**1/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Procesamiento para fotometr ́ıa y espectroscop ́ıa**

Luisa Cardona y Angélica Guapacha

Grupo *α* Orión

Marzo/2017

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Outline del curso**

**1 Introducción a IRAF**

**2 Pre-procesamiento**

Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido Creación de Master Sustracción del ruido: Bias Sustracción del ruido: Dark Corrección de Campo Plano: Flat Extracción de Rayos cósmicos

**3 Fotometr ́ıa**

Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales

Definición de aperturas

**4 Espectroscop ́ıa**

**2/72**

**3/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Instalación de IRAF**

Antes de iniciar IRAf se debe modificar el archivo login.cl, donde se modificarán el tipo de imágenes, tama ̃no y la dirección de la carpeta de imágenes, como se ve en la imágen.

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario.

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario.

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio.

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás)

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio ej. mkdir clasealfa

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio ej. mkdir clasealfa mv: Mover

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio ej. mkdir clasealfa mv: Mover ej. mv nombrecarp carpdestino

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio ej. mkdir clasealfa mv: Mover ej. mv nombrecarp carpdestino cp: Copiar

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

pwd: Muestra la ruta en la que se encuentra el usuario. ls: Muesta el contenido de la carpeta en la cual está el usuario. cd: Cambiar de directorio. ej. cd Documentos \* ej. cd .. (Ir atrás) mkdir: Crea un directorio ej. mkdir clasealfa mv: Mover ej. mv nombrecarp carpdestino cp: Copiar ej. cp archivo carpeta

**4/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana help: Ayuda ej. help nombre paquete/tarea

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana help: Ayuda ej. help nombre paquete/tarea ? Lista de paquetes

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana help: Ayuda ej. help nombre paquete/tarea ? Lista de paquetes - ?? Lista de paquetes/tareas

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana help: Ayuda ej. help nombre paquete/tarea ? Lista de paquetes - ?? Lista de paquetes/tareas bye: Salir de un paquete

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Comandos de IRAF**

**Comandos de IRAF**

del: Borrar archivo ej. del nombrearchivo clear: limpiar ventana help: Ayuda ej. help nombre paquete/tarea ? Lista de paquetes - ?? Lista de paquetes/tareas bye: Salir de un paquete logout: Salir de Iraf

**5/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tareas**dataio images lists noao plot

tvsystem

stdas

utilities

**6/72**

**7/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Estad ́ıstica de una imagen**

package images.imutil *>>* imstat nombreimagen.fits IMAGE NPIX MEAN STDDEV MIN MAX imagen.fits 1920000 -1582 2771 -33412 62169

**7/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Estad ́ıstica de una imagen**

package images.imutil *>>* imstat nombreimagen.fits IMAGE NPIX MEAN STDDEV MIN MAX imagen.fits 1920000 -1582 2771 -33412 62169

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Mostrar una imagen**

package images.tv *>>* epar display image = nombreimagen.fits images to be displayed frame = 1 frame to be written into zrange = yes zscale = yes

El rango de valores que se muestran en escala de gris en la imagen se puede modificar manualmente con los parámetros z1 y z2, con los parámetros zscale y zrange configurados como no.

z1: mean - stdev z2: mean+stdev

**8/72**

**Figura:** Imágen con ajuste manual de rango.

**9/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Figura:** Imágen con ajuste automático de rango.

**10/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Figura:** Imágen con rango completo: *z*1=0*yz*2 = 65536.

**11/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Operaciones con imágenes**

package images.imutil *>>* epar imarith operand1 = @list image.in Operand image... op = - Operator operand2 = operand.fits Operand image... result = prefix//@list image.in Resultant image

*>>* imagen.FIT +2000 imagensuma.fits *>>* imagen 001.FIT + imagen 002.FIT sumaimagenes.fits *>>* imagen 001.FIT −100 imagenresta.fits *>>* imagen 002.FIT */*1100 imagendividida.fits

**12/72**

**Figura:** Ejemplo de pre-procesamiento por Dark.

**13/72**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Fuentes y tipos de ruido**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Corriente oscura Dark** Ruido aditivo, también llamado ruido térmico, el cual se puede reducir en cierta medida con la refrigeración de la cámara de adquisición de datos. Las imágenes que corrigen éste ruido son llamadas Dark y deben corresponder al mismo tiempo de exposición de las imágenes de datos.

**Figura:** Ejemplo de Flat.

**14/72**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Campo plano Flat** El ruido de campo plano hace referencia a la no-uniformidad de la distribución de la luz en el campo del sensor, ya sea por la construcción del mismo o el camino óptico de la instrumentación. Es un tipo de ruido no lineal, por lo tanto su corrección se realiza por división en lugar de resta como en el caso de Dark y Bias. Los dark correspondientes a las imágenes de flat son del tiempo de exposición de éstas.

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Pedestal Bias** Ruido aditivo adicionado a la imagen antes de la conversión A/D para evitar valores negativos. Está presente en las imágenes de datos, darks y flats. Se realiza la corrección con una sustracción.

**Rayos cósmicos** Los rayos cósmicos son part ́ıculas que al interactuar con el sensor generan una se ̃nal muy alta en un rango de muy pocos pixeles (2-5). No tienen la forma de una PSF t ́ıpica estelar, pero si se encuentran en el área de medición pueden alterar los valores calculados. Por lo tanto se eliminan con una tarea espec ́ıfica de IRAF que los detecta.

**15/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Corrección del ruido**

Las imágenes correctoras eliminan el ruido de las imágenes de datos, de forma tal que al realizar las mediciones éstas no afecten los datos resultantes.

**Creación de listas** *>>* ls bias\*.FIT *>* bias.in *>>* ls flat 00??.FIT *>* flats.in *>>* files dark\*.FIT *>* darks.in *>>* files data 00?.FIT *>* data.in

El tipo de archivo es .in con el fin de indicar que se trata de una lista. El s ́ımbolo \* reemplaza el resto de la cadena de caracteres, mientras que ? sólo reemplaza un caracter.

**16/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Creación de imagen Maestra y sustracción**

Para el caso de Darks y Bias se hace la combinación de las imágenes para crear la imagen Maestra.

package images.immatch *>>* epar imcombine input = @bias.in List of images to combine output = biasmaster.fits List of output images (combine = average) Type of combine operation

*>>* imcombine @bias.in biasmaster.fits combine=average

**17/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Sustracción del ruido: Bias**

*>>* imarith @darks.in - biasmaster b //@dark.in *>>* imarith @data.in - biasmaster @data.in// *b >>* ls data ? b.fits *>* data b.in

Comúnmente se utilizan como prefijos o sufijos: b: Bias. d: Dark f: Flat cr: Cosmic Rays Al sustraer el Bias Master se crean archivos nuevos, por lo tanto se debe crear una lista nueva correspondiente.

**18/72**

**19/72**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Sustracción del ruido: Dark**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

*>>* imcombine @dark.in darkmaster.fits combine=average *>>* imarith @data.in - darkmaster d //@data.in *>>* ls data ? b d.fits *>* data bd.in

**Figura:** Dark maestro creado promediando las imágenes individuales de Dark.

**20/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Corrección de Campo Plano: Flat**

*>>* ls flats\*.FIT *>* @flats.in *>>* imarith @flats.in - darkmaster @flats.in// d *>>* imcombine @flats.in flatcombine.fits combine=median

**21/72**

**Figura:** Combinación de Flats.

**22/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

package generic.imred *>>* epar normflat image = flatcombine.fits Calibration image flatfield = flatmaster.fits Flat field image (norm = INDEF Normalization if nor INDEF)

**23/72**

**Figura:** Flat Maestro, combinado y normalizado.

**24/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Figura:** Estad ́ıstica del Flat Maestro antes y después de normalizar.

Para realizar la normalización del Flat manualmente se revisa el valor máximo de cuentas de la imágen combinada y se divide por éste valor.

*>>* imstat flatcombine.fits *>>* imarith flatcombine / #median flatmaster.fits

**25/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

**Extracción de Rayos cósmicos**

package noao.imred.crutil *>>* epar cosmicrays input = @lisdata.in List of images in which to ... output = prefix//@lisdata.in List of cosmic ray replaced ... (npasses) = 2 Number of detection passes (interactive = no Examine parameters interact...

*>>* cosmicrays @data.in cr//@data.in

**26/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

Pre-procesamiento de datos

Identificación de los datos Separación por listas

Creación del Master Bias

ls nombre\*.FIT *>* nombrelista.in

imcombine @bias.in NombreBi- asAv combine=average

Sustracción del Master Bias de todas las imágenes (Datos, Darks, Flats)

Creación del Master Dark (Con los Dark sin Bias)

Sustracción del Master Dark de los Datos y Flats

Continuación (Flats)

imarith @lista.in - NombreBiasAv @lista.in// sufijo

**Figura:** Procedimiento de pre-procesamiento de imágenes astronómicas. En los recuadros azules tenemos los comandos para realizar el procesamiento en IRAF. ‘name’ hace referencia al nombre en común de los archivos, no incluyendo su numeración individual.

**27/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Fuentes y tipos de ruido Corrección del ruido**

Continuación

Separación de los Flats en listas por el Filtro en el que se haya adquirido

Creación del Flat por filtro promediando las imágenes correspondientes

Se normaliza el Flat de cada filtro, considerando el m ́ınimo de cuentas

imcombine @FlatFiltro.in FlatFil- troAv combine=average

normflat FlatFiltro.fit FlatFil- troNorm.fit norm=INDEF min- flat=1000

Se aplica la corrección por Flat a cada grupo de imágenes por filtro

imarith @imagenesFiltro.in / FlatFiltroNorm.fit flat//@imagenesFiltro.in

**Figura:** Procedimiento de pre-procesamiento de imágenes astronómicas.

**28/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Fotometr ́ıa**

La fotometr ́ıa es la medición de la intensidad de luz emitida por un cuerpo luminoso. Se realiza a través de un ancho de banda de longitudes de onda determinado que conforma un sistema estándar, ésto se logra con filtros fotométricos que se ubican en el detector. De acuerdo al ancho de banda se pueden clasificar como:

Banda estrecha (Narrowband): Stromgren (uvby), Geneva. SII, OIII, H*α*. Banda ancha: UBVRI, Sloan. **Fotometr ́ıa de apertura, fotometr ́ıa diferencial.**

**Filtro** *λeff* ( ̊A) U 3500 B 4400 V 5500 R 6700 I 8000

**Tabla:** Longitudes de onda centrales para las bandas fotométricas del sistema estándar Johnson-Cousins.

**29/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

PSF

**30/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

PSF Distribución normal o gaussiana Distribución tipo Moffat

**30/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

PSF Distribución normal o gaussiana Distribución tipo MoffatFWHM

**30/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

PSF Distribución normal o gaussiana Distribución tipo MoffatFWHM Header o Encabezado

**30/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

Procedimiento para obtener las magnitudes instrumentales

Para n imagenes

Cargar imagen en ds9

Obtener el FWHM prome- dio para cada imagen

Obtener el promedio de fondo de cielo y su desviación

Calcular e incluirla Calcular: Apertura Annulus

la masa en header

de aire

Dato m ́ınimo

Incluir los parámetros en las tareas: *photpars fitskypars centerpars datapars*

**Figura:** Procedimiento para el cálculo de magnitud instrumental.

**31/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**FWHM**

*>>* imexamine nombreimagen.fits marco

**Ajuste de parámetros de la gráfica**

package tv *>>* epar rimexam (banner = yes) Standard banner (title = ) Title (xlabel = Radius) X-axis label (ylabel = Pixel Value) Y-axis label (fitplot = yes) Overplot profile fit? (fittype = moffat) Profile type to fit (center = yes Center object in aperture? (backgro = yes Fit and subtract backgr...

**32/72**

**33/72**

**Figura:** Gráfica de PSF y ajuste, obtenida a través de la tarea *imexamine*

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

Para trazar la PSF de una estrella se emplea *r* de forma interactiva sobre el visualizador DS9. En la ventana emergente irafterm se presenta la gráfica de la PSF con los parámetros configurados en *rimexam*. Se emplea *m* para extraer los datos de la región alrededor del cursor.

**Figura:** Datos estad ́ısticos de una región de la imagen.

**34/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

package noao.obsutil *>>* epar psfmeasure images = List of images

*>>* psfmeasure imagen.FIT

Se realiza la medición sobre la estrella con *m*, se mide y grafica con *g* y se sale de la tarea con *q*.

**35/72**

**Figura:** Gráficos generados por la función de medición de psf *psfmeasure*.

*>>* psfmeasure imagen Image Column Line Mag FWHM Ellip PA SAT imagen.FIT 1294.24 952.94 2.57 13.948 0.23 28 1459 1326.43 4.96 15.178 0.07 65 The estimated average FWHM is 14.563

**36/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Figura:** Semi-esfera celeste, con coordenadas altacimutales.

**37/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Masa de aire**

**Figura:** Semi-esfera celeste, con coordenadas altacimutales.

*secθζ* = 1

*sen* (*λ*)*sen* (*δ*) + *cos* (*λ*)*cos* (*δ*)*cos* (*h*) (1)

*X* =*secθζ* − 0*.*001867 (*secθζ* − 1) − 0*.*002875 (*secθζ* − 1)2 − 0*.*0008083 (*secθζ* − 1)3

(2)

**37/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Masa de aire**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

package noao.astutil *>>* epar airmass elevation = 30 elevation above horizon in degrees. (scale = 750.) scale factor of Earth’s atmosphere (radians = no) input elevation in radians instead...

*>>* airmass 30

airmass 1.996 at an elevation of 30. degrees (0.5236 radians) above horizon.

**38/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Header o Encabezado**

**Ver el Header**

package images.imutil *>>* epar imheader images = imagen.fits image names (imlist = image\*.fits ) default image names (longhea = no) print header in...

*>>* imheader imagen.fits

**39/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

*>>* imheader imagendatos\*.fits No bad pixels, min=0., max=65535. Line storage mode, physdim [1600, 1200]... BSCALE = 1.000E0 BZERO = 3.2768E4 DATE = ’2016-11-05T03:42:51’ IRAF-TLM = 2016-11-05T06:20:19 DATAMIN = 0 BIAS = 100 DATEOBS = ’2016-03-16T07:05:23.225’ SWCREATE = ’CCDSoft Version 5.00.217’ SET-TEMP = +5.0000E+00 IMAGETYP = ’Light Frame’ XBINNING = 1 YBINNING = 1 INSTRUMENT = ’SBIG ST-2K 3 CCD’ EGAIN = +6.100E-001 DATAMAX = 65535 EXPTIME = +9.0000E+001

**40/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Editar el Header**

package images.imutil *>>* hedit imagen\*.fits images = data.fit images to be edited fields = campo fields to be edited value = valor value expression (add = no) add rather than edit fields (addonly = yes) add only if field does not exist (verify = yes) verify each edit operation (show = yes) print record of each edit operation (update = yes) enable updating of the image header

**41/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

Se empleó \* y una lista para ascención recta, declinación y época ya que éstos son los mismos para los datos del mismo objeto. Sin embargo, la hora ST de adquisición es diferente para cada imagen.

**Creando nuevos campos en el header** *>>* hedit data\* RA ’hh:mm:ss’ add+ *>>* hedit data\*.FIT DEC ’+*o* : :”’”’ ’ *>>* hedit data.in EPOCH 2000 *>>* hedit data 001.FIT ST ’hh:mm:ss’

**42/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Masa de aire**

*>>* epar setairmass images = data.in Image or list of images (observa = ) Observatory for images (ra = ra) Right acsension keyword (hours) (dec = dec) Declination keyword (degrees) (equinox = epoch) Equinox keyword (years) (st = st) Local sidereal time keyword (hours) (ut = time-obs) Universal time keyword (hours) (date = date-obs) Observation date keyword (exposur = exptime) Exposure time keyword (seconds) (airmass = airmass) Airmass keyword (output) (update = yes) Update the image header?

*>>* setairmass listaimagenes.in *>>* setairmass data\*

**43/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Sitio de observación**

package noao *>>*epar observatory command = set (set—list—image) obsid = oautp images = (verbose = yes (observa = oautp (name = ’Obs. Astr. UTP’ (longitu = -75.69041236 (latitud = 4.7904974 (altitud = 1450 (timezon = -5 override = obspars *>>* observ list obspars

**44/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Parámetros de observatorio seleccionado**

# Observatory parameters for Observatorio Astronomico UTP

observatory = obspars timezone = -5 altitude = 1450 latitude = 4.7904974 longitude = -75.690412359 name = ’Observatorio Astronomico UTP’

**45/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Apertura**: Es la circunferencia interna, donde se encuentra la estrella a estudiar. Su radio debe ser aproximadamente (3 − 4)*FWHM*. De forma tal que toda la luz de la estrella esté abarcada en éste. En el radio de apertura no pueden incluirse la luz de dos estrellas u otros objetos. **Gap**: Es la distancia entre la apertura y el Annulus. Permite aislar las dos zonas de forma tal que en el área del fondo de cielo no ingresen medidas correspondientes a la luz de la estrella. **Annulus**: Es la tercera y última circunferencia, en la cual se miden los valores del cielo que serán sustraidos al valor de la estrella en el procesamiento. Por lo tanto, no debe incluir otros objetos, ni resplandor de la estrella medida. Se selecciona un radio aproximadamente (4 − 5)*FWHM*.

**46/72**

**Figura:** Radios de aperturas.

**47/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Tareas de parámetros de apoyo**

package noao.digiphot.apphot *>>* epar datapars (fwhmpsf = 16.065) FWHM of the PSF in scale units (datamin\* = 964.864) Minimum good data value (datamax = 65536) Maximum good data value (readnoise = 9.3000001907349) CCD readout noise in electrons (epadu = 0.3700000476837) Gain in electrons per count (exposure = exptime) Esposure time image header... (airmass = airmass) Airmass image keywords (filter = filter) Filter image header keywords (obstime = time-obs) Time of observation header... (itime = 60) Exposure time

∗*datamin* = *Fondodecielo* − 8 ∗ *Desviacionestandardefondodecielo* (3)

**48/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Tareas de parámetros de apoyo**

package noao.digiphot.apphot *>>* epar photpars (aperture = 38.88) List of aperture radii in scale units

package noao.digiphot.apphot *>>* epar fitskypars (salgorithm = median) Sky fitting algorithm (annulus = 69.48) Inner radius of sky annulus in scale units (dannulus = 8) Width of sky annulus in scale units

package noao.digiphot.apphot *>>* epar centerpars (calgori = centroid) Centering algorithm (cbox = 6.5) Centering box width in scale units

**49/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**PhotMedir la magnitud instrumental**

package noao.digiphot.apphot *>>* epar phot image = data.FIT The input image (interactive = yes) Interactive mode ? *>>* phot data.FIT inter=yes

Se seleccionan las estrellas para realizar fotometr ́ıa con la barra espaciadora, al finalizar se sale de la tarea con q y se genera un archivo con terminación .mag con las magnitudes medidas y los parámetros configurados.

**50/72**

**Figura:** Sección del archivo resultado de la extracción de magnitudes.

**51/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Breve resumen del resto del procedimiento**

Procedimiento para obtener las ecua- ciones de transformación del sistema

Iniciar con la mag- nitud instrumental

Hallar el Coeficiente de ex- tinción atmosférica *Kλ*

Corregir la magnitud por atmósfera con la ecuación 4

Realizar la regresión para hallar los coeficientes de mag- nitud y color para los filtros empleados (B,V, (B-V))

Obtener los coeficientes de transformación para los filtros empleados y sus respectivos col- ores, y el punto cero. Ecuación 5

**Figura:** Procedimiento para el cálculo de las ecuaciones de transformación de un sistema fotométrico instrumental a uno estándar.

**52/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Tipos de fotometr ́ıa Extracción de datos Cálculo de magnitudes instrumentales**

**Corrección por extinción atmosférica**

*Mins* = *mobs* + *Kλ* ∗ *X* (4)

**Magnitud Absoluta***V* = *v* + *Tvbv* × (*B* − *V*) + *Z*0*v B* = *b* + *Tbbv* × (*B* − *V*) + *Z*0*b* (*B* − *V*) = *Tbv*(*b* − *v*) + *Z*0*bv*

(5)

**53/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Extracción del espectro**

Después de completar la reducción de ruido *CCD*, al espectro 2D procesado se le debe extraer el espectro 1D. Es decir, todos los p ́ıxeles espectrales de una se ̃nal se promedian perpendicular a la dirección de dispersión. Con el fin de calibrar la longitud de onda del espectro reducido independiente del espectro estelar, se utiliza fuentes de luz con l ́ıneas de emisión bien conocidas tomadas en laboratorio.

**54/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Para obtener un espectro 1D calibrado y normalizado seguiremos los siguiente pasos:**

**1** Visualizar y organizar las imágenes **2** Extraer apertura 2D −− *>* 1D **3** Calibración en longitud de onda **4** Normalización

**55/72**

**Figura:** Ejes de dispersión.

**56/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Visualizar y organizar las imágenes**

**Definir eje de dispersión** Antes de hacer la extracción del espectro es importante definir el eje de dispersión en la imagen el cual *IRAF* tiene por defecto en columna como se muestra en la figura 20.

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

package images.imutil *>>* epar hedit images = data.fits images to be edited fields = DISPAXIS fields to be edited value = 1 value expression (update = yes) enable updating of the image header

*>>*hedit data.fits DISPAXIS 1 add+

**57/72**

**Introducción a IRAF Pre-procesamiento Fotometr ́ıa Espectroscop ́ıa**

**Visualizar y organizar las imágenes** *>>*display data.fits 1

**58/72**