

Manual para el profesor

1.- Introducción.....	3
2.- Comienzo de la actividad.....	4
2.1.- Administrador ADMIN:.....	5
2.2.- Curso.....	6
2.3.- Mi cuenta.....	6
2.4.- APP.....	7
3.- El ejercicio.....	9
4.- Cálculo de las coordenadas astronómicas de las fuentes astronómicas.....	11

1.- Introducción

Bienvenido al experimento de HOU-España en el que los alumnos tendrán la oportunidad de investigar sobre el movimiento de las estrellas y otros cuerpos celestes mediante un ejercicio educativo en el que se presentan conceptos sobre los sistemas de referencia y los sistemas inerciales.

En primer lugar, debe leerse detenidamente este manual que incluye explicaciones concisas del procedimiento científico seguido y de la aplicación desarrollada por HOU-España.

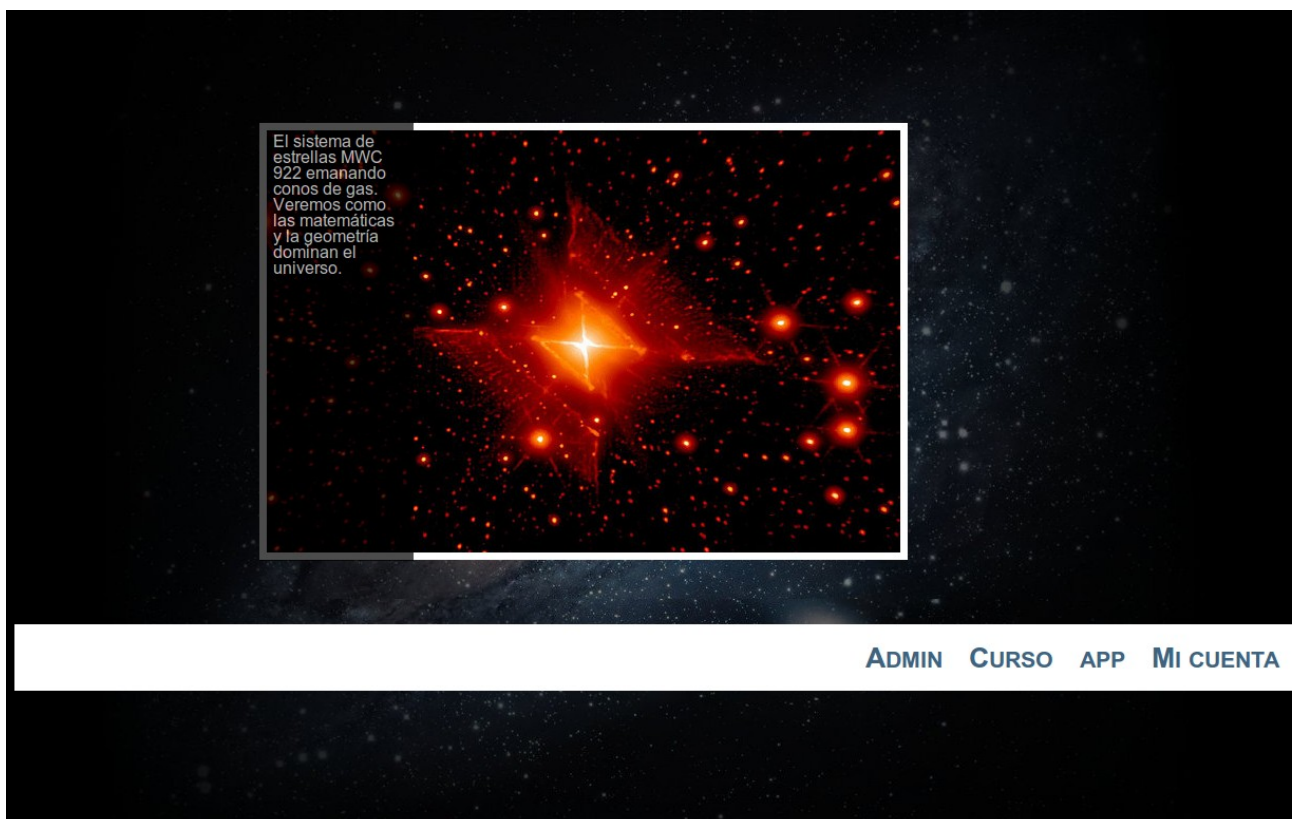
A continuación, debería leer el manual del alumno para ser consciente de la información, significativamente más reducida, que se le transmite. También se encuentra a su disposición el manual “Coordenadas astronómicas, distancias y magnitudes” cuya lectura se recomienda si no maneja estos conceptos.

2.- Comienzo de la actividad

Antes de que los alumnos puedan comenzar la actividad debe ponerse en contacto con nosotros utilizando la interfaz web y le remitiremos un nombre de usuario y una clave que tendrá que introducir para acceder a la aplicación.



Una vez que el servidor haya validado su identificación, cada vez que entre en la actividad verá una pantalla como ésta:



Las cuatro opciones del menú principal le ofrecen las siguientes posibilidades:

2.1.- Administrador ADMIN:

Éste será su espacio personal para gestionar la práctica con sus alumnos. En primer lugar debe registrar a sus alumnos. Una vez registrados deberá activarlos como usuarios para que cada alumno pueda acceder independientemente a la página. Este doble procedimiento ha sido definido para que usted pueda tener control en todo momento sobre los alumnos que desea involucrar. Por tanto, como administrador podrá consultar en todo momento los alumnos registrados, registrar nuevos alumnos, ver los alumnos activos, modificar sus datos personales (en “mi cuenta”) y dar de baja a los estudiantes, si así lo desea.



ALUMNOS
REGISTRADOS

**NUEVO
ALUMNO**

ALUMNOS
ACTIVOS

MI CUENTA

SALIR

HANDSONUNIVERSE
patroclo en HOU >> Administración de usuarios

Introducir nuevo alumno

nombre:

apellido1:

apellido2:

correo:

2.2.- Curso.

Aquí encontrará una breve introducción sobre los conceptos astronómicos que se van a utilizar en el ejercicio. Le recomendamos una lectura muy detallada, pues algunos conceptos le serán desconocidos. En el menú izquierdo del navegador podrá recorrer el curso de manera más eficiente.



GEOGRAFÍA GALÁCTICA

DINÁMICA GALÁCTICA

MOVIMIENTO SOLAR

MOVIMIENTO LUNAR

MOVIMIENTO
PLANETARIO

MOVIMIENTO ESTELAR

MOVIMIENTO
GALÁCTICO

DETERMINACIÓN DEL
MOVIMIENTO

CENTRO GALÁCTICO

CUERPOS EXTRAÑOS

NUESTRO
EXPERIMENTO

¿Cómo nos movemos?

Después de ubicarnos en una ciudad, la pregunta más natural será ¿cómo nos moveremos?, ¿cómo se mueven los demás? En astronomía esto tomará el nombre de **DINÁMICA GALÁCTICA**. En el espacio cada cuerpo tendrá un movimiento característico. Pulsa en ellos para saber más...



Movimiento solar

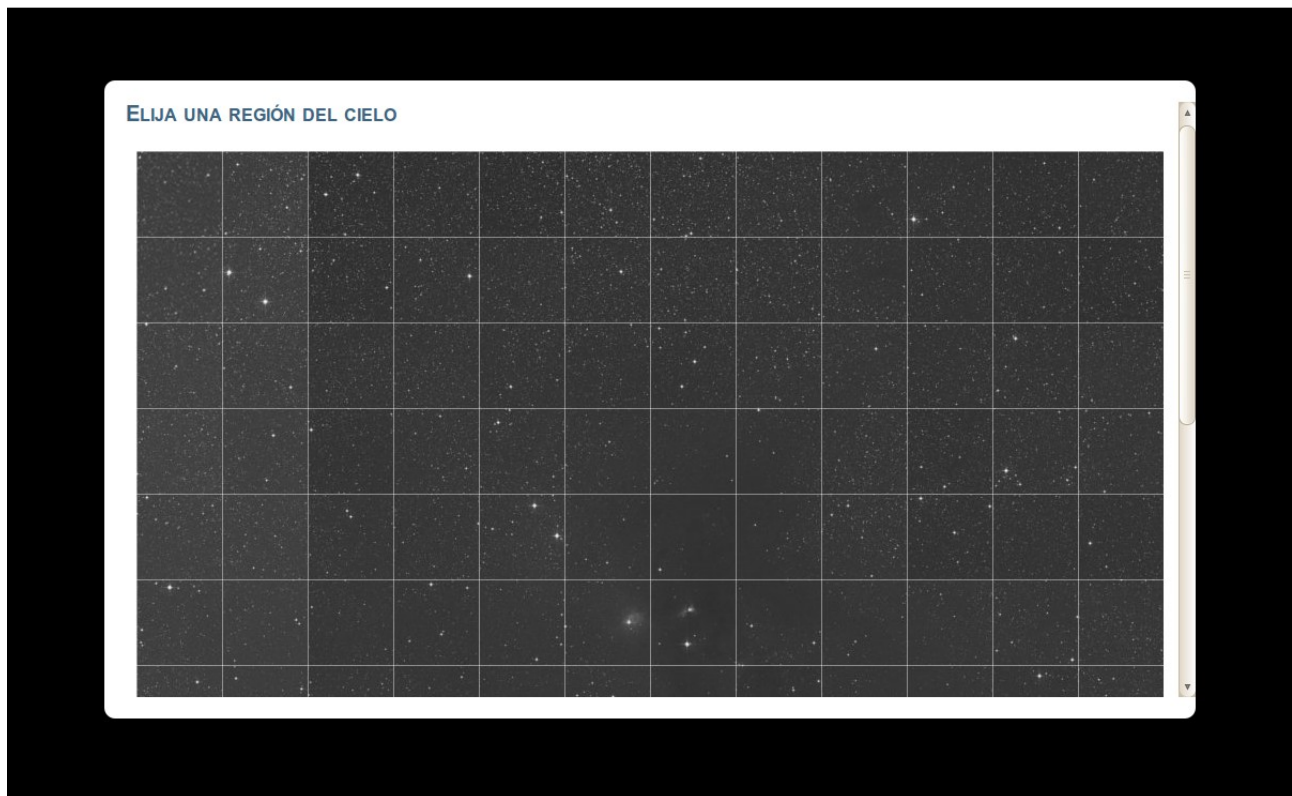
2.3.- Mi cuenta.

En esta sección tendrá acceso a sus datos personales (los cuales podrá modificar desde aquí), curso, aplicación y administración de usuarios.

2.4.- APP.

Aquí encontrará la aplicación informática a través de la cual los alumnos podrán llevar a cabo el ejercicio. Al entrar encontrará una fotografía con toda la zona del cielo a estudiar, la Nube de Serpens, que a su vez se divide en 144 imágenes. El alumno elegirá una de las 144 imágenes.

 [ADMIN](#) [CURSO](#) [MI CUENTA](#) [SALIR](#)



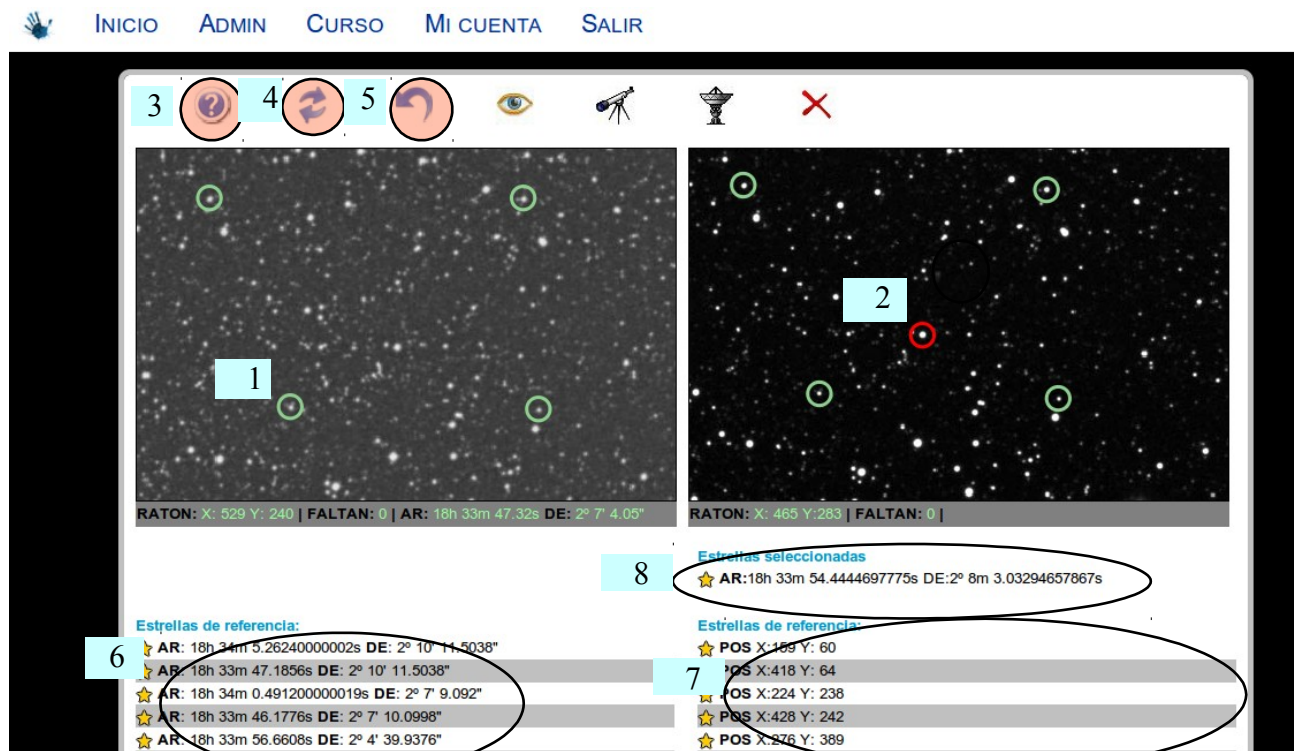
Una vez elegida la imagen, se encontrará en una ventana en la que se muestra la misma región del cielo, pero en dos épocas diferentes y tomadas con dos telescopios distintos.

 [ADMIN](#) [CURSO](#) [MI CUENTA](#) [SALIR](#)



La imagen de la izquierda, es de 1986 (SERC), mientras que la de la derecha, ha sido tomada en 2011 y desde el observatorio de La Hita (Castilla-La Mancha).

Al escoger una fotografía en la aplicación, los alumnos encontrarán la siguiente información:

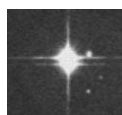


- 1) Estrellas que formarán el sistema de referencia. Rodeadas con un círculo verde.
- 2) Estrellas que no forman parte del sistema de referencia. Rodeadas con un círculo rojo.
- 3) Pistas. Pulsando aquí se obtendrá una relación de pistas.
- 4) Borrar todas las estrellas seleccionadas.
- 5) Borrar la última estrella seleccionada.
- 6) Coordenadas astronómicas en la imagen de SERC en 1986.
- 7) Coordenadas medidas (en píxeles) en la imagen de La Hita.
- 8) Coordenadas astronómicas en la imagen de La Hita en 2011.

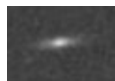
3.- El ejercicio.

El ejercicio consiste en la búsqueda de discrepancias entre las dos imágenes y en la medida del movimiento de los astros (estrellas, objetos celestes...).

En las imágenes los alumnos podrán encontrar los siguientes tipos de objetos:



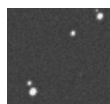
Estrella cercana o muy brillante



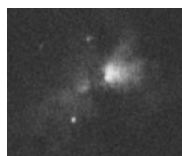
Galaxia



Estrella doble



Estrellas lejanas o poco brillantes



Nebulosa

Hay que tener en cuenta que los programas informáticos que hay detrás de la aplicación no pueden detectar ciertos errores por lo que los alumnos deberán estar supervisados por el profesor al comienzo del ejercicio. Por ejemplo, si el alumno selecciona una estrella en la foto del SERC que tenga otro cuerpo muy próximo, al seleccionar dicha estrella en la foto de La Hita, el programa no podrá juzgar si el alumno ha escogido la estrella correcta entre las dos posibles.

FOTO DEL SERC



FOTO DE LA HITA



Las mismas estrellas deben ser seleccionadas en las dos imágenes para que el procedimiento de reducción astrométrica funcione correctamente.

En la imagen de SERC se conocen las coordenadas astronómicas de todas las fuentes, mientras que en la imagen de La Hita no, únicamente sus coordenadas cartesianas en un referencial centrado en la imagen, es decir, su posición medida en píxeles sobre la imagen.

El objetivo de la aplicación es calibrar en coordenadas astronómicas la imagen de La Hita. Para ello, los estudiantes deberán elegir diez estrellas de referencia tanto en la foto de SERC, haciendo doble click, como en la imagen de La Hita, de tal manera que el programa informático pueda hacer la reducción astrométrica. En el punto 4 se explica con detalle cómo se calculan.

Atención: la selección no puede ser aleatoria. Los criterios de selección se encuentran en el manual del estudiante. Se recomienda encarecidamente que después de seleccionar una estrella de referencia en la imagen de SERC la identifiquen inmediatamente después la misma en la imagen de La Hita, para evitar confusiones que generarían problemas de convergencia en la inversión matemática.

Importante: debido al gran tamaño de las fotos, en la ventana sólo aparece una porción de ellas. Por tanto, podemos pinchar en la imagen y moverla desplazando el cursor para ver el resto de la foto.

Una vez los alumnos han elegido las diez estrellas de referencia en las dos imágenes, ya se dispone de toda la información necesaria para llevar a cabo el ejercicio. Los estudiantes compararán ambas fotografías intentando encontrar las posibles “diferencias” entre ambas. Una vez crean haber encontrado alguna, comprobarán sus coordenadas astronómicas en ambas fotografías cliqueando dos veces sobre la fuente. Esas diferencias pueden deberse a varias causas:

1.- Movimiento propio de la fuente observada. La estrella se ha movido durante el periodo de tiempo transcurrido entre ambas fotografías.

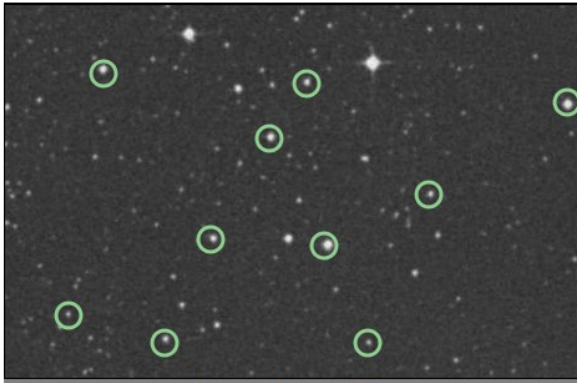
2.- Objetos o cuerpos extraños. Se pueden encontrar que una fuente aparece en una imagen y en la otra no, este tipo de objetos pueden ser cuerpos menores del Sistema Solar (asteroides, cometas) o estrellas nova.

Les rogamos remitan al equipo de HOU-España cualquier diferencia que detecten. Envíen un e-mail a houesp@mat.ucm.es y recibirán información del equipo sobre las causas de las diferencias. Cualquier descubrimiento que realizen los colegios/institutos participantes, será hecho público en la web de HOU-España indicando el instituto, alumno/s y profesor.

4.- Cálculo de las coordenadas astronómicas de las fuentes astronómicas.

A continuación se describe cómo se realiza la reducción astrométrica de una imagen.

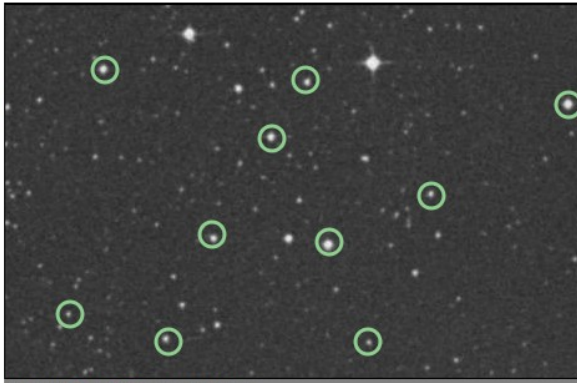
ADMIN CURSO MI CUENTA SALIR



RATON: X: 348 Y: 192 | FALTAN: 0 | AR: 18h 30m 28s DE: 1° 19' 4"

Estrellas de referencia:

- ★ AR: 18h 30m 49s DE: 1° 20' 18"
- ★ AR: 18h 30m 43s DE: 1° 18' 4"
- ★ AR: 18h 30m 51s DE: 1° 17' 3"
- ★ AR: 18h 30m 46s DE: 1° 16' 40"
- ★ AR: 18h 30m 35s DE: 1° 16' 40"
- ★ AR: 18h 30m 37s DE: 1° 17' 59"
- ★ AR: 18h 30m 24s DE: 1° 19' 55"
- ★ AR: 18h 30m 38s DE: 1° 20' 10"
- ★ AR: 18h 30m 31s DE: 1° 18' 40"
- ★ AR: 18h 30m 40s DE: 1° 19' 26"

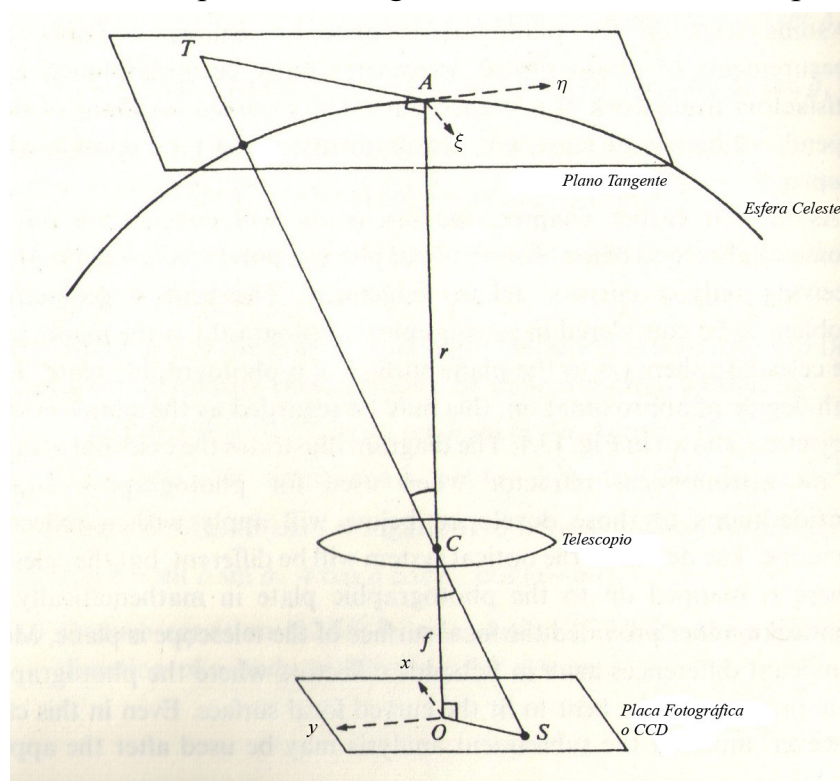


RATON: X: 1 Y: 95 | FALTAN: 0

Estrellas de referencia:

- ★ POS X: 452 Y: 81
- ★ POS X: 80 Y: 53
- ★ POS X: 241 Y: 61
- ★ POS X: 214 Y: 108
- ★ POS X: 342 Y: 154
- ★ POS X: 260 Y: 191
- ★ POS X: 166 Y: 185
- ★ POS X: 291 Y: 271
- ★ POS X: 131 Y: 271
- ★ POS X: 52 Y: 249

Al seleccionar una parte del cielo en Serpens aparecen dos imágenes diferentes, pero con centros conocidos y muy similares. En la imagen de SERC se conoce (α, δ) , para cada fuente, mientras que en la imagen obtenida con el telescopio de La Hita se conoce únicamente su posición en píxeles en las imágenes astronómicas. Las imágenes astronómicas son una proyección de la esfera celeste en un plano, tal como se indica en la siguiente figura:



En las imágenes astronómicas, la posición de una fuente se conoce únicamente en píxeles en las imágenes astronómicas. Las imágenes astronómicas son una proyección de la esfera celeste en un plano, tal como se indica en la siguiente figura:

El alumno elegirá diez estrellas de referencia en cada una de las imágenes. Llegado este punto el programa dispone de los siguientes datos conocidos: una lista con (α, δ) de las diez estrellas de referencia y las coordenadas astronómicas del centro de la imagen que llamaremos (A,D). Con estos datos se calcula la proyección en el plano tangente de las estrellas que viene dada por las coordenadas (ξ, η) a través de las siguientes fórmulas:

$$\xi = \frac{\cos(\delta)\sin(\alpha - A)}{\sin D \sin \delta + \cos D \cos \delta \cos(\alpha - A)} \quad \eta = \frac{\cos D \sin \delta - \sin D \cos \delta \cos(\alpha - A)}{\sin D \sin \delta + \cos D \cos \delta \cos(\alpha - A)}$$

Estas coordenadas se denominarán coordenadas estándar de las estrellas de referencia, y se utilizan para calibrar las distorsiones que puede sufrir la imagen recogida por el telescopio de La Hita, por ejemplo, errores en el centrado y la orientación de la imagen, o distorsiones ocasionadas por la refracción atmosférica. Al combinar las diferentes expresiones que se obtienen al corregir estos errores se llega a la siguiente relación entre las coordenadas de las estrellas proyectadas en el plano tangente (ξ, η) y sus coordenadas medidas (x, y) sobre la imagen:

$$\begin{aligned} \xi &= ax + by + c \\ \eta &= dx + ey + f \end{aligned} \quad (1)$$

donde a, b, c, d, e y f son las llamadas constantes de placa, que pueden variar ligeramente de una imagen a otra, por lo que han de calcularse para cada imagen. Sean (x_i, y_i) , $i \in 1, \dots, 10$ las coordenadas (en píxeles) medidas sobre la imagen de La Hita de las diez estrellas con coordenadas astronómicas (α_i, δ_i) cuya proyección en el plano tangente le asignaría coordenadas (ξ_i, η_i) . Con las diez medidas se puede generar un sistema de veinte ecuaciones.

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & 1 \\ x_5 & y_5 & 1 \\ x_6 & y_6 & 1 \\ x_7 & y_7 & 1 \\ x_8 & y_8 & 1 \\ x_9 & y_9 & 1 \\ x_{10} & y_{10} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \\ \xi_4 \\ \xi_5 \\ \xi_6 \\ \xi_7 \\ \xi_8 \\ \xi_9 \\ \xi_{10} \end{pmatrix}$$

Este sistema de ecuaciones se resuelve por el método de mínimos cuadrados. En un principio sólo serían necesarias tres estrellas para su resolución, pero el uso de las diez estrellas permite minimizar el error.

Una vez se conocen los valores de las constantes de placa (a, b, c, d, e, f), el programa dispone de todas las relaciones necesarias para calcular las coordenadas ecuatoriales de cualquier fuente en la imagen de La Hita. Por lo tanto, conociendo las constantes de placa y la posición (x,y) medidas en la imagen de La Hita, se calculan sus coordenadas (ξ, η) utilizando la relación (1). Finalmente, sus coordenadas

astronómicas se obtienen a través de las siguientes relaciones:

$$\tan(\alpha - A) = \frac{\xi}{\cos D - \eta \sin D} \quad \tan \delta = \frac{\sin D + \eta \cos D}{\cos D - \eta \sin D} \cos(\alpha - A)$$

A partir de ese momento la imagen de La Hita quedará calibrada para ese alumno y cualquier “click” del cursor sobre la imagen indicará las coordenadas astronómicas (α, δ) de ese punto.

A continuación se muestra un cuadro resumen del procedimiento explicado en

esta sección:

Paso 1: Ejercicio ejecutado por el alumno.

Tomamos 10 estrellas de referencia en cada imagen cuyas coordenadas astronómicas (α, δ) son conocidas.



Calculamos sus coordenadas estándar (ξ, η).
Medimos la posición (x, y) de las estrellas en la imagen de la Hita.



Calculamos las constantes de placa.

Paso 2: Aplicación transparente para el alumno.

Conocidas las constantes de placa (a, b, c, d, e y f) se puede determinar para cualquier punto de la imagen de La Hita a partir de sus coordenadas (x, y).



Sus coordenadas estándar (ξ, η).



Sus coordenadas ecuatoriales (α, δ)