



Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA
EL CONTRATO DE SUMINISTRO DE FILTROS
SLOAN-r Y SLOAN-i PARA JPCAM**

TABLE OF CONTENTS

1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	5
2. LISTADO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	6
3. DEFINICIONES.....	6
4. INTRODUCCIÓN	7
5. ALCANCE DEL CONTRATO	9
6. REQUERIMIENTOS GENERALES	10
6.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	10
6.1.1.....	
<i>Requerimientos funcionales</i>	11
6.1.1.1.....	
<i>Longitud de onda de subida ("cut-on")</i>	11
6.1.1.2.....	
<i>Tolerancia en "cut-on"</i>	11
6.1.1.3.....	
<i>Pendiente de subida</i>	11
6.1.1.4.....	
<i>Longitud de onda de bajada ("cut-off")</i>	11
6.1.1.5.....	
<i>Tolerancia en "cut-off"</i>	11
6.1.1.6.....	
<i>Pendiente de subida</i>	11
6.1.1.7.....	
<i>Transmisión máxima (Tmax)</i>	11
6.1.1.8.....	
<i>Uniformidad de la transmisión máxima</i>	12
6.1.1.9.....	
<i>Planicidad de la función de transmisión</i>	12
6.1.1.10.....	
<i>Intervalo de bloqueo "Short-Wave"</i>	12

6.1.1.11.....	Intervalo de bloqueo "Long-Wave".....	12
6.1.1.12.....	Bloqueo fuera de banda.....	12
6.2. REQUERIMIENTOS FÍSICOS		12
6.2.1.....	Material para el sustrato de los filtros	12
6.2.2.....	Índice de refracción efectivo de los filtros.....	12
6.2.3.....	Reflectividad total de los filtros	12
6.2.4.....	Reflexión interna.....	12
6.2.5.....	Tamaño de los filtros	13
6.2.6.....	Tolerancia en el tamaño de los filtros.....	13
6.2.7.....	Biselado ("bevel")	13
6.2.8.....	Tolerancia en el biselado ("bevel")	13
6.2.9.....	Biselado en las esquinas ("corner chamfer")	13
6.2.10.....	Apertura libre.....	14
6.2.11.....	Espesor del sustrato.....	14
6.2.12.....	Tolerancia en el espesor del sustrato.....	14
6.2.13.....	Espesor del filtro.....	14
6.2.14.....	Rugosidad de la superficie	14
6.2.15.....	Imperfecciones de la superficie	14

6.2.16.....	
<i>Restricción de poros ("pinhole")</i>	<i>14</i>
6.2.17.....	
<i>Restricción de burbujas</i>	<i>15</i>
6.2.18.....	
<i>Máxima cuña</i>	<i>15</i>
6.2.19.....	
<i>Error total de frente de onda transmitido</i>	<i>15</i>
6.2.20.....	
<i>Error local de frente de onda transmitido.....</i>	<i>15</i>
6.3. REQUERIMIENTOS OPERACIONALES	15
6.3.1.....	
<i>Requerimientos de entorno</i>	<i>15</i>
6.3.2.....	
<i>Autofluorescencia.....</i>	<i>15</i>
6.3.3.....	
<i>Marcado del borde.....</i>	<i>16</i>
6.3.4.....	
<i>Empaquetado, almacenamiento y transporte</i>	<i>16</i>
6.3.5.....	
<i>Entrega.....</i>	<i>16</i>
6.4. REQUERIMIENTOS DE FIABILIDAD	16
6.4.1.....	
<i>Vida útil de los filtros.....</i>	<i>16</i>
6.4.1.....	
<i>Durabilidad de los recubrimientos AR</i>	<i>17</i>
6.5. DOCUMENTACIÓN	17
7. PLAN DE TRABAJO	17
8. PLAN DE VERIFICACIÓN.....	17
9. PRESUPUESTO	¡Error! Marcador no definido.
10. PLAZO	¡Error! Marcador no definido.

1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

	Título del Documento	Número de Documento
<i>RD1</i>	OAJ T250 Optical Analysis	OAJ-TRE-AMO-1000-009-is5.pdf
<i>RD2</i>	Update on JPCam window prescription	2126_01_04_is3.pdf

2. LIST OF ACRONYMS AND ABBREVIATIONS

CEFCA	Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón
JPCAM	Instrumento científico para el JST/T250.
FoV	Campo de Visión (Field of View)
OAJ	Observatorio Astrofísico de Javalambre
J-PAS	Javalambre PAU Astrophysical Survey
JST/T250	Telescopio de 2.5m del OAJ
FWHM	Anchura a media altura (Full Width Half Maximum)
AG	Autoguiado
WFS	Sensado de frente de onda

TBC: "Debe ser Confirmado" por el CEFCA durante las negociaciones del contrato o en una fecha acordada durante la duración del contrato.

TBD: "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. DEFINICIONES

<u>Contratista</u>	Se refiere a la empresa a la que se confía el diseño y construcción JPAS-PF.
<u>Temperatura de Referencia</u>	La temperatura de referencia para el cálculo de todas las dimensiones y tolerancias será de 21° C, salvo que se especifique algo diferente.

4. INTRODUCCIÓN

El Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ) es una nueva instalación astronómica instalada en la Sierra de Javalambre (Teruel, Spain) cuyo objetivo principal es el de llevar a cabo cartografiados astronómicos. El OAJ cuenta con dos telescopios de gran campo: el JST/T250, un telescopio de 2.55-m de apertura con un campo de visión (FoV) de 3° de diámetro, y el JAST/T80, un telescopio de 0.83-m de apertura con un FoV de 2° de diámetro. La definición, construcción, operación y explotación científica del OAJ es responsabilidad del CEFGA.

El telescopio JST/T250 cuenta con una escala de placa de 22.67"/mm y un $f/\# = 3.6$. Los 3° de FoV corresponden a 476.4mm [RDI]. El instrumento científico principal de JST/T250 es JPCam (figura 1), una cámara equipada con un mosaico de 14 CCDs de gran formato y nuevo desarrollo. Se trata de los nuevos sensores de 9k x 9k pixeles de 10µm fabricados por e2v. El plano focal se completa con un conjunto de 12 detectores auxiliares: 4 de autoguiado (AG) y 8 de sentido de frente de onda (WFS). JPCam se instalará en el foco cassegrain del JST/T250 y cubrirá gran parte del FoV del telescopio con una escala de pixel de 0.2267 "/pixel.

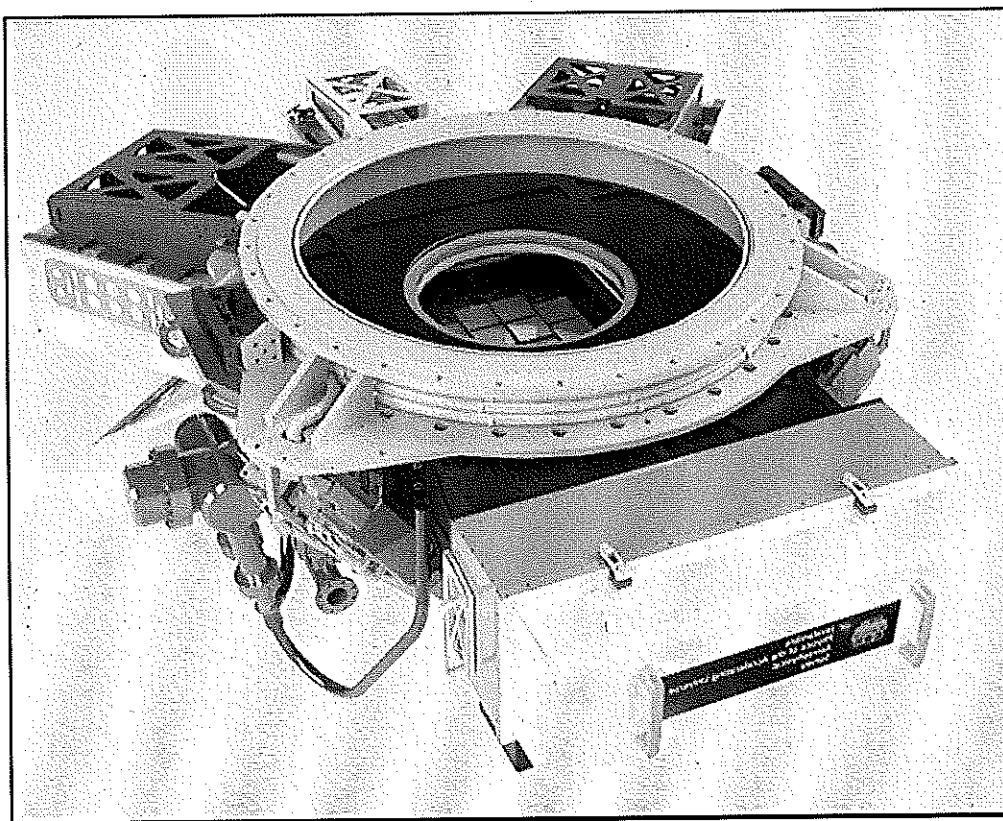
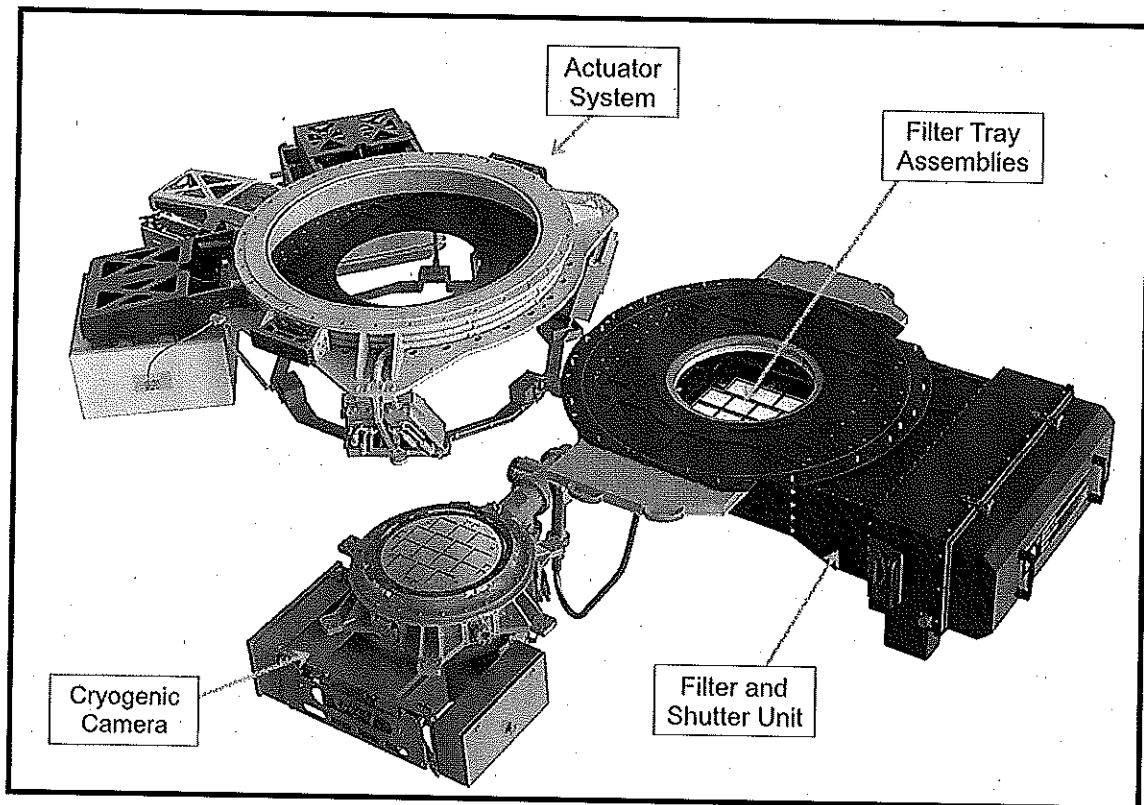


Figura 1: Diseño mecánico de JPCam.

JPCam se está formado por cuatro subsistemas principales (figura 2), a saber: sistema de actuadores (suministrado por *Sener*, España), unidad de obturador y filtros (FSU, diseñado por *Astro-EME*, USA, y suministrado por *The Vacuum Projects*, Spain), los ensamblados de bandeja de filtros (*Jaguar Precision Mechanics*, EEUU) y el subsistema criogénico (*e2v Technologies*, Reino Unido). Los cuatro subsistemas han

superado con éxito las distintas revisiones de diseño final y se encuentran finalizando las diferentes fases de fabricación, integración y pruebas.

La unidad de filtros está diseñada para admitir hasta 5 bandejas de filtros. Cada bandeja montará 14 filtros científicos, 4 de AG y 8 de WFS correspondientes a los 14 CCDs científicos, los 4 de AG y los 8 de WFS del plano focal, respectivamente. Cada detector observará a través de un filtro. La figura 3 muestra el diseño preliminar de una de las

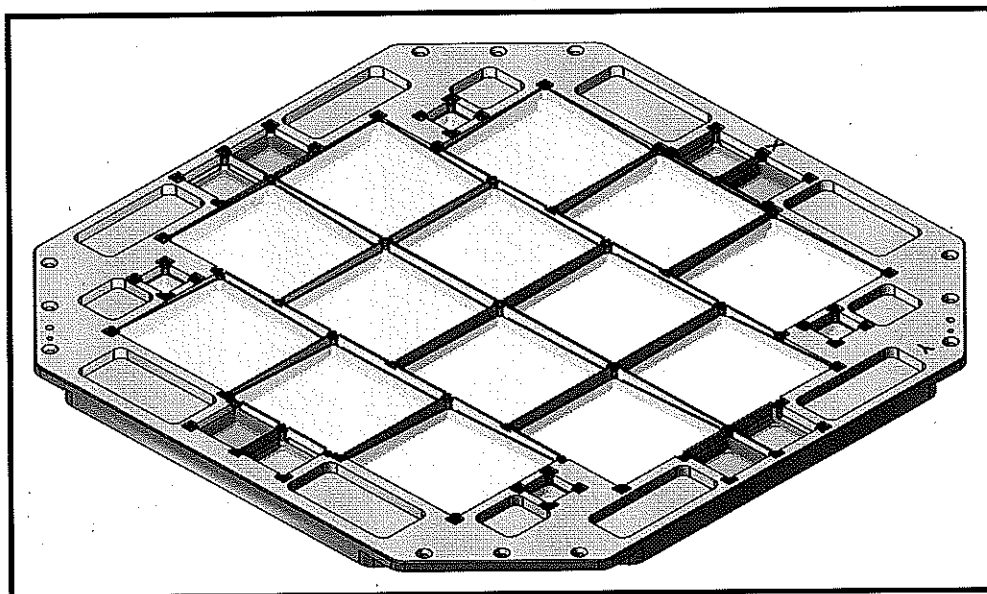


bandejas de filtros.

Figura 2: Subsistemas principales de JPCam.

El OAJ fue declarada Instalación Científico Técnica Singular (ICTS) en 2014. Como tal, el OAJ ofrece acceso abierto a sus telescopios y cámaras desde el 1 de julio de 2016. En la actualidad JPCam dispone de un completo sistema de filtros diseñados para el proyecto J-PAS. Como parte de ese sistema se dispone de una bandeja de filtros que contiene 7 filtros r-SDSS, junto a 4 u- JAVA y 3 g-SDSS.

Esta disposición de los filtros de banda ancha, optimizada para el cartografiado J-PAS, no es sin embargo óptima cuando se pretende hacer un cartografiado de una región del cielo en una o dos bandas anchas. Para el caso de la banda r-SDSS, y dada la distribución de los filtros en la bandeja actual, el disponer de una bandeja con los 14 filtros idénticos supone una ganancia de al menos un 50% en tiempo de observación y una mejora sustancial en la homogeneidad de los datos adquiridos en términos de profundidad. Para el caso de la banda i-SDSS, dado que actualmente no se dispone de



esos filtros, se dota a JPCam de una nueva opción.

Figura 3: Diseño de la bandeja de filtros de JPCam. Se muestran en todo verde claro los 14 filtros científicos. Los filtros de AG aparecen en amarillo, mientras los filtros de WFS aparecen en azul y rojo. JPCam está equipada con 5 bandejas de filtros.

5. ALCANCE DEL CONTRATO

El presente contrato tiene como objetivo proporcionar dos nuevas bandejas de filtros (r, i del sistema SDSS) para la cámara JPCam del telescopio JST/T250 del Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), declarado Instalación Científica Técnica Singular en 2014, con el fin de potenciar la capacidad de muestreo de dicho telescopio a través del "Open Time" más allá de lo que proporciona el cartografiado JPAS y los filtros actualmente disponibles.

En este documento se presentan los requerimientos de los filtros de Sloan para JPCam. Se trata de 14 filtros Sloan-r y 14 filtros Sloan-i para poblar completamente dos bandejas de filtros de JPCam. El número de filtros requerido se muestra en la siguiente tabla 1. El contratista deberá diseñar, fabricar, verificar y suministrar los filtros de Sloan-r y Sloan-i para JPCam. Estos filtros se enviarán empleando paquetes apropiados para el transporte y junto a las cajas o soportes necesarios para almacenar los filtros.

Filtro	Número de unidades
T_{sdss}	14
i_{sdss}	14
Número total de filtros requeridos	28

Tabla 1: Número de filtros Sloan para JPCam requeridos.

6. REQUERIMIENTOS GENERALES

6.1. Requerimientos funcionales

La temperatura de referencia para todas las dimensiones y tolerancias durante el proceso de fabricación de los componentes será de 21 °C.

La figura 4 muestra la curva de transmisión genérica para un filtro ancho. Esta curva de transmisión se detalla en las siguientes secciones. Una vez instalados en JPCam, los filtros operarán cerca del detector en un haz convergente. Las curvas de transmisión especificadas corresponden a los filtros en condiciones de operación, es decir, **los filtros deberán diseñarse para cumplir los siguientes requerimientos cuando se sitúen en un haz convergente de $f/\# = 3.64$, con el rayo principal perpendicular al filtro.**

La tecnología de capas interferenciales deberá optimizarse para minimizar la dependencia de la longitud de onda central con el ángulo de incidencia.

El diseño mecánico de los filtros deberá ser optimizado para minimizar tensiones inducidas por cambios y/o gradientes de temperatura.

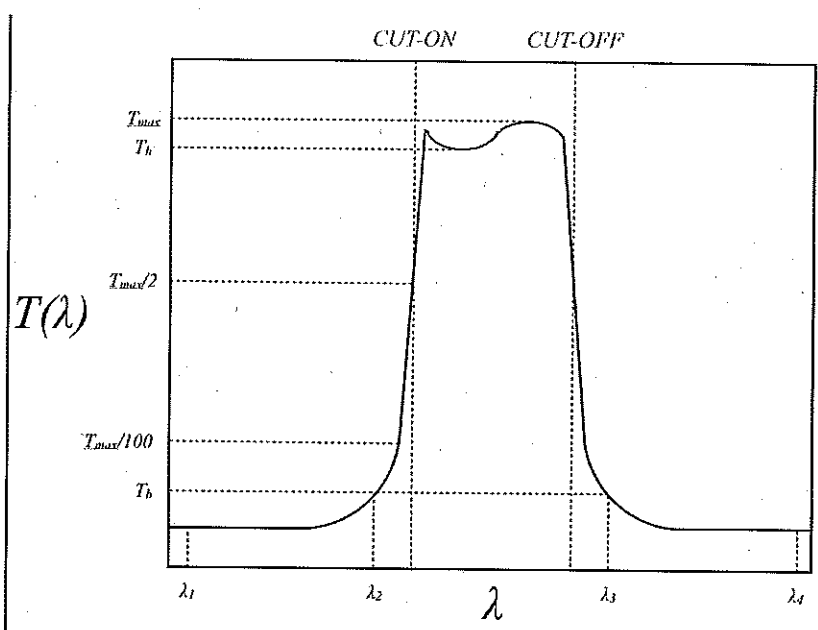


Figura 4: Curva de transmisión genérica para un filtro ancho.

6.1.1. Requerimientos funcionales

6.1.1.1. Longitud de onda de subida ("cut-on")

La tabla 2 muestra las longitudes de onda de subida ("cut-on") de los filtros de Sloan requeridos.

Filtro	CUT-ON (nm)	CUT-OFF (nm)
r_{sdss}	550	700
i_{sdss}	695	850

Table 2: Longitudes de onda de corte de los filtros Sloan¹.

6.1.1.2. Tolerancia en "cut-on"

La tolerancia en longitud de onda de subida "cut-on" será de $\pm 3\text{nm}$.

6.1.1.3. Pendiente de subida

La pendiente de subida, definida como $ABS[\lambda_{80\%(peak)} - \lambda_{5\%(peak)}] / \lambda_{5\%(peak)} * 100$, deberá ser del 1% aproximadamente. El valor de esta pendiente deberá acordarse con CEFCA durante la fase de diseño.

6.1.1.4. Longitud de onda de bajada ("cut-off")

La tabla 2 muestra las longitudes de onda de bajada ("cut-off") de los filtros de Sloan requeridos.

6.1.1.5. Tolerancia en "cut-off"

La tolerancia en longitud de onda de bajada "cut-off" será de $\pm 3\text{nm}$.

6.1.1.6. Pendiente de bajada

La pendiente de bajada, definida como $ABS[\lambda_{80\%(peak)} - \lambda_{5\%(peak)}] / \lambda_{5\%(peak)} * 100$, deberá ser del 1% aproximadamente. El valor de esta pendiente deberá acordarse con CEFCA durante la fase de diseño.

6.1.1.7. Transmisión máxima (T_{max})

¹ En Fukugita et al (1996), AJ, 111, 1748 se pueden encontrar notas de definición y diseño de los filtros de Sloan (SDSS)

La transmisión máxima dentro de la banda de cada filtro será superior al 85% (con el objetivo de >90%).

6.1.1.8. Uniformidad de la transmisión máxima

La transmisión máxima T_{\max} variará menos de $\pm 4\%$ (con un objetivo de $\pm 2.5\%$) a lo largo de la superficie útil del filtro.

6.1.1.9. Planitud de la función de transmisión

La planitud de la función de transmisión dentro de la banda del filtro tendrá una variación (pico-a-valle) menor del 7% de T_{\max} (con un objetivo del 5%).

6.1.1.10. Intervalo de bloqueo "Short-Wave"

Los filtros deberán bloquear la luz cuya longitud de onda esté dentro del intervalo $[\lambda_1, \lambda_2]$, donde $\lambda_1 = 250$ nm y $\lambda_2 = \lambda_{100} - 0.5$ nm, siendo λ_{100} la longitud de onda en la cual la transmisión del filtro es $T_{\max}/100$, con $\lambda_{100} < CW$.

6.1.1.11. Intervalo de bloqueo "Long-Wave"

Los filtros deberán bloquear la luz cuya longitud de onda esté dentro del intervalo $[\lambda_3, \lambda_4]$, donde $\lambda_4 = 1050$ nm (con un objetivo de 1100 nm) y $\lambda_3 = \lambda'_{100} + 0.5$ nm, siendo λ'_{100} la longitud de onda en la cual la transmisión del filtro es $T_{\max}/100$, con $\lambda'_{100} > CW$.

6.1.1.12. Bloqueo fuera de banda

La transmisión máxima dentro de los intervalos de bloqueo "short-wave" y "long-wave" (T_b) será menor de $10^{-5} \cdot T_{\max}$ en promedio.

6.2. Requerimientos físicos

6.2.1. Material para el sustrato de los filtros

El material de referencia para el sustrato de los filtros deberá ser suprasil o B270.

6.2.2. Índice de refracción efectivo de los filtros

El índice de refracción efectivo de los filtros estará en el rango $[1.45, 1.56]$, siendo el objetivo tener el índice de refracción efectivo lo más próximo posible al del suprasil.

6.2.3. Reflectividad total de los filtros

La reflectividad total deberá ser inferior al 5% (objetivo del 2.5%) dentro del paso-banda del filtro.

6.2.4. Reflexión interna

Los filtros se diseñarán para evitar reflexiones internas susceptibles de crear fantasmas perceptibles en las imágenes finales. La intensidad de luz parásita será al menos seis órdenes de magnitud menor que la intensidad de luz incidente.

6.2.5. *Tamaño de los filtros*

Los filtros serán rectangulares, con una dimensión de 101.7mm x 96.5mm (ver figura 9).

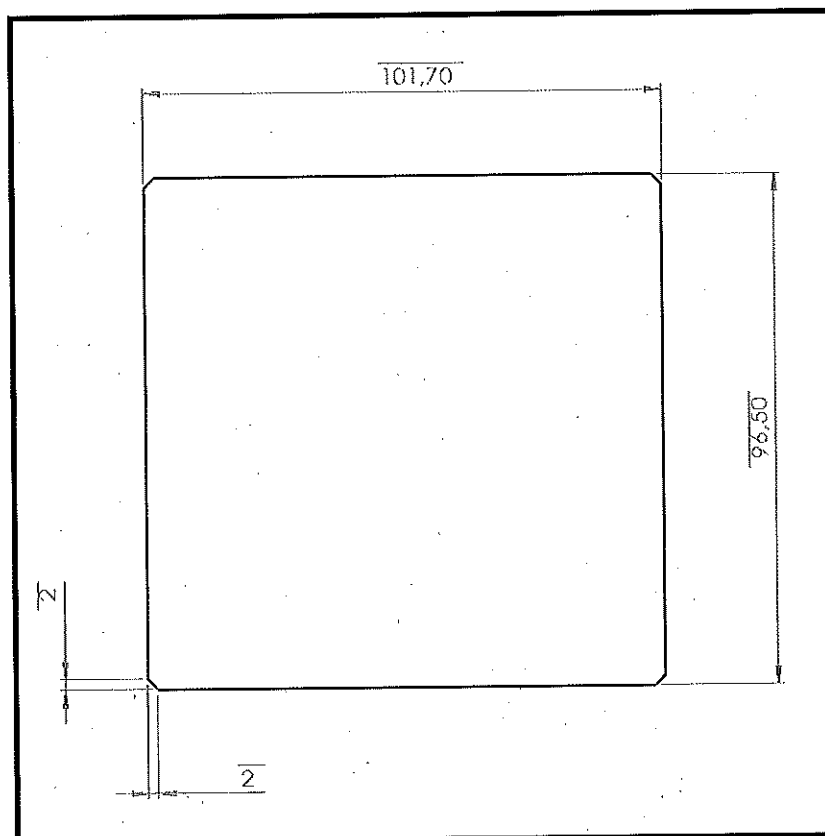


Figura 9: Dimensiones de los filtros. Unidades en mm.

6.2.6. *Tolerancia en el tamaño de los filtros*

La tolerancia en el tamaño de los filtros es de ± 0.1 mm.

6.2.7. *Biselado ("bevel")*

Los filtros tendrán un biselado de 0.1 mm (a 45°) en todos sus lados.

6.2.8. *Tolerancia en el biselado ("bevel")*

La tolerancia en el biselado será de $+0/-0.05$ mm.

6.2.9. *Biselado en las esquinas ("corner chamfer")*

Los filtros tendrán un biselado de 2 mm (a 45°) en sus esquinas (ver figura 9).

6.2.10. Apertura libre

La apertura libre de los filtros será igual al tamaño físico de los filtros menos el tamaño de los biselados descritos en el requerimiento 6.2.7.

Nota: Los filtros operarán en un haz convergente por lo que la apertura libre en condiciones de operación estará limitada por la superficie superior (cono de luz incidente). La superficie inferior tiene un menor impacto en la apertura libre del filtro.

6.2.11. Espesor del sustrato

El espesor del sustrato será de 8mm si su índice de refracción (RI) efectivo es igual que el del Suprasil. Si el RI efectivo (incluyendo recubrimientos) es distinto al del Suprasil entonces el espesor deberá calcularse para cada tipo de filtro garantizando así la calidad de imagen en las imágenes finales. En este caso, el contratista proporcionará los detalles necesarios del diseño de los filtros (incluyendo recubrimientos, espesores y su RI, sustratos y su RI,...). CEFCA realizará el análisis óptico del sistema basándose en el diseño de cada filtro y proporcionará al contratista el espesor requerido para el sustrato del mismo.

6.2.12. Tolerancia en el espesor del filtro

La tolerancia en el espesor del filtro de los filtros será de $\pm 40 \mu\text{m}$, con un objetivo de $\pm 20 \mu\text{m}$.

Si el diseño del filtro incluye más de un sustrato el error acumulado en el espesor de los diferentes sustratos será menor de $\pm 40 \mu\text{m}$, con un objetivo de $\pm 20 \mu\text{m}$.

6.2.13. Espesor del filtro

El espesor del filtro, incluyendo sustratos, recubrimientos y cualquier componente adicional, será inferior a 8.0mm.

6.2.14. Rugosidad de la superficie

El sustrato de los filtros deberá pulirse hasta conseguir una rugosidad de la superficie de 2 nm R.M.S. o mejor a lo largo de toda la superficie útil del filtro. Los recubrimientos deberán estar incluidos en este requerimiento.

6.2.15. Imperfecciones de la superficie

La calidad de la superficie de los filtros deberá cumplir con las especificaciones 60/40 scratches/digs MIL-C-13830A. Los recubrimientos deberán estar incluidos en este requerimiento.

6.2.16. Restricción de poros ("pinhole")

Ningún poro deberá ser visible a simple vista tal y como se define en Mil-O-13830A. Los recubrimientos deberán estar incluidos en este requerimiento.

6.2.17. Restricción de burbujas

La sección eficaz total de todas las burbujas/inclusiones mayores de ≥ 0.03 mm deberá ser menor que 0.5 mm^2 por 100 cm^3 de volumen de cristal.

6.2.18. Máxima cuña

La máxima cuña del filtro será menor de 30 arcsec.

6.2.19. Error total de frente de onda transmitido

El error RMS de frente de onda transmitido RMS deberá ser de $\lambda/2$ a 632.8 nm en toda la apertura libre del filtro (con un objetivo de $\lambda/4$).

6.2.20. Error local de frente de onda transmitido

El error RMS de frente de onda transmitido RMS deberá ser de $\lambda/8$ a 632.8 nm en cualquier sub-apertura 25mm x 25mm (con un objetivo de $\lambda/16$).

6.3. Requerimientos operacionales

6.3.1. Requerimientos de entorno

Los filtros estarán diseñados para operar y sobrevivir en las condiciones generales del OAJ. En particular, deberán operar en las condiciones mostradas en la siguiente tabla.

	Condiciones nominales	Límite de operación	Límite de supervivencia
Temperatura	-15°C a +10°C	-20°C a +20°C	-25°C a +25°C
Variación térmica (durante la noche) en 15 minutos	0°C a 0.9°C	N/A	N/A
Variación térmica (durante la noche) 1 hora	0°C a 1.8°C	N/A	N/A
Variación térmica (durante la noche) 2 horas	0°C a 2.4°C	N/A	N/A
Humedad relativa	2% a 90%	95% (o condensación)	0% al 100% con condensación

Los filtros deberán cumplir los requerimientos cuando operen en condiciones nominales, así mismo, deberán poder operar dentro de los límites de operación establecidos aunque no necesariamente cumpliendo con los requerimientos. En condiciones de supervivencia no se espera que los filtros estén operando.

6.3.2. Autofluorescencia

Si los filtros muestran autofluorescencia, esta deberá ocurrir en una longitud de onda que esté fuera del intervalo de sensibilidad de los CCDs [250nm, 1050nm] (con un objetivo de [200nm, 1100nm]). La figure 10 muestra la curva de sensibilidad de los CCDs. Si algún filtro mostrase autofluorescencia en longitudes de onda dentro del rango de sensibilidad de los CCDs, el diseño del filtro deberá bloquear esta autofluorescencia para evitar que incida sobre los CCDs.

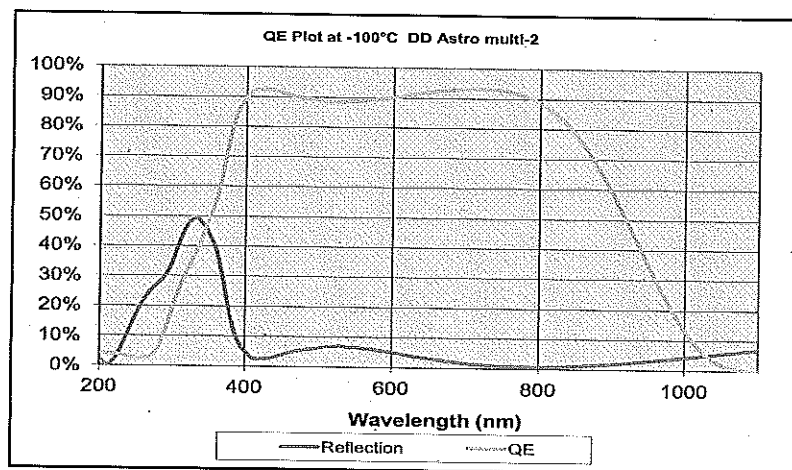


Figura 10: Curva de eficiencia cuántica de los CCDs.

6.3.3. Marcado del borde

El borde de los filtros deberá estar marcado con el nombre del cliente, descripción del filtro, orientación del filtro y el código de fabricación correspondiente.

6.3.4. Empaquetado, almacenamiento y transporte.

El equipo suministrado como resultado del presente contrato deberá ser limpiado y preparado para su envío en las dependencias del contratista. El embalaje se diseñará para soportar las condiciones normales de transporte por aire y mar. Además, el embalaje se diseñará para permitir su uso en tareas de mantenimiento preventivo y reparación. Deberá permitir al menos 10 procesos de empaquetado y desembalaje manteniendo todas sus prestaciones.

Los filtros se entregarán junto con las cajas o soportes necesarios para almacenar los filtros largos periodos de tiempo. El diseño de estas cajas o soportes deberá evitar que los filtros se dañen bajo las condiciones de la sala limpia del OAJ durante un periodo de tiempo superior a 5 años.

6.3.5. Entrega

El contratista deberá entregar los filtros de Sloan para JPCam en la sede central del CEFCA, situada en Plaza San Juan 1, planta 2, E44001, Teruel.

6.4. Requerimientos de fiabilidad

6.4.1. Vida útil de los filtros

Los filtros deberán estar diseñados para tener una vida útil mínima de 10 años.

6.4.1. Durabilidad de los recubrimientos AR

La durabilidad mínima de los recubrimientos AR deberá cumplir con la especificación MIL-C-48497A.

6.5. Documentación

Para cada filtro se deberá proporcionar la siguiente documentación:

- Fichero ASCII con la curva de transmisión del filtro bajo condiciones de operación ($f/\lambda=3.64$) en %T. Los datos de transmisión se medirán en varias posiciones a lo largo de la superficie útil del filtro (ver plan de verificación).
- Fichero ASCII con la curva de reflectividad del filtro bajo condiciones de operación ($f/\lambda=3.64$) en %R. Los datos de reflectividad se medirán en varias posiciones a lo largo de la superficie útil del filtro (ver plan de verificación).
- Certificado de aceptación.
- Procedimiento de limpieza de los filtros.

7. PLAN DE TRABAJO

Durante el proceso de fabricación de los filtros J-PAS se identifican 3 fases principales:

- **Fase 1. Diseño.** Durante esta fase el contratista producirá el diseño detallado de los filtros de modo que cumplan con los requerimientos. Este diseño detallado deberá ser acordado y aprobado por CEFCA.
- **Fase 2: Fabricación y verificación.** Durante esta fase, el contratista fabricará los filtros. La funcionalidad de los filtros se verificará en las instalaciones del contratista. Se invitará a personal del CEFCA a asistir a las pruebas de verificación para que certifiquen el cumplimiento de los requerimientos. Este proceso finalizará con la aceptación preliminar de los filtros.
- **Fase 3: Empaquetado, envío al CEFCA y verificación.** Tras la aceptación preliminar, los filtros se empaquetarán y enviarán a la sede del CEFCA, en Teruel. Los filtros se enviarán limpios. El contratista será responsable tanto del coste como del riesgo del envío de los filtros desde sus instalaciones al CEFCA. Los filtros llegarán al CEFCA en no mas de 2 semanas desde la aceptación preliminar. CEFCA realizará todas las pruebas necesarias para verificar la integridad y funcionalidad de los filtros.

8. PLAN DE VERIFICACIÓN

Los requerimientos de los filtros se demostrarán y validarán en las instalaciones del contratista. El contratista propondrá una matriz de verificación diseñada para demostrar el cumplimiento de los requerimientos. Esta matriz de verificación deberá ser acordada y aprobada por en CEFCA. Las pruebas de verificación se realizarán siguiendo los métodos de verificación acordados.

Zaragoza, a 27 de abril de 2016
La PRESIDENTA DEL PATRONATO



Fdo: Pilar Alegría Continente