

7º Congreso Español de Metrología

METROLOGÍA DE UN REFLECTOR DESPLEGABLE PARA EL ESPACIO CON FOTOGRAMETRÍA DE RANGO CERCANO Y LIDAR DE ALTA PRECISIÓN

José Luis Lerma⁽¹⁾, Iván Bravo⁽²⁾, Miriam Cabrelles⁽¹⁾, José Luis Rubio⁽²⁾, Eduardo Margallo⁽²⁾, Jorge Pinazo⁽³⁾ y Grégory Pandraud⁽²⁾



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



European Space Agency

Ommatidia LiDAR

- ▶ Fundada en 2020
- ▶ Sedes en España y Holanda
- ▶ Actualmente somos 8 personas y creciendo
- ▶ EIC Sello de Excelencia 2021
 - ▶ Vehículos autónomos
- ▶ Primer producto disponible
 - ▶ Metrología industrial
 - ▶ Aeroespacial
 - ▶ Ingeniería civil...

Parque Científico - Madrid

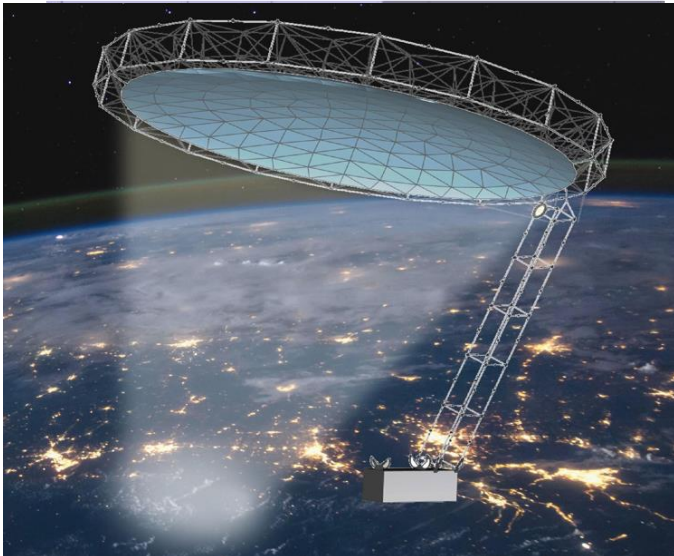


Rijswijk

<https://ommatidia-lidar.com/q-series/>

Proyecto

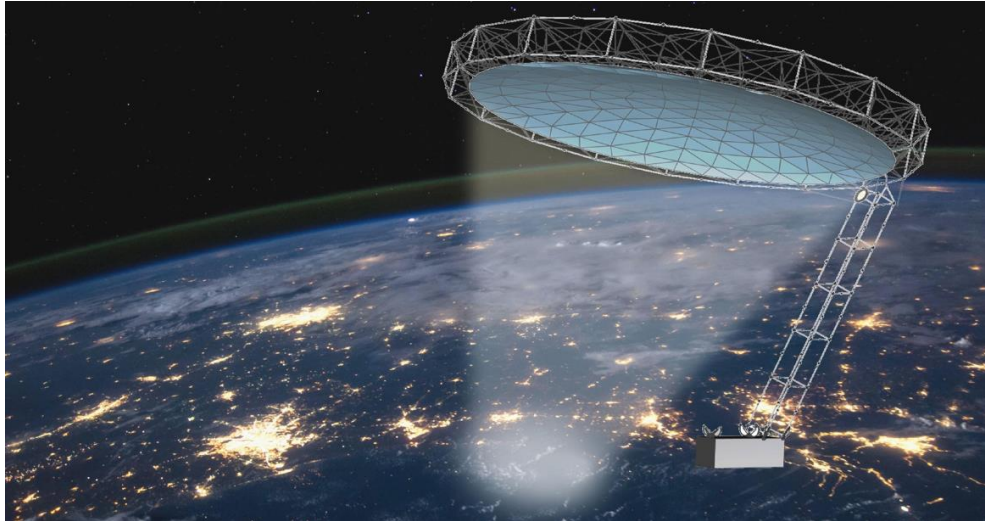
Proyecto con la ESA – “In-orbit surface metrology for large deployable reflectors”



Desarrollo de un instrumento de metrología TRL 4 para la caracterización de reflectores desplegados en el espacio

Reflectores desplegados

Proyecto con la ESA – “In-orbit surface metrology for large deployable reflectors”



- ▶ Reflectores desplegados incluidos en misiones para observación de la Tierra y telecomunicaciones
- ▶ Tamaño y peso reducidos para enviarlos al espacio, ajustándose a las limitaciones de los lanzadores espaciales
- ▶ Permite enviar reflectores con aperturas de diámetros mayores al espacio que con reflectores rígidos



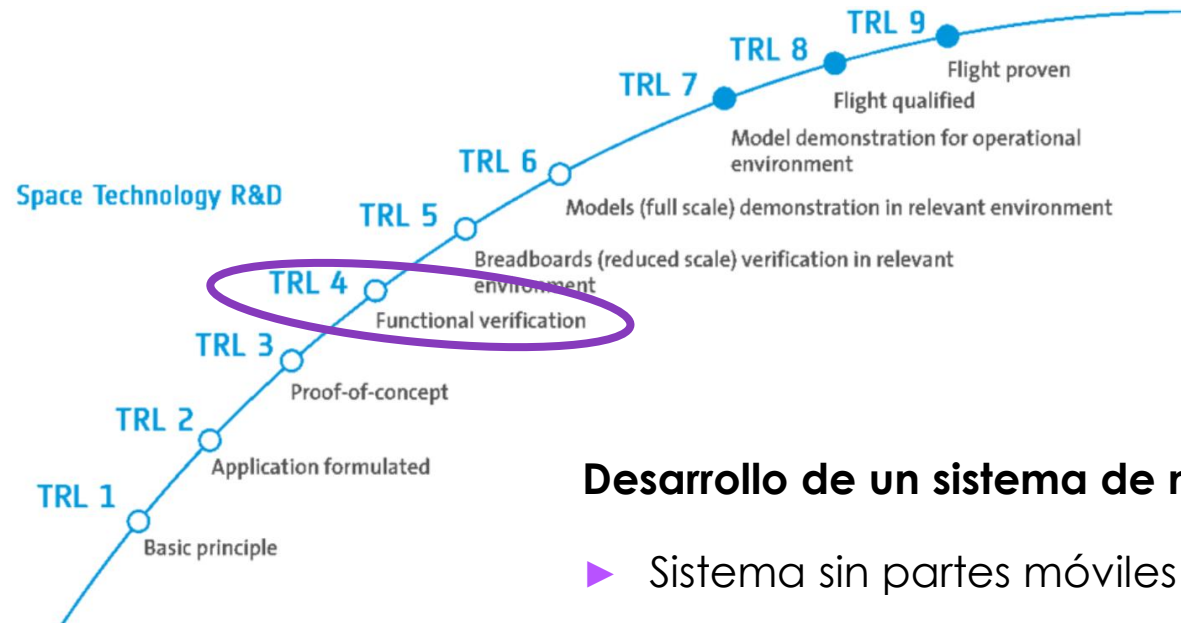
75% del diámetro



Completamente abierto

Objetivo del proyecto

Proyecto con la ESA – “In-orbit surface metrology for large deployable reflectors”



Desarrollo de un sistema de metrología de TRL 4 para servicios en órbita:

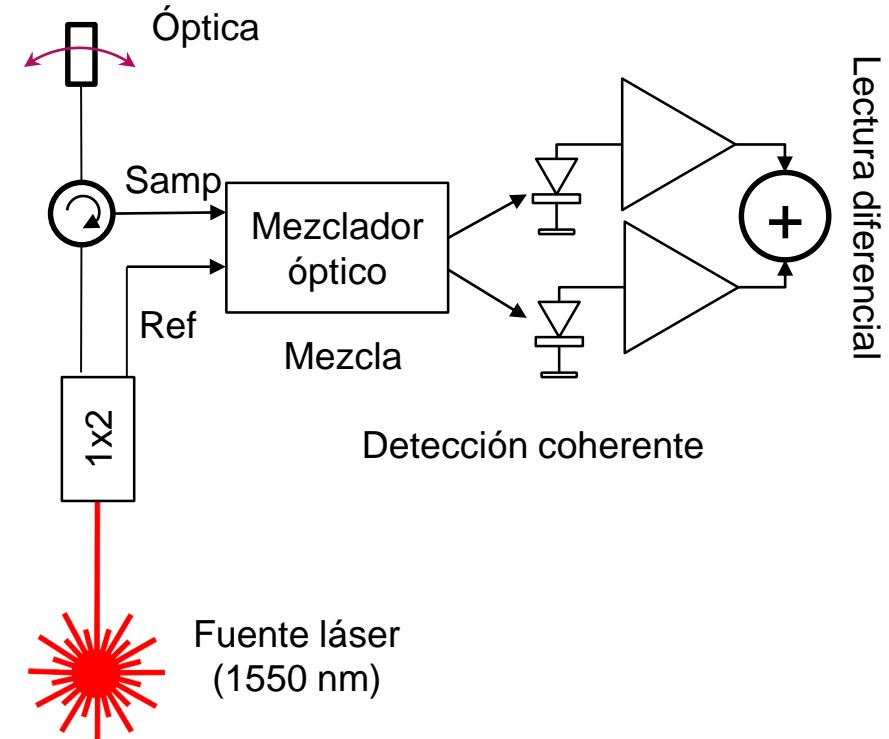
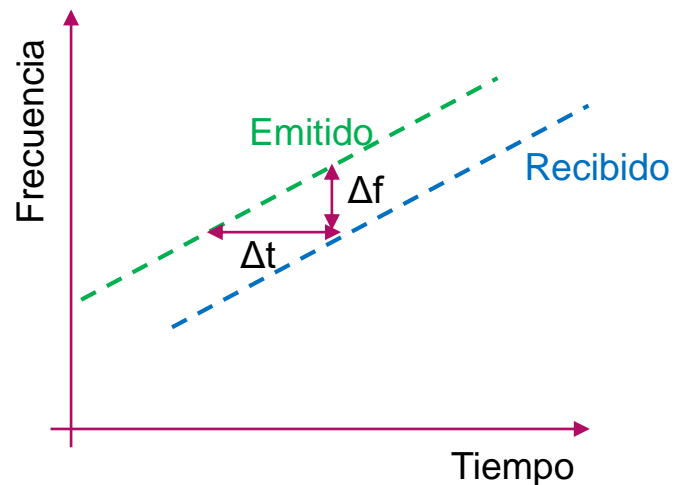
- ▶ Sistema sin partes móviles para minimizar daños durante el lanzamiento
- ▶ Compacto (peso y dimensiones reducidas)
- ▶ Robusto ante interferencias con la radiación solar
- ▶ Alta precisión que permita caracterizar reflectores en bandas de frecuencia alta

Sensor 3D Ommatidia LiDAR

Principio de funcionamiento

➤ Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW)

- **Emisión (Señal de Referencia – oscilador local):** Láser de onda continua modulado en frecuencia
- **Recepción (Señal de la escena):** señal desfasada
- Ambas señales se mezclan ópticamente dentro del sensor 3D: frecuencia de batido → distancia

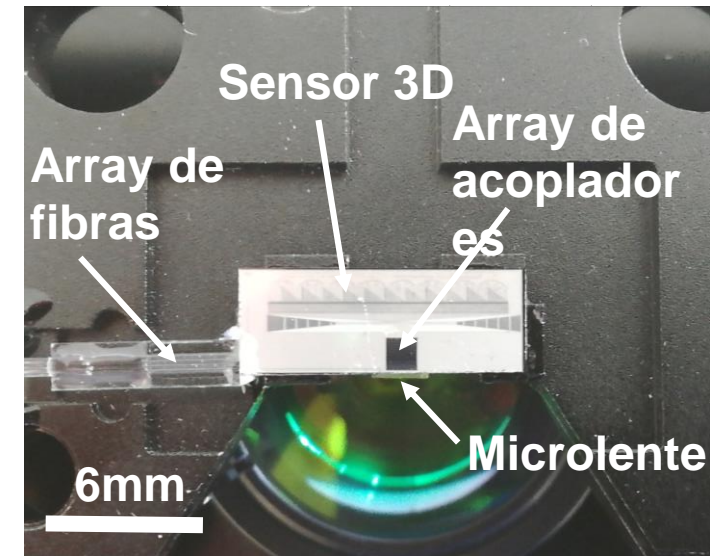
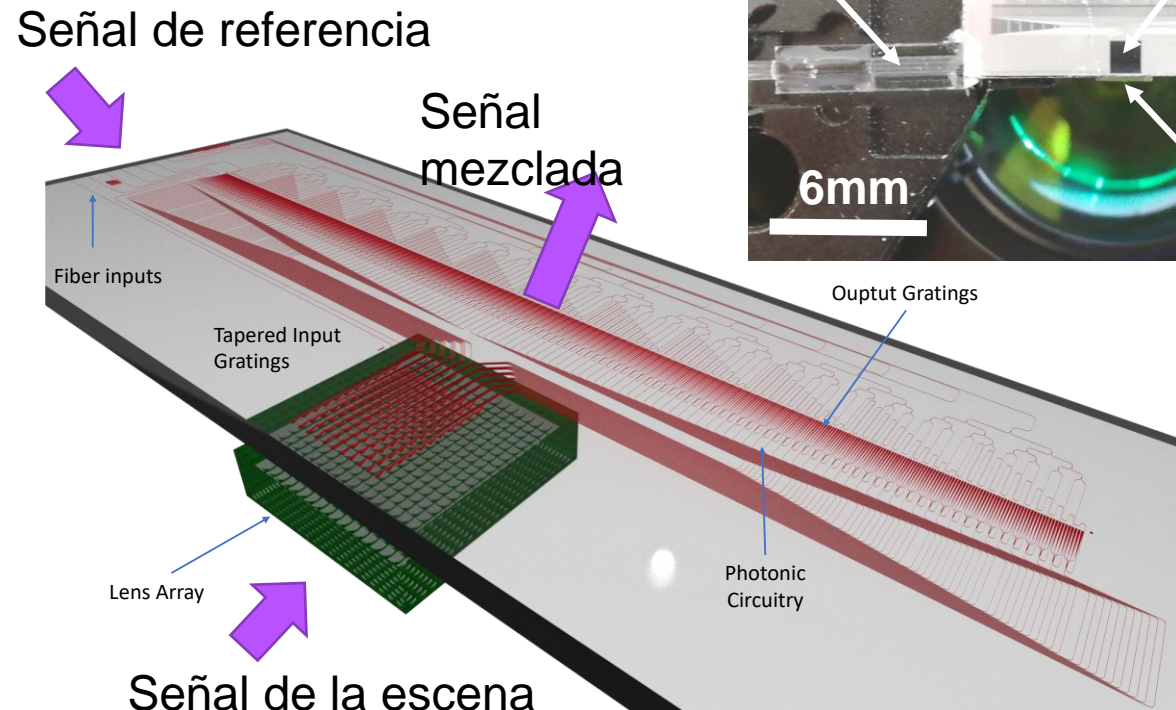


Sensor 3D Ommatidia LiDAR

Tecnología - Receptor fotónico

Sensor 3D basado en el principio de FMCW:

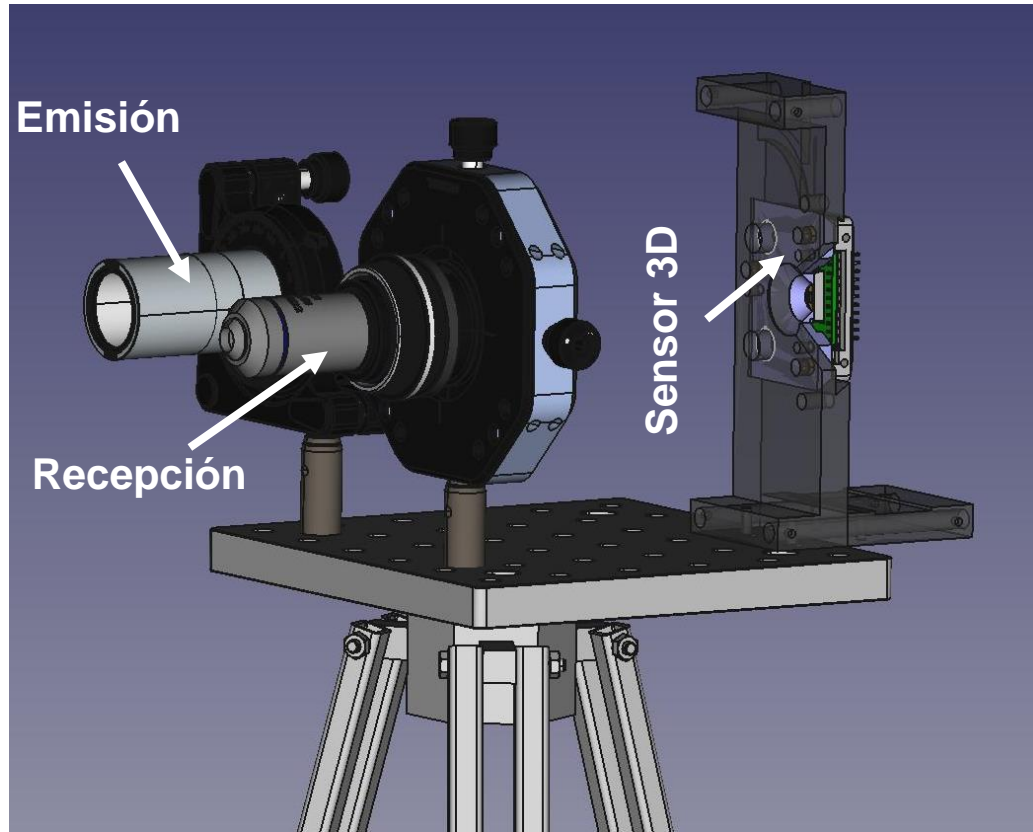
- 100 canales de medida simultánea con un sensor circuito fotónico integrado
 - 100 interferómetros en un sensor de 5mm x 12mm → 100 medidas simultáneas en paralelo
 - Luz recogida de la escena con un conjunto de 100 redes acopladores micrométricos y un array de microlentes
 - Visión de campo del sensor extendida a 45° con un objetivo estándar



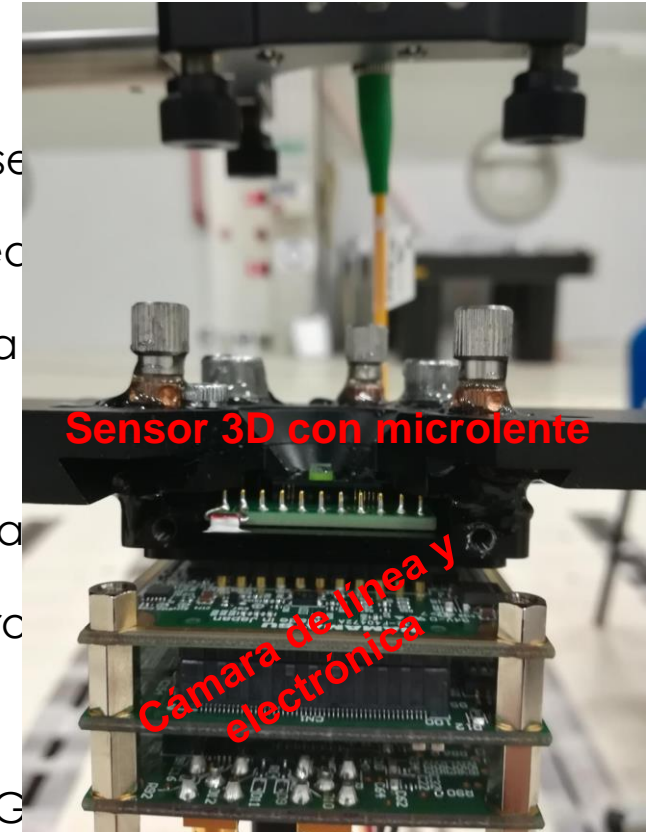
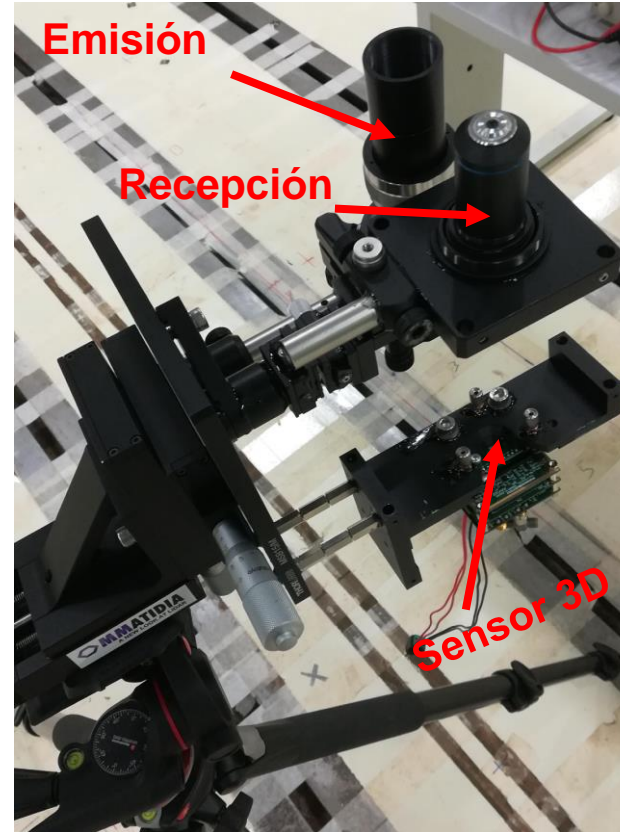
Sensor fotónico 3D – 100 canales en un array de 10x10

Diseño e Implementación

Instrumento de metrología (lidar coherente multicanal) desarrollado



Componentes principales



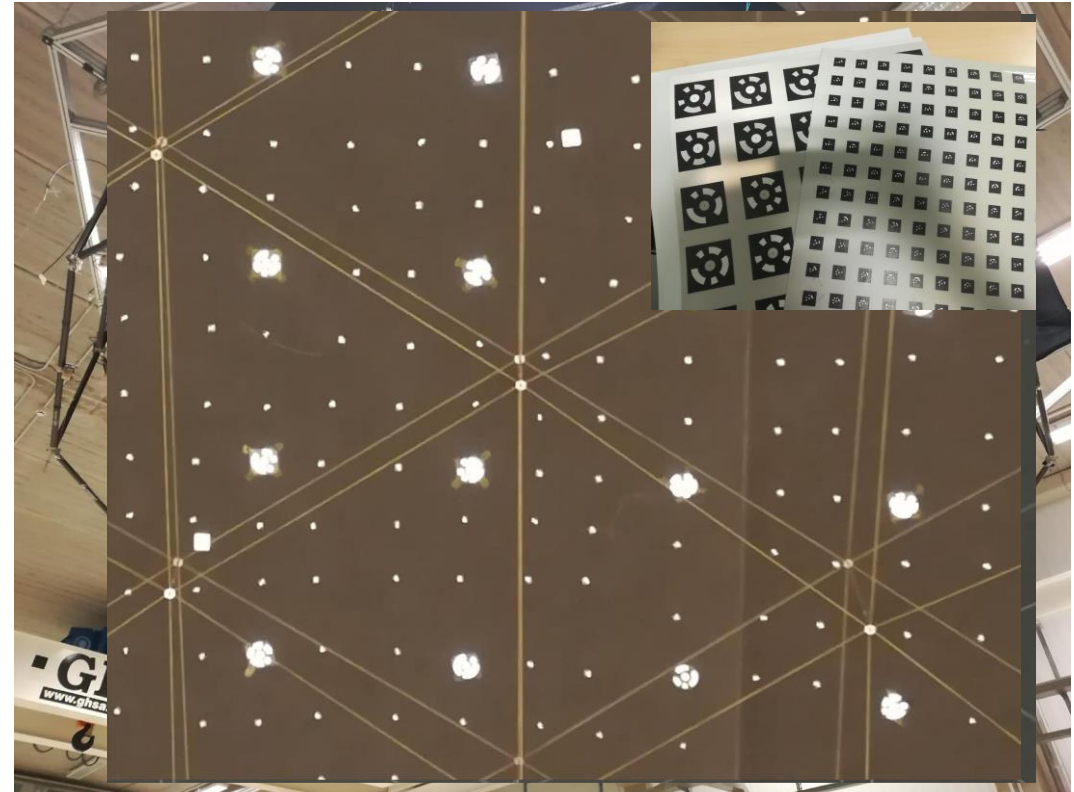
láser
mec
tiva
nda
Micro
FPGA

Configuración de medida

Reflector desplegable y retroreflectores



Setup del reflector desplegable en Tekniker



Marcadores retroreflectores adhesivos

Medidas – LiDAR multicanal

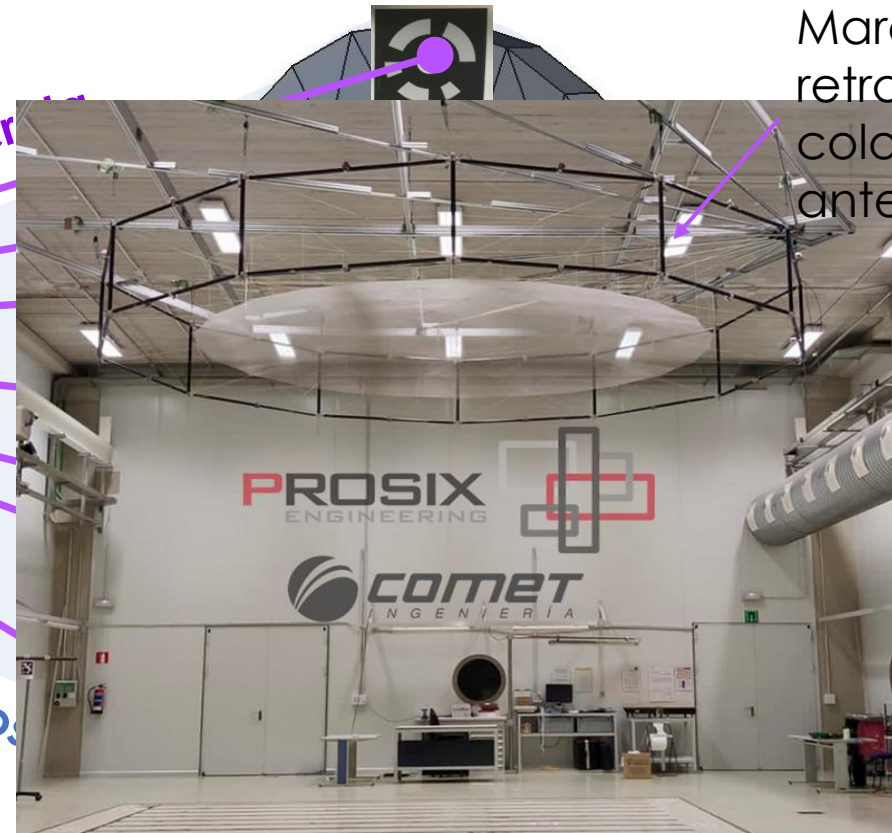
Medidas con el lidar coherente multicanal



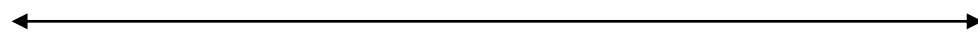
Instrumento de metrología

Illuminación discreta

FoV: 45 grados



Marcadores retroreflectantes colocados en la antena



Distancia a la antena = 5m

Reflector desplegable (Banda L) – 4.5m diametro

Resultados – LiDAR multicanal

Resultados

100 medidas de distancia: Sensor 3D

100 direcciones: DOE



**Gene
nube**

Instrumento de metrología

Adquisición simultánea: 

Distancia + Direcciones

Características principales del instrumento:

- ▶ Sistema sin partes móviles
- ▶ Inmunidad a cualquier radiación externa (radiación solar...) debido a la naturaleza coherente del sistema
- ▶ Repetibilidad de la medida por debajo de 100 μm
- ▶ Adquisición de 100 puntos en menos de 1s
- ▶ Campo de visión puede adaptarse a la aplicación
- ▶ Diseño compacto del sistema con el objetivo de los recursos en el espacio
- ▶ Posibilidad de escalar el número de canales (puntos de medida)

Medidas – fotogrametría

Medidas con la fotogrametría de corto alcance



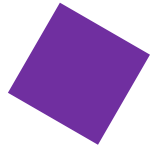
Instrumentos y método de medida:

- ▶ Cámara: Canon 5DSR (CMOS, 50,6 MP, 4.1 μ m)
- ▶ Objetivo: Teleobjetivo Canon EF 70-300 mm \rightarrow 300mm
- ▶ Línea base estereoscópica de 0.80 m
- ▶ 2 cabezales panorámicos
- ▶ Juego de mira invar de aprox. 1 m
- ▶ Ordenador



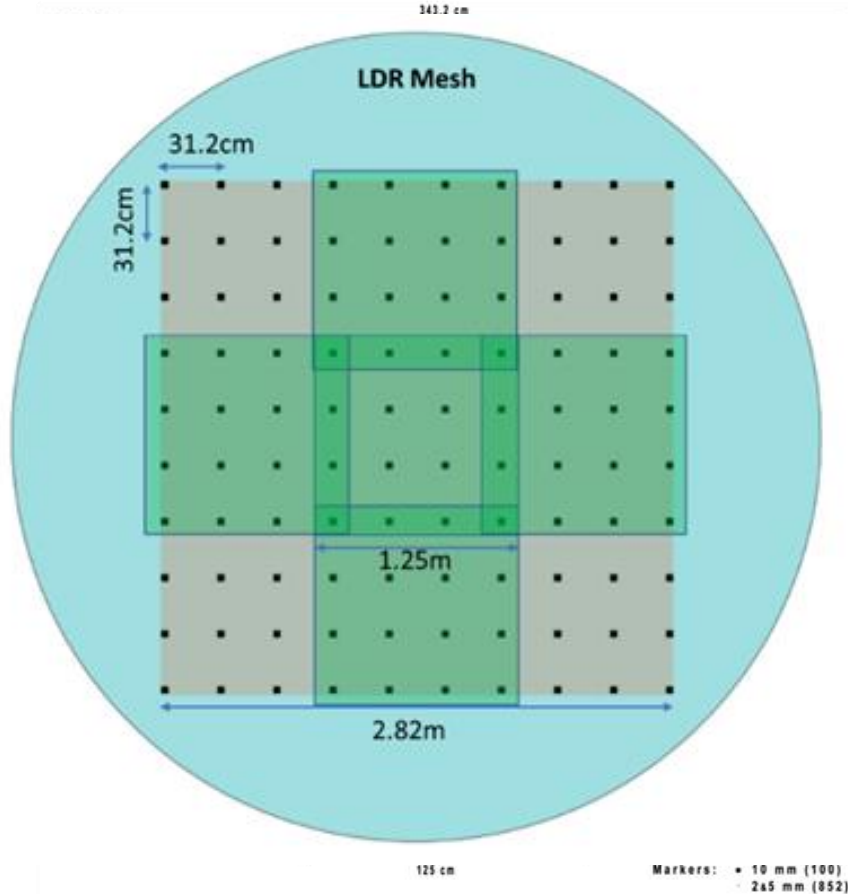
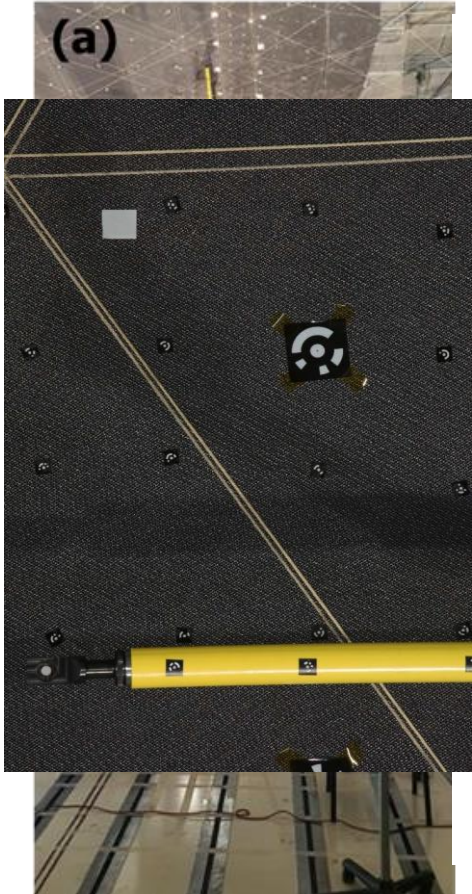
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





Resultados – fotogrametría

Resultados



	# puntos	Tiempo (horas)	# imágenes	Distancia cámara-reflector (m)	
Áreas parciales	Area 1	16	8	438	3.75
	Area 2	12	8	367	3.77
	Area 3	12	8	351	3.75
	Area 4	12	8	367	3.76
	Area 5	12	8	354	3.74
	Total	64	40	1877	-

	Resultados	Error en x (µm)	Error en y (µm)	Error en z (µm)
Medidas	Min	0.3	0.4	2.3
	Max	1.2	0.9	7.7
	Media	0.5	0.5	3.9



Conclusiones

- ▶ Desarrollo de un instrumento de metrología adaptado para el espacio para la monitorización de reflectores desplegados
 - ▶ 100 medidas simultáneas en menos de 1 segundo
 - ▶ Repetibilidad en el rango de las 100 μm
- ▶ Fotogrametría de corto alcance como sistema de medida
 - ▶ Medidas en 100 puntos del reflector con errores por debajo de las 10 μm
- ▶ Siguiendo pasos:
 - ▶ Calibración del LiDAR multicanal
 - ▶ TRL 5 para espacio \rightarrow verificación de componentes en condiciones del espacio



Gracias por su atención

