

EL COMPLEJO ASTRONÓMICO EL LEONCITO

Hugo Levato

Complejo Astronómico, Casilla 467, San Juan, Argentina

RESUMEN: Describo en este trabajo las características generales del nuevo Observatorio construido en Argentina para observaciones astronómicas desde la superficie terrestre. El sitio se encuentra en las estribaciones orientales de Los Andes a -31° de latitud. Dispone de un telescopio de 2.15 m de diámetro. La cantidad de noches útiles en el lugar es de 270 en promedio. Describo resumidamente el instrumental auxiliar actual y los planes para el futuro cercano. El presupuesto total para la operación del Observatorio incluidos sueldos es de u\$s 250.000.

ABSTRACT: We describe the main characteristics of the new National facility built in Argentina for ground-based astronomical observations. Located at the Argentinien side of the Andes and at a southern latitude of -31° , the Complejo Astronómico El Leoncito, operates a 2.15 m reflector. The site has almost 270 useful nights per year. We describe the present auxiliary instrumentation and the plans for the near future. The total budget for the operation of the observatory is u\$s 250.000.

INTRODUCCION

El Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO) es un servicio especializado que se brinda a la comunidad astronómica a los efectos de que los astrónomos puedan llevar a cabo sus programas de observación. Este Instituto funciona dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET) y a través de un acuerdo con las Universidades Nacionales de La Plata, Córdoba y San Juan. Inaugurado en septiembre de 1986 comenzó su operación efectiva en marzo de 1987.

La misión fundamental del CASLEO es mantener, operar y desarrollar instrumental astronómico para satisfacer, dentro de sus posibilidades, las necesidades observacionales de los astrónomos.

EL SITIO Y SU CLIMA

El CASLEO se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

longitud Oeste: 4hrs 37m 12s

latitud sur: 31° 47' 57"

Su altura sobre el nivel del mar es de 2.552 m. El lugar se encuentra en las estribaciones occidentales de la cadena del Tontal en la precordillera sanjuanina, 30 km al sur de la localidad de Barreal, en el Dto. Calingasta de la Provincia de San Juan.

La foto 1 muestra una vista aérea del lugar donde pueden apreciarse las características de aislamiento y magnificencia del paisaje.

Según estadísticas recogidas durante más de 15 años en la Estación de Altura "Carlos U. Cesco" de la Universidad Nacional de San Juan, ubicada a 2 km del telescopio del CASLEO, más datos recogidos en los últimos tres años en el propio CASLEO, la región goza de 270 noches útiles por año (seis horas continuadas sin nubes) de las cuales

150 son fotométricas. La Figura 1 indica la distribución de las noches útiles y fotométricas a lo largo del año.



El brillo del fondo del cielo es otro de los parámetros fundamentales que caracterizan las cualidades astronómicas de una región. Ese brillo fue recientemente medido por Claria y Bica (1990). Los valores por ellos obtenidos son: $U = 22.1$, $B = 23.3$ y $V = 22.7$, todos expresados en magnitudes por segundo de arco cuadrado, cerca del zenit y con luna de edad cero.

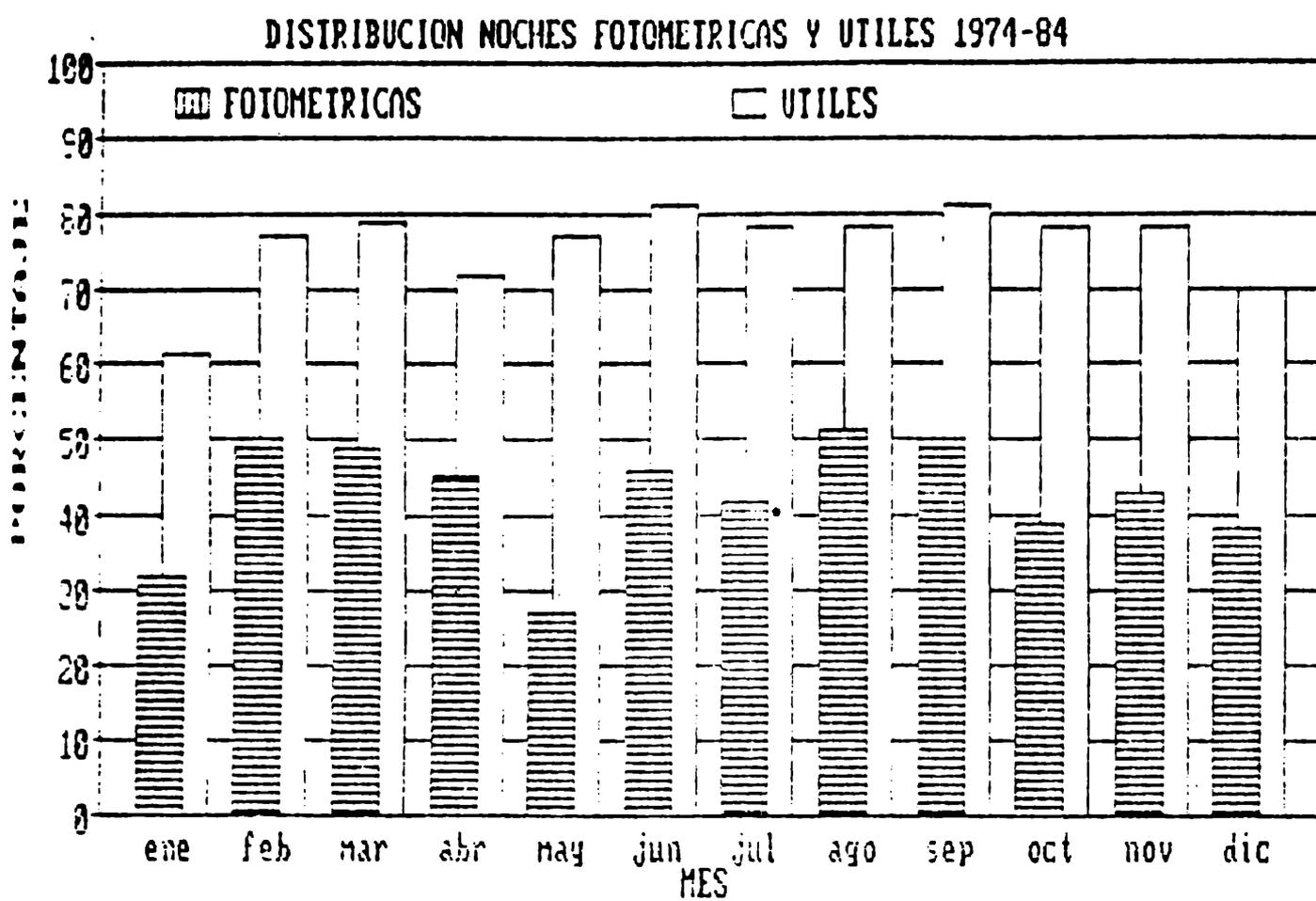


Figura 1

El contenido de vapor de agua en la atmósfera sobre El Leoncito es un dato importante para futuras instalaciones que permitan observar la región infrarroja del espectro y en especial la región de

ondas milimétricas y submilimétricas. Ese contenido fue medido por Filloy y Arnal (1988) durante un año. Los resultados se observan en la Figura 2, donde se muestran los valores de vapor de agua precipitable, en milímetros, contenidos en la atmósfera sobre El Leoncito.

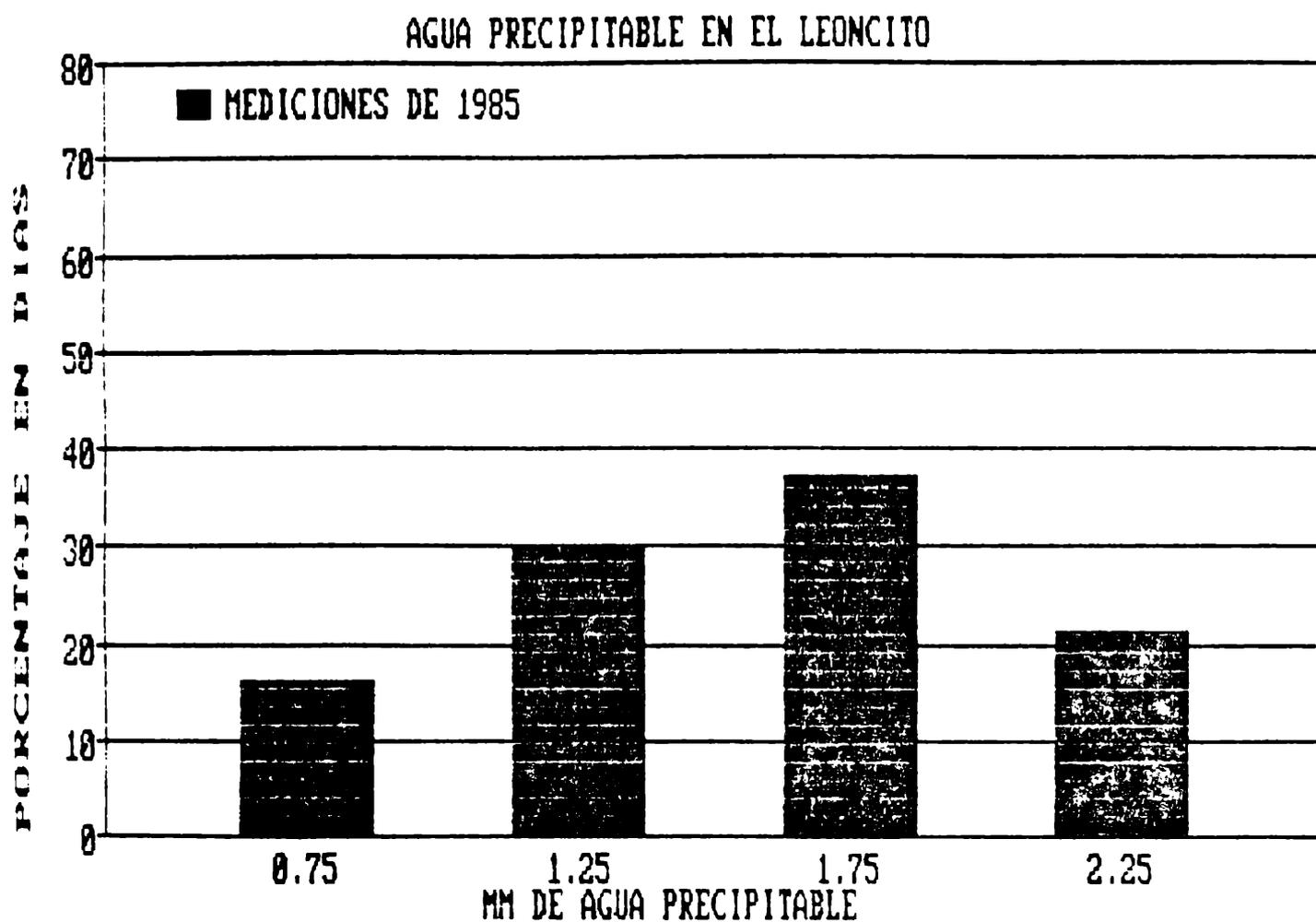


Figura 2

El tamaño de las imágenes es fundamental en la selección de un sitio astronómicamente apto. El "seeing" en la zona y siempre de acuerdo con las estadísticas de más de 15 años indicada anteriormente.

es en promedio de $1''.6$. La Figura 3 muestra la distribución en frecuencia de los tamaños de las imágenes. Es sumamente importante destacar que el "seeing" indicado no corresponde exactamente al observado en el telescopio del CASLEO, pues aún no hay datos suficientes ni objetivos como para producir una estadística confiable. Es bien sabido que el "seeing" puede variar sustancialmente de un cerro a otro, aún dentro de la misma zona y además estamos seguros que tal como ha ocurrido invariablemente en otros observatorios la cúpula y sus dependencias contribuyen en forma sustancial al tamaño de la imagen. Trabajos para evitar esta contribución se encuentran en marcha.

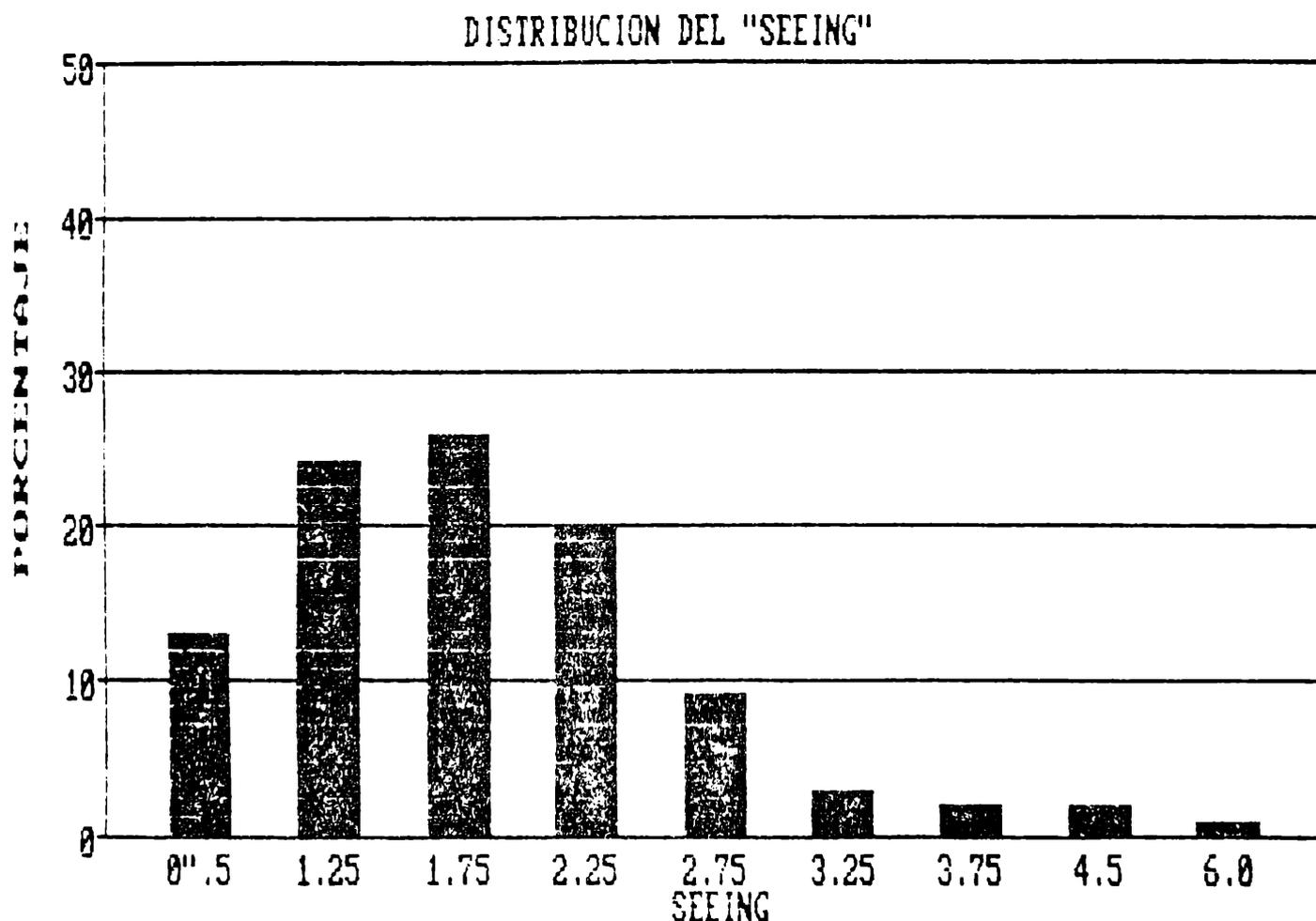


Figura 3

Para completar el panorama climático con los datos disponibles, la Figura 4 muestra las temperaturas máximas y mínimas durante el año mientras que la Figura 5 indica la distribución de vientos en la zona.

Puede concluirse de la experiencia acumulada hasta el presente que el sitio donde se encuentra el telescopio reflector del CASLEO es bueno. No está a la altura de los 3 o 4 sitios, que sobre la superficie terrestre poseen condiciones excepcionales desde el punto de vista astronómico, tal como La Palma, el Norte Chico chileno o Hawai, pero sí se encuentra entre los sitios buenos.

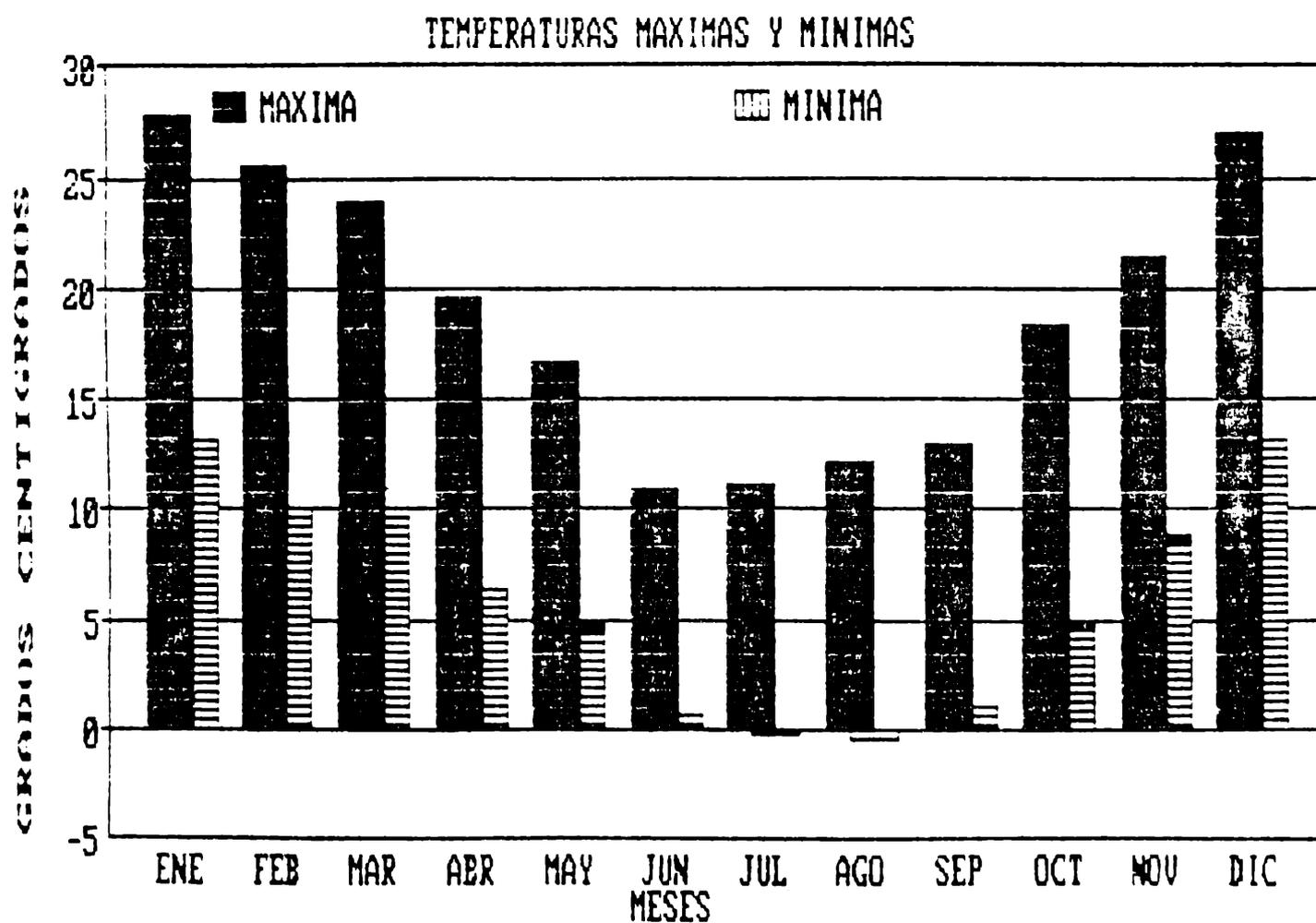


Figura 4

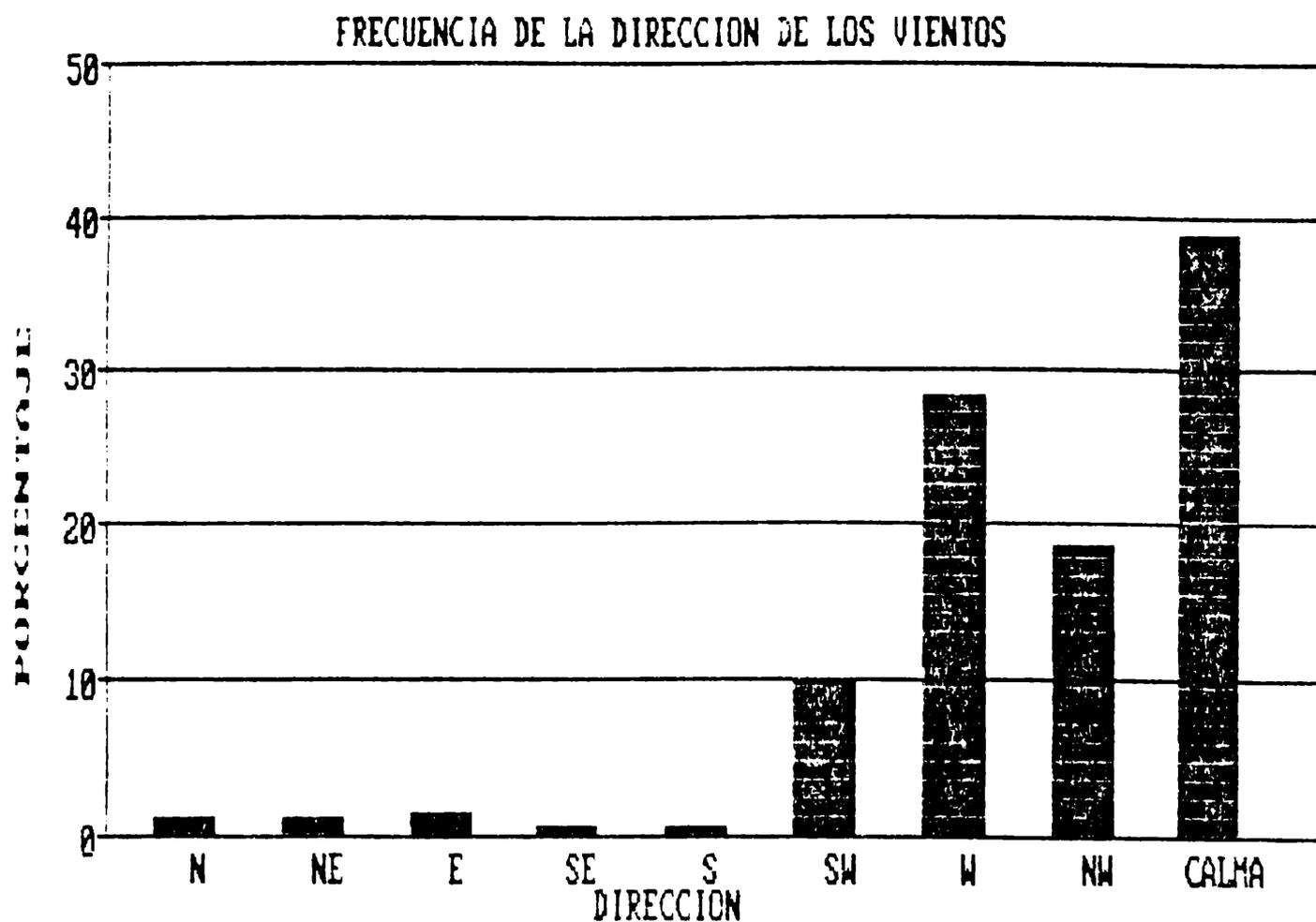


Figura 5

El tamaño de la imagen requiere aún de observaciones cuidadosas y continuadas así como también son necesarias observaciones que permitan determinar la estructura de la variación de temperatura dentro de la cúpula misma y la determinación de las fuentes de calor, con el fin de disminuir la influencia de factores no naturales que puedan influir sobre el tamaño de la imagen. De todas maneras, de la experiencia recogida hasta el presente mi impresión es que el telescopio no ha sido instalado en la elevación más conveniente de la zona teniendo en cuenta la orografía circundante. La misma conjuntamente con

la dirección de los vientos determina la laminaridad del flujo, condición fundamental para un buen "seeing". Obviamente de confirmarse esta presunción, no existe solución para el problema pero si confío en poder reducir a un mínimo la contribución humana al tamaño de la imagen.

En 1987 la legislatura de la Provincia de San Juan aprobó una Ley de Protección del Cielo que impide el deterioro del mismo a través del control de la iluminación artificial, las explotaciones mineras y otras actividades perjudiciales para las condiciones atmosféricas.

ORGANIZACION DEL CASLEO

El CASLEO es dirigido por un Director secundado por astrónomos residentes, además cuenta con un Comité Directivo y un Comité Científico. Este último es responsable de asignar los turnos de observación a los astrónomos que los solicitan. Esta asignación tiene en cuenta fundamentalmente la calidad científica de los programas propuestos. El Comité Directivo está integrado por los máximos representantes de las instituciones participantes del Convenio de Creación del CASLEO, es decir, el Secretario de Ciencia y Técnica de la Nación, el Presidente del CONICET y los Rectores de cada una de las tres Universidades Nacionales de La Plata, Córdoba y San Juan. El Comité Directivo tiene a su cargo las relaciones institucionales del CASLEO y debe asegurar, entre otras funciones, el presupuesto ordinario de funcionamiento.

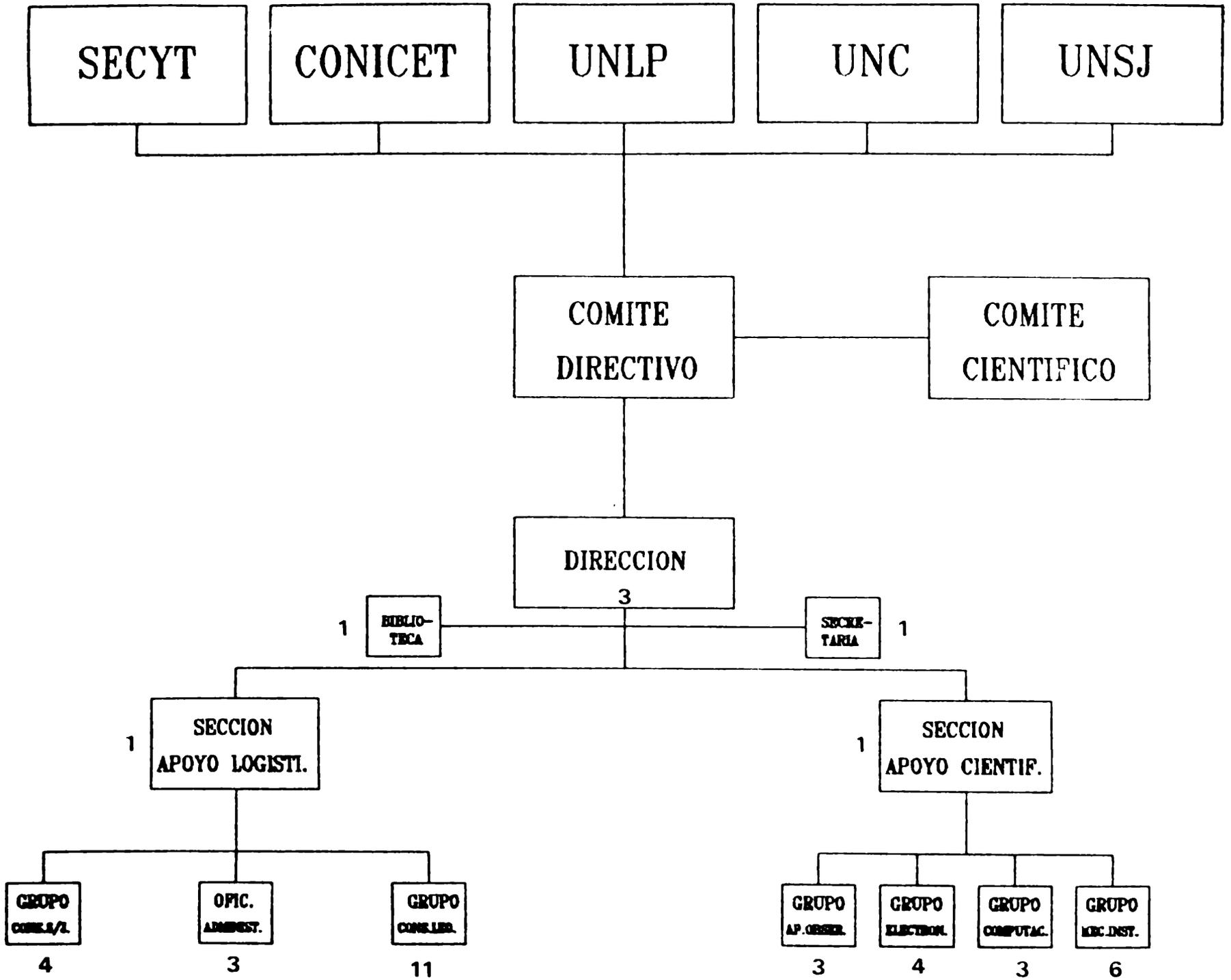
La modalidad operativa del CASLEO es similar a la de otros observatorios con las mismas características de investigación y servicios. En CASLEO la situación de aislamiento se hace sentir en forma notable debido a la lejanía de la ciudad de apoyo, 220 km, por un camino de tránsito dirigido y con complicaciones aleatorias en su circulación. Semestralmente el Comité Científico asigna los turnos de

observación a los astrónomos peticionantes, quienes viajan a San Juan en las fechas previstas. Allí son recibidos, transportados y alojados en El Leoncito. El personal técnico tiene la misión de tener preparado y en el mejor estado operativo posible, el telescopio y el equipo auxiliar que será utilizado durante el turno. El astrónomo es asistido durante su observación por el personal técnico de guardia y por un asistente de observación. El personal total con que cuenta el CASLEO es de 41 personas y se encuentra distribuido para cumplir con sus fines según el esquema que se muestra en la Figura 6. El sistema de trabajo es de 8 días corridos en la montaña por seis días corridos de descanso.

COMODIDADES HOTELERAS Y SERVICIOS AUXILIARES

Dada la naturaleza del lugar, su clima bastante riguroso y la necesidad, a la que se ve sometido el personal, de vivir alejados de las familias durante buena parte del tiempo, se debe contar con un nivel mínimo de confort en El Leoncito. Como todos los comienzos, el del Leoncito ha sido duro. Es útil comparar los primeros tiempos del mismo con la descripción referida al Observatorio de San Pedro Martir, en Baja California, Mexico realizada por Alvarez y Lopez (1983). Si bien es cierto que en el caso del CASLEO, astrónomos y técnicos no debieron construirse sus viviendas de primera época, cortar leña o acarrear agua, las similitudes entre los dos procesos son grandes. En los comienzos no se contaba con esas comodidades mínimas indicadas, no existía instalación telefónica ni de BLU, ni tampoco se disponía de la cantidad mínima de dormitorios necesaria. Actualmente las condiciones están lejos de ser óptimas pero han mejorado sin duda respecto de las primeras épocas. En El Leoncito se cuentan con nueve dormitorios dobles, un edificio de casi 150 m² cubiertos con un comedor de 70 m², una cocina, una despensa y dos dormitorios para el personal de limpieza y que atiende el servicio de comidas. Los astrónomos y el

operador de telescopio viven en una residencia de dos dormitorios.



CASLEO cuenta con una línea eléctrica comercial de 13.6 KW pero posee además una usina propia que se pone en marcha en caso de cortes en el suministro comercial. El combustible para la Usina como para otros usos es conservado en dos tanques bajo tierra de 10.000 litros cada uno.

El suministro de agua se efectúa a través de una captación que llena en forma continua una cisterna de 20.000 litros y se distribuye a la red previa presurización.

Los Talleres de Mecánica y Electrónica cuentan con un equipamiento mínimo indispensable para el mantenimiento y reparación de los equipos existentes en El Leoncito.

La Foto 2 muestra la residencia de los astrónomos mientras que la foto 3 muestra la usina eléctrica y sobre la derecha se alcanza a ver la pared sur de la residencia. La foto 4 muestra la cúpula del telescopio reflector de 215 cm y en la foto 5 se observa al fondo el nuevo edificio del comedor en etapa de terminación.

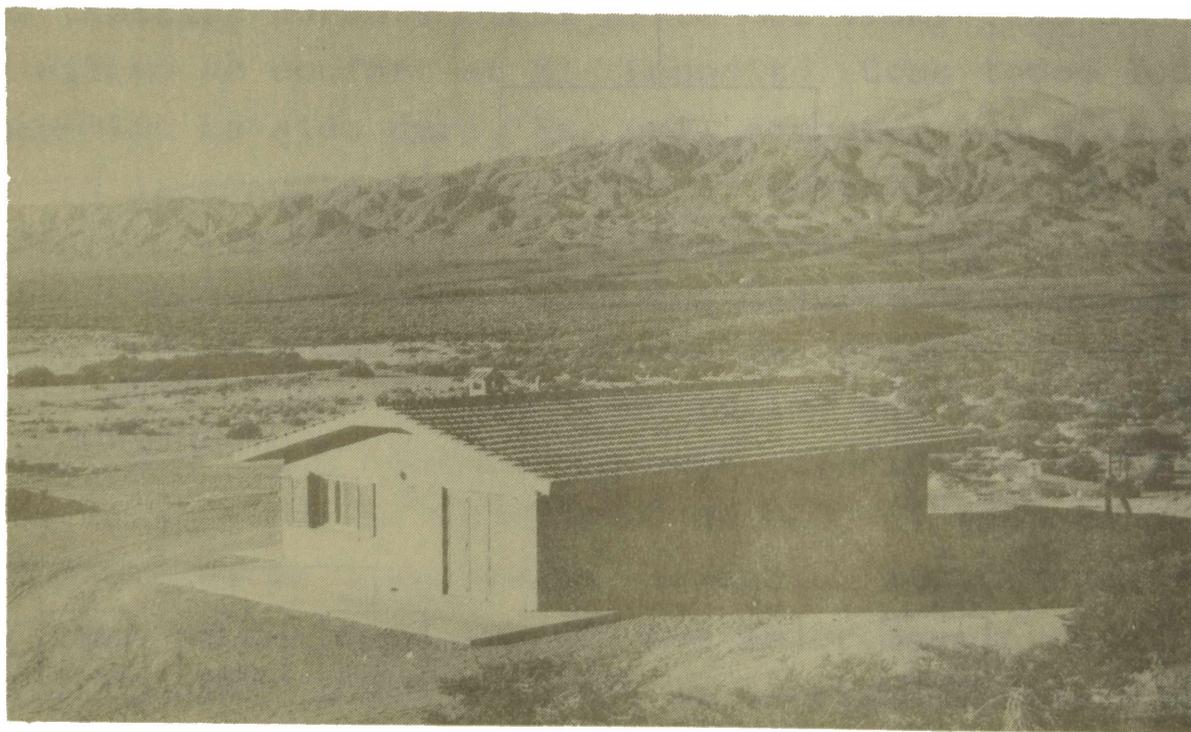


Foto 2: Vista de la Residencia de Astrónomos. Al fondo la cadena del Tontal, con una altura mayor a los 4000 metros de altura.

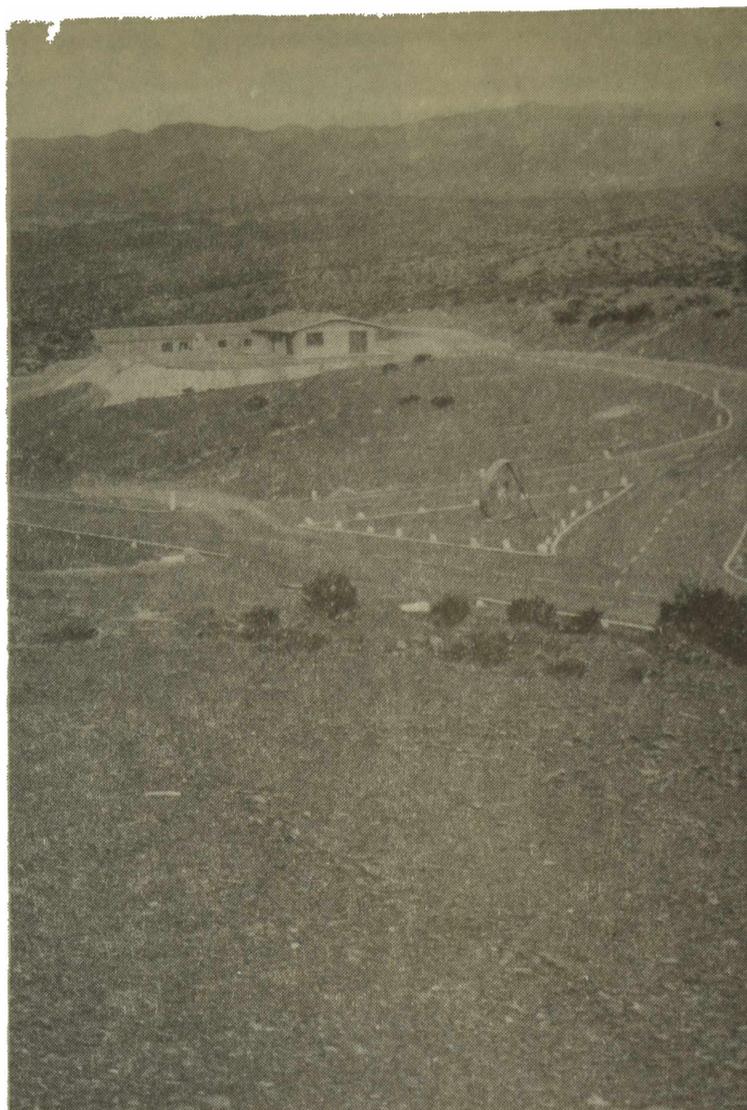


Foto 5: caminos internos que conducen a la residencia de astrónomos en primer lugar y detrás el nuevo comedor en etapas finales de terminación.

INSTRUMENTAL CIENTIFICO

El Telescopio

El telescopio del CASLEO es un reflector Richey Chretien de 215 cm de diámetro. La razón focal en su foco cassegrain es $f/8.48$ con la cual la escala en dicho foco es de $11''/\text{mm}$. Los movimientos del telescopio van desde $1''.5$ por segundo hasta $1''$ por segundo. El espejo

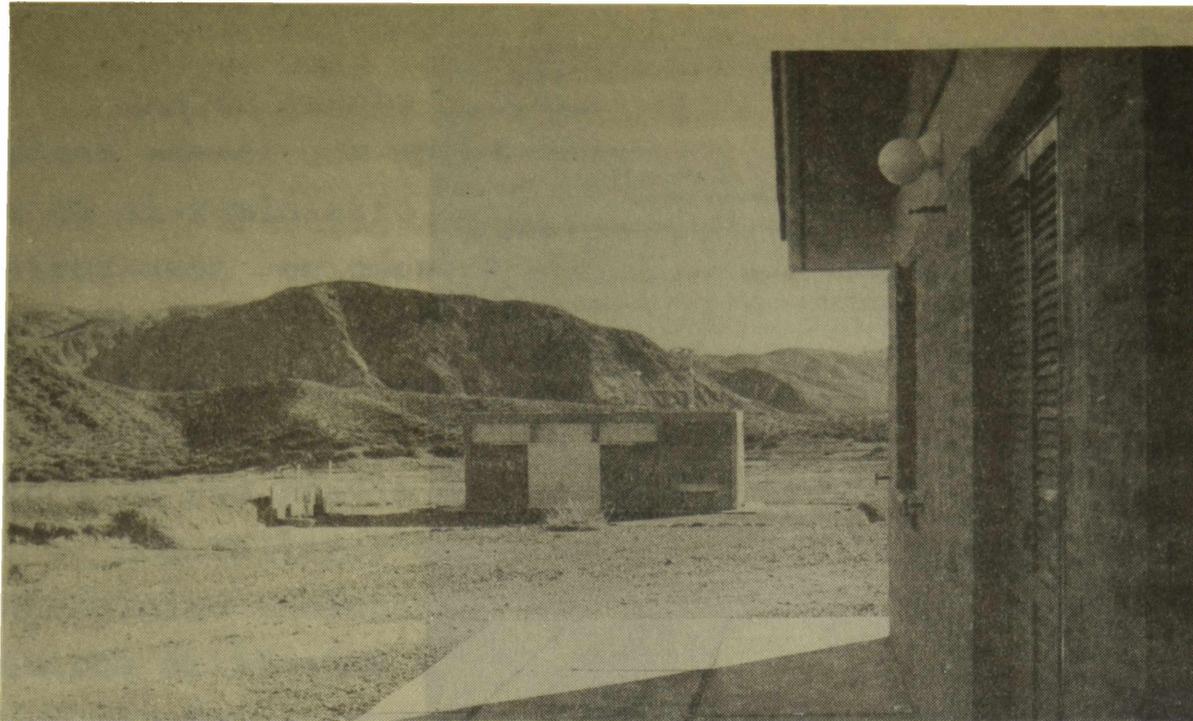


Foto 3: usina eléctrica. Sobre la derecha se observa pared oeste de la residencia de astrónomos.

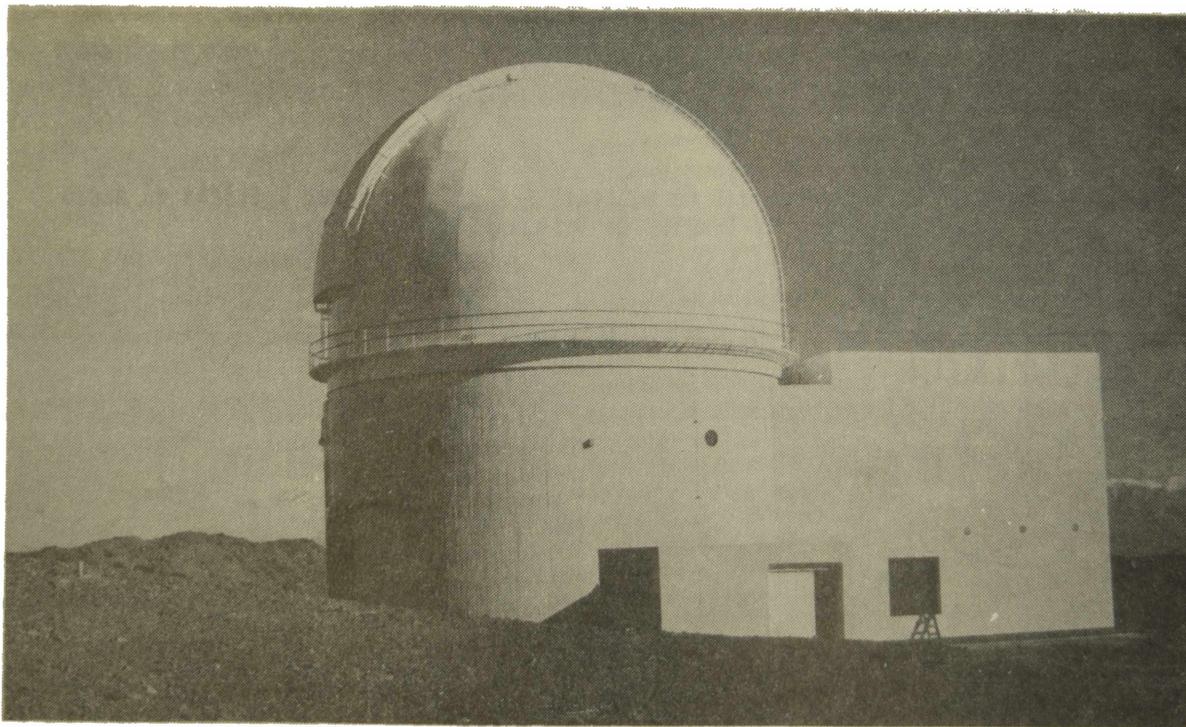


Foto 4: Cúpula albergue del telescopio reflector.

primario está soportado por un sistema hidro-neumático. Inmediatamente adosado al telescopio se ubica un off-set guider que hace de interfase para los demás periféricos. El off-set guider permite el montaje de una lente aplanadora de campo que produce un campo útil de 45'. La Foto 6 muestra el telescopio reflector.

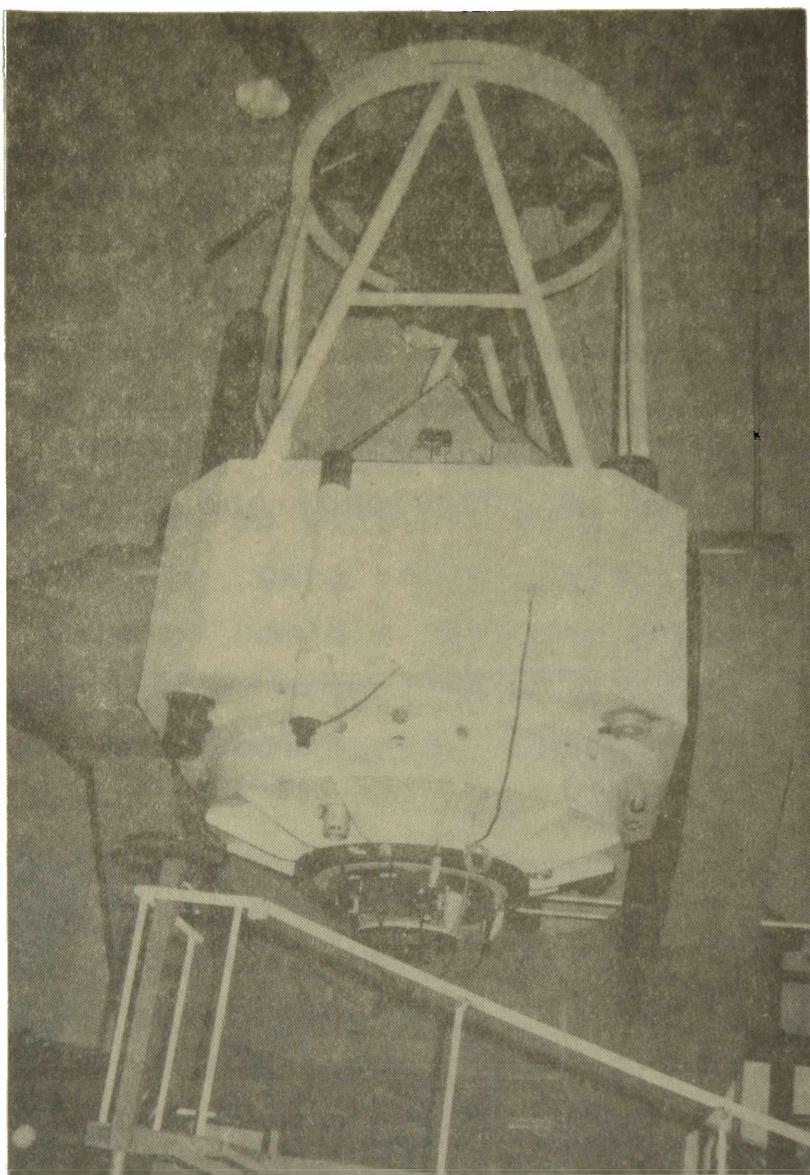


Foto 6: Telescopio reflector de 215 cm.

Instrumental auxiliar

El telescopio dispone actualmente de los siguientes periféricos en estado operativo:

Fotopolarímetro: Este instrumento pertenece a la Universidad de Arizona. Permite medir polarización y efectuar fotometría en distintos sistemas fotométricos. Sus dos fotomultiplicadoras son RCA 31034A. La descripción de este instrumento puede leerse en Magalhaes, Benedetti y Roland (1984). La magnitud límite práctica para la combinación telescopio - fotopolarímetro es alrededor de $V=18$. Entre sus características tiene la posibilidad de trabajar con un filtro interferencial móvil para efectuar barridos en una línea espectral.

Espectrógrafo Cassegrain

Este espectrógrafo es un Boller & Chivens modelo 31523. Tiene 5 redes que producen las dispersiones que se indican en la siguiente tabla:

Red	Lineas	Blaze [Å]	Dispersión [Å/mm]	Eficiencia % en()		
580	400	3925	178	64(3650)	62(3900)	60(4100)
260	600	5000	119	74(4047)	85(4916)	77(5790)
080	600	4000	119	75(3650)	77(4047)	72(4358)
460	831	8125	86	84(8000)	82(8460)	80(9000)
360	1200	7500	58	80(7250)	78(7500)	77(7750)

Los detectores que CASLEO puede ofrecer actualmente son:

1) placa fotográfica ubicada inmediatamente detrás de la cámara o detrás de un tubo magnético de dos etapas y un reticon intensificado

Con placa directa puede obtenerse un espectro con propósitos de clasificación espectral de una estrella con $B=10$ en 15 minutos. Para

velocidad radial (30-40 A/mm) se requieren 10 minutos para una estrella de magnitud B=8, siempre en el zenith y sobre placas II a-0 sin hornear y con un tamaño de imagen de 2" o menos.

Con el tubo magnético estos tiempos bajan en un factor 5 aproximadamente.

2) Reticon intensificado: El reticon intensificado es un detector perteneciente al Observatorio Nacional de Río de Janeiro que permanece en el CASLEO a través de un convenio. El detector consiste en un Reticon de 1800 pixels, intensificado a través de tres tubos VARO ligados entre si por fibra óptica. El detector está refrigerado. El sistema está controlado con una computadora NOVA3 que utiliza discos rígidos y discos flexibles y un gabinete de cinta magnética para guardar los datos. Estos pueden ser transportados por el usuario en cinta magnética grabada en FITS. El soft disponible en el equipo está especialmente preparado para medir velocidades radiales de objetos extragalácticos, pero es posible realizar observaciones espectrofotométricas y también medir velocidades radiales en objetos galácticos. La foto 7 muestra el espectrógrafo cassegrain con la "Z machine instalada"

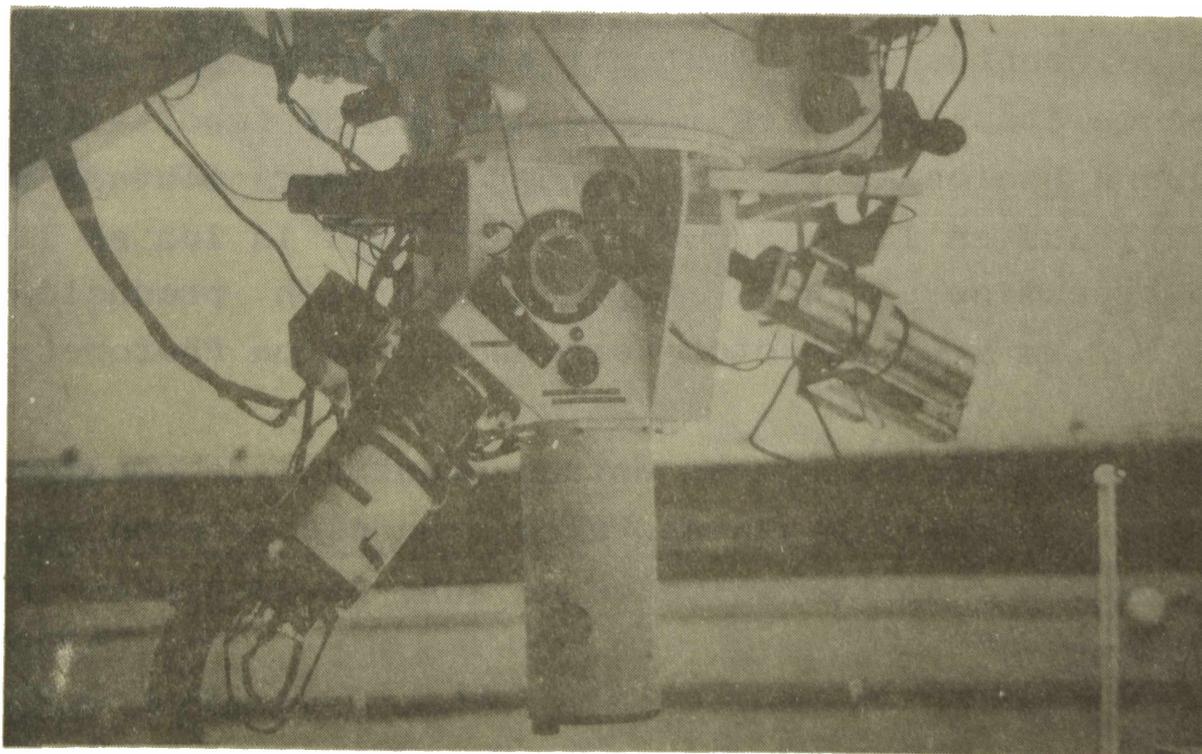


Foto 7: Foco Cassegrain del Telescopio con "máquina Z" instalada.

3) Reticon sin intensificar: Este detector forma parte del paquete OMA2 fabricado por la Princeton Applied Research. Actualmente se llevan a cabo trabajos para controlar este detector de 1024 pixels a través de una XT.

Proyectos Instrumentales Inmediatos.

Entre los proyectos instrumentales en vías de concretarse se encuentra la adquisición de un Astronomical Package AS-4000 de la firma Photometrics de Arizona, USA consistente en un CCD, completo con su controlador, dewar, chip y equipo para adquirir y reducir datos. CONICET ya emitió la orden de compra respectiva. Se han adquirido para este equipo dos chips diferentes: un Thompson y un Photometrics.

Ambos chips están recubiertos con una capa de Methachrome II para aumentar su eficiencia en el ultravioleta.

El equipo de cómputo que adquirirá y reducirá las observaciones está basado en un procesador 68000.

Espectrógrafo Echelle

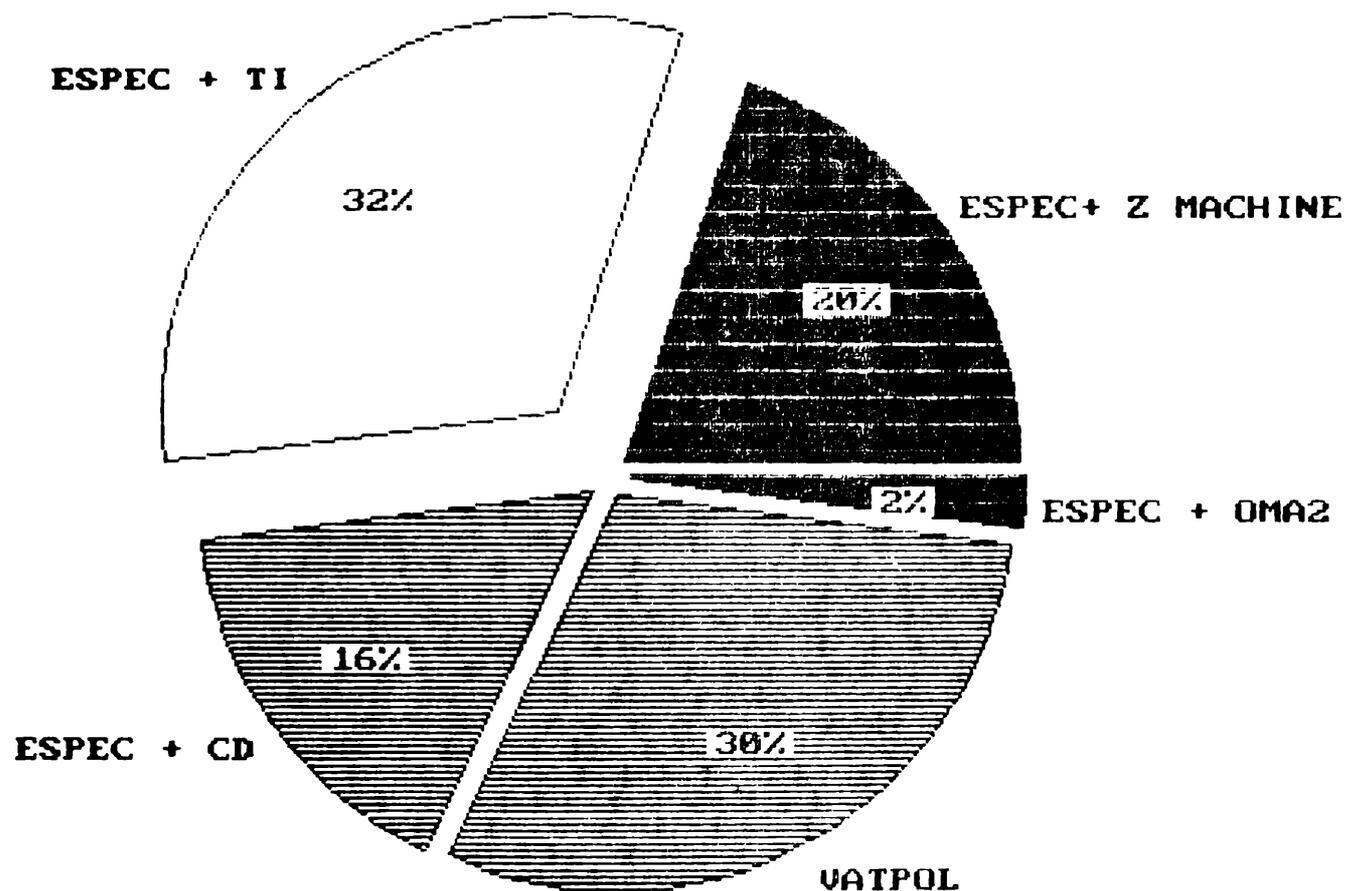
Los elementos para construir el espectrógrafo echelle están a la fecha en la etapa de obtener los permisos de importación que requiere la Aduana Nacional. El espectrógrafo estará montado sobre una mesa óptica ubicada en la sala coudé. Hasta allí la luz se llevará con fibra óptica transmisora en el UV. La dispersión producida será de alrededor de $5 \text{ \AA}/\text{mm}$ y el detector será un CCD marca Photometrics.

Fotopolarímetro: Se encuentra en estado avanzado de construcción un fotopolarímetro que reemplazará al VATPOL. La electrónica se encuentra terminada en un 80% y la mecánica en un 40%. Se encuentra disponible la óptica necesaria.

El Uso del Telescopio y sus Periféricos Actuales.

Durante 1989 el uso del telescopio por instrumental auxiliar fue el que se presenta en la Figura 7.

DISTRIBUCION USO INSTRUMENTOS 1989



PRESUPUESTO

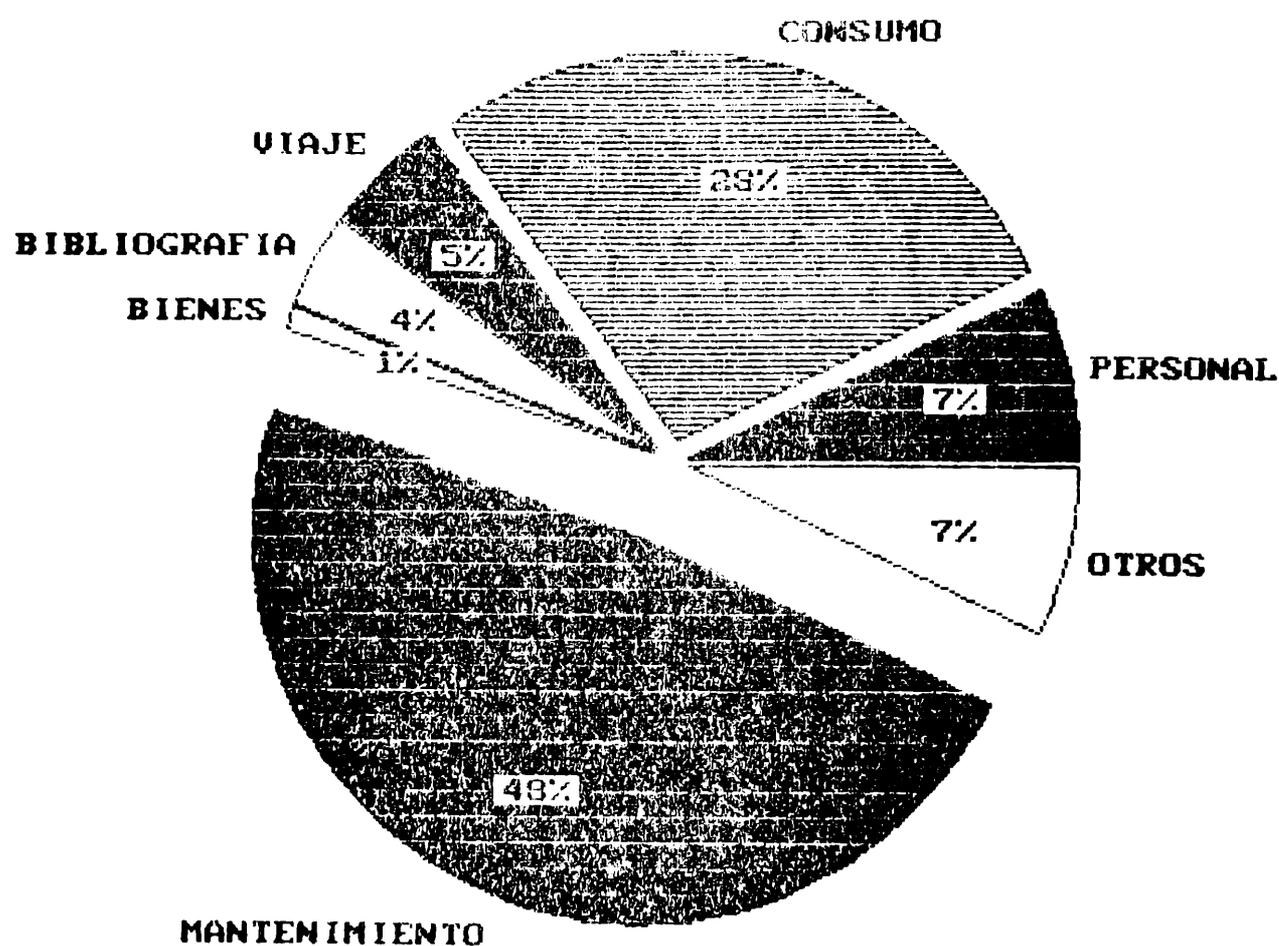
El presupuesto de funcionamiento de CASLEO es del orden de los u\$s 100.000 anuales sin contar los sueldos del personal que suma el

equivalente a u\$s 120.000 anuales aproximadamente.

La distribución de los gastos por rubro durante el año 1989 se muestra en la figura 8.

Este presupuesto no incluye nuevos desarrollos instrumentales para los cuales deben obtenerse fondos adicionales a través del sistema de subsidios de CONICET u otras entidades.

DISTRIBUCION DE GASTOS 1989



EL FUTURO

El futuro inmediato debe ver cristalizados los proyectos instrumentales que permitan dotar al telescopio de detectores digitales

tanto para imagen directa, para espectroscopía cassegrain con sus correspondientes posibilidades en cuanto al procesamiento de imágenes. Debe concretarse además el proyecto de construcción de la echelle ya indicada anteriormente, con lo cual se dotaría al telescopio de posibilidades muy competitivas.

En el mediano plazo debiera instalarse un telescopio menor, del orden de 1 m de diámetro que permita efectuar todos aquellos programas accesibles para ese diámetro con detectores eficientes.

Sea a través del CASLEO o de otro instituto la Astronomía Argentina debe contar a mediano plazo con una organización que permita desarrollar instrumental astronómico tanto para CASLEO como para otras ramas instrumentales. Desarrollar instrumentos es muy duro en los comienzos pero luego es invaluable la ventaja de mantener y mejorar aquello que fuera desarrollado por personal propio.

En el más largo plazo, la instalación de un telescopio mayor y de radiotelescopios puede canalizarse en la misma zona ya que existen lugares suficientes y una infraestructura que no debe desaprovecharse.

En este sentido es necesario formar una masa crítica indispensable de astrónomos instrumentistas que participen en forma activa de la observación astronómica y del desarrollo y mejora de nuevos instrumentos. Esto no significa que no deban desarrollarse al mismo tiempo las otras ramas de la ciencia astronómica que requieren en forma primordial otro tipo de equipamiento, pero es evidente que en cuanto se brinda a la comunidad astronómica la posibilidad de contar con telescopios y equipo auxiliar competitivo, ésta responde en forma inmediata utilizando ese equipamiento. Actualmente, el uso del telescopio de 215 cm está completo y en tiempo oscuro está sobresolicitado en un factor 1.5, a pesar de no contar aún con un CCD, ni con posibilidades para alta dispersión.

Deseo rescatar finalmente un párrafo del trabajo de Alvarez y Lopez (1983) que creo, como ellos mismos lo indican, se aplica perfectamente a nuestro tiempo y lugar.

" La tradición astronómica mexicana tiene cimientos profundos a lo largo de la historia, pero también refleja uno de los problemas que son común denominador a la mayoría de las acciones emprendidas en nuestros países ('dependientes', 'del tercer mundo', 'en desarrollo', etc). Este común denominador es la existencia de la visión global de un proyecto pero de manera casi exclusivamente personal faltando esta misma visión global a nivel institucional. Los esfuerzos individuales pocas veces trascienden y es necesario revisar periódicamente los esquemas originales, que la mayoría de las veces cambian y hay que adaptarlos debido a las circunstancias en las que nos vemos envueltos".

Este párrafo es tan válido para el proyecto CASLEO, como para quizás otros proyectos de la ciencia en la Argentina, que podríamos cambiar "mexicana" por "argentina" en la primera frase sin temor a equivocarnos.

Los astrónomos que usan el CASLEO y muchos de los que no lo usan tanto, desean que el proyecto avance, se perfeccione, se consolide y brinde todo aquello que debe brindar. Las instituciones realmente quieren lo mismo?

REFERENCIAS

- Alvarez, M. y Lopez, E. 1983, Historia de la Astronomía Mexicana,
Arnal, M.E. y Filloy E. 1988, Bol. Asoc. Arg. de Astronomía,
Clariá, J.J. y Bica, E. 1990, comunicación privada.
Magalhaes, M., Benedetti, y Roland. 1984, Publ. A.S.P.,