

---

# EL SISTEMA DE COLECCIÓN DE DATOS OBSERVACIONALES. INFORMATIZACIÓN PARA LA ASTRONOMÍA VENEZOLANA

ERNESTO PONSOT BALAGUER, CÉSAR BRICEÑO ÁVILA  
y A. KATHERINA VIVAS MALDONADO

---

## RESUMEN

Se presenta el Sistema de Colección de Datos Observacionales para el Telescopio J. Stock del Observatorio Astronómico Nacional de Venezuela, implementado para apoyar los proyectos llevados en ese instrumento por investigadores de múltiples instituciones. El sistema es un producto de informatización desarrollado sobre una base de datos relacional, con interfaz gráfica y publicación dinámica en internet. Está diseñado para llevar de manera sistemática y eficiente la gestión de las ob-

servaciones astronómicas y permite registrar las condiciones en que se captura cada observación en el telescopio. Ofrece al usuario diversas formas de recuperación de la información valiéndose de estadísticas descriptivas, resúmenes analíticos, gráficos dinámicos y consultas a páginas web. Se discute el impacto que ha tenido el sistema, en términos cuantitativos, desde su implantación hasta el presente.



urante la última década la astronomía ha experimentado un importante cambio de paradigma, debido a dos factores principales. Primero, el desarrollo y puesta en funcionamiento de nuevos detectores digitales de gran formato, instalados en telescopios con campos visuales panorámicos, lo que ha ido generando una avalancha de medidas de diversos parámetros físicos de objetos celestes. Estas nuevas “fábricas de datos” presentan retos novedosos a la hora de registrar y clasificar el enorme volumen de información. Segundo, debido a la complejidad tecnológica y elevados costos de la nueva instrumentación, cada vez más los proyectos se realizan en equipos multidisciplinarios y multiinstitucionales, y en muchos casos, multinacionales. El advenimiento de internet ha permitido que tales colaboraciones a distancia no solo sean factibles sino la norma cotidiana.

Por otro lado, es evidente que la ingente colección de data

astronómica generada a diario por observatorios en todo el mundo, solo puede ser procesada y aprovechada apropiadamente si se cuenta con un registro fidedigno y fácilmente accesible sobre las condiciones en que cada conjunto de medidas fue obtenido. De otra manera sería imposible comparar conjuntos de datos o incluso interpretar las medidas mismas.

En el Observatorio Astronómico Nacional de Venezuela, localizado en Llano del Hato, en los Andes merideños, se cuenta desde 1998 con la Cámara CCD de Mosaico QuEST, uno de los detectores digitales panorámicos más grandes del mundo (Baltay *et al.*, 2002), instalado en el telescopio J. Stock (Schmidt de 1m) y especialmente diseñado para realizar barridos a gran escala del cielo ecuatorial, creando imágenes en forma de franjas de 2,3° de ancho, y generando hasta unos 27Gb de datos por noche. Este instrumento fue producto de una colaboración multiinstitucional e internacional llamada

Proyecto QuEST (por *Quasar Equatorial Survey Team*; Snyder, 1998), que incluía al Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA) y la Universidad de los Andes (ULA) en Venezuela, y a las universidades de Yale e Indiana en EEUU. Este estudio, concluido en el año 2001, llevó a cabo una búsqueda de cuásares, lentes gravitacionales y galaxias sobre extensas zonas del cielo ecuatorial. Además de los datos obtenidos específicamente para el proyecto QuEST, se realizaron un número de proyectos adicionales liderados por investigadores del CIDA, ULA, Yale e Indiana, dirigidos a estudiar temas como la formación de la Vía Láctea, formación de estrellas y sistemas planetarios, formación estelar en el universo local, estudios de asteroides y cometas en el sistema solar, entre otros.

Ciertas condiciones de contexto y ambientales a la hora de la captura de datos con la Cámara CCD de Mosaico QuEST, si bien no forman parte

---

## PALABRAS CLAVE / Astronomía / Bases de Datos en Astronomía / Informatización /

Recibido: 12/06/2006. Modificado: 21/12/2006. Aceptado: 03/01/2007.

**Ernesto Ponsot Balaguer.** Ingeniero de Sistemas y M.Sc. en Estadística Aplicada, Universidad de los Andes (ULA), Venezuela. Profesor, ULA, Venezuela. Dirección: Departamento de Estadística, ULA, Av. Las Américas, Núcleo La Liria, Edificio F en FACES, 2º piso. Mérida, Venezuela. e-mail: ernesto@ula.ve

**César Briceño Ávila.** Licenciado en Física, ULA, Venezuela. Doctor en Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Investigador, Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA), Venezuela. e-mail: briceno@cida.ve

**A. Katherina Vivas Maldonado.** Licenciada en Física, ULA, Venezuela. M.Sc, M.Phil. y Ph.D., Yale University, EEUU. Investigadora, CIDA, Venezuela. e-mail: akvivas@cida.ve

---

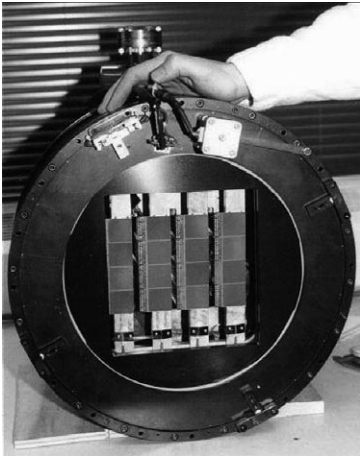


Figura 1. Cámara CCD de mosaico o cámara YIC.

de las observaciones astronómicas en sí mismas, son relevantes a la hora de decidir la utilidad de la información obtenida en cada barrido del cielo.

El Sistema de Colección de Datos Observacionales (SCDObs) para el Telescopio Schmidt, en su versión 2000, proporciona una herramienta de información específicamente diseñada para acompañar este tipo de proyectos de captura masiva de datos, que permite el registro sistemático y posterior recuperación de la información, de forma tal que el investigador - astrónomo tenga una idea clara de la situación en que fueron colectadas las observaciones y quien administre el instrumental científico, así como el tiempo de observación, cuente con información suficiente para el proceso de toma de decisiones.

El SCDObs aborda cuestiones tales como la proporción de noches despejadas, el número de observaciones realizadas con determinados filtros de luz y bajo determinadas condiciones, la ubicación de cintas donde se almacenan las observaciones, entre otras. La metodología empleada para su análisis, diseño e implantación se basa en técnicas de refinamiento incremental de prototipos, en estrecha relación con los usuarios. Teóricamente se fundamenta en el modelo relacional de base de datos originalmente expuesto por Codd (1970).

El presente trabajo consta de cinco secciones. La primera describe el entorno de operación del SCDObs; la segunda se dedica a la ingeniería conceptual del sistema y los procesos en que interviene; la tercera documenta la arquitectura del sistema; la cuarta sección describe su interfaz usuario - computadora; y la quinta muestra los resultados obtenidos por el SCDObs, en términos cuantitativos, desde su implantación en agosto de 2003 hasta el presente.

## El entorno del SCDObs

En general, todo sistema de información resulta componente de un sistema más amplio denominado super-sistema, constituido por la organización que le contiene y utiliza. Tal es el caso del SCDObs, que se encuentra inmerso en una organización dedicada a la investigación científica y desarrollo instrumental de la astronomía en Venezuela, el Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte (CIDA). El CIDA tiene bajo su responsabilidad el Observatorio Astronómico Nacional de Llano del Hato (OAN), uno de cuyos principales instrumentos de investigación es el telescopio tipo Schmidt, el cuarto más grande del mundo, de 1m de apertura efectiva y 3,01m de distancia focal (designado como Telescopio J. Stock, en honor al primer director del CIDA).

El sistema óptico del telescopio Stock del OAN, está diseñado para producir imágenes de objetos astronómicos de muy alta calidad sobre campos grandes, de varios grados cuadrados. Esto lo hace ideal para la observación y búsqueda de objetos específicos sobre extensas áreas del cielo. Aunque originalmente fue fabricado para captar imágenes utilizando placas fotográficas, en 1998 éstas fueron reemplazadas por la Cámara CCD de Mosaico QuEST (Figura 1). Esta cámara digital, diseñada especialmente para el telescopio Stock, es el resultado de una colaboración técnica y científica en la que participaron las universidades de Yale e Indiana, en EEUU, y el CIDA, en Venezuela. Posee 16 sensores CCDs (por *Charge Coupled Device* o Dispositivo de Carga Acoplada), dispuestos en un arreglo de 4x4, que abarcan en el cielo un campo visual de 5° cuadrados. En condiciones normales de operación, produce un volumen de datos equivalente a 1Mb·seg<sup>-1</sup>; es decir, que en una noche de observación se generan 27Gb de información. Cada CCD es a su vez un arreglo de 2048x2048 píxeles. En conjunto abarcan un total de 67 mega píxeles, por lo cual la cámara es una de las más grandes existentes en el mundo para uso en astronomía.

Los 16 CCD's están colocados sobre cuatro "dedos" móviles (*fingers*), que permiten el ajuste de las columnas de chips a diferentes declinaciones, cuatro CCD's por cada dedo en dirección nortesur. Esta configuración garantiza, al menos en una banda de 6° alrededor del ecuador, que en el modo de barrido *driftscan* (técnica particular de rastreo) las estrellas se moverán a lo largo de una columna de píxeles sobre el CCD, tal que la calidad de las imágenes

estelares solo esté limitada por la combinación de la turbulencia atmosférica, el sistema óptico y la degradación impuesta por la técnica de lectura de datos en sí. Treinta y dos tarjetas electrónicas, dos por cada CCD, realizan la lectura de datos. Para que esta cámara pueda ser utilizada en astronomía, necesita reducir al mínimo los niveles de ruido térmico que de otra manera afectarían la imagen en pocos segundos. Para ello cuenta con un sistema criogénico de lazo cerrado que logra temperaturas del orden de -80°C. Diferentes filtros astronómicos intercambiables pueden colocarse en un mismo marco "portafiltros"; un filtro cubre cada uno de los cuatro "dedos" de la cámara.

Cuatro computadores se encargan de la adquisición de datos, dos computadores del almacenamiento de la observación y un último sirve como interfaz de usuario del sistema de captura y almacenamiento en cinta. Todos ellos con el sistema operativo QNX a excepción del último, que funciona bajo ambiente Linux. El esquema del sistema se muestra en la Figura 2.

En modo *driftscan*, se mantiene el telescopio en una posición estacionaria y la lectura de los sensores es sincronizada con la velocidad de rotación terrestre. En una noche típica de observación, es posible escudriñar 330 grados, esto es casi el 1% de la totalidad del cielo. Con el telescopio Stock es posible realizar observaciones en modo directo o con prisma objetivo, el cual ofrece una dispersión de 500Å/mm en la línea H $\beta$  del hidrógeno, a 4861Å (CIDA, 2000). La cámara YIC también permite observar en "modo guiado", es decir, de la manera tradicional en que el telescopio funciona con el mecanismo de seguimiento sideral encendido, y la captura de imágenes se realiza manteniendo el obturador abierto por un cierto tiempo, luego de lo cual la electrónica "lee" la imagen capturada por los sensores CCD y la transfiere a las computadoras.

A medida que el número de observaciones ha crecido, es cada vez más difícil mantener y organizar información general relevante asociada con ellas y esencial para la reducción de datos, así como realizar el análisis estadístico de las observaciones obtenidas, sus condiciones y características generales, y la planificación del trabajo futuro. Antes, quien realizara observaciones con la cámara YIC, anotaba manualmente las condiciones en que fueron colectadas, así como el registro de fallas/problemas, para luego transcribirlos a un archivo de texto simple. Este archivo "plano" era transmitido por correo electrónico a la comunidad de astrónomos interesados.

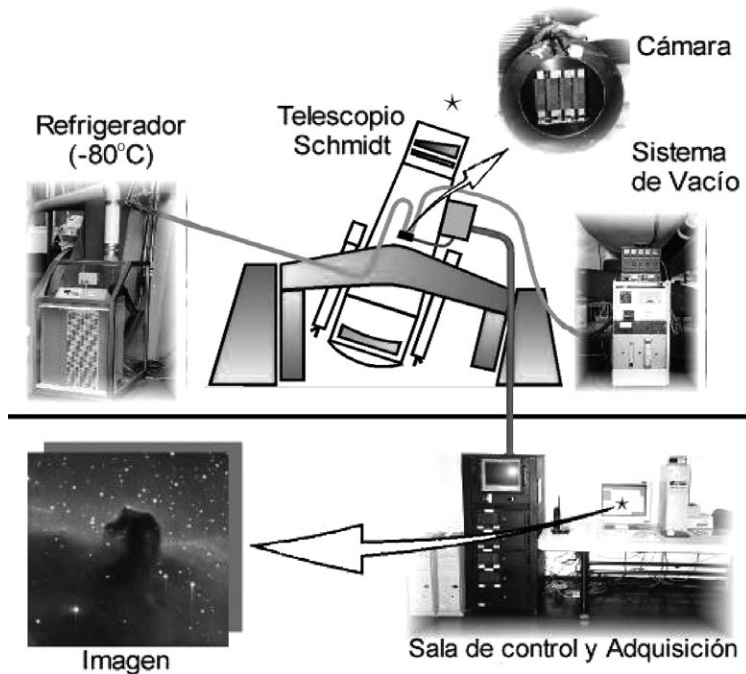


Figura 2. Instalación de la Cámara YIC con mosaico de 16 CCD's en el telescopio Schmidt. *Observatorio Nacional de Llano del Hato*

El SCDObs agrega a los datos tomados del instrumental, la posibilidad de un registro profesional y estandarizado de la información colateral, la cual además se dispone apropiadamente en una base de datos relacional. El supuesto fundamental es que la automatización que provee el SCDObs hace viable explotar en todas sus potencialidades las observaciones astronómicas realizadas con la cámara, contribuyendo a mejorar las condiciones de análisis de la ciencia que de ella se deriva.

### Ingeniería conceptual del sistema

Como esquematiza la Figura 3, el SCDObs está instalado en la sede del CIDA, en la ciudad de Mérida, Venezuela, desde donde el observador, ubicado en el cuarto de control del telescopio Stock en el OAN, accede a una consola virtual e inserta los datos de contexto de las observaciones recabadas. Una vez presentes los datos en la aplicación, bien sea a través de la interfaz que ésta proporciona o bien utilizando un servicio de páginas web dinámicas, se permite a los interesados recuperar la información colectada, atendiendo a una diversidad de criterios. El principal antecedente del SCDObs lo constituye su primer prototipo denominado QDCS

(*Quest Data Collection System*) desarrollado para el proyecto QuEST. El QDCS apoyó, casi al final de la colaboración, al proyecto QuEST, proporcionando una herramienta computacional (en prototipo) para el control de los datos colaterales de las observaciones. Finalizada la colaboración QuEST, el QDCS da paso al SCDObs, generalización que reúne todas las características de su antecesor, pero ahora no sólo referidas a un proyecto particular, sino a cualquier proyecto implementado con el telescopio Stock.

Algunas preguntas que motivaron el trabajo fueron ¿cuántas observaciones se realizan con un conjun-

to de filtros dado?, ¿para una ascensión o declinación dadas?, ¿con un promedio FWHM (*Full Width at Half Maximum*; ancho total a la altura media del perfil estelar dado)?, ¿con cielo despejado?, ¿cómo localizar una determinada observación en la cinta que la contiene?, ¿qué información contextual se asocia con una observación particular, por fecha, por tipo, etc.?

Los procesos para los cuales el SCDObs da algún tipo de soporte informático son:

#### 1-Planificación del experimento

El investigador analiza la experiencia pasada, revisa el SCDObs para consultar observaciones que le puedan ser útiles, cuáles épocas del año produjeron mejores observaciones, qué filtros utilizados con anterioridad le interesan, cuáles condiciones ambientales produjeron mejor calidad en las imágenes, cómo fue el comportamiento de los observadores profesionales, entre otras.

a- El administrador del SCDObs verifica que los datos básicos necesarios estén presentes en el sistema para que el observador pueda anotarlos al momento de coleccionar las imágenes.

b- Decidido el experimento, el investigador notifica al administrador del instrumental y también del SCDObs, las características de su proyecto, sus necesidades de instrumental, las noches de observación que requiere, las horas de inicio, fin y las condiciones ambientales preferidas.

#### 2-Observación en el telescopio Stock

a- El observador profesional ejecuta el SCDObs para incluir la información de la noche.

b- Inicia la operación del instrumental del telescopio y comienza la captura de imágenes. Paralelamente anota las condiciones reales de operación (humedad, temperatura, hora de inicio, etc.).

c- A medida que se coleccionan los cuadros que forman la imagen de una observación, el observador transfiere algunos de éstos a un paquete de procesamiento de imágenes (en este caso se utiliza el IRAF: *Image Reduction and Analysis Facility* o programa de procesamiento de imágenes en UNIX). Una vez allí, los examina con un programa interactivo que

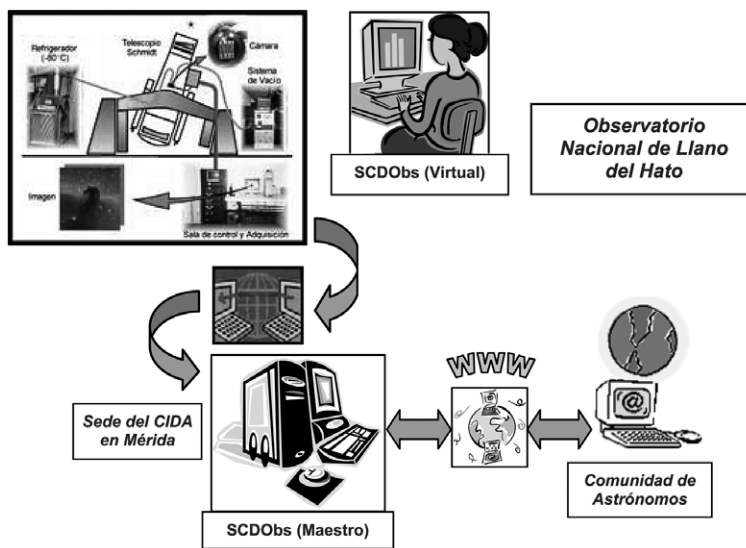


Figura 3. Esquema de utilización del SCDObs.

mide el FWHM en algunos objetos del cuadro. Estos valores son almacenados.

d-El observador ejecuta entonces un archivo de comandos que transfiere estas medidas como texto a un directorio especial determinado por el SCDObs. Una vez allí, el usuario ejecuta el proceso de carga de las medidas al sistema.

e- El sistema realiza entonces el cálculo del promedio y desviación estándar del FWHM y los registra para cada observación. f- El observador anota además la hora en que concluye la observación, almacena en cinta la imagen e informa al SCDObs el serial que ha utilizado.

### 3-Análisis y reducción de datos observacionales

a- Cuando el investigador comienza el trabajo de análisis de las observaciones colectadas, puede ver en el sitio web cuáles observaciones se tomaron en cada noche y filtrar aquellas que le interesan, por muy diversos parámetros, tales como la zona en el cielo (definida por sus coordenadas de Ascensión Recta y Declinación<sup>1</sup>), los filtros utilizados, las fechas, las condiciones del cielo, proyectos, entre otras. Con esta información cabría esperar que en lugar de examinar todas y cada una de las observaciones hechas, noche a noche, el investigador detecte con mayor facilidad y en menor tiempo que en el pasado, aquellas observaciones que tienen mayores posibilidades de contribuir a su investigación.

b- Adicionalmente, los informes estadísticos y series que obtiene del sistema pueden darle ideas que aportan a su proyecto información de alto nivel para describir el comportamiento del proceso observacional. En particular, las series cronológicas emanadas del sistema pueden determinar, con precisión estadística, las épocas del año más productivas del telescopio y, en consecuencia, mejorar la planificación del trabajo futuro.

### 4-Redacción de artículos científicos e informes técnicos

Parte importante de todo trabajo científico es la descripción de las condiciones en que los experimentos reseñados han sido llevados adelante. Este aspecto es la razón de ser del SCDObs, por lo que el investigador puede incorporar los informes emanados del sistema en sus trabajos con mucha más facilidad que cuando debía recabar estos datos de formatos de texto "plano".

<sup>1</sup> La Ascensión Recta (AR) de un objeto es su coordenada sobre la bóveda celeste medida en sentido este-oeste a partir de un punto de referencia, denominado punto vernal; sus unidades usuales son horas, minutos y segundos de tiempo (de 0 a 24h) o grados (de 0 a 360°). La Declinación (DEC) es la posición de un objeto en la bóveda celeste medida en sentido norte-sur; se mide en grados a partir del ecuador celeste, de 0 a +90° en el hemisferio norte y de 0° a -90° en el hemisferio sur.

### 5-Actividades de mantenimiento del instrumental

Los ingenieros y científicos instrumentistas cuentan ahora con un historial del sistema y de las fallas ocurridas durante la operación del instrumental. Este registro puede ayudar a planificar el mantenimiento de los equipos e incluso apoyar las decisiones de reemplazo de componentes.

### Arquitectura del SCDObs v.2000

El SCDObs ha sido diseñado utilizando el enfoque de bases de datos relacionales y se implementa en los niveles que se muestran en la Figura 4. Adicionalmente existe una capa de red utilizada para inserción de datos desde la cúpula del observatorio. Allí, el observador ejecuta una consola virtual de Windows en el sistema operativo Linux, la cual se conecta con el servidor donde reside el SCDObs y "corre" su interfaz.

La Figura 5 presenta el esquema de la base de datos del SCDObs. El sistema está compuesto de 22 tablas persistentes, 18 relacionadas y 4 no relacionadas. Los nombres de campos están escritos mnemotécnicamente en el idioma inglés, debido a que son heredados de la colaboración QuEST, la cual exigía que las comunicaciones se dieran en esta lengua. Con letras negritas se presentan las claves primarias de cada tabla y con los símbolos '1' e '∞' se señala la cardinalidad de las relaciones. Los datos a ser almacenados son:

- Datos (*Data*). tabla de uso interno que se utiliza como espacio temporal para cargar datos que participan del cálculo del FWHM promedio.

- Archivos de Exportación (*ExpFiles*). tabla de uso interno que contiene los distintos archivos que se construyen y envían con los datos de la noche para el reporte diario de observación.

- Filtros (*Filters*). tabla persistente de códigos que contiene las definiciones de los distintos filtros que pueden ser utilizados en el sistema.

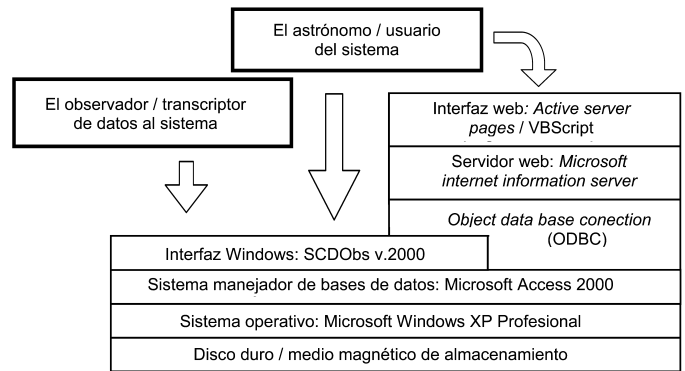


Figura 4. Arquitectura del SCDObs.

- Dedos de la Cámara (*Fingers*). tabla persistente de códigos que identifican a cada "dedo" de la cámara.

- FWHM (*Full With at Half Maximun*). Ancho total a la altura media del perfil estelar. El perfil estelar se aproxima mediante la distribución normal de probabilidades, entonces el FWHM es teóricamente 2,556 veces la desviación estándar de la normal dada. Se trata de una medida de la calidad de la imagen como función de la turbulencia atmosférica; a menor FWHM mayor nitidez (o menor dispersión del brillo) y viceversa. Para el equipo en cuestión el valor mínimo calibrado es 1,9.

- Instituciones (*Institutions*). tabla persistente de códigos de aquellas instituciones que participan en proyectos con el telescopio Stock.

- Observaciones (*Observations*). Una de las tablas principales destinada al almacenamiento de los datos relativos a las observaciones colectadas en la noche.

- Dedos de la Cámara Utilizados en la Observación (*ObsFingers*). Destinada a guardar la información de posición y temperatura de los soportes de chips, para cada noche y observación.

-Cuadros de la Observación (*ObsFrames*). Contiene información atinente a cada cuadro de la imagen que constituye la observación. Recuérdese que la cámara es un arreglo de 16 chips, por lo que construye 16 cuadros en cada imagen. Al conocer la hora en que cada cuadro es tomado, se puede saber la ubicación de los objetos presentes en ella. Adicionalmente, el observador puede anotar las condiciones del cielo que imperaban en cada caso.

- Datos Adicionales de la Observación (*ObsInfo*). tabla en la que se registra el tipo de actividad que se realiza en la noche de observación. Por ejemplo calibración, mantenimiento y observación propiamente.

- Noche de Observación (*ObsNight*). Otra de las tablas primordiales. Define y alma-

cena la noche de observación, especialmente la fecha, que representa luego el dato principal del resto del sistema.

- Razones del Tiempo Perdido en la Observación (*ObsTimeLost*). Relación entre el conjunto de las posibles razones de la pérdida de tiempo y la observación.

- Colaboradores de la Observación (*ObsWorkers*). Relación entre los observadores posibles y las observaciones.

- Proyectos (*Projects*). Datos generales de cada proyecto en el telescopio Stock. Esta información se utiliza luego para asignar las observaciones hechas a las investigaciones que las han solicitado.

- Razones de la Pérdida de Tiempo (*ReasonsTimeLost*). tabla de códigos en la que se establecen las distintas razones posibles para que en una noche cualquiera se pierda tiempo de observación.

- Comentarios del Cielo (*Sky*). tabla de códigos que contiene los distintos comentarios predefinidos con que el observador puede caracterizar el cielo en una observación.

- Tabla de Frecuencias (*TabFreq*). tabla de uso interno que contiene el resultado del cálculo que sobre una variable opere para constituir una tabla de frecuencias.

- Tabla de Frecuencias Temporal Intermedia (*TabFreq-Intermedia*). tabla de uso interno que participa de forma preliminar en el cómputo de la tabla de frecuencias.

- Tabla de Series (*TabSeries*). tabla de uso interno que contiene el resultado del cálculo de una serie cronológica sobre una variable, que luego podrá ser impresa o graficada por el usuario.

- Seriales de Cintas (*TapesSerials*). tabla de códigos de las distintas cintas y sus seriales, utilizadas para el almacenamiento de las imágenes observadas.

- Tipos de Observación (*Types*). tabla de códigos de los distintos tipos de observación que se pueden realizar con el instrumental. El más frecuente es el barrido o *driftscan*.

- Tipos de Actividad (*TypesOfActivity*). tabla de códigos que define los distintos tipos de actividad que pueden efectuarse durante una noche.

- Direcciones del Viento (*WindDirs*). tabla de códigos que definen las distintas direcciones del viento que pueden producirse en un momento de observación.

- Vientos (*Winds*). tabla de códigos que define los distintos vientos posibles, caracterizados por su velocidad (fuertes, débiles, intermedios, etc.).

- Colaboradores (*WorkForce*). Describe a cada colaborador posible en términos de sus datos como persona: nombre, adscripción y tipo de participación.

-Tipos de Colaborador (*WorkerTypes*). tabla de códigos que define los distintos tipos de colaboradores que pueden tomar parte en una noche de observación. Puede haber investigadores o astrónomos, observadores profesionales, ingenieros de mantenimiento del instrumental, entre otros.

### Interfaz usuario - computadora

El SCDObs ha sido pensado tanto para los investigadores que hacen uso de las instalaciones del OAN, como para las comisiones de administración del

tiempo de observación y mantenimiento del instrumental. Incluye, por lo tanto, además de todas las interfaces normales de captura de datos y presentación de información, módulos estadísticamente descriptivos de la actividad ocurrida en el telescopio, algunos de las cuales se mencionan a continuación.

*Consulta de observaciones.* La Figura 6 muestra la configuración de una consulta de observaciones. La respuesta es, en cualquier caso, una lista con información resumida de observaciones que cumplen con los criterios. Éstos pueden ser observaciones entre fechas, de determinados proyectos, por valores de la ascensión, declinación, filtros presentes, tipos de observación, presencia del prisma, observador o comentarios del cielo. Todos ellos juntos, solo algunos de ellos, uno solo de ellos o ninguno de ellos (que se interpreta como "sin criterios", o todos los registros), simplemente deben indicarse activando o desactivando la casilla de verificación correspondiente e introduciendo entonces los valores apropiados que para tales criterios debe cumplir el conjunto de observaciones.

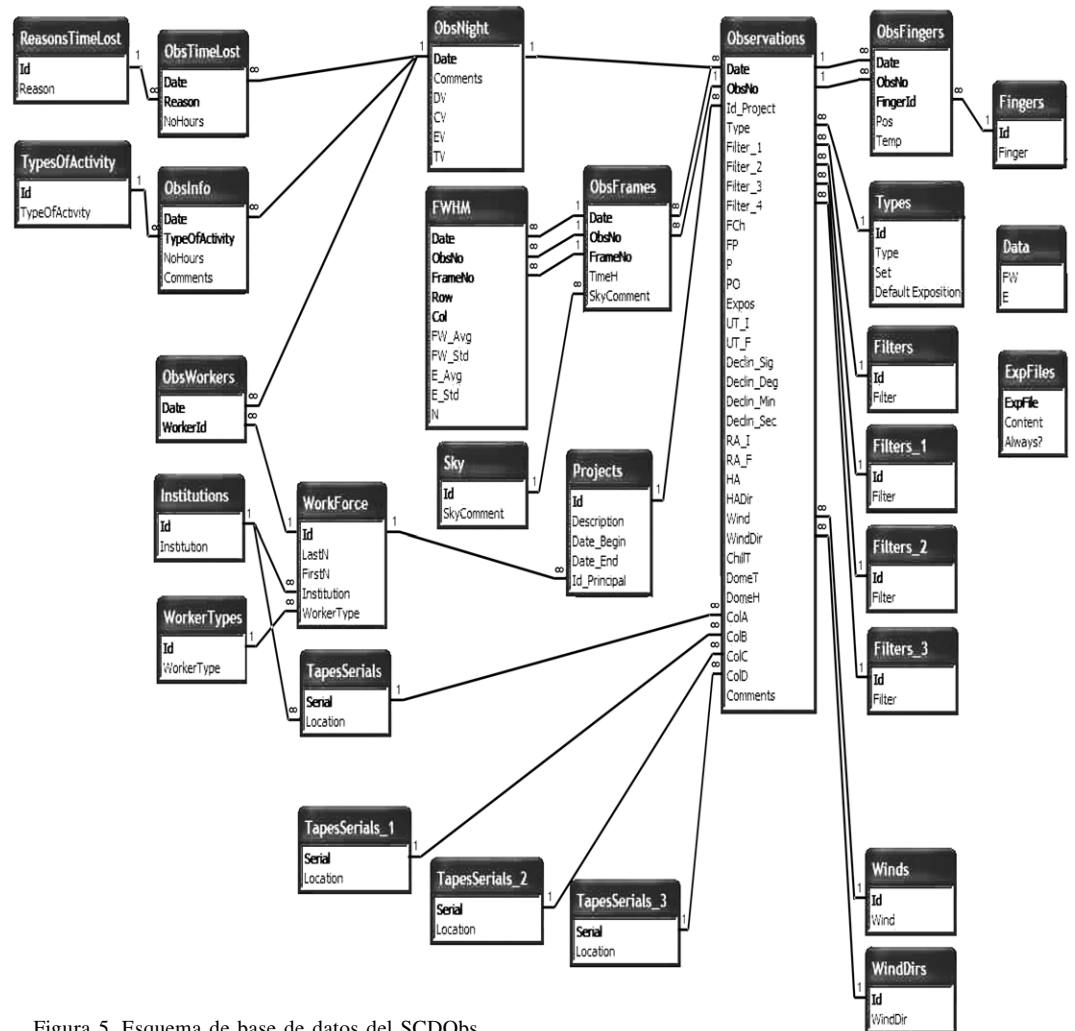


Figura 5. Esquema de base de datos del SCDObs.

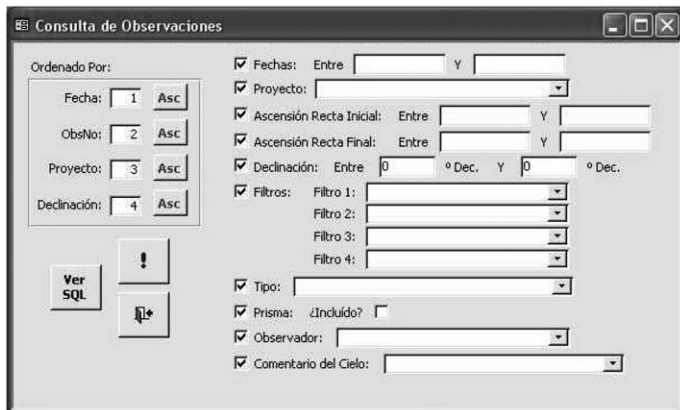


Figura 6. Consulta de observaciones.

El sistema entiende cada nuevo criterio que se agregue a la consulta como intersección del conjunto solución, esto es, empleando el operador lógico AND.

Además de poder utilizar esta amplia gama de criterios, los registros del conjunto solución pueden aparecer en el orden que el usuario desee, de forma ascendente o descendente (con los botones que indican "Asc"), de acuerdo con fecha, número de la observación, proyecto o declinación. Al indicar un número diferente del 1 al 4 para cada campo de ordenamiento, el sistema organiza la respuesta en consecuencia, entendiéndolo un orden, dentro de otro y tomando el número 1 como indicativo del primer campo de ordenamiento y el 4 como el último. Por ejemplo, para obtener los registros ordenados por declinación, dentro de declinación, por fechas, dentro de fechas por número de observación y allí por proyectos, los números a indicar en el orden que muestra la ventana serían: 2, 3, 4, 1 (2 para fecha, 3 para número de observación, 4 para proyecto y 1 para declinación).

Una vez se ha configurado la consulta deseada (criterios y ordenamiento) el sistema proporciona dos posibilidades: Ver SQL o Ejecutar (!). La primera solo se recomienda para usuarios hábiles en el SQL (por *Structured Query Language* o Lenguaje de Consulta Estructurado, un estándar para la recuperación de información de bases de datos relacionales). Al presionar ese botón se despliega una nueva ventana que contiene la instrucción SQL en formato de texto correspondiente a la consulta configurada. Se puede entonces alterar hasta completar alguna modificación que se desee, por ejemplo, utilizar el operador de unión (OR) en lugar del de intersección colocado por defecto. Literalmente, esta facilidad permite hacer cualquier consulta.

La segunda posibilidad, ejecutar (!) directamente, indica al sistema que resuelva la consulta planteada. Aparecen entonces el conjunto de observaciones

que cumplen los criterios. Una vez allí, el usuario puede recorrer los registros que se presentan en formato tabular e incluso seleccionar uno de ellos para ver la información completa de esa observación, que se muestra como un informe.

**Tablas de frecuencia.** El SCDObs calcula y presenta, automática y dinámicamente, diferentes tablas de frecuencias. Se pueden obtener estas tablas vinculadas a los comentarios del cielo, horas de barrido (Figura 7) y FWHM.

El primer paso es filtrar los datos para los cuales se construirá la tabla de frecuencias. Pueden decidirse las fechas sobre las cuales se tomarán los valores de la variable, o bien, si se omiten las fechas, indicar que se tomen en consideración todas las noches para construir la tabla. Al ejecutar la consulta se visualiza un formulario como el de la Figura 7 que contiene para cada valor de la variable FWHM, para el caso del proyecto de Variabilidad entre 1999 y 2005, de izquierda a derecha, el intervalo de clase, la marca de clase, la frecuencia simple, la frecuencia relativa, la frecuencia acumulada y la frecuencia relativa acumulada. Al pie, aparecen los estimadores para datos agrupados de la moda, la media y mediana así como los estimadores de dispersión, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Por ejemplo, en la cámara YIC, un valor de 2,5 para la variable FWHM se aproxima al ideal que debe tener una imagen estelar para realizar medidas de brillo. El valor medio de 2,7 mostrado en la Figura 7, así como la pequeña desviación estándar de 0,57, indican que las observaciones recolectadas para este proyecto tienen una calidad más que aceptable.

La ventana contiene cuatro botones que de derecha a izquierda son: salir, mostrar un informe con la tabla de frecuencias, producir un gráfico circular con los datos mostrados, y producir gráficos de barras para las frecuencias simple y acumu-

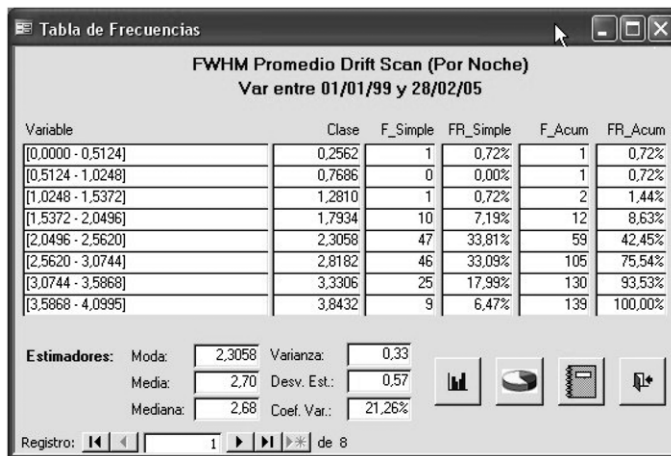


Figura 7. Tabla de frecuencias.

lada. En la Figura 8 se muestran ejemplos de un gráfico circular con la proporción de aparición de la variable en los datos, gráficos de barras con las frecuencias dispuestas en el orden de aparición de la variable o con las frecuencias acumuladas de la variable. Abajo a la izquierda simplemente se reitera la tabla, dándole formato para su impresión en papel. Las tablas de frecuencias para variables cuantitativas, producen intervalos de clase cuya amplitud se determina por la fórmula de Sturges ( $N^{\circ}$  de Clases =  $1+3,3\log_{10}N$ , donde N: número de datos). La marca de clase es el punto medio de cada intervalo.

Por ejemplo, el gráfico de proporciones desplegado en la Figura 8, señala que el 85% de las observaciones del proyecto de Variabilidad (porciones A, B y C), entre las fechas dadas, tienen un FWHM menor a 3,3. Dadas las características de la cámara y las condiciones del cielo en el OAN, este resultado indica que la gran mayoría de las observaciones recolectadas serán de utilidad para el proyecto. Tanto el histograma de frecuencias simples, como el de frecuencias acumuladas de la variable FWHM para el proyecto de Variabilidad, muestran un comportamiento que, sujeto a análisis posterior, luce normal.

Las frecuencias sobre horas de barrido son especialmente importantes pues muestran la distribución del tiempo de observación. Este tiempo es indicativo de la productividad del instrumental y facilita los análisis comparativos posteriores de la inversión del tiempo versus la producción de cada proyecto, entre otros. Las estadísticas sobre los comentarios del cielo dan estimaciones del comportamiento atmosférico de la zona, con las que se puede planificar mejor la actividad observacional.

**Series cronológicas.** La Figura 9 muestra una serie cronológica calculada por el sistema, en este caso, para las horas de barrido, agrupadas por mes. Las series pueden pro-

ducirse agrupando las variables por mes, semana (agregadas) o noche (desagregadas). Cada elemento de la serie se corresponde con un punto del tiempo cronológicamente

secuenciado. Se calculan la media y la desviación estándar y ahora solo hay tres botones, que de derecha a izquierda conducen a: la salida del formulario, el informe con la

de nuevos datos al sistema, producen tablas y gráficos automáticamente actualizados con la nueva información.

Particularmente, en la serie desplegada en la Figura 10 puede verse con claridad como, hasta el año 2002, se produjeron picos de observación estacionales que coincidieron precisamente con los períodos del año más despejados en el observatorio. Desde el año 2003 en adelante, tales picos se atenuaron. Puede concluirse entonces, que la situación de nubosidad del observatorio ha sufrido un cambio importante en los años recientes, ocasionando una disminución apreciable del tiempo de barrido alcanzado por el instrumental, en épocas de cielos tradicionalmente despejados.

*El sitio web del SCDObs.* Se incluye también una aplicación derivada, completamente en línea con la base de datos. Se trata de una agrupación de páginas HTML y ASP accesibles a través de internet dentro del sitio web del CIDA (www.cida.ve). El sitio provee información sobre las noches de observación a toda la comunidad de usuarios, sin que necesariamente éstos deban participar de la aplicación de captura de datos. En él, un usuario autorizado podrá encontrar las definiciones de variables interesantes al sistema, tales como los observadores, colaboradores, filtros que se emplean, proyectos respaldados, entre otros, así como consultar dando criterios específicos, la información de las noches de observación y las observaciones recabadas en el sistema.

A partir de esta ventana se presenta una breve introducción, vínculos de interés e información sobre el proyecto, así como contenidos dinámicos, que son básicamente de tres tipos: Documentos, donde pueden visualizarse versiones electrónicas de la documentación del sistema; Datos Generales, donde pueden consultarse los códigos utilizados en la base de datos y Datos Específicos, donde pueden parametrizarse dos tipos de consulta, Noches de Observación y Observaciones, cuyos resultados muestran en detalle lo ocurrido en la actividad observacional.

## Resultados

El SCDObs incluye datos desde el primer semestre de 1999; no obstante, los registros anteriores al primer trimestre de 2003, están incompletos, pues fueron migrados a partir de resúmenes y planillas manuscritas, de información colectada cuando aún no estaba en operación el sistema.

La Tabla I señala la actividad en el sistema hasta el primer semestre de 2006. Nótese que se registran, en condiciones normales de operación, entre 40 y 120 noches de observación por semestre /

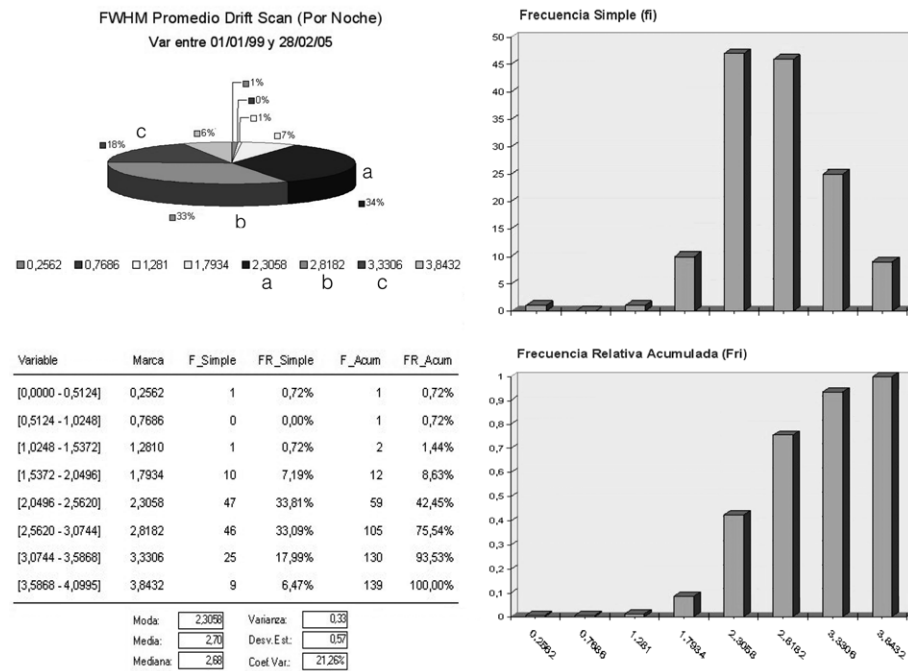


Figura 8. Informes y gráficas asociadas con las Tablas de frecuencia.



Figura 9. Serie cronológica para las horas de barrido en el SCDObs.

serie de datos completa y la gráfica de la serie. En esta última (Figura 10) se puede ver la tendencia de la variable a lo largo del horizonte temporal dado. Se muestran también líneas de referencia construidas con la media (en el centro) y la media más/ menos una desviación estándar.

Este conjunto de tablas y gráficas, aunque fundamentalmente descriptivas, resultan de mucha utilidad para el astrónomo, cuanto más si se piensa que ellas se producen automáticamente y dinámicamente. En otras palabras, la introducción o modificación

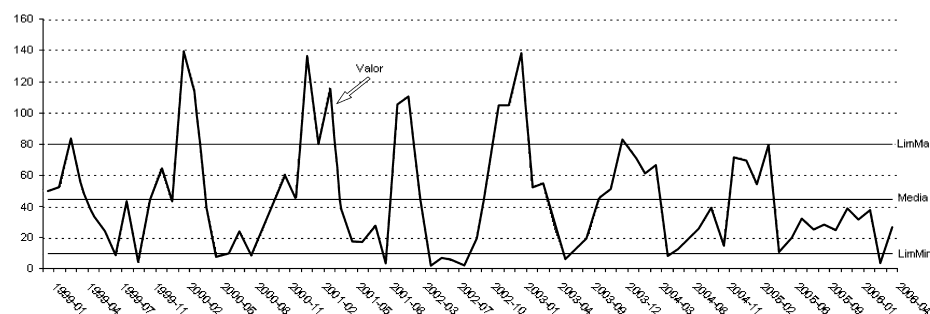


Figura 10. Gráfico de una serie cronológica para las horas de barrido driftscan (por mes) en el SCDObs. Incluye todos los proyectos entre 01/01/1998 y 30/04/2006.

TABLA I  
NOCHES DE ACTIVIDAD REGISTRADAS EN EL SCDOBS  
(01/09/1999 - SEM. 1 2006)

Año	Semestre	Noches de Observación		
		Nº	%	Nº Acum.
1999	1	64	6,1%	64
1999	2	40	3,8%	104
2000	1	60	5,8%	164
2000	2	42	4,0%	206
2001	1	69	6,6%	275
2001	2	4	0,4%	279
2002	1	48	4,6%	327
2002	2	57	5,5%	384
2003	1	60	5,8%	444
2003	2	85	8,1%	529
2004	1	89	8,5%	618
2004	2	128	12,3%	746
2005	1	120	11,5%	866
2005	2	97	9,3%	963
2006	1	80	7,7%	1043
<b>Totales</b>		<b>1043</b>	<b>100,0%</b>	

año. La excepción es el semestre 2 de 2001, debido a que la cámara YIC estuvo fuera de servicio por fallas técnicas. En total se han registrado 1043 noches de actividad en casi ocho años de operación continua, para un promedio de 70 noches registradas por semestre.

La Figura 11 muestra el crecimiento en la operación normal del sistema, en términos del número acumulado de noches de observación registradas. Se trata de una tendencia marcadamente lineal en los distintos semestres del año. Ello revela la estabilidad del sistema como parte integrante de la rutina laboral en la organización, así como la estabilidad y trabajo permanente en el OAN.

La Tabla II contiene las observaciones realizadas en el telescopio

durante el período considerado, para un promedio de 295 observaciones por semestre / año.

Puede notarse en la Tabla II que algunos de los proyectos en el sistema han tenido poca o nula actividad observacional en lapsos dentro del período en consideración, mientras que otros han tenido una sostenida captura de observaciones. Ello es debido a que no todos los proyectos son de larga duración como lo es, por ejemplo, el de Variabilidad.

La Figura 12 presenta la proporción de observaciones colectadas y registradas en el SCDObs para cada uno de los 10 proyectos con mayor número de registros, que han utilizado el instrumento. Estas cifras consideran tan solo la carga cuantitativa de trabajo sobre el sistema, sin entrar en la valoración cualita-

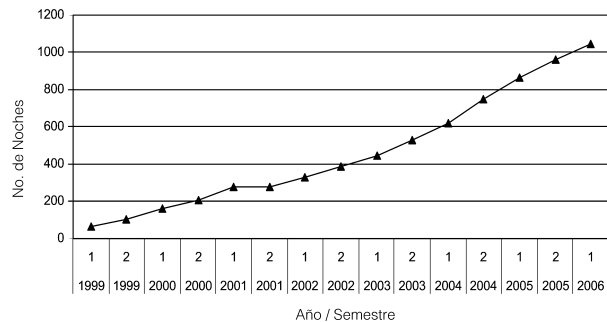


Figura 11. Acumulado de noches registradas en el SCDObs (Sem. 1 1999 – Sem. 1 2006).

Stock hasta el primer semestre de 2006, discriminadas de acuerdo con el proyecto para el cual fueron hechas. Un total de 4432 observaciones se han registrado en los quince semestres del pe-

ríodo considerado, para un promedio de 295 observaciones por semestre / año.

tiva sobre la relevancia científica o aporte de cada proyecto. Entre los cuatro primeros proyectos, Asteroides, Búsqueda de Agrupaciones Estelares, Variabilidad, y Orión, se encuentran ~45% de las observaciones registradas. Del total de 33 proyectos incluidos en el sistema, los 10 mencionados han consumido el 79% de las observaciones realizadas.

## Conclusiones

La informatización del proceso de captura de los datos de contexto de la observación que proporciona el SCDObs, constituye una herramienta importante para la correcta interpretación de las observaciones obtenidas con el telescopio Stock.

La sistematización de las variables ambientales que rodean la actividad observacional, como son por ejemplo el registro de quienes realizan las observaciones, en qué condiciones de temperatura, humedad, calidad del cielo, estado de la cámara, indicadores de calidad de la imagen, tiempos de exposición, zonas del cielo cubiertas, en fin, el conjunto de datos seleccionados para ser registrados y controlados utilizando el sistema, mejora sustancialmente el tiempo de respuesta en las actividades de

TABLA II  
OBSERVACIONES REGISTRADAS EN EL SCDOBS, POR PROYECTOS  
(SEM. 1 1999 – SEM. 1 2006)

Proyectos	Años / Semestres												Total			
	1999		2000		2001		2002		2003		2004			2005		2006
Asteroides	35	8	11	12	42		49	96	112	17	175	147	68		10	782
Búsqueda de Agrupaciones Estelares														190	249	439
Variabilidad	12	3	4	3	2		23	32	24	47	56	72	63	41	32	414
Orión	9	18	7	15	13		39	29	16	28	16	59	45	77		371
Sistema Solar	7		10	16	5		15	27	18	29	139	64	7			337
La Galaxia de Can Mayor											84	35	173			292
QUEST - Quasar Equatorial Surve y Team	75	21	54	30	60	5										245
Observaciones de Cometas Distantes											4	128	60		47	239
Exploración Ecuatorial con Prisma del CIDA									36	33	36	55	24		6	190
Carta del Cielo	56	34	2	1	12	1	22	24	27							179
Otros	64	54	36	55	16	10	7	0	63	215	19	57	85	137	126	944
<b>Total</b>	<b>258</b>	<b>138</b>	<b>124</b>	<b>132</b>	<b>150</b>	<b>16</b>	<b>155</b>	<b>208</b>	<b>260</b>	<b>372</b>	<b>522</b>	<b>474</b>	<b>624</b>	<b>529</b>	<b>470</b>	<b>4432</b>



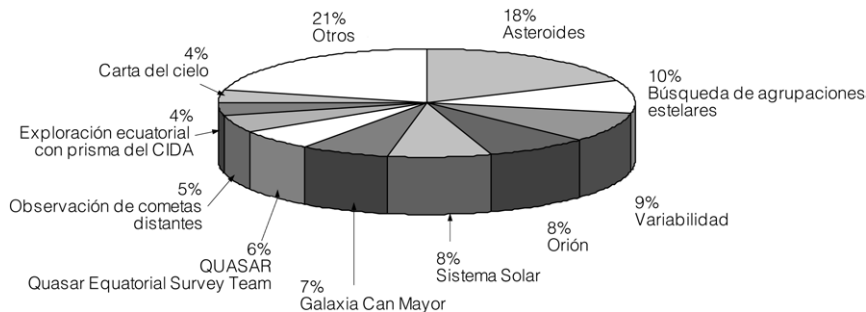


Figura 12. Porcentaje de observaciones por proyecto (Sem. 1 1999 - Sem. 1 2006).

reducción y análisis de datos. El investigador puede ahora, de manera conveniente y con mínimo esfuerzo, detectar rápidamente qué noches de observación contienen las mejores imágenes de las zonas del cielo que le interesan, cuáles son las eventuales condiciones climáticas adversas que pueden estar influyendo en resultados que le lucen inesperados, bajo qué condiciones de operación del instrumental ha obtenido resultados óptimos, en qué épocas del año resulta preferible acometer la actividad observacional para reducir costos y pérdida de tiempo. Así, encuentra en el SCDObs una herramienta valiosa que apoya su trabajo científico desde la perspectiva de los sistemas de información.

Las condiciones de tenencia y utilización de los datos de contexto asociados con cada observación, han mejorado sustancialmente desde los días en que el observador transcribía llenando archivos de texto sin formato. El SCDObs permite hilvanar una verdadera base de datos, esto es un contenedor eficiente y conveniente de datos (Date, 1993), que les preserva para el futuro y dispone de forma mucho más apropiada para el análisis científico.

Para los operadores del instrumental, el sistema contribuye a fijar un marco de referencia profesional claro y bien definido. Pueden conocer ahora, con precisión, aquellos aspectos en los que deben poner especial atención al realizar su trabajo colectando imágenes. Esta regularidad o estabilidad en la producción de información hace posible, con el paso del tiempo, construir estadísticas confiables de utilización, detectar problemas o necesidades de mantenimiento correctivo y preventivo, así como tomar decisiones de modernización o actualización, asignación de tiempos y adquisición de tecnología, entre otras, con base en indicadores de desempeño que, al minimizar la incertidumbre, garanticen la aplicabilidad

and efficient way of managing astronomical observations, allowing the recording of the conditions under which every astronomical observation is obtained at the telescope. The system provides various ways of retrieving the information using descriptive statistics, analytic summaries, dynamic graphics and internet queries. The impact of the system is discussed, in quantitative terms, since its inception.

## THE OBSERVATIONAL DATA COLLECTION SYSTEM. INFORMATION TECHNOLOGY FOR VENEZUELAN ASTRONOMY

Ernesto Ponsot Balaguer, César Briceño Ávila y A. Katherina Vivas Maldonado

### SUMMARY

*The Observational Data Collection System for the J. Stock Telescope at the Venezuelan National Astronomical Observatory is presented. The system was implemented to provide support for projects headed by astronomers from various institutions that make use of this instrument. It is an information technology tool developed on top of a relational database with graphical interface and dynamical web pages. Its design provides a systematic*

*and efficient way of managing astronomical observations, allowing the recording of the conditions under which every astronomical observation is obtained at the telescope. The system provides various ways of retrieving the information using descriptive statistics, analytic summaries, dynamic graphics and internet queries. The impact of the system is discussed, in quantitative terms, since its inception.*

## O SISTEMA DE COLEÇÃO DE DADOS OBSERVACIONAIS. INFORMATIZAÇÃO PARA A ASTRONOMIA VENEZUELANA

Ernesto Ponsot Balaguer, César Briceño Ávila e A. Katherina Vivas Maldonado

### RESUMO

*Apresenta-se o Sistema de Coleção de Dados Observacionais para o Telescópio J. Stock do Observatório Astronômico Nacional da Venezuela, implementado para apoiar os projetos levados nesse instrumento por investigadores de múltiplas instituições. O sistema é um produto de informatização desenvolvido sobre uma base de dados relacional, com interface gráfica e publicação dinâmica na internet. Está desenhado para levar de maneira*

*sistemática e eficiente a gestão das observações astronômicas e permite registrar as condições em que se captura cada observação no telescópio. Oferece ao usuário diversas formas de recuperação da informação fazendo uso de estatísticas descritivas, resumos analíticos, gráficos dinâmicos e consultas a páginas web. Discute-se o impacto que tem tido o sistema, em termos quantitativos, desde sua implantação até o presente.*

de tales decisiones y mantengan el ambiente de trabajo del telescopio Stock y la cámara CCD de mosaico en condiciones óptimas de funcionamiento.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento al proyecto SI-2001001144 (Base de Datos de Variabilidad Estelar en Objetos Celestes) por parte del Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (FONACIT), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Venezuela.

### REFERENCIAS

- Baltay C, Snyder JA, Andrews PA, Emmet W, Schaefer B, Sinnott J, Bailyn C, Coppi P, Oemler A, Sabbey CN, Sofia S, van Altena W, Vivas AK, Abad C, Bongiovanni A, Briceño C, Bruzual G, Della Prigna F, Magris G, Sánchez G, Schenner H, Stock J, Adams B, Gebhard M, Honeycutt RK, Musser J, Rensstorff A, Ferrín I, Fuenmayor F, Hernández J, Naranjo O, Rosenzweig P, Harris F, Geary J (2002) A Large-Area CCD Camera for the Schmidt Telescope at the Venezuelan National Astronomical Observatory. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. Vol. 114. pp. 780-794.
- CIDA (2003) [www.cida.ve/](http://www.cida.ve/).
- Codd EF (1970) A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. *CACM* 13: 377-387.
- Date C (1993) *Introducción a los Sistemas de Bases de Datos*. Vol. 1. 5ª ed. Addison-Wesley. Iberoamericana. Wilmington, DE, EEUU. 860 pp.
- Snyder (1998) QUEST Camera I: a 67-megapixel CCD Camera Optimized for a Driftscan Quasar Search. *Proc. SPIE* 3355: 635-645.