo

INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMIA

Casilla de Correo N° 5 - (1894) Villa Elisa - (Prov. de Bs. As.)
ARGENTINA

Tel. 43793

Este Instituto Funciona
por Convenio entre las
siguientes Instituciones

Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas
y Técnicas

Comisión de Investigación
Científica de la Provincia
de Buenos Aires

Universidad Nacional
de La Plata

de instalación radioastronómica para longitudes de onda mayores. Los lugares posibles elegidos cumplen adecuadamente, restando un estudio detallado de cada una de las características mencionadas en el punto anterior, a las cuales se le debe adicionar el comportamiento en cuanto a granizo, presión atmosférica, estudio de suelos y erosión.

6) AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración que nos ha sido prestada por el CRICYT (Mendoza) al facilitarnos el traslado hasta "El Leoncito"; al Sr. Gordon Newman por su asistencia durante nuestra estada en el lugar y a la hospitalidad ofrecida por el Observatorio Felix Aguilar a traves de su Director, Ing. Augusto López.

The Calincasta valley is part of an extensive system that runs north-south from La Rioja, through San Juan ending in the Uspallata valley in Mendoza ($-32.5 < \phi < -28$; $\lambda = 69$).

To the West it is limited by the Andes, (≈ 6000 m high), with crossing paths at more than 4000 m; these mountains are a perfect screen for the humid winds that come from the west, causing snowfall at the peaks, but arriving on the valley as descendent winds, warmed and dried. At the east side we have the "Precordillera", with mountains of about 3000 m (at El Leoncito we have "El Tontal" with a peak of 4000 m) not high enough to condensate winds coming from the Atlantic, but which already are exhausted passing through The Sierras Pampeanas. Therefore this area has one of the driest climate in the country, with less than 200 mm of rain per year (about 100 in El Leoncito) that is not enough to compensate the excess of evaporation that persists along all the year as a consequence of the typical diaphaninity of the air.

According to a map of the Servicio Meteorológico Nacional for the period 1901-48 this region has more than 120 days with clear sky, between 0 and 5 days of snowfall per year; in april the average temperature is 14°C , 18°C in january, 4°C in july and 14°C in october and the precipitation is less than 100 mm per year.

J.G. Sanguin, from "Observatorio Astronómico "Felix Aguilar", San Juan, has studied the observational conditions at El Leoncito from 1966 to 1976. He found the following typical meteorological parameters:

rain and snow

80-100 mm per year

$$\bar{T}_M = 23^{\circ}\text{C}$$

$$\bar{T}_N = -6^{\circ}\text{C}$$

He classified the nights according to the following criterium:

night Type A = clear sky wind velocity < 25 km/h

night Type B = $3/10 < N < 5/10$ wind velocity < 35 km/h

night Type C $6/10 < N < \frac{10}{10}$ wind velocity > 35 km/h

where N is the fraction of sky covered (units of 1/10). From the analysis of 3984 nights he found:

49.4 % (1968 nights) of the nights are type A.

25.8 % (1028 nights) of the nights are type B.

24.8 % (988 nights) of the nights are type C.

and considering that nights type A and B are observable nights we have that 75 % of the time are useful for astronomical observation. He determines an average seeing of 1" . 7.

We have analyzed the observations made by Cabrera and coworkers from La Plata Observatory, during the year 1966, specially the records made by two hydrothermograph installed at El Leoncito, from which we have the temperature and relative humidity. Besides we have "records" of wind velocity and direction. From their data we have calculated the ground level water vapor density ρ as

$$\rho = 288,6 \frac{p}{T} \quad (\text{gr/m}^3)$$

where p, the water vapor pressure is obtained as

$$p = p_{vs} \cdot H$$

p_{vs} = water-vapor pressure in saturated air in mm Hg

H = relative humidity in percent.

p_{vs} is taken from tables (e.g. Allen)
 T is the air temperature in °K. H and T are directly measured by a recording hydrothermograph.

For each day we have calculated two values of ρ corresponding to the maximum and minimum temperature. After, we have averaged these numbers and plotted it as a function of time as can be seen in fig.1. These numbers, when compared with the Mt. Lemmon are slightly higher than what it should be because the average was taken at temperature maximum and minimum against sunrise-noon average. To compare our values with measurements in a good site like Mt. Lemmon we have chosen the data given by H.P. Larson ("Meteorological Survey of the Mt. Lemmon Astronomical Site" May 1982) mainly because the instruments used are compatible with the data we have from the Hicrothermometer already mentioned. From the plot of Average Temperature and relative humidity (sunrise-noon) the monthly average of the water vapor density ($\bar{\rho}$) was calculated and compared with the values obtained at "El Leoncito" and are shown in the following table

Month	$\bar{\rho}$ Mt. Lemmon	$\bar{\rho}$ El Leoncito (Shifted six month)
Set.	9.6 (gr m ⁻³)	6.1 (gr m ⁻³)
Oct.	4.3	4.2
Nov.	3.75	3.5
Dec.	2.68	2.5
Jan.	1.67	1.8
Feb.	1.47	1.6
March	.45	2.6
April	2.22	3.83
May	4.73	4.54

In fig. 2 we have plotted the maximum and minimum temperatures for each day in °C. In July the average temperature is -2.4°C. In february the average maximum temperature is 24.6. So winter is not very cold, and summer not too hot. In winter there are few days of snow that melt during the day, winds are not very strong all the

year around as can be seen in fig. 3.

The site is accesible by road all the year around from Mendoza (3 hours by car) and almost all year from San Juan (the road can be closed two or three days a couple of times during summer).

There exists the possibility to go to higher altitudes 3500-4000 m, following an old dust road that goes also from El Leoncito to San Juan, but there is no electricity. This site will be investigated in the near future.

The data collected shows that, generally speaking, the place has encouraging possibilities. Of course, measurements with a water vapor meter will answer more preciselly its actual conditions; comparative measurements will demonstrate also if its is worthwhile to go to a higher altitude into El Tontal (East). Accesibility to "La Ciénaga" is easy and comfortable, going higher in altitude increase the difficulties because, right now, only a dust road can be used and we get away from the facilities under construction for the 2,15 m optical telescope. About 10 km from La Ciénaga there is another open area 500 m higher in altitude with some closer peaks as high as 4000 m but without any reasonable access.

No far from the site where the optical telescope is under construction there is plenty of space not only for a single dish but for a more complex installation like an interferometer. While N-S direction is about even, E-W direction has an inclination of aproximately 5% (10 m in 200 m). Circles with diameter of about 600 m can be found without major obstacles with such characteristics.

F.R. Colomb

E. Filloy

29 de Diciembre de 1982.-