



**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN
POR PROCEDIMIENTO ABIERTO
DEL CONTRATO DE SUMINISTRO DENOMINADO:**

**CONFIGURACIÓN Y SUMINISTRO DE LOS TELESCOPIOS
GT80 Y GTS CON SUS RESPECTIVAS INSTRUMENTACIONES
PARA EL CENTRO DE DIFUSIÓN Y PRÁCTICA DE LA
ASTRONOMÍA DENOMINADO GALÁCTICA, SITUADO EN
ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)**

Expediente 2015/02

ÍNDICE

1 LISTA DE ACRONIMOS Y ABREVIATURAS	6
2 DEFINICIONES	6
3 INTRODUCCIÓN	7
4 OBJETO DEL CONTRATO	7
5 PLAZO DE ENTREGA	8
6 PRESUPUESTO	8
7 CONTENIDO DE LAS OFERTAS	8
8 REQUERIMIENTOS PARA EL TELESCOPIO DE 80cm (GT80).....	9
8.1 REQUERIMIENTOS FÍSICOS.....	9
8.2 REQUERIMIENTOS DE ENTORNO.....	9
8.2.1 Alimentación eléctrica.....	10
8.2.2 Cableado	10
8.2.3 Rangos de operatividad según condiciones meteorológicas...	10
8.3 EMPAQUETADO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.....	10
8.4 REQUERIMIENTOS DE FIABILIDAD.....	10
8.5 REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y SOPORTE.....	10
8.5.1 Componentes del equipo.....	10
8.5.2 Repuestos	11
8.5.3 Tareas de mantenimiento	11
8.5.4 Acceso a componentes	11
8.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES MONTURA.....	11
8.6.1 Diseño de la montura	11
8.6.2 Capacidad de carga de la montura.....	11
8.6.3 Rigidez de la montura.....	11
8.6.4 Precisión de los "encoders" de la montura	11
8.6.5 Frecuencia de consulta de los "encoders" de la montura	12
8.6.6 Precisión del apuntado	12
8.6.7 Precisión del seguimiento de la montura.....	12
8.6.8 GPS.....	12
8.7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES OTA.....	12
8.7.1 Diseño óptico.....	12
8.7.2 Apertura del telescopio.....	12
8.7.3 Relación focal del telescopio	12
8.7.4 Calidad de las superficies ópticas	12
8.7.5 Calidad de imagen del telescopio.....	13
8.7.6 Tamaño del campo de visión en el plano focal.....	13
8.7.7 Escala de placa del telescopio	13
8.7.8 Viñeteo del telescopio	13
8.7.9 Enfocador para el telescopio	13
8.7.10 Protección del espejo primario	13
8.7.11 Ventilación del espejo primario.....	13
8.7.12 Materiales del telescopio	14

8.7.13 Materiales de los espejos del telescopio	14
8.7.14 Reflectividad de los espejos	14
8.7.15 Sistema óptico ajustable.....	14
8.7.16 Posibilidad de retirar el espejo primario (mejora)	14
8.7.17 Limitación de luz difusa	14
8.8 REQUERIMIENTOS ADICIONALES	14
8.8.1 Accesorios varios	14
8.8.2 Software de control y manual de uso	15
8.8.3 Entrenamiento al personal de Galáctica.....	15
8.8.4 Operación automatizada y programable.....	15
8.8.5 Conectores electrónicos de la montura y del telescopio.....	15
8.8.6 Manual de uso	15
8.8.7 AIV.....	16
8.8.8 Plan de verificación	16
8.8.9 Descripción técnica de los sistemas.....	16
8.8.10 Plan de puesta a punto y mantenimiento.....	16
8.8.11 Garantía y soporte.....	16
8.8.12 Telescopio buscador.....	16
8.8.13 Protección del equipo	16
9 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL GT80.....	17
9.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL DETECTOR.....	17
9.1.1 Tipo de detector y calidad.....	17
9.1.2 Formato del detector	17
9.1.3 Tamaño del detector.....	17
9.1.4 Tamaño de píxel y escala de placa	17
9.1.5 Modos de lectura	17
9.1.6 Ruido de lectura	17
9.1.7 Corriente de oscuridad	17
9.1.8 Sistema de enfriamiento del CCD	18
9.1.9 Estabilidad de la temperatura del CCD	18
9.1.10 Conversión analógica-digital.....	18
9.1.11 Eficiencia cuántica	18
9.1.12 Condiciones ambientales de funcionamiento	18
9.1.13 Capacidad del pozo de potencial.....	18
9.1.14 Linealidad	18
9.1.15 Obturador	18
9.1.16 Conexión de la cámara para la adquisición	19
9.1.17 Automatización y programación	19
9.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA RUEDA DE FILTROS.....	19
9.2.1 Número de posiciones.....	19
9.2.2 Espacio para los filtros.....	19
9.2.3 Interfases mecánicas.....	19
9.2.4 Interfases de control.....	19
9.2.5 Condiciones ambientales de funcionamiento	19
9.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS FILTROS.....	20

9.3.1 Geometría y dimensiones de los filtros.....	20
9.3.2 Los filtros requeridos	20
9.3.3 Tolerancia en las longitudes de onda centrales.....	21
9.3.4 Tolerancia del cut-on y del cut-off.....	21
9.3.5 Transmisión máxima de los filtros	21
9.3.6 Bloqueo de transmisión fuera de las bandas.....	21
9.3.7 Material para el sustrato de los filtros	21
9.3.8 Tolerancia en el paralelismo de los sustratos.....	21
9.3.9 Error total en el frente de onda transmitido.....	21
10 REQUERIMIENTOS PARA EL TELESCOPIO SOLAR (GTS).....	22
10.1 REQUERIMIENTOS FÍSICOS.....	22
10.2 REQUERIMIENTOS DE ENTORNO.....	23
10.2.1 Alimentación eléctrica.....	23
10.2.2 Cableado	23
10.2.3 Rangos de operatividad según meteorología	23
10.3 EMPAQUETADO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.....	23
10.4 REQUERIMIENTOS DE FIABILIDAD.....	23
10.5 REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO Y SOPORTE.....	24
10.5.1 Componentes del equipo.....	24
10.5.2 Repuestos	24
10.5.3 Tareas de mantenimiento	24
10.5.4 Acceso a componentes	24
10.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES MONTURA	24
10.6.1 Diseño de la montura	24
10.6.2 Capacidad de carga de la montura.....	24
10.6.3 Rigidez de la montura.....	25
10.6.4 Precisión de los "encoders" de la montura	25
10.6.5 Frecuencia de consulta de los "encoders" de la montura	25
10.6.6 Precisión del apuntado	25
10.6.7 Precisión del seguimiento de la montura	25
10.6.8 GPS.....	25
10.7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y FUNCIONALES OTA.....	25
10.7.1 Diseño óptico.....	25
10.7.2 Apertura del telescopio.....	25
10.7.3 Relación focal del telescopio	26
10.7.4 Materiales del telescopio	26
10.8 REQUERIMIENTOS ADICIONALES	26
10.8.1 Accesorios varios	26
10.8.2 Software de control y manual de uso	26
10.8.3 Entrenamiento al personal de Galáctica.....	26
10.8.4 Operación automatizada y programable.....	26
10.8.5 Conectores electrónicos de la montura	27
10.8.6 Manual de uso	27
10.8.7 AIV.....	27
10.8.8 Plan de verificación.....	27

10.8.9 Descripción técnica de los sistemas	27
10.8.10 Plan de puesta a punto y mantenimiento	27
10.8.11 Garantía y soporte	27
10.8.12 Telescopio buscador	28
10.8.13 Protección del equipo	28
11 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL GTS	28
11.1 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL DETECTOR	28
11.1.1 Tipo de detector y calidad	28
11.1.2 Formato del CCD	28
11.1.3 Tamaño del detector	28
11.1.4 Tamaño de píxel y escala de placa	28
11.1.5 Campo de visión del detector	28
11.1.6 Control de ganancia	29
11.1.7 Ruido de lectura	29
11.1.8 Corriente de oscuridad	29
11.1.9 Conversión analógica-digital	29
11.1.10 Eficiencia cuántica	29
11.1.11 Condiciones ambientales de funcionamiento	29
11.1.12 Capacidad del pozo de potencial	29
11.1.13 Obturador	29
11.1.14 Tiempos de exposición	29
11.1.15 Ritmo de capturas	30
11.1.16 Regiones de interés	30
11.1.17 Conexión de la cámara para la adquisición	30
11.1.18 Automatización y programación	30
11.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA RUEDA DE FILTROS	30
11.2.1 Número de posiciones	30
11.2.2 Tamaño de los filtros	30
11.2.3 Interfases mecánicas	30
11.2.4 Interfase de control	30
11.2.5 Posibilidad de sintonización de la longitud de onda	31
11.2.6 Estabilidad de la longitud de onda seleccionada	31
11.2.7 Automatización de la selección de longitud de onda	31
11.2.8 Condiciones ambientales de funcionamiento	31
11.2.9 Accesorios necesarios	31
11.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS FILTROS	31
11.3.1 Pre-filtros para la observación solar	31
11.3.2 Tamaño de los filtros	31
11.3.3 Los filtros requeridos	32
11.3.4 Tolerancia en la longitud de onda central	32
11.3.5 Tolerancia en el ancho de banda	32
11.3.6 Uniformidad de la longitud de onda central	32
11.3.7 Transmisión de los filtros	32
11.3.8 Material para el sustrato de los filtros	32
11.3.9 Paralelismo de las superficies de los filtros	32

1. LISTA DE ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

CEFCA	Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón
GT80	Telescopio de 80cm de Galáctica objeto de esta licitación
GTS	Telescopio Solar de Galáctica objeto de esta licitación
GdA	Gobierno de Aragón
OAJ	Observatorio Astrofisico de Javalambre
OTA	Del inglés Optical Tube Assembly
SAI	Sistema de Alimentación Interrumpida

2. DEFINICIONES

<u>Daño Crítico</u>	Cualquier daño que pueda causar un colapso de la estructura o riesgo de que este se produzca, o un descenso en la disponibilidad del instrumento durante su vida útil, es decir, un daño que alcance el Límite de Supervivencia asumido en el diseño del sistema. También será un daño crítico cualquier daño que impida trabajar dentro de las especificaciones a cualquier subsistema de los telescopios o que constituya un fallo del sistema.
<u>Fallo</u>	Evento que causa una pérdida completa de capacidad para observar que no puede ser recuperada con mantenimiento correctivo (incluyendo la identificación del problema) en menos de 3 horas.
<u>Contratista</u>	Se refiere a la empresa a la que se confía suministro de los diferentes sistemas.
<u>arcsec</u>	Del inglés, segundos de arco.
<u>TBD</u> (del inglés, To Be Defined)	Debe ser Definido” y acordado entre el CEFCA y el contratista en el momento de la firma del contrato o en una fecha acordada durante la duración del contrato.

3. INTRODUCCIÓN

La Fundación CEFCA es una institución del Gobierno de Aragón que tiene por objeto la implementación en la ciudad de Teruel de un centro de investigación denominado Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA), cuya actividad se centra en el desarrollo tecnológico y la operación del Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), en Teruel, y en la explotación científica de los datos que aporte.

Entre las funciones que tiene el CEFCA se encuentra, también, la de equipar el Centro de difusión y práctica de la Astronomía, de nueva construcción, denominado "Galáctica". Dicho centro se encuentra a pocos kilómetros del propio OAJ, en Arcos de las Salinas, también en Teruel. Galáctica dispondrá de diferentes espacios para la práctica de la astronomía y, en particular, ofrecerá a sus usuarios la observación con varios telescopios instalados de forma permanente en edificios con cúpula.

4. OBJETO DEL CONTRATO

El objeto del contrato que regula el presente pliego consiste en el suministro de un telescopio de 80cm (GT80) junto con su instrumentación, así como el de un telescopio para la observación del Sol (GTS), también con su instrumentación. Todo este equipamiento está destinado al Centro de difusión y práctica de la Astronomía, "Galáctica", sito en Arcos de las Salinas, Teruel (a una altura de 1100m y una latitud de 40.0N). Los requerimientos técnicos para dicho sistema, presupuesto y plazos se describen a continuación.

Entre otros, forman parte del objeto del contrato a suministrar los siguientes elementos:

- Para los dos sistemas: telescopio de 80cm y su instrumentación y para el telescopio solar y su instrumentación:
 - Las dos monturas de los telescopios, incluidos los respectivos sistemas de anclaje al suelo.
 - Los dos sistemas ópticos (OTAs) con sendos sistemas de fijación a sus monturas.
 - Instrumentación, con los respectivos adaptadores adecuados para sus OTAs.
 - Todos los accesorios necesarios para cumplir con los requisitos descritos en este Pliego
 - Todo el hardware necesario para operar los mencionados sistemas: telescopio e instrumentación.
 - Software y controladores necesarios para operar dichos sistemas y para programar su operación.
 - Documentación:
 - Manual de operación de ambos sistemas y del software.
 - Documentación técnica de ambos sistemas.
 - Procedimiento para el alineado de la óptica del GT80.

- o Plan de mantenimiento del equipo.

5. PLAZO DE ENTREGA

El plazo de entrega del equipo completo será de 16 meses como máximo desde la firma del contrato, si bien podrán entregarse diferentes partes de este suministro según los hitos que se definen a continuación:

- Hito 1 a las 2 semanas de la firma del contrato: la entrega de la documentación correspondiente al establecimiento de los parámetros definitivos de los telescopios e instrumentos objeto del contrato
- Hito 2 entre 5 y 6 meses como máximo tras la firma del contrato, entrega del GTS junto con su instrumentación.
- Hito 3 entre 6 y 8 meses como máximo tras la firma del contrato, entrega de la instrumentación de GT80 (cámara, rueda de filtros y filtros).
- Hito a los 16 meses tras la firma del contrato, entrega del GT80.

6. PRESUPUESTO

El presupuesto máximo de licitación asciende a la cantidad de 326,000 €, IVA excluido.

7. CONTENIDO DE LAS OFERTAS

En el sobre que contiene la documentación técnica (sobre número DOS) se deberá incluir los siguientes documentos para cada uno de los sistemas: GT80 con su instrumentación y GTS con su instrumentación:

- Documento de especificaciones técnicas de la montura y el telescopio ofertados, así como de cualquier componente opcional que forme parte de la oferta.
- Descripción del software de control. Se incluirá una descripción detallada de la aplicación que permite el control tanto de la montura como de las partes electrónicamente controlables del telescopio.
- Protocolo de mantenimiento. Previsión de fallos según su envergadura.
- Descripción del embalaje para el empaquetado, almacenamiento y transporte del equipo ofertado. Se incluirá un protocolo de transporte.
- Documentación descriptiva de mejoras aportadas voluntariamente por el licitador, con su valoración económica, según precios de mercado, y que no supongan coste adicional para la Fundación.
- Documentación descriptiva del plazo de entrega ofertado. Memoria justificativa en la que se especifiquen las técnicas y soluciones adoptadas para cumplir el mismo.

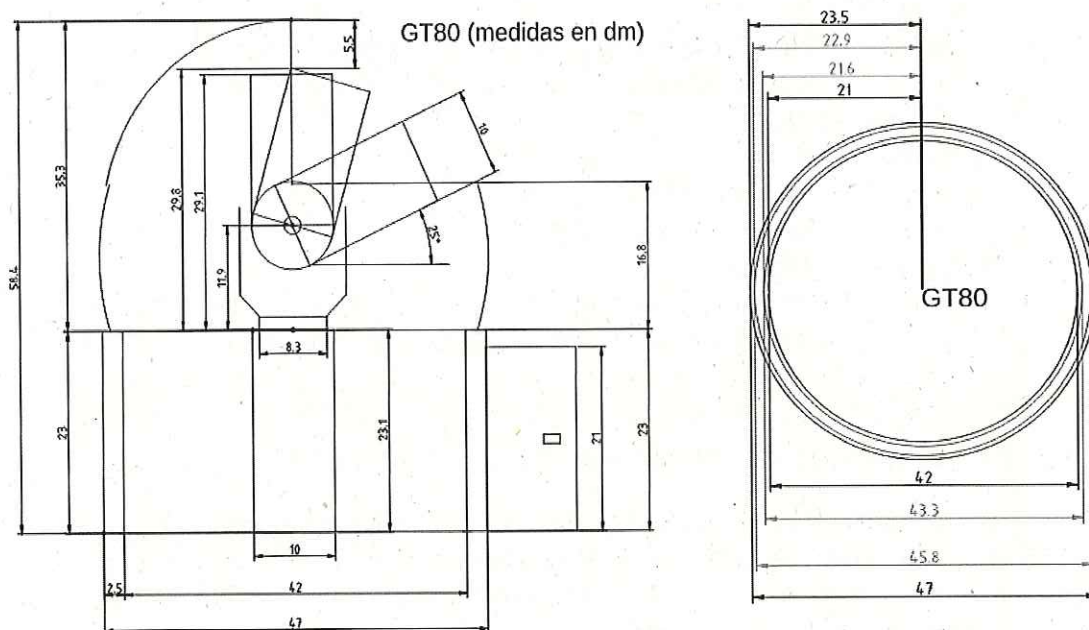
Todas esta documentación, para facilitar la actuación técnica, se aportarán en soporte informático (formato pdf y Zemax® o similar), conteniendo los datos plenamente coincidentes.

8. REQUERIMIENTOS PARA EL TELESCOPIO DE 80cm (GT80)

8.1 Requerimientos físicos

El destino final del suministro será Galáctica, Centro que se encuentra ubicado en el municipio de Arcos de las Salinas (Sierra de Javalambre, Teruel). El equipo debe caber y ser totalmente operativo dentro del edificio destinado a albergarlo. Por lo tanto, sus dimensiones deberán ser adecuadas dado el espacio disponible en el mismo.

El sistema deberá instalarse en el interior del edificio que se denominará, a partir de ahora, Edificio GT80. Éste consiste en un cuerpo cilíndrico completado por una cúpula comercial. En el centro del edificio está dispuesto un pilar de hormigón sobre el cual debe fijarse el sistema para su operación. El volumen generado por la envolvente de todos los movimientos posibles del sistema debe caber en este volumen disponible. Se presenta a continuación esquemas del mismo:



Esquemas del Edificio GT80 que debe albergar la montura y el telescopio licitado. A la izquierda se muestra el alzado y a la derecha la planta del mismo.

8.2 Requerimientos de entorno

8.2.1 Alimentación eléctrica

Galáctica dispondrá de una alimentación ininterrumpida protegida por SAIs funcionando a 220V y 50Hz, a la cual deberá adecuarse el equipo licitado.

8.2.2 Cableado

Para la correcta canalización del cableado y su conexión, la longitud de los cables será de, al menos, 6 metros.

8.2.3 Rangos de operatividad según condiciones meteorológicas

Se define la “plena funcionalidad” como la capacidad del sistema montura-telescopio para poder operar óptimamente, incluidos todos sus subsistemas. A su vez, se define la situación de “supervivencia” como aquella en la que el sistema montura-telescopio dispone de las funcionalidades mínimas necesarias para salvaguardar su integridad y llevarlo hasta su posición de reposo. Se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Velocidad del viento:
 - Plena funcionalidad: hasta 12m/s. Objetivo: hasta 15m/s.
 - Supervivencia (con cerramiento abierto): hasta 20m/s. Objetivo: hasta 25m/s.
- Humedad relativa:
 - Plena funcionalidad: $\leq 90\%$.
 - Supervivencia: $\leq 100\%$.
- Rango de temperatura:
 - Plena funcionalidad: de -5°C a 25°C . Objetivo: de -10°C a 30°C .
 - Supervivencia: de -10°C a 35°C . Objetivo: de -15°C a 35°C .

8.3 Empaquetado, Almacenamiento y Transporte

El contratista deberá entregar la montura y el telescopio, cuya ubicación final será el Edificio GT80 de Galáctica. En la entrega se incluirá el material necesario para que, si la Dirección de Galáctica lo consideran necesario en el futuro, se pueda empaquetar y transportar para reinstalarlo en otra ubicación.

8.4 Requerimientos de Fiabilidad

El sistema montura más telescopio deberá tener una vida útil mínima de 15 años de operación.

8.5 Requerimientos de mantenimiento y soporte

8.5.1 Componentes del equipo

El personal de Galáctica operará el equipo y realizará el mantenimiento del mismo en dicho Centro. Siempre que sea posible, las distintas componentes del equipo deberán ser estándar, comerciales y bien probadas, y deberán ser elegidas de modo que se facilite su mantenimiento.

8.5.2 Repuestos

El equipo formado por la montura y el telescopio deberá ser entregado junto con una lista de los repuestos previstos para la vida mínima de operación de 15 años.

8.5.3 Tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento deberán ser lo más simples posible. Se definirá un protocolo de mantenimiento que será suministrado por el contratista.

8.5.4 Acceso a componentes

Con la finalidad de facilitar el mantenimiento, deberá ser posible desmontar el equipo y acceder, de una manera directa, a los componentes que requieran mantenimiento.

8.6 Requerimientos técnicos y de funcionalidad de la montura

8.6.1 Diseño de la montura

La montura deberá ser altacimutal de tipo horquilla e implementar motores de accionamiento directo ("direct drive"). La montura tendrá una capacidad de carga suficiente, dado el equipo licitado. El anclaje de la montura al suelo de hormigón deberá ser adecuadamente seguro y firme.

8.6.2 Capacidad de carga de la montura

La capacidad de carga de la montura deberá ser adecuada con respecto al peso del telescopio y a los requerimientos de funcionalidad y supervivencia. Ambos ejes tendrán la potencia suficiente para aplicar un momento de fuerza adaptado a la capacidad de carga máxima de la montura. Deberá estar contemplado en ambos ejes un sistema de seguridad que evite fallos o daños críticos causados por eventuales choques del sistema.

8.6.3 Rigidez de la montura

La rigidez del sistema deberá ser tal que, en condiciones de máxima carga, su frecuencia natural sea lo suficientemente alta para que no se den fenómenos de resonancia durante la operación: por el movimiento de seguimiento, las rachas de viento, etc. La primera frecuencia natural del sistema deberá ser mayor que 5Hz. Objetivo: mayor que 10Hz.

8.6.4 Precisión de los "encoders" de la montura

Se requiere una resolución propia de los "encoders" en cada eje mejor que 0.01arcsec.

8.6.5 Frecuencia de consulta de los “encoders” de la montura

El software de control de la montura deberá controlar el posicionamiento absoluto de los dos ejes con una frecuencia superior a 50Hz. Objetivo: mayor o igual que 100Hz.

8.6.6 Precisión del apuntado

Se requiere una precisión de apuntado mejor que 10arcsec (rms), aunque sea necesario para ello aplicar un modelo de apuntado.

8.6.7 Precisión del seguimiento de la montura

Se requiere una precisión en el movimiento de seguimiento mejor que 0.3arcsec (rms) en 5 minutos. Sin autoguiado (aunque sea necesario aplicar un modelo de apuntado) el seguimiento no acumulará derivas mayores que 1arcsec (rms) en 10 min, ni de más de 10arcsec (rms) en 60min.

8.6.8 GPS

El equipo deberá disponer o incorporar un dispositivo GPS que proporcione una base de tiempos suficientemente estable. Objetivo: precisión mejor que 1 μ s.

8.7 Requerimientos técnicos y de funcionalidad del sistema óptico

8.7.1 Diseño óptico

El telescopio será un reflector con estructura abierta (no de tubo cerrado). La configuración óptica será Cassegrain más un espejo terciario plano alimentando dos focos Nasmyth, integrados en la montura de horquilla. Se podrá accionar el espejo terciario para usar uno u otro foco a través de software.

8.7.2 Apertura del telescopio

La apertura efectiva del telescopio, en concreto, el diámetro útil del espejo primario será de, al menos, 800mm.

8.7.3 Relación focal del telescopio

La relación focal nominal del telescopio deberá estar entre f/9 y f/10; ambos inclusive.

8.7.4 Calidad de las superficies ópticas

En toda la apertura, la calidad óptica de las superficies será igual o mejor que $\lambda/8$ (pico a valle) en $\lambda=632.8\text{nm}$ y el número máximo de “scratch/digs” será 80-50.

8.7.5 Calidad de imagen del telescopio

Se requiere que el porcentaje de energía encerrada (EE) sea, como mínimo, de 50% a radios iguales o inferiores a 8 micras, y que la EE sea, al menos, de 80% a radios iguales o inferiores a 15 micras.

8.7.6 Tamaño del campo de visión en el plano focal

El telescopio deberá proporcionar un campo de visión mínimo de 60mm de diámetro en el plano focal cumpliendo con los requerimientos de calidad óptica indicados en el punto anterior. En caso de conseguirlo mediante un corrector de campo, éste deberá ser incluido en el suministro.

8.7.7 Escala de placa del telescopio

La escala de placa del telescopio en el plano focal será entre 24 y 30 arcsec/mm.

8.7.8 Viñeteo del telescopio

En el plano focal, el telescopio deberá ofrecer una región de al menos 60mm de diámetro, con un viñeteo inferior al 2%.

8.7.9 Enfocador para el telescopio

El contratista deberá suministrar un sistema electrónico de enfoque mediante el reposicionado del espejo secundario. Dicho dispositivo deberá permitir el posicionamiento preciso. Es deseable que el dispositivo permita un desplazamiento rápido de forma que el tiempo de espera entre posicionados sea mínimo.

8.7.10 Protección del espejo primario

El sistema deberá contar con una cubierta protectora para el espejo primario, con apertura y cierre electrónico controlable remotamente a través del sistema de control del telescopio.

8.7.11 Ventilación del espejo primario

El telescopio deberá poseer ventiladores a nivel del espejo primario para acelerar y regular el proceso de equilibrio de temperatura de dicho espejo con respecto a la ambiental. La acción de dichos ventiladores deberá ser controlable remotamente a través del sistema de control del telescopio.

8.7.12 Materiales del telescopio

El telescopio deberá estar construido con materiales que minimicen tanto las flexiones debido a la gravedad (lo que optimizará la precisión de apuntado y seguimiento), así como las dilataciones y contracciones producidas por las variaciones térmicas (lo que proporcionará estabilidad óptica y de foco). Dado que el sistema en operación estará expuesto a las condiciones externas, los materiales empleados deberán ser resistentes a la corrosión o estarán convenientemente protegidos contra la misma.

8.7.13 Material de los espejos del telescopio

El material de los espejos primario y secundario deberá tener un coeficiente de expansión térmica de $3 \times 10^{-7} \text{K}^{-1}$, o más bajo, en el rango de temperaturas de supervivencia definido en el apartado 8.2.3.

8.7.14 Reflectividad de los espejos

La reflectividad de cada uno de los espejos será superior al 90%.

8.7.15 Sistema óptico ajustable

El telescopio deberá ofrecer la opción de ajuste de la óptica. El contratista deberá proporcionar el procedimiento a seguir para el alineado de los espejos.

8.7.16 Posibilidad de retirar el espejo primario

Se valorará la posibilidad de extracción del espejo primario del telescopio para tareas de mantenimiento a largo plazo, tales como limpieza del mismo o aluminizado. Se proporcionará un protocolo para retirar dicho espejo.

8.7.17 Limitación de luz difusa

El telescopio deberá incorporar elementos ("baffles") que eviten convenientemente la llegada de luz espuria no deseada al plano focal.

8.8 Requerimientos adicionales

8.8.1 Accesorios varios

El contratista deberá proporcionar los contrapesos y todos aquellos accesorios y adaptadores; p.e. el adecuado para la fijación de la cámara (véase la sección 9) al telescopio, o un sistema derrotador para la misma, necesarios para la operación del sistema en su conjunto, así como de los que permitan o faciliten el ajuste del mismo.

8.8.2 Software de control y manual de uso

El contratista deberá suministrar un software de control del conjunto telescopio más montura, que deberá estar documentado para permitir su operación por el personal de Galáctica. Esta documentación estará redactada, preferentemente, en español o, en su defecto, en inglés.

8.8.3 Entrenamiento al personal del Galáctica

Se proporcionará entrenamiento por parte del contratista al personal de Galáctica encargado del manejo de sistema licitado. La duración será de uno a dos días (TBD) y se incidirá en los principales aspectos del manejo del equipo en general, de sus distintos subsistemas, tanto de forma manual (cuando sea el caso) como de forma automatizada (cuando exista esta opción), así como las principales tareas de mantenimiento. También se abordarán aspectos de seguridad a tener en cuenta relacionados con el uso del equipo.

8.8.4 Operación automatizada y programable

La operación del sistema licitado deberá ser susceptible de programarse mediante scripts. En concreto, el manejo de los subsistemas controlados electrónicamente: ejes de la montura, sistema de enfoque, cubierta protectora del espejo primario, ventiladores del telescopio, etc. deberá ser compatible, por lo menos, con la arquitectura ASCOM y con las librerías del software comercial MaxImDL®. El contratista deberá suministrar los controladores ASCOM necesarios para el control de los equipos suministrados.

8.8.5 Conectores electrónicos de la montura y del telescopio

De forma general, las conexiones eléctricas y electrónicas del sistema deberán ser seguras y adaptadas para funcionar en el exterior, dentro de los límites indicados en el punto 8.2.3, minimizando su sensibilidad a la humedad. Adicionalmente, los elementos eléctricos y electrónicos deberán estar debidamente protegidos ante electricidad estática. Será posible disponer el cableado de forma que se minimice el riesgo de enrollamiento durante la operación; es deseable que el cableado se canalice a través de horquilla. Deberán existir dos conexiones USB, por lo menos, cerca de cada uno de los focos del telescopio.

8.8.6 Manual de uso

El contratista deberá proporcionar la documentación necesaria con la descripción del manejo de los dos sistemas. Dicha documentación se redactará preferiblemente en español o, en su defecto, podrá estar en inglés.

8.8.7 AIV

El contratista realizará el ensamble, implementación y verificación (AIV) en el Centro Galáctica del sistema, incluyendo la propia instalación del equipo y puesta a punto inicial en Galáctica.

8.8.8 Plan de verificación

El adjudicatario, previamente a la entrega del suministro, proporcionará un plan de verificación del correcto funcionamiento del objeto del contrato, especificando las pruebas a realizar (TBD) y deberá ser consensuado con el CEFGA.

8.8.9 Descripción técnica de los sistemas

El contratista deberá proporcionar documentación técnica tanto de la montura como del telescopio. En particular, se valorará que éste proporcione el diseño del sistema óptico, preferiblemente en fichero Zemax[®], y los planos mecánicos y eléctricos de la montura y el telescopio.

8.8.10 Plan de puesta a punto y mantenimiento

Deberá entregarse documentación (en español o en inglés) en la que se detallen los procedimientos a seguir para la puesta a punto del equipo, así como de un plan de mantenimiento del mismo. Cualquier herramienta implicada en tales procedimientos cuyas características no sean estándar será suministrada por el contratista.

8.8.11 Garantía y soporte

El equipo deberá estar garantizado ante defectos y fallos, por al menos, los 2 primeros años tras su instalación. Además, el contratista deberá proporcionar soporte, incluido el sistema de control, cuando éste sea necesario durante el mencionado período. Se considerará como mejora, la extensión, tanto del seguro como del soporte, en sucesivos años.

8.8.12 Telescopio buscador

Se valorará la inclusión de un sistema buscador, incluyendo la interfase mecánica entre éste y el telescopio principal. Su escala de placa y campo de visión serán los adecuados dadas las características del telescopio principal.

8.8.13 Protección del equipo

Se incluirá una funda impermeable para proteger el equipo.

9. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL GT80

9.1 Requerimientos técnicos del detector

9.1.1 Tipo de detector y calidad

Se suministrará una cámara CCD monocromática y del tipo “back-illuminated”. El número de defectos del chip deberá ser compatible con el nivel *grado científico*.

9.1.2 Formato del detector

Éste será de, por lo menos, $2k \times 2k$ píxeles².

9.1.3 Tamaño del detector

El tamaño del chip será mayor o igual que $30 \times 30 \text{ mm}^2$. En combinación con el telescopio (véase la sección 8) el campo de visión del detector tendrá un campo de, por lo menos, $13' \times 13'$.

9.1.4 Tamaño de píxel y escala de placa

El tamaño de píxel será, como máximo, de $15 \times 15 \text{ } \mu\text{m}^2$. En combinación con el telescopio (véase la sección 8) la escala de placa resultante será de 0.5arcsec/píxel o inferior.

9.1.5 Modos de lectura

El detector tendrá una velocidad de lectura igual a 500kHz o más rápida. Se considerará mejora la opción de varios modos de lectura con distinta velocidad. Objetivo: entre 100kHz y 1MHz.

9.1.6 Ruido de lectura

El ruido de lectura será inferior o igual a 10 electrones (rms) a 500kHz. Objetivo: 5 electrones (rms), o menos, en modos de lectura más lentos.

9.1.7 Corriente de oscuridad

A temperatura de operación, la corriente de oscuridad será inferior a 0.1 electrones por píxel y por segundo.

9.1.8 Sistema de enfriamiento del CCD

La cámara dispondrá de un sistema de refrigeración para enfriar el chip de forma que se cumplan los requerimientos de ruido de lectura (sección 9.1.6), corriente de oscuridad (sección 9.1.7) especificados y eficiencia cuántica (sección 9.1.11). En caso de ser necesario algún suministro por parte de Galáctica, esta interfaz deberá ser definida y acordada con CEFCA al inicio del contrato.

9.1.9 Estabilidad de la temperatura del CCD

En cualquier caso, la estabilidad en la temperatura de operación seleccionada será mejor o igual a 0.1°C .

9.1.10 Conversión analógica-digital

Se podrán adquirir imágenes a 16 bits.

9.1.11 Eficiencia cuántica

La eficiencia cuántica del chip será mayor o igual que el 90% entre las longitudes de onda 500nm y 650nm. Asimismo la eficiencia cuántica será mayor o igual que el 70% entre las longitudes de onda 450nm y 750nm.

9.1.12 Condiciones ambientales de funcionamiento

La cámara podrá operar manteniendo sus prestaciones en condiciones ambientales de temperatura dentro del rango que va de -10°C hasta los 30°C , por lo menos, y entre 10% y 90% de humedad relativa.

9.1.13 Capacidad del pozo de potencial

El pozo de potencial de cada píxel tendrá una capacidad de 125000 electrones o más.

9.1.14 Linealidad

Las desviaciones respecto a la respuesta lineal del detector estarán por debajo del 1%.

9.1.15 Obturador

El obturador se adaptará a las dimensiones del detector de forma que no introduzca viñeteo.

9.1.16 Conexión de la cámara para la adquisición

La interfase de la cámara con el ordenador de adquisición al que se conectará será USB 2.0 o versiones mayores.

9.1.17 Automatización y programación

Además de suministrar un software de adquisición afectando tanto a la cámara como a la rueda de filtros (véase la sección 9.2), será posible programar la operación de ambos sistemas. Será compatible con la aplicación comercial MaxImDL[®]. Se proporcionarán un kit de desarrollo de software para el control de dichos sistemas. Es deseable que el software de interfaz sea abierto.

9.2 Requerimientos técnicos de la rueda de filtros

9.2.1 Número de posiciones

La rueda de filtros podrá albergar un mínimo de 8 filtros.

9.2.2 Espacio para los filtros

La rueda estará diseñada de forma tal que el detector (véase la sección 9.1) no sufra viñeteo alguno causado por los límites del espacio destinado a los filtros.

9.2.3 Interfases mecánicas

Se proporcionarán las interfases mecánicas entre la OTA y el derrotador (véase la sección 8.8.1), entre éste y la rueda de filtros, y entre esta última y la cámara. Éstas serán convenientemente rígidas y seguras, dado el peso de la cámara.

9.2.4 Interfase de control

El posicionamiento de los filtros podrá realizarse por software a través de una interfase USB.

9.2.5 Condiciones ambientales de funcionamiento

Las mismas que las descritas para la cámara en la sección 9.1.12.

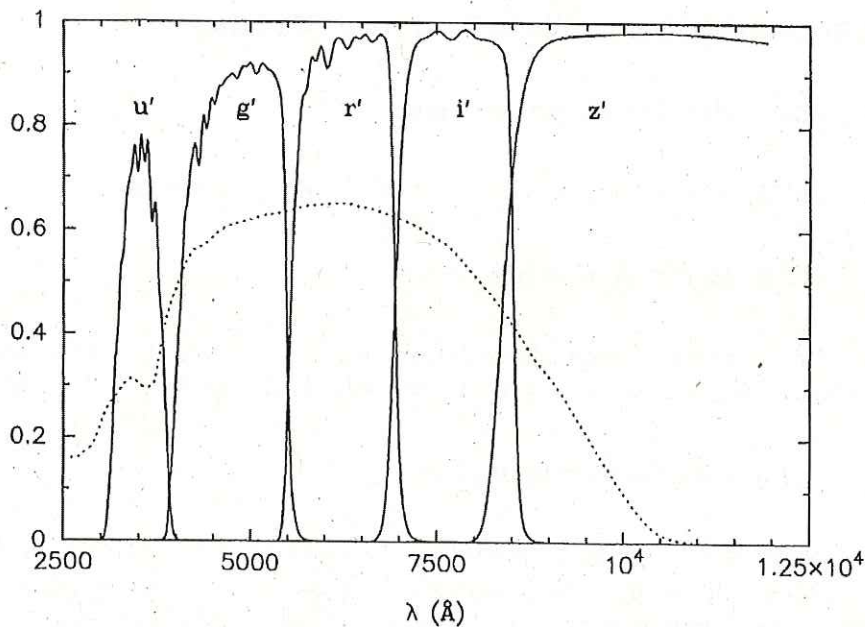
9.3 Requerimientos técnicos de los filtros

9.3.1 Geometría y dimensiones de los filtros

Se requiere una geometría y unas dimensiones para los filtros tales que cubran todo el área del detector suministrado (ver sección 9.1.3) y se ajusten a los requerimientos del fabricante, en cuanto al espacio destinado a albergarlos en la rueda de filtros (ver sección 9.2).

9.3.2 Los filtros requeridos

Los filtros formarán el denominado sistema fotométrico del Sloan Digital Sky Survey (SDSS) (ver Fukugita et al. 1996, *Astronomical Journal* v. 111, p. 1748); concretamente, se deberán suministrar los filtros u' , g' , r' , i' , y z' .



Curvas de transmisión de los filtros del sistema Sloan: u' , g' , r' , g' , i' y z' (curvas continuas). Tomado de Fukugita et al. 1996.

Las longitudes de onda centrales y las posiciones de subida (*cut-on*) y bajada (*cut-off*) de la curva de transmisión de cada filtro (el filtro z' es un filtro pasa-alta y no tiene *cut-off*) se describen en la siguiente tabla. Las posiciones de *cut-on* y *cut-off* se refieren a la longitud correspondiente a una transmisión del 50%.

FILTRO	u'	g'	r'	i'	z'
$\lambda_{\text{central}} \text{ (nm)}$	352.2	480.3	625.4	766.8	911.4
subida (<i>cut-on</i>)	320	401	562	695	820
bajada (<i>cut-off</i>)	385	550	695	844	-

9.3.3 Tolerancia en las longitudes de onda centrales

La tolerancia en la longitud de onda central de cada filtro será de $\pm 1\%$ de las longitudes de onda centrales indicadas en la tabla de la sección 9.3.2.

9.3.4 Tolerancia del *cut-on* y del *cut-off*

La tolerancia en las longitudes de onda del *cut-on* y del *cut-off* de cada filtro será de $\pm 3\text{nm}$ de los valores indicados en tabla de la sección 9.3.2.

9.3.5 Transmisión máxima de los filtros

La máxima transmisión de los filtros será igual o superior al 95%. Para el filtro u', ésta será del 90% o superior.

9.3.6 Bloqueo de transmisión fuera de las bandas

La transmisión de los filtros, fuera de las bandas que lo definen, será menor o igual al 0.03%.

9.3.7 Material para el sustrato de los filtros

Éste será un cristal con calidad óptica sin estrías.

9.3.8 Tolerancia en el paralelismo de los sustratos

Para cada filtro, la tolerancia en el paralelismo del sustrato será de $\pm 0.5\text{arcmin}$.

9.3.9 Error total en el frente de onda transmitido

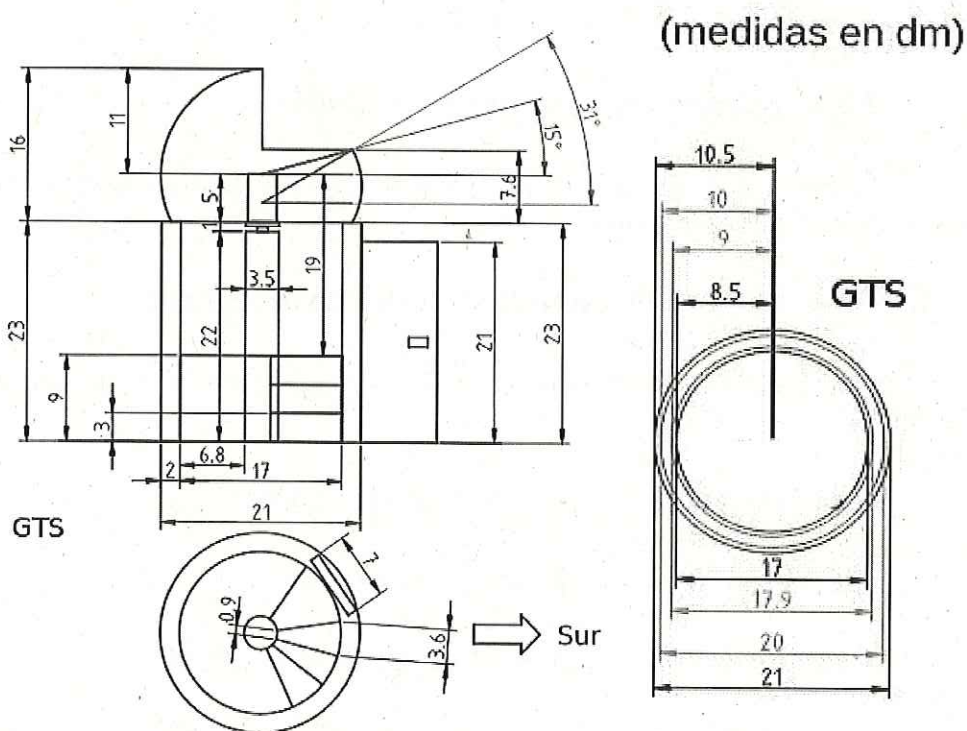
En toda la apertura libre del cada uno de los filtros, el error total (rms) en el frente de onda transmitido será, como máximo, $\lambda/4$.

10. REQUERIMIENTOS PARA EL TELESCOPIO SOLAR (GTS)

10.1 Requerimientos físicos

El destino final del suministro será Galáctica, Centro que se encuentra ubicado en el municipio de Arcos de las Salinas (Sierra de Javalambre, Teruel). El equipo debe caber y ser totalmente operativo dentro del edificio destinado a albergarlo. Por lo tanto, sus dimensiones deberán ser adecuadas para el tamaño disponible en el mismo. Mecánicamente, la montura debe estar adaptada para la observación en torno a la latitud del lugar, que es de 40.0N.

El sistema deberá instalarse en el interior del edificio que se denominará, a partir de ahora, Edificio GTS. Éste consiste en un cuerpo cilíndrico completado por una cúpula comercial. En el centro del edificio está dispuesto un pilar de hormigón sobre el cual debe fijarse el sistema para su operación. El volumen generado por la envolvente de todos los movimientos posibles del sistema debe caber en este volumen disponible. Se presenta a continuación esquemas del mismo:



Esquemas del Edificio GTS que debe albergar la montura y el telescopio licitado. A la izquierda se muestra el alzado y a la derecha y abajo la planta del mismo.

10.2 Requerimientos de entorno

10.2.1 Alimentación eléctrica

Galáctica dispondrá de una alimentación ininterrumpida protegida por SAIs funcionando a 220V y 50Hz, a la cual deberá adecuarse el equipo licitado.

10.2.2 Cableado

Para la correcta canalización del cableado y su conexión, la longitud de los cables será de, al menos, 4 metros. Será posible hacer discurrir el cableado a través del eje de la propia montura, para evitar enrollamientos.

10.2.3 Rangos de operatividad según condiciones meteorológicas

Teniendo en cuenta las definiciones del punto 8.2.3, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Velocidad del viento:
 - Plena funcionalidad: hasta 10m/s. Objetivo: hasta 15m/s.
 - Supervivencia (con cerramiento abierto): hasta 18m/s. Objetivo: hasta 25m/s.
- Humedad relativa:
 - Plena funcionalidad: $\leq 90\%$ (en cualquier situación de temperatura el sistema no condensará por debajo de esta cantidad).
 - Supervivencia: $\leq 100\%$.
- Rango de temperatura:
 - Plena funcionalidad: de -5°C a 25°C . Objetivo: de -10°C a 30°C .
 - Supervivencia: de -10°C a 35°C . Objetivo: -15°C a 35°C .

10.3 Empaquetado, almacenamiento y transporte

El contratista deberá entregar la montura y el telescopio, cuya ubicación final será el Edificio GTS de Galáctica. En la entrega se incluirá el material necesario para que, si la futura Dirección de Galáctica lo considera oportuno en el futuro, se pueda empaquetar y transportar para reinstalarlo en otra ubicación.

10.4 Requerimientos de fiabilidad

El sistema montura más telescopio deberá tener una vida útil mínima de 15 años de operación.

10.5 Requerimientos de mantenimiento y soporte

10.5.1 Componentes del equipo

El personal de Galáctica operará el equipo y realizará el mantenimiento del mismo en dicho Centro. Siempre que sea posible, los distintos componentes del equipo deberán ser estándar, comerciales y bien probadas, y deberán ser elegidas de modo que se facilite su mantenimiento.

10.5.2 Repuestos

El equipo formado por la montura y el telescopio deberá ser entregado junto con una lista de los repuestos previstos para la vida mínima de operación de 15 años.

10.5.3 Tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento deberán ser lo más simples posible. Se definirá un protocolo de mantenimiento que será suministrado por el contratista.

10.5.4 Acceso a componentes

Con la finalidad de facilitar el mantenimiento, deberá ser posible desmontar el equipo y acceder, de una manera directa, a los componentes que requieran mantenimiento.

10.6 Requerimientos técnicos y de funcionalidad de la montura

10.6.1 Diseño de la montura

La montura deberá ser de tipo ecuatorial e implementar motores de accionamiento directo ("direct drive"). Deberá operar a la latitud del lugar (latitud 40,0°N). La montura tendrá una capacidad de carga suficiente, dado el equipo licitado. El anclaje de la montura al pilar existente (TBD) deberá ser adecuadamente seguro y firme.

10.6.2 Capacidad de carga de la montura

La capacidad de carga de la montura deberá estar sobre-dimensionada con respecto al peso de la OTA, el cual no deberá superar el 60% de la capacidad de carga. Ambos ejes tendrán la potencia suficiente para aplicar un momento de fuerza adaptado a la capacidad de carga máxima de la montura. Deberá estar contemplado en ambos ejes un sistema de seguridad que evite fallos o daños críticos causados por eventuales choques del sistema.

10.6.3 Rigidez de la montura

La rigidez del sistema deberá ser tal que, en condiciones de máxima carga, la frecuencia natural sea lo suficientemente alta para que no se den fenómenos de resonancia durante la operación: por el movimiento de seguimiento, rachas de viento, etc. La primera frecuencia natural del sistema deberá ser mayor que 5Hz. Objetivo: mayor que 10Hz.

10.6.4 Precisión de los “encoders” de la montura

Se requiere una resolución propia de los “encoders” en cada eje mejor que 0.05 arcsec.

10.6.5 Frecuencia de consulta de los “encoders” de la montura

El software de control de la montura deberá controlar el posicionamiento absoluto en los dos ejes con una frecuencia superior a 50Hz. Objetivo: mayor o igual que 100Hz.

10.6.6 Precisión en el apuntado

La precisión en el apuntado será igual o mejor que 15arcsec RMS, aunque para ello se necesite un modelo de apuntado.

10.6.7 Precisión del seguimiento de la montura

Se establece una precisión en el movimiento de seguimiento mejor de 0.4arcsec (rms) en 5 minutos.

10.6.8 GPS

El equipo deberá disponer o incorporar un dispositivo GPS que proporcione una base de tiempos suficientemente estable. Objetivo: precisión mejor de 1 μ s.

10.7 Requerimientos técnicos y de funcionalidad del sistema óptico

10.7.1 Diseño óptico

El telescopio será un refractor apocromático que proporcione un campo plano.

10.7.2 Apertura del telescopio

La apertura del telescopio será de 150mm.

10.7.3 Relación focal del telescopio

La relación focal nominal del telescopio deberá ser $f/7$.

10.7.4 Materiales del telescopio

El telescopio deberá estar construido con materiales que minimicen tanto las flexiones debido a la gravedad (lo que optimizará la precisión de apuntado y seguimiento), así como las dilataciones y contracciones producidas por las variaciones térmicas (lo que proporcionará estabilidad óptica y de foco). Dado que el sistema en operación estará expuesto a las condiciones externas, los materiales empleados deberán ser resistentes a la corrosión o estarán convenientemente protegidos contra la misma.

10.8 Requerimientos adicionales

10.8.1 Accesorios varios

El contratista deberá proporcionar los contrapesos y todos aquellos accesorios y adaptadores (p.e. el de la cámara –TBD-) necesarios para la operación del sistema, así como de los que permitan o faciliten el ajuste del mismo.

10.8.2 Software de control y manual de uso

El contratista deberá suministrar un software de control del sistema, que deberá estar documentado para permitir su operación por el personal de Galáctica. Esta documentación estará redactada, preferentemente, en español o, en su defecto, en inglés.

10.8.3 Entrenamiento al personal del Galáctica

Se proporcionará entrenamiento por parte del contratista al personal de Galáctica encargado del manejo de sistema licitado. Se incidirá en los principales aspectos del manejo del equipo en general, de sus distintos subsistemas, tanto de forma manual (cuando sea el caso) como de forma automatizada (cuando exista esta opción), así como las principales tareas de mantenimiento. También se abordarán aspectos de seguridad a tener en cuenta relacionados con el uso del equipo.

10.8.4 Operación automatizada y programable

La operación del sistema licitado deberá ser susceptible de programarse mediante scripts. En concreto, el manejo de los subsistemas controlados electrónicamente, como los ejes de la montura, deberá ser compatible, por lo menos, con la arquitectura ASCOM y con las librerías del software comercial MaxImDL®. El contratista deberá suministrar los controladores ASCOM necesarios para el control de los equipos suministrados.

10.8.5 Conectores electrónicos de la montura

La montura deberá disponer de, por lo menos, dos entradas USB. Asimismo, de forma general, las conexiones eléctricas y electrónicas de ambos sistemas deberán ser seguras y adaptadas para funcionar en el exterior, dentro de los límites indicados en el punto 10.2.3, minimizando su sensibilidad a la humedad. Adicionalmente, los elementos eléctricos y electrónicos deberán estar debidamente protegidos ante electricidad estática.

10.8.6 Manual de uso

El contratista deberá proporcionar la documentación necesaria con la descripción del manejo de los dos sistemas. Dicha documentación se redactará preferiblemente en español o, en su defecto, podrá estar en inglés.

10.8.7 AIV

El contratista realizará el ensamblaje, implementación y verificación (AIV) en el OAJ de ambos sistemas, incluyendo la propia instalación del equipo y puesta a punto inicial en el OAJ.

10.8.8 Plan de verificación

El adjudicatario, previamente a la entrega del suministro, proporcionará un plan de verificación del correcto funcionamiento del objeto del contrato, especificando las pruebas a realizar (TBD) y deberá ser consensuado con el CEFCA.

10.8.9 Descripción técnica de los sistemas

El contratista deberá proporcionar documentación técnica tanto de la montura como del telescopio. En particular, se valorará que éste proporcione el diseño del sistema óptico, preferiblemente en fichero Zemax[®], y los planos mecánicos y eléctricos de la montura y el telescopio.

10.8.10 Plan de puesta a punto y mantenimiento

Deberá entregarse documentación (en español o en inglés) en la que se detallen los procedimientos a seguir para la puesta a punto del equipo, así como de un plan de mantenimiento del mismo. Cualquier herramienta implicada en tales procedimientos cuyas características no sean estándar será suministrada por el contratista.

10.8.11 Garantía y soporte

El equipo deberá estar garantizado ante defectos y fallos por al menos los 2 primeros años tras su instalación. Además, el contratista deberá proporcionar soporte, incluido el sistema de control, cuando éste sea necesario durante el mencionado período. Se considerará como mejora, la extensión, tanto del seguro como del soporte, en sucesivos años.

10.8.12 Telescopio buscador

Se valorará la inclusión de un sistema buscador, incluyendo la interfase mecánica entre éste y el telescopio principal. Su escala de placa y campo de visión serán los adecuados dadas las características del telescopio principal.

10.8.13 Protección del equipo

Se incluirá una funda impermeable para proteger el equipo.

11. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL GTS

11.1 Requerimientos técnicos del detector

11.1.1 Tipo de detector y calidad

Se suministrará una cámara con sensor CMOS monocromática.

11.1.2 Formato del CCD

Éste será de 2048×2048 píxeles².

11.1.3 Tamaño del detector

El tamaño del chip será mayor o igual que $11 \times 11 \text{ mm}^2$.

11.1.4 Tamaño de píxel y escala de placa

El tamaño de píxel será entre $5 \times 5 \text{ }\mu\text{m}^2$ y $6 \times 6 \text{ }\mu\text{m}^2$.

11.1.5 Campo de visión del detector

El detector suministrado, en combinación con el telescopio (ver la sección 10) deberá permitir dos modos de observación: i) observación del disco solar completo, y ii) observación detallada del disco, implicando éste último, un campo de visión reducido, respecto al anterior, de forma que se observe, aproximadamente, un tercio del diámetro del disco solar. A tal fin, se proporcionarán aquellos elementos ópticos necesarios para que sea posible configurar los ambos modos según se considere.

11.1.6 Control de ganancia

La cámara ofrecerá la posibilidad de cierta variación en el control de ganancia: como mínimo de $1\times$ a $3\times$.

11.1.7 Ruido de lectura

El ruido de lectura será inferior o igual a 15 electrones.

11.1.8 Corriente de oscuridad

A una temperatura de referencia de 25°C , la corriente de oscuridad por píxel y por segundo será inferior a 130 electrones.

11.1.9 Conversión analógica-digital

Será posible la adquisición de imágenes a 12 bits.

11.1.10 Eficiencia cuántica

La eficiencia cuántica del chip será mayor o igual que el 50% entre las longitudes de onda 450nm y 620nm. Asimismo la eficiencia cuántica será mayor o igual que el 40% entre las longitudes de onda 420nm y 700nm.

11.1.11 Condiciones ambientales de funcionamiento

La cámara podrá operar manteniendo sus prestaciones en condiciones ambientales de temperatura dentro del rango que va de 0°C hasta los 40°C , por lo menos, y entre 10% y 90% de humedad relativa.

11.1.12 Capacidad del pozo de potencial

El pozo de potencial de cada píxel tendrá una capacidad de 8500 electrones o mayor.

11.1.13 Obturador

La cámara dispondrá de obturador electrónico.

11.1.14 Tiempos de exposición

El rango de tiempos de exposición posibles será, como mínimo, de $50\mu\text{s}$ a 4s.

11.1.15 Ritmo de capturas

El ritmo de captura de imágenes será de, por lo menos, 90fps en el modo de lectura en el que se lea el detector completo.

11.1.16 Regiones de interés

El detector permitirá seleccionar regiones de interés dentro del mismo.

11.1.17 Conexión de la cámara para la adquisición

La interfase de la cámara con el ordenador de adquisición al que se conectará será USB 3.0.

11.1.18 Automatización y programación

Además de suministrar un software de adquisición afectando tanto a la cámara como a la rueda de filtros (véase la sección 11.2), será posible programar la operación de ambos sistemas. Se proporcionarán un kit de desarrollo de software (SDK) para para el control de dichos sistemas.

11.2 Requerimientos técnicos de la rueda de filtros

11.2.1 Número de posiciones

La rueda de filtros podrá albergar, por lo menos, 4 filtros.

11.2.2 Tamaño para los filtros

La rueda proporcionará, en cada una de las posiciones y en la longitud de onda deseada, una apertura libre para el filtro de, por lo menos, 30mm de diámetro.

11.2.3 Interfases mecánicas

Se proporcionarán las interfases mecánicas entre la OTA y la rueda de filtros, y entre esta última y la cámara. Si fueran necesarios elementos intermedios adicionales para cumplir requerimientos, también se suministrarán las interfases correspondientes a ellos. Todas ellas serán convenientemente rígidas y seguras, dados el peso de la cámara y la rueda de filtros.

11.2.4 Interfase de control

El posicionamiento de los filtros podrá realizarse por software a través de una interfase a PC.

11.2.5 Posibilidad de sintonización de la longitud de onda

El sistema, además de permitir la observación en la longitud de onda central del filtro seleccionado, ofrecerá la posibilidad de observar en longitudes de onda desplazadas hacia valores más altos o más bajos entro de un rango de $\pm 0.01\text{nm}$ (respecto la longitud de onda central del filtro) y en pasos de, por lo menos, $\pm 0.005\text{nm}$.

11.2.6 Estabilidad de la longitud de onda seleccionada

La estabilidad en la posición de la longitud seleccionada de onda de cada filtro presente en la rueda será de, por lo menos, $\pm 0.005\text{nm}$. Objetivo: $\pm 0.001\text{nm}$.

11.2.7 Automatización de la selección de longitud de onda

Además de la selección de uno u otro filtro (véase la sección 11.2.4), para cada uno de ellos, existirá la posibilidad de seleccionar la longitud de onda deseada a través de la un ordenador.

11.2.8 Condiciones ambientales de funcionamiento

Las mismas que las descritas para la cámara en la sección 11.1.11.

11.2.9 Accesorios necesarios

Se suministrarán todos aquellos elementos que resulten necesarios para cumplir los requerimientos descritos, tales como las interfases mecánicas, cableado de alimentación, etc.

11.3 Requerimientos técnicos de los filtros

11.3.1 Pre-filtros para la observación solar

Se suministrarán pre-filtros para la entrada del telescopio que bloqueen la radiación ultravioleta e infrarroja con el objetivo de proteger los elementos ópticos del sistema. Las dimensiones del pre-filtro se adecuarán a la apertura del telescopio (véase la sección 10). Se proporcionará el número de pre-filtros adecuados para los dos modos previstos de observación (véase la sección 11.1.5): disco solar completo y detalle. La apertura libre de cada pre-filtro se elegirá de forma que se optimice la observación en ambos modos, teniendo en cuenta los requerimientos descritos en la sección 11.2.

11.3.2 Tamaño de los filtros

El tamaño de los filtros será compatible con la rueda de filtros descrita en la sección 11.2.

11.3.3 Los filtros requeridos

Se suministrarán dos filtros: uno centrado en la longitud de onda de H alfa (longitud de onda central: 656.28nm; ancho de banda: 0.05nm) y otra en la de Ca II K (longitud de onda central: 393.37nm; ancho de banda: 0.20nm).

11.3.4 Tolerancia en la longitud de onda central

Para ambos filtros, ésta será de $\pm 0.01\text{nm}$ para la luz que incida perpendicular a la superficie del filtro.

11.3.5 Tolerancia en el ancho de banda

Para ambos filtros, ésta será de $\pm 0.01\text{nm}$.

11.3.6 Uniformidad de la longitud central

En todo el área de medida de ambos filtros, se valorará que la longitud de onda central no varíe más de $\pm 0.05\text{nm}$.

11.3.7 Transmisión de los filtros

La transmisión de ambos filtros será igual o superior al 4%. En todo caso será la apropiada para obtener con el telescopio (sección 10) y las características del detector (sección 11.1) un nivel de señal adecuado para la observación solar en los dos modos de observación descritos en la sección 11.1.5.

11.3.8 Material para el sustrato de los filtros

Éste será un cristal con calidad óptica con un tratamiento anti-reflejante en las longitudes de onda del visible.

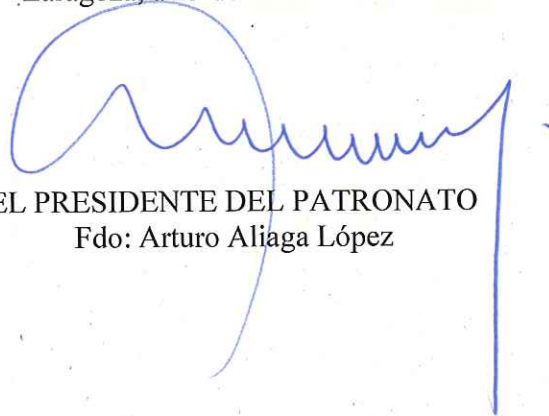
11.3.9 Paralelismo de las superficies de los filtros

El ángulo máximo entre las superficies de los filtros será de 5arcmin.

11.3.10 Error total en el frente de onda transmitido

En toda la apertura libre del cada uno de los filtros, el error total rms en el frente de onda transmitido será, como máximo $\lambda/4$.

Zaragoza, a 23 de febrero de 2015

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'A' followed by a series of loops and a vertical line at the end.

EL PRESIDENTE DEL PATRONATO
Fdo: Arturo Aliaga López