



# 60.<sup>a</sup> REUNIÓN ANUAL ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ASTRONOMÍA

18 al 22 de Septiembre, 2017 – Malargüe, Mendoza

## Pipeline de software para procesar datos grabados por la DSA3

Angel Cancio <sup>1</sup>, Marcelo Colazo <sup>2</sup> & Beatriz García <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto en Tecnologías de Detección y Astropartículas (CNEA-CONICET-UNSAM)

<sup>2</sup> Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

\* [angel.cancio@iteda.cnea.gov.ar](mailto:angel.cancio@iteda.cnea.gov.ar)



## Índice:



Ubicación  
&  
Estructura

# 1. Estación Terrestre & Antena

Desde noviembre de 2012, la red ESTRACK se complementó con una tercera Antena de Espacio Profundo ubicada en Malargüe, Argentina.

DSA-3 / MALARGÜE-1 / MLG1

Cadena  
de  
Adquisición





# Ubicación & Estructura

→ Red European Space Tracking (ESTRACK)



\* Picture courtesy of ESA

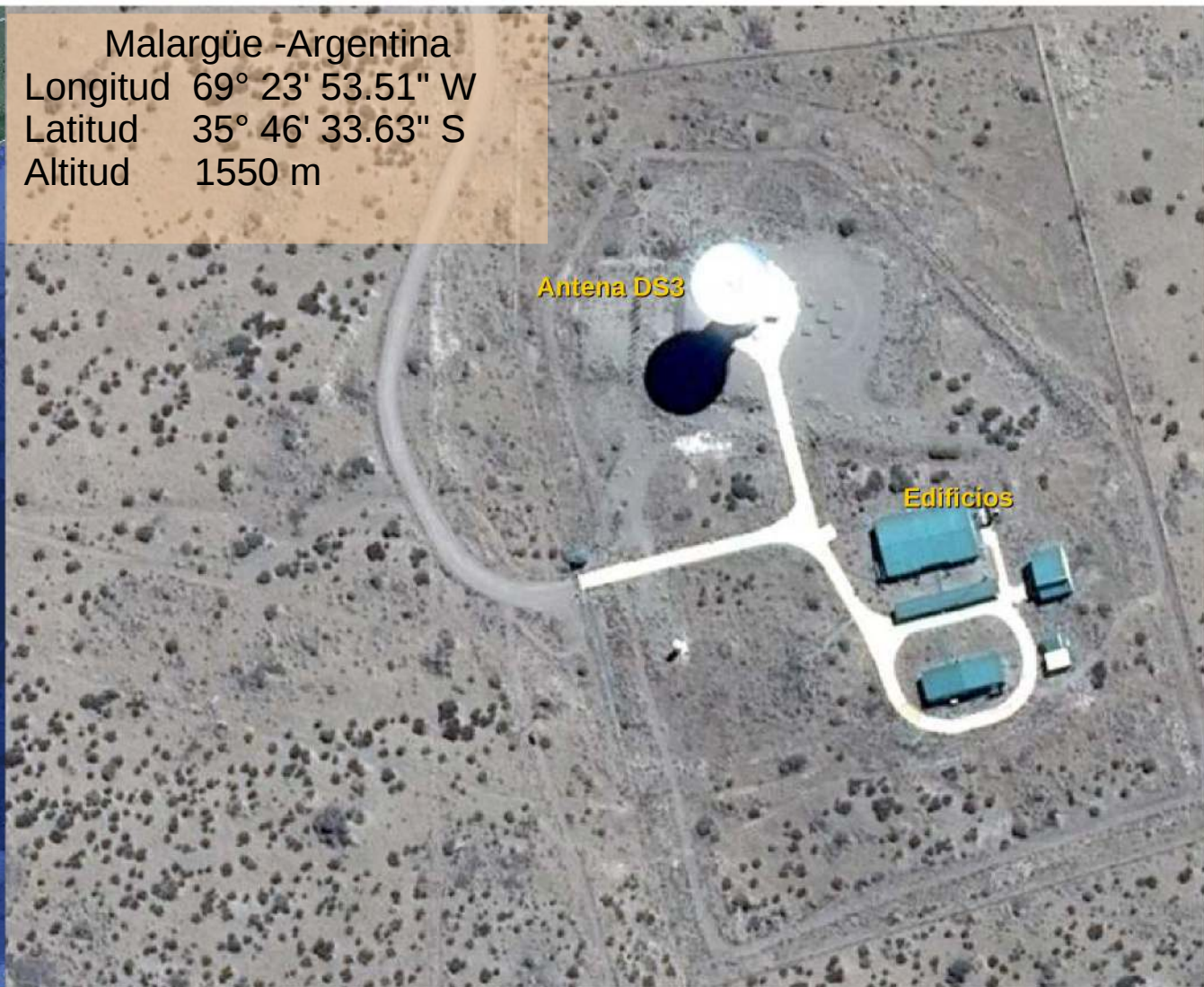


# Ubicación & Estructura

→ Deep Space Antenna 3 - Sitio



Malargüe - Argentina  
Longitud  $69^{\circ} 23' 53.51''$  W  
Latitud  $35^{\circ} 46' 33.63''$  S  
Altitud 1550 m



# Ubicación & Estructura

Red European Space Tracking (ESTRACK)

Deep Space Antenna 3 - Sitio



→ Deep Space Antenna 3 - Estructura



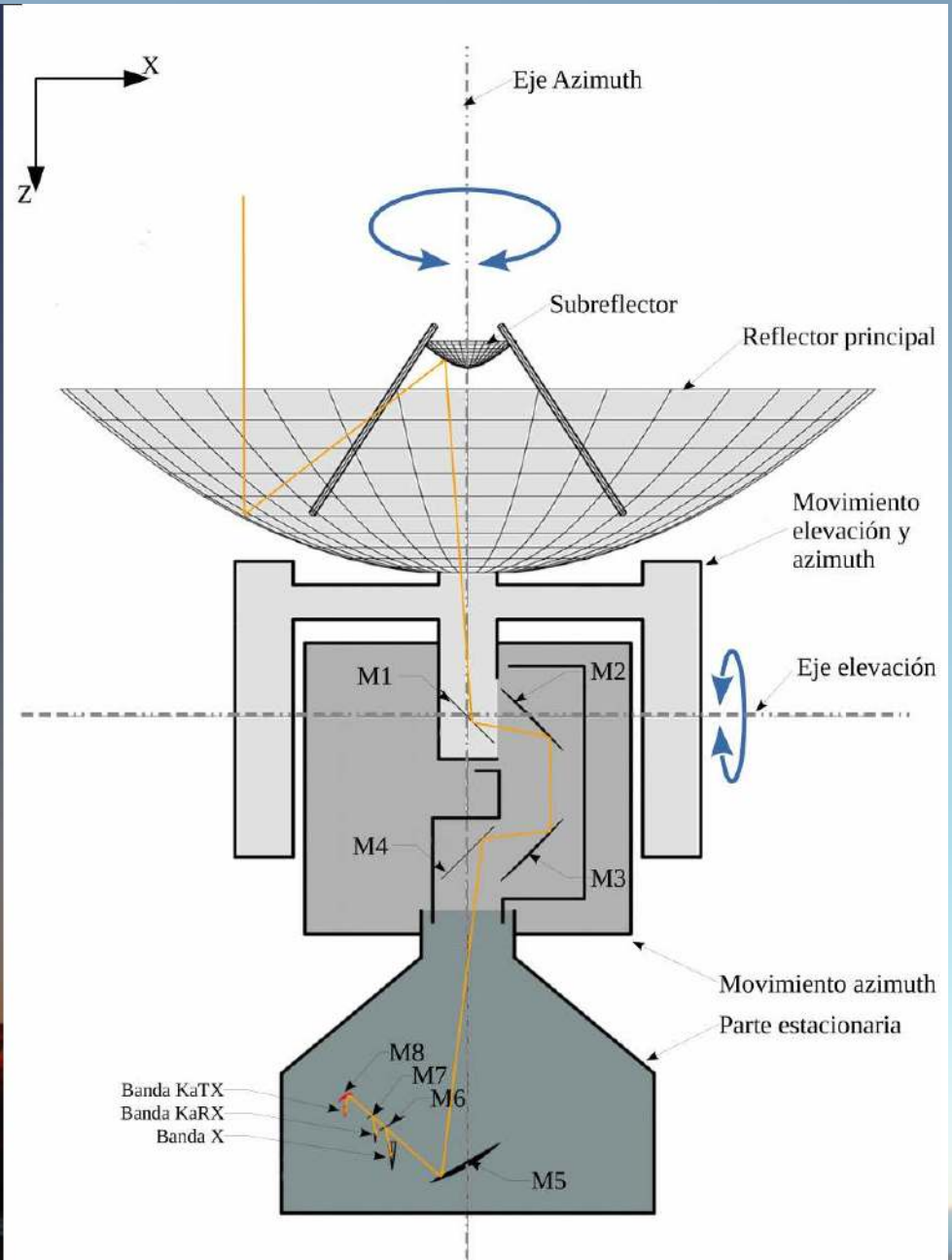


# Ubicación & Estructura

→ Deep Space Antenna 3 - Estructura



\* Picture courtesy of ESA

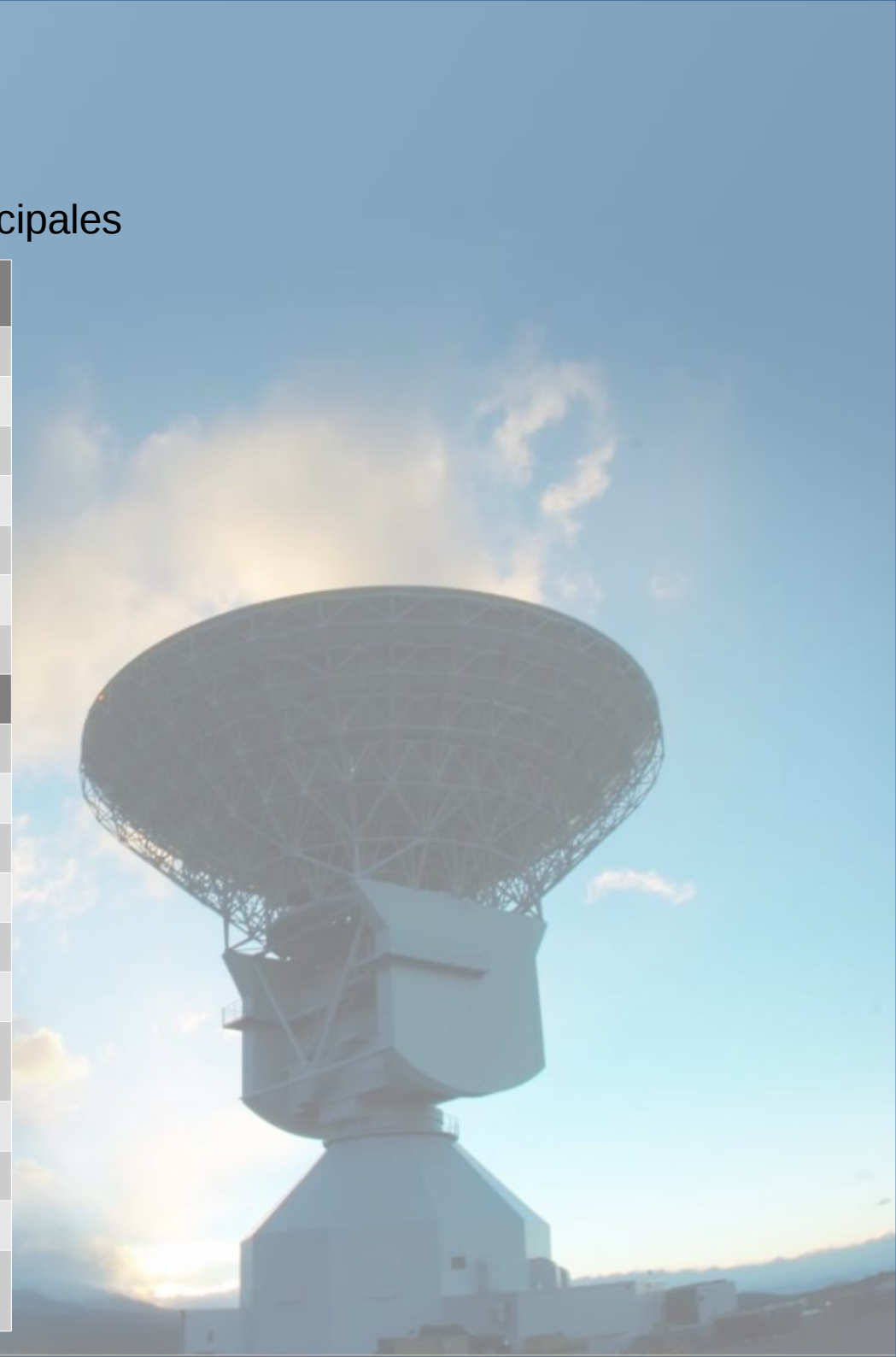


Formaggi, M. (2007) *Enhanced Modeling and Design of Ground Station Antennas for Space Applications*, Doctoral Thesis, University of Pavia

# Ubicación & Estructura

## → Deep Space Antenna 3 – Parámetros Principales

TERMINAL	MALARGÜE-1 / MLG1
Antenna Diameter [m]	35
X-band Beamwidth [deg]	Rx: 0.064   Tx: 0.074
Ka-band Beamwidth [deg]	Rx: 0.017
Antenna Speed [deg/s]	Az: 1.0 deg/s
	El: 1.0 deg/s
Azimuth Range [deg]	0 to 540
Elevation Range [deg]	0 to 90
DOWNLINK	
X-band RX band [MHz]	8400 - 8500
X-band Polarization	RHC, LHC, LINEAR
X-band G/T [dB/K]	50.8 (at 10 deg El.)
Ka-band RX band [MHz]	31800 - 32300
Ka-band Polarization	RHC, LHC
Modulation Schemes	IFMS compliant
Carrier Freq Search Range	+/- 1.5 MHz
Subcarrier Frequency	2 kHz to 1.2 MHz
1st Downconv. Frequency	640 – 540 MHz X-Band
	620 – 420 MHz Ka-Band
2nd Downconv. Frequency	70 MHz (X & Ka Bands)





Ubicación  
&  
Estructura

# 1. Estación Terrestre & Antena

Desde noviembre de 2012, la red ESTRACK se complementó con una tercera Antena de Espacio Profundo ubicada en Malargüe, Argentina.

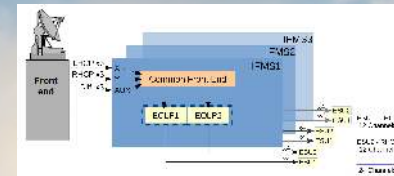
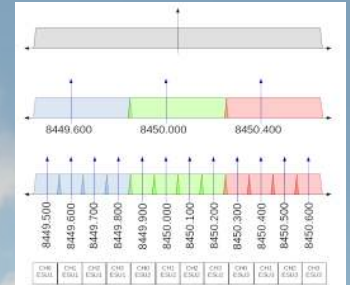
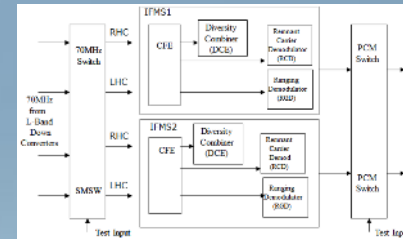
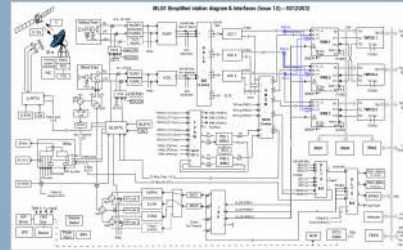
DSA-3 / MALARGÜE-1 / MLG1

Cadena  
de  
Adquisición



# Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de bloque

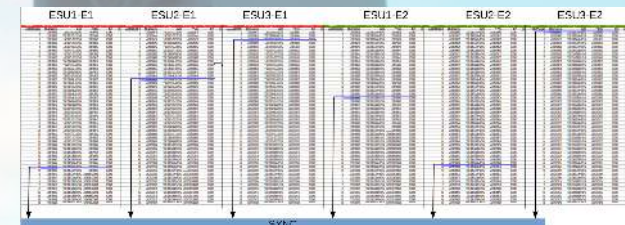
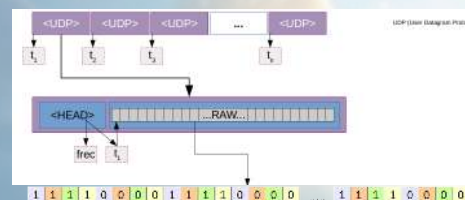


## Algunos Destalles

Sampling Rate > Bandwidth  
Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

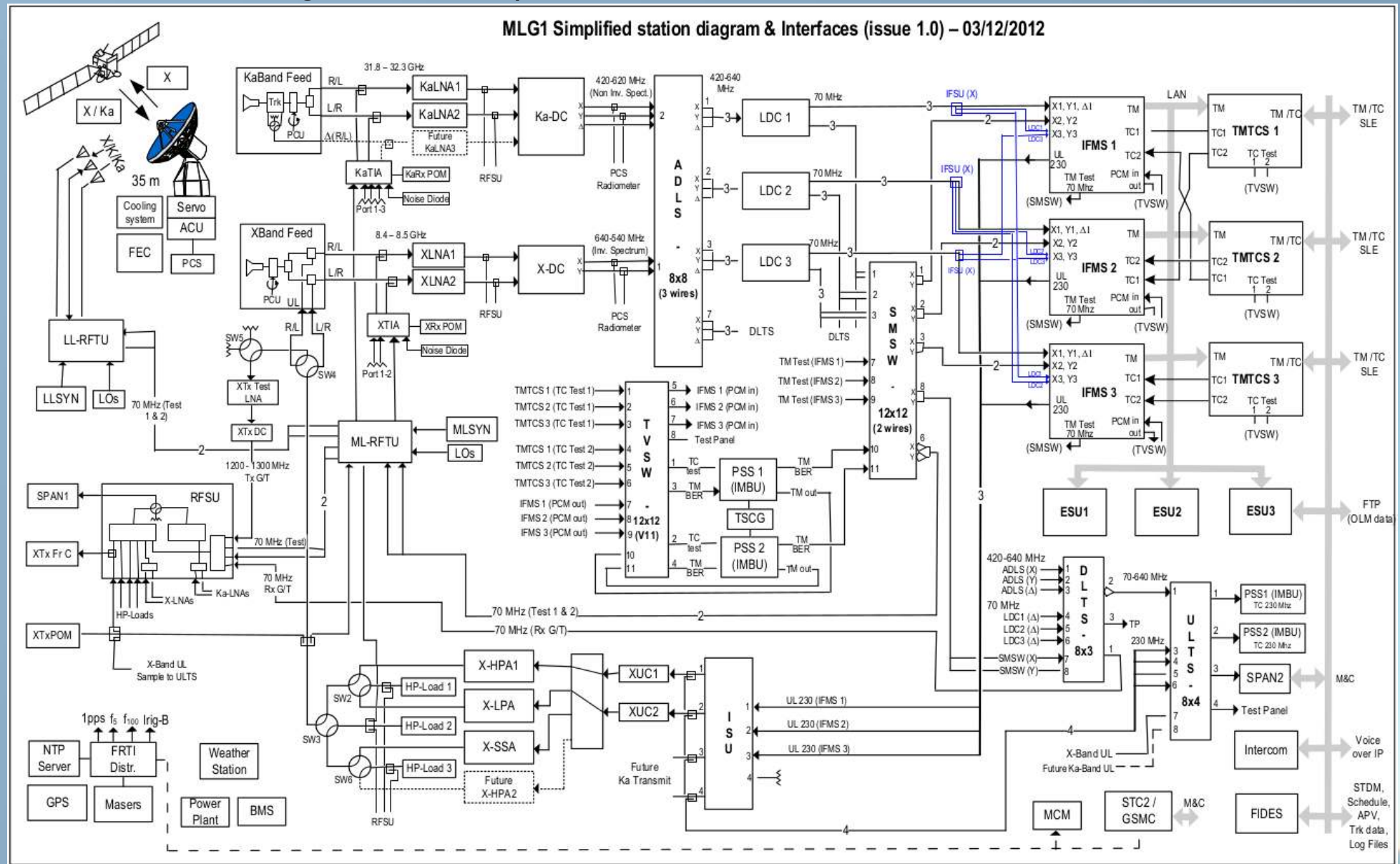
$$\begin{aligned} \text{SR} \times 4 \times 16 \times 2 &< 36 \\ \text{SR} &< 36 / (4 \times 16 \times 2) \\ \text{SR} &< 36 / 128 \\ \text{SR} &< 0,281 \text{ MHz} \\ \text{SR} &< 281 \text{ kHz} \end{aligned}$$


# Estructura y formato de datos



# Cadena de Adquisición

## → Downlink: Diagrama de Bloques



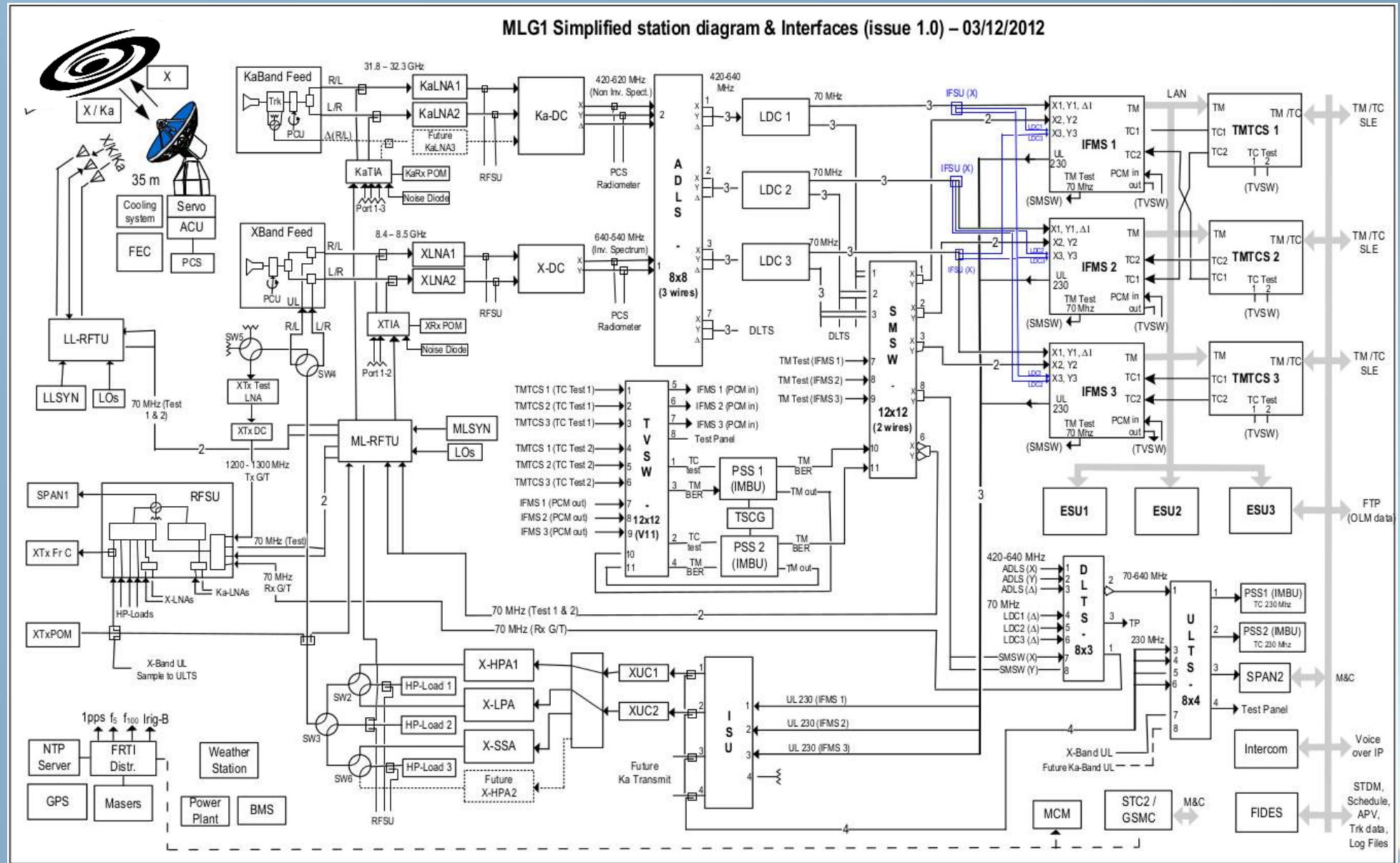
\* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

\* ESA Desclasificado – Para uso oficial



# Cadena de Adquisición

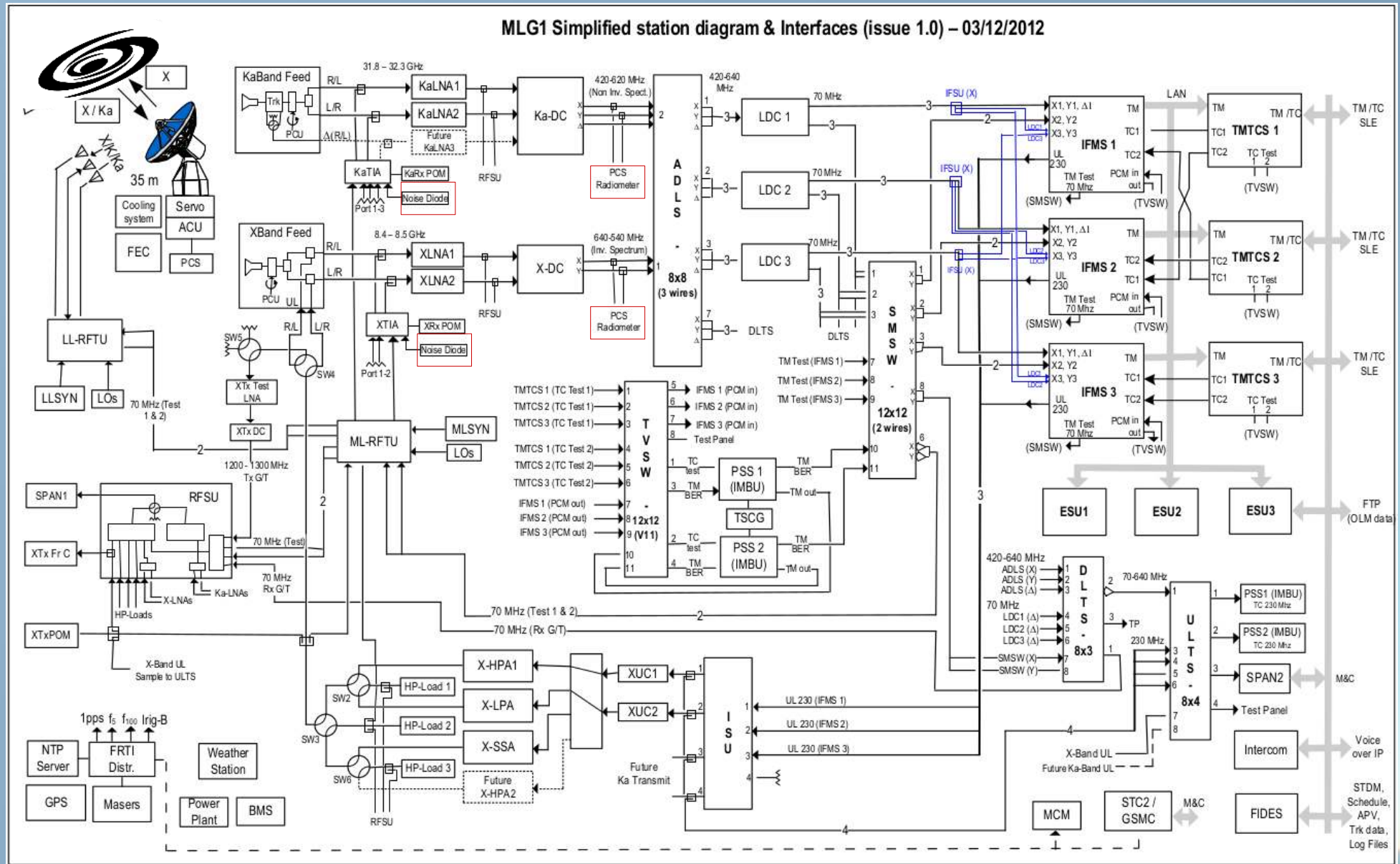
## → Downlink: Diagrama de Bloques



# Cadena de Adquisición

## → Downlink: Diagrama de Bloques

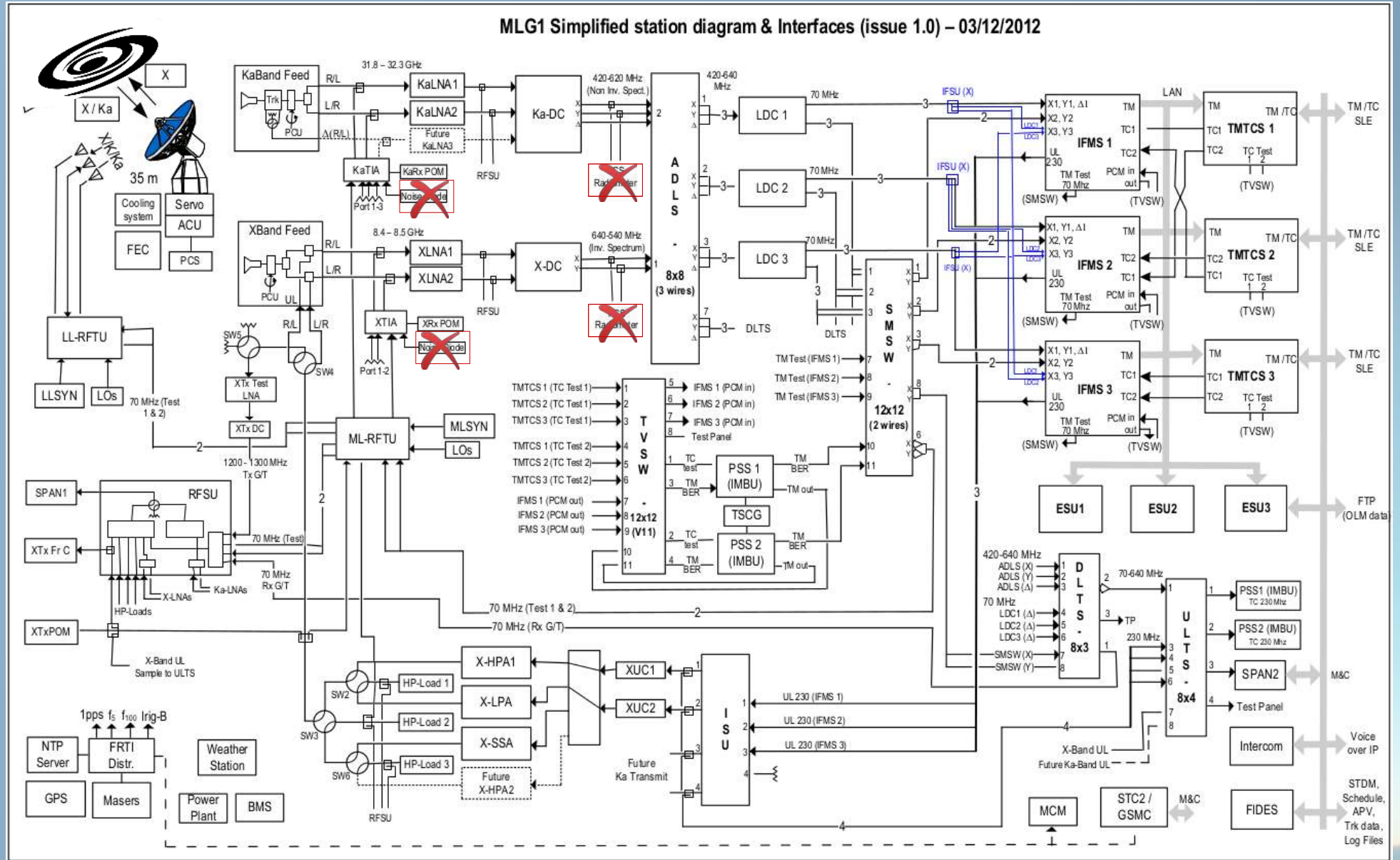
MLG1 Simplified station diagram & Interfaces (issue 1.0) – 03/12/2012



\* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

\* ESA Desclasificado – Para uso oficial

➔ Downlink: Diagrama de Bloques



\* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

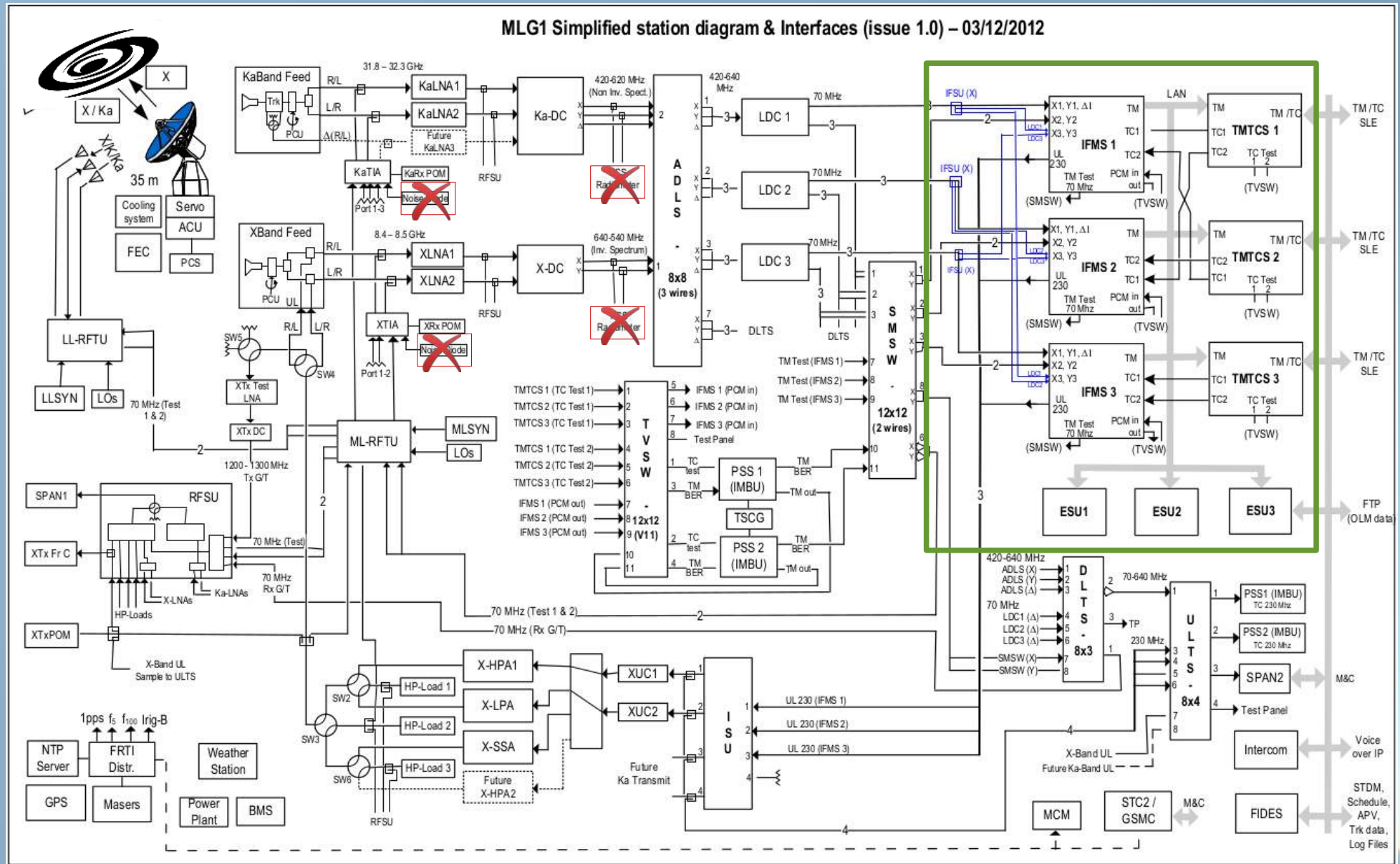
\* ESA Desclasificado – Para uso oficial



# Cadena de Adquisición

## → Downlink: Diagrama de Bloques

MLG1 Simplified station diagram & Interfaces (issue 1.0) – 03/12/2012

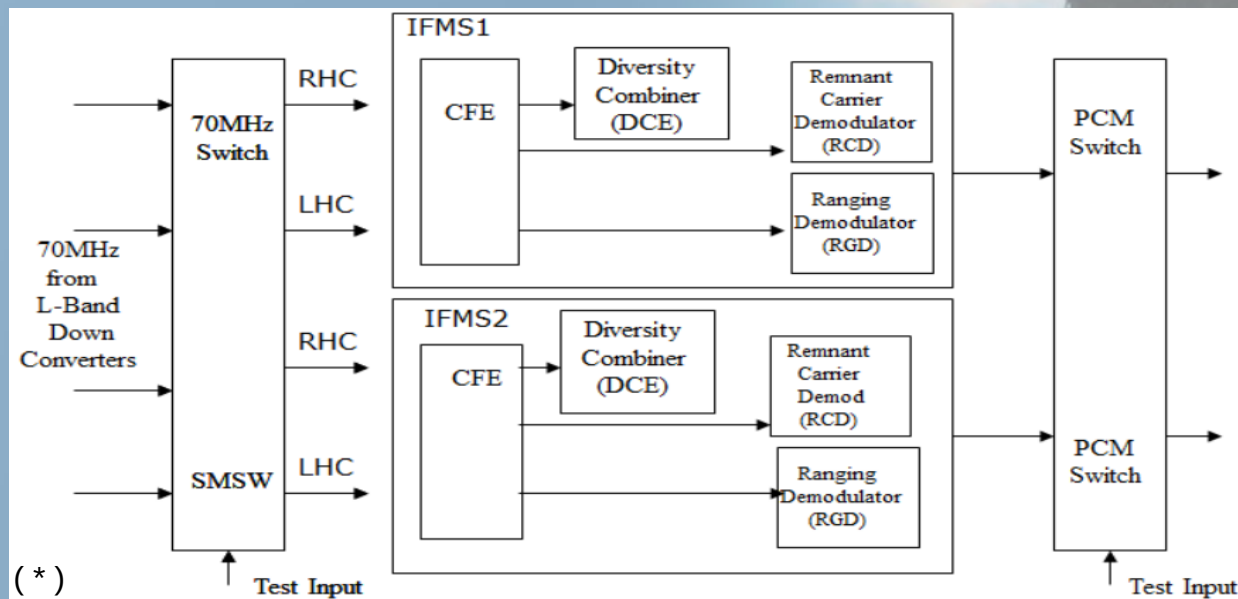
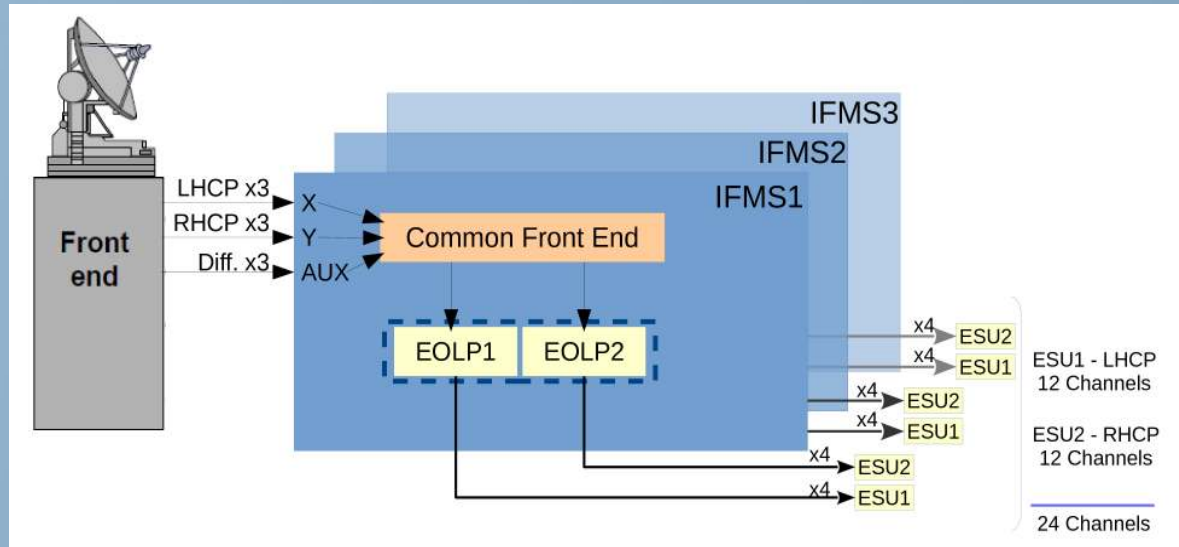


\* Facilities Manual (EFM) - Section 6.10 Malargüe (MLG) Station

\* ESA Desclasificado – Para uso oficial

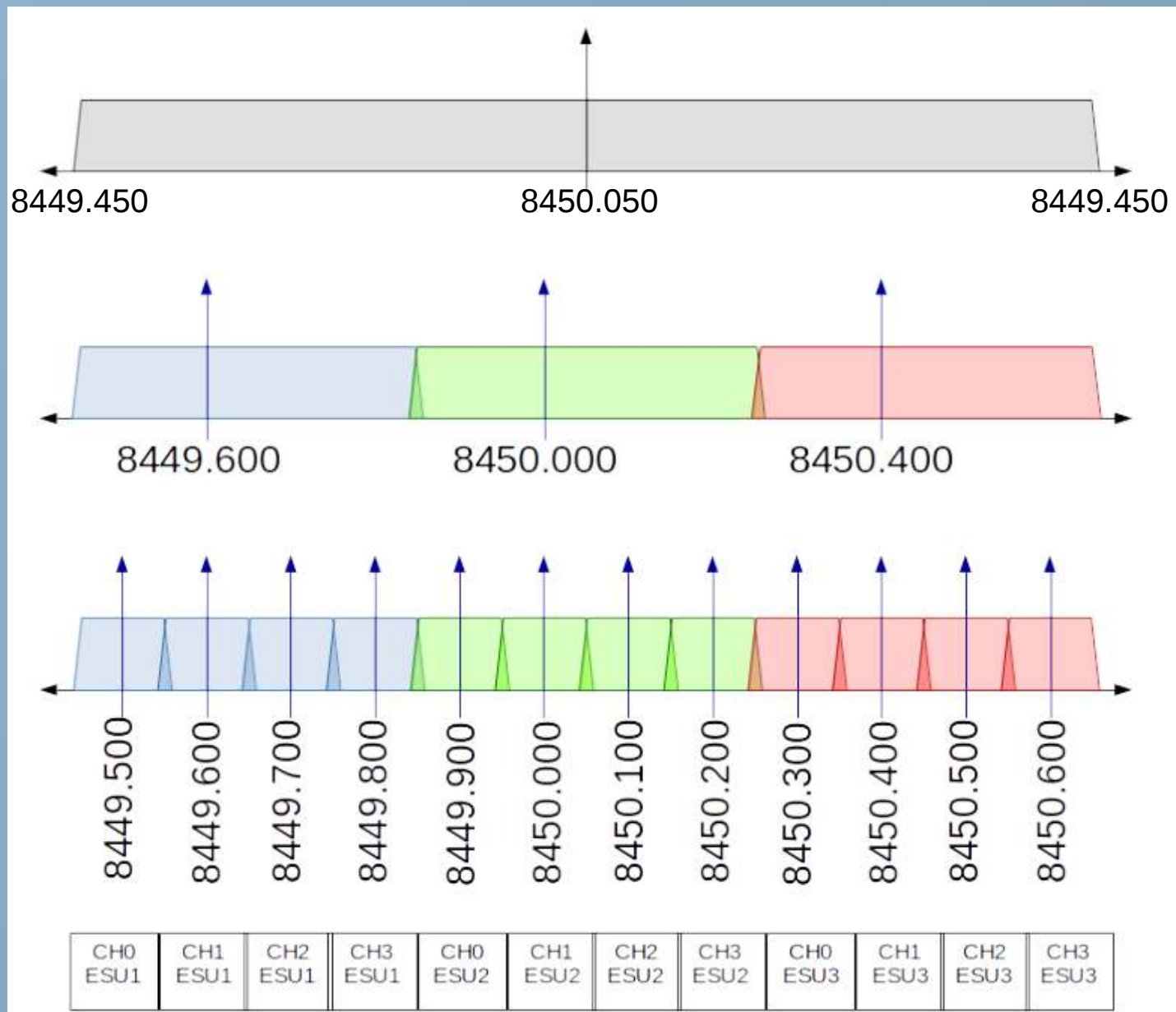
# Cadena de Adquisición

→ Downlink: Diagrama de Bloques Simplificado



# Cadena de adquisición

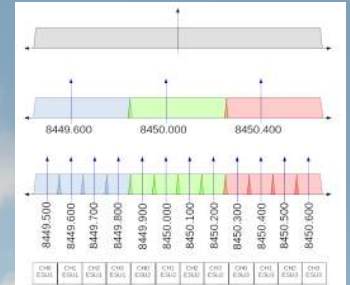
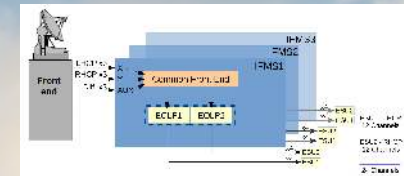
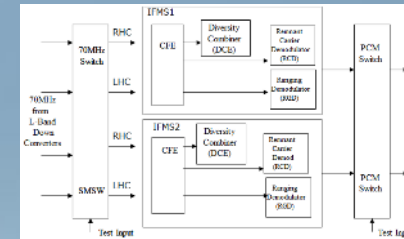
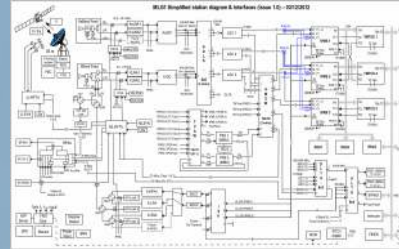
→ Downlink: Canales de Frecuencia (Banda X)





# Cadena de Adquisición

## Downlink: Diagrama de bloque



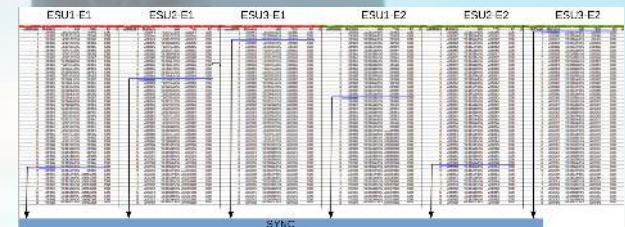
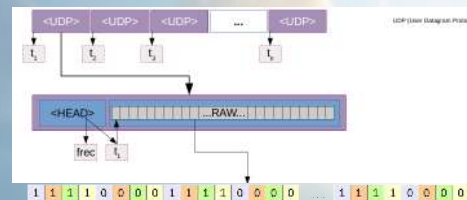
Sampling Rate > Bandwidth  
Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

SR x 4 x 16 x 2 < 36  
SR < 36 / (4 x 16 x 2)  
SR < 36 / 128  
SR < 0,281 MHz  
SR < 281 kHz

## → Algunos Destalles



## Estructura y formato de datos



# Cadena de Adquisición

→ Algunos detalles: Elegir la Frecuencia de Muestreo y la Resolución

Sampling Rate > Bandwidth

Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

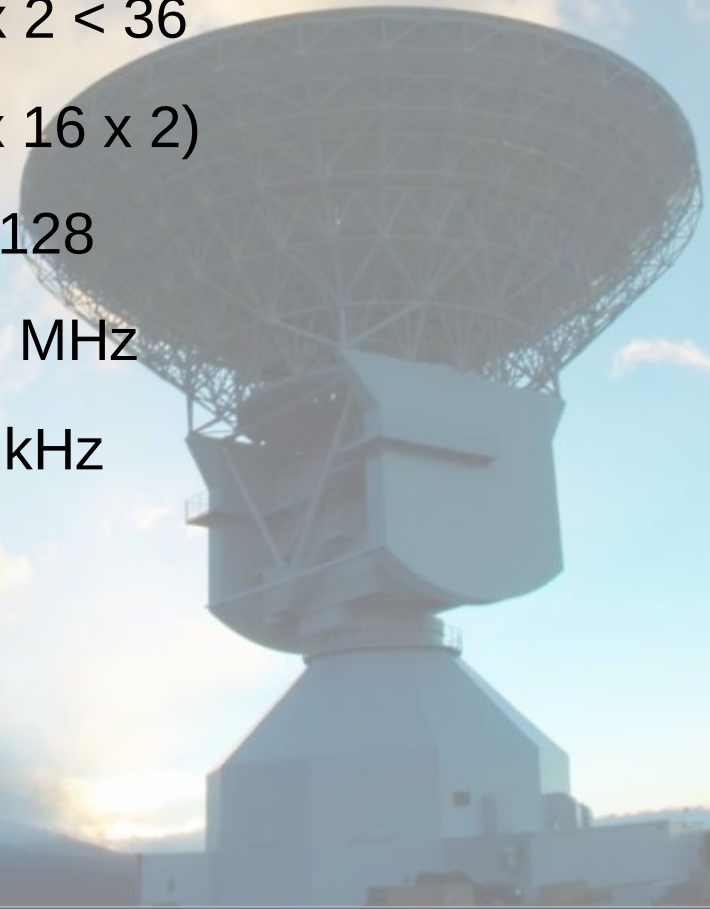
$$SR \times 4 \times 16 \times 2 < 36$$

$$SR < 36 / (4 \times 16 \times 2)$$

$$SR < 36 / 128$$

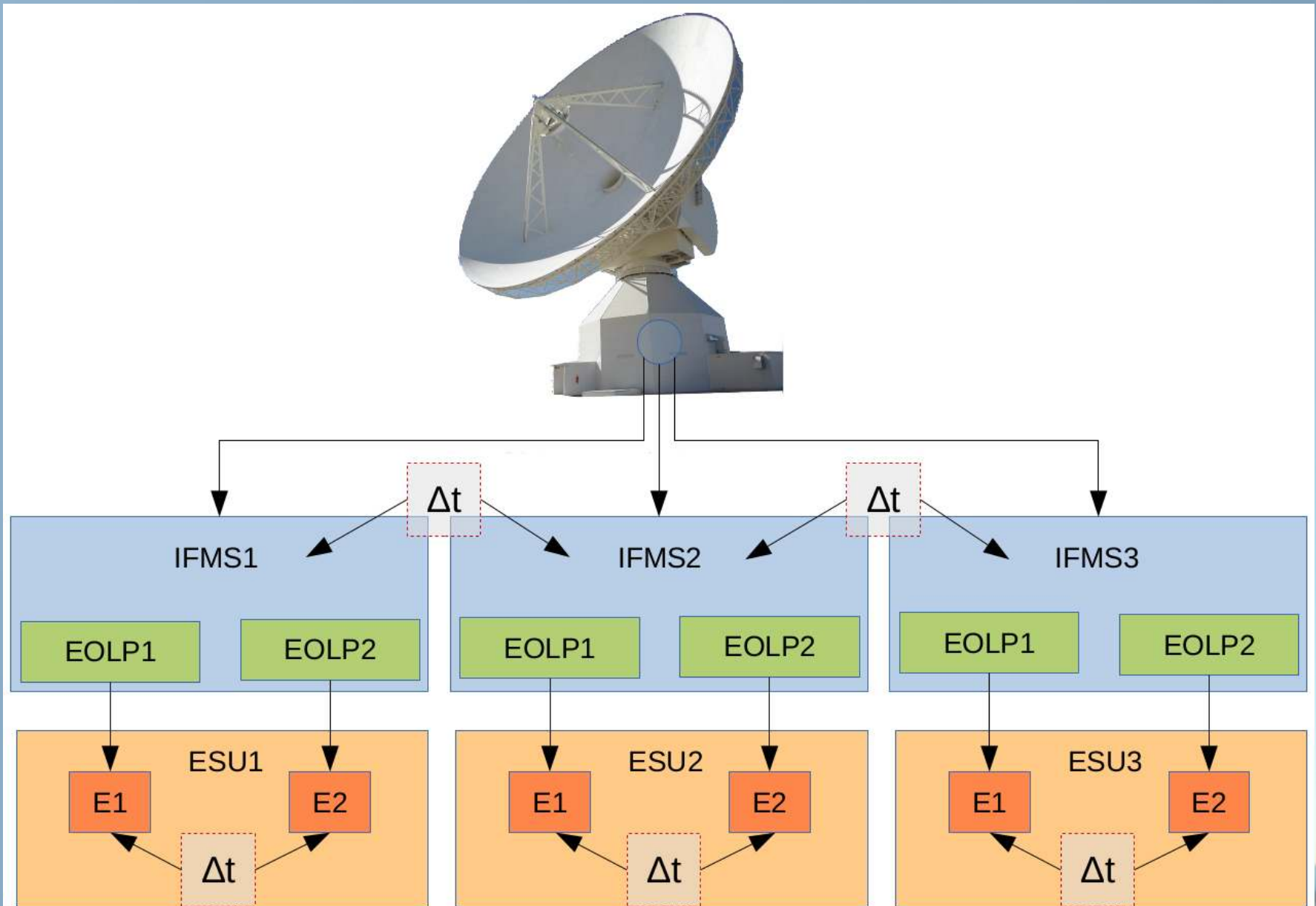
$$SR < 0,281 \text{ MHz}$$

$$SR < 281 \text{ kHz}$$



# Cadena de Adquisición

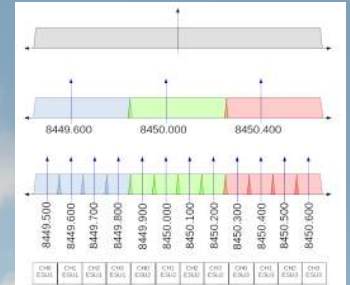
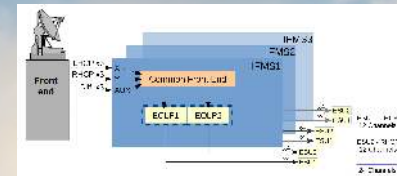
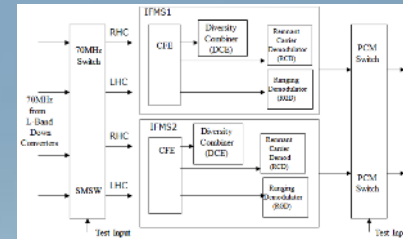
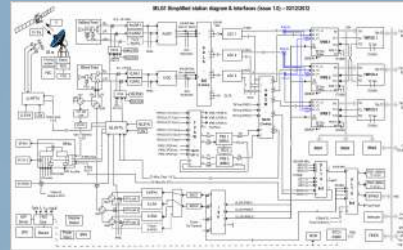
→ Algunos detalles: Retardos entre cada IFMS y dentro de cada IFMS. → Sincronizar





# Cadena de Adquisición

Downlink: Diagrama de bloque



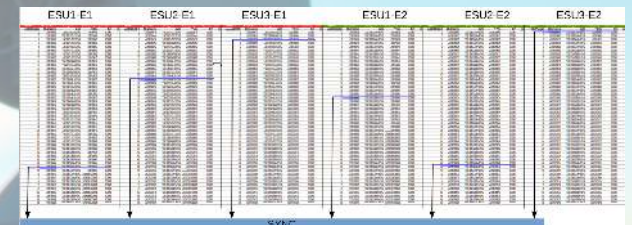
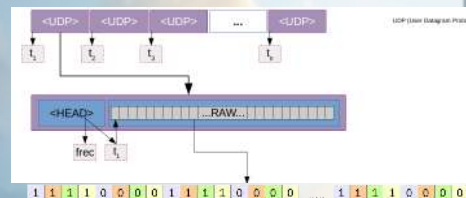
Algunos Destalles

Sampling Rate > Bandwidth  
Sampling Rate x 4 (subchannels) x Quantization (bits) x 2 < 36 Mbps

SR x 4 x 16 x 2 < 36  
SR < 36 / (4 x 16 x 2)  
SR < 36 / 128  
SR < 0,281 MHz  
SR < 281 kHz

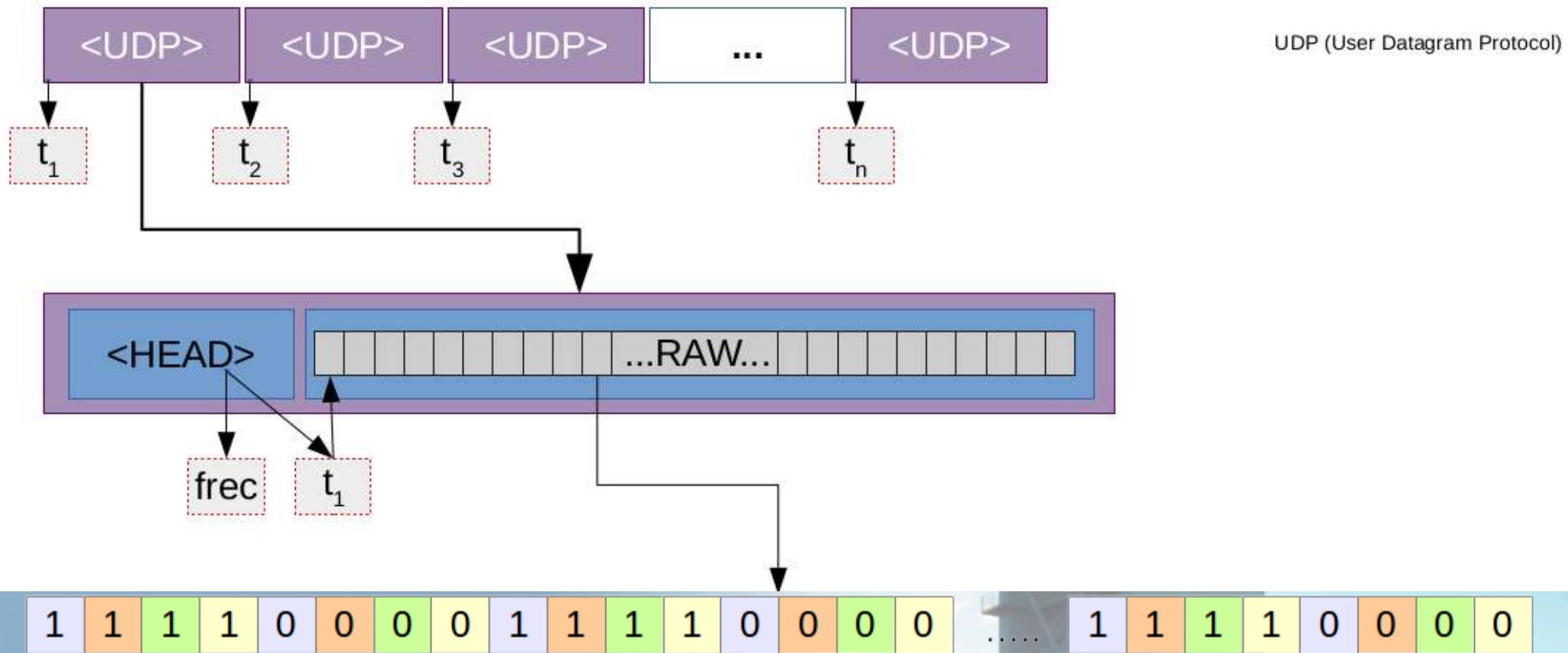


→ Estructura y formato de datos



# Cadena de Adquisición

→ Estructura y formato de datos





# Cadena de adquisición

→ Sincronización

ESU1-E1

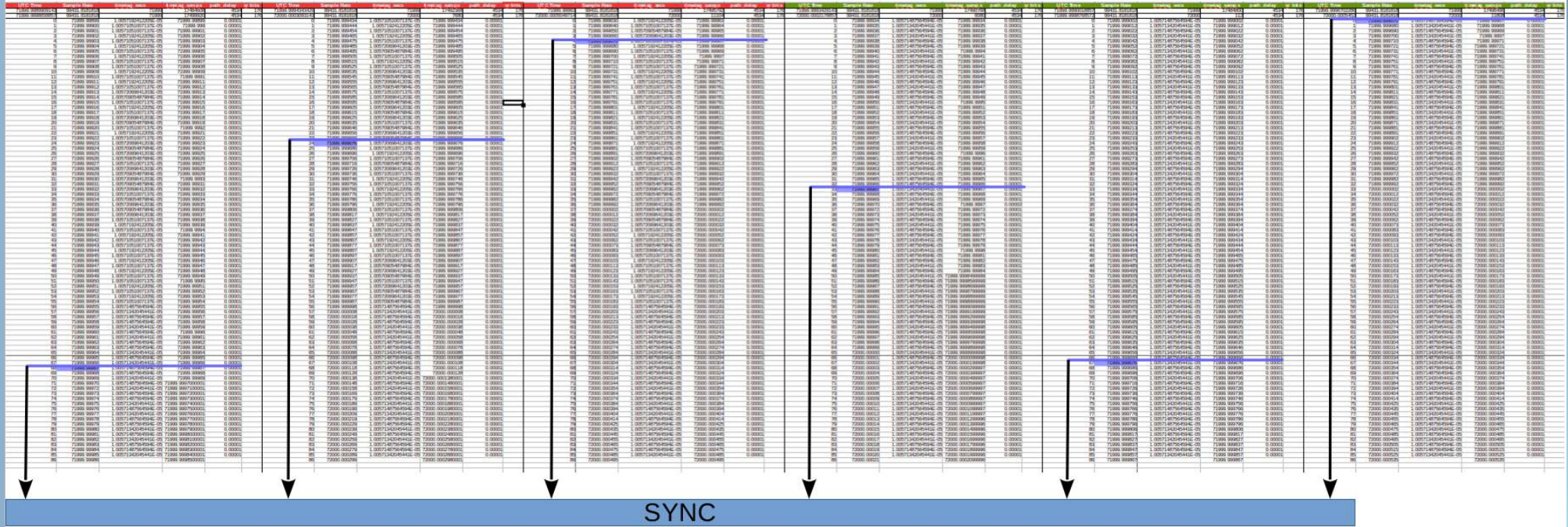
ESU2-E1

ESU3-E1

ESU1-E2

ESU2-E2

ESU3-E2





## Índice:



Método de  
Observación

Ejemplo

## 2. Como usar la antena?

**Actualmente, no hay acceso al sistema de referencia de temperatura del instrumento. Usaremos fuentes de radio estándares como calibradoras.**



# Método de observación

Existen varios procedimientos de observación para realizar mediciones ON / OFF, es decir, mediciones de la diferencia entre las potencias de salida en un punto definido (ON) y una posición de referencia cercana (OFF). La antena se mueve entre las posiciones de la fuente ON y OFF en un patrón definido (ON-OFF-ON-OFF o OFF-ON-ON-OFF).

Nota: La terminología ON/ON, ON/OFF no es completamente estandar!

## **Position switching o Conmutación de posición**

Seleccionar una fuente estándar, seleccionar una fuente desconocida, y una posición de referencia próxima (OFF) para cada fuente respectivamente.

Se requieren:

- \* Archivo de Catálogo y archivo de tareas
- \* Un dispositivo de almacenamiento vacío (formateado) para grabar los datos

**Comprobar siempre la disponibilidad de la antena para seleccionar la ventana de tiempo de observación.**

**Solicitar modo de adquisición EOLP, ganancia fija y AGC deshabilitado.**



# Método de Observación Ejemplo

## MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE

ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation\_Area/stations/mlg/PLNVIEW\_20170112T000000\_20180103T000000\_20170112T145618\_v01-00.MLG-O)

Station Manning Times: Mon - Fri

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6 (17.037)	0000	0014				GAIA				0824																
Tue Feb 7 (17.038)	0015					GAIA				0747				LIPF												
Wed Feb 8 (17.039)	0111					GAIA				0830				LIPF				1607				EXMO				
Thu Feb 9 (17.040)	0000	EXMO	0108			GAIA				0829								1428				EXMO			2311	
Fri Feb 10 (17.041)	0000		0108			GAIA				0831								1406				EXMO			2307	0000
Sat Feb 11 (17.042)	0000					GAIA				0833								1406				EXMO			2312	
Sun Feb 12 (17.043)	0000					GAIA				0835								1406				EXMO			2306	0000
Mon Feb 13 (17.044)	0000					GAIA				0652								1405				EXMO			2313	
Tue Feb 14 (17.045)	0000	GAIA	0101			GAIA				0700								1405				EXMO			2306	0000
Wed Feb 15 (17.046)																		1405				EXMO			2305	
Thu Feb 16 (17.047)																		1404				EXMO			2305	
Fri Feb 17 (17.048)	0000																	1404				EXMO			2304	
Sat Feb 18 (17.049)																		1404				EXMO				

# Método de Observación Ejemplo

## MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE

ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation\_Area/stations/mlg/PLNVIEW\_20170112T000000\_20180103T000000\_20170112T145618\_v01-00.MLG-O)

Station Manning Times: Mon - Fri

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6 (17.037)	0000	0014				GAIA				0824																
Tue Feb 7 (17.038)	0015					GAIA				0747				LIPF												
Wed Feb 8 (17.039)	0111					GAIA				0830				LIPF												
Thu Feb 9 (17.040)	0000	EXMO	0108			GAIA				0829																
Fri Feb 10 (17.041)	0000					GAIA				0831																
Sat Feb 11 (17.042)	0000					GAIA				0833																
Sun Feb 12 (17.043)	0000					GAIA				0835																
Mon Feb 13 (17.044)	0000					GAIA				0652																
Tue Feb 14 (17.045)	0000	GAIA	0101			GAIA				0700																
Wed Feb 15 (17.046)																										
Thu Feb 16 (17.047)																										
Fri Feb 17 (17.048)	0000																									
Sat Feb 18 (17.049)																										

# Método de Observación Ejemplo

## Archivo de Catalogo:

0521-365	05:22:57.984651	-36:27:30.850920
C0521OFF	05:22:57.984651	-37:27:30.850920
1934-638	19:39:25.026000	-63:42:45.630000
C1934OFF	19:39:25.026000	-64:42:45.630000

## Archivo de tareas:

```
#Objeto: 1934-638
#setup freq de muestreo: 100KHz; resolución:
16-bits
2017/02/07/16:40:00    55 1934-638
2017/02/07/16:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/16:50:00    55 1934-638
2017/02/07/16:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:00:00    55 1934-638
2017/02/07/17:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:10:00    55 1934-638
2017/02/07/17:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:20:00    55 1934-638
2017/02/07/17:23:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:30:00    55 1934-638
2017/02/07/17:33:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:40:00    55 1934-638
2017/02/07/17:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:50:00    55 1934-638
2017/02/07/17:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:00:00    55 1934-638
2017/02/07/18:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:10:00    55 1934-638
2017/02/07/18:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:20:00    55 1934-638
2017/02/07/18:23:00    55 C1934OFF
```



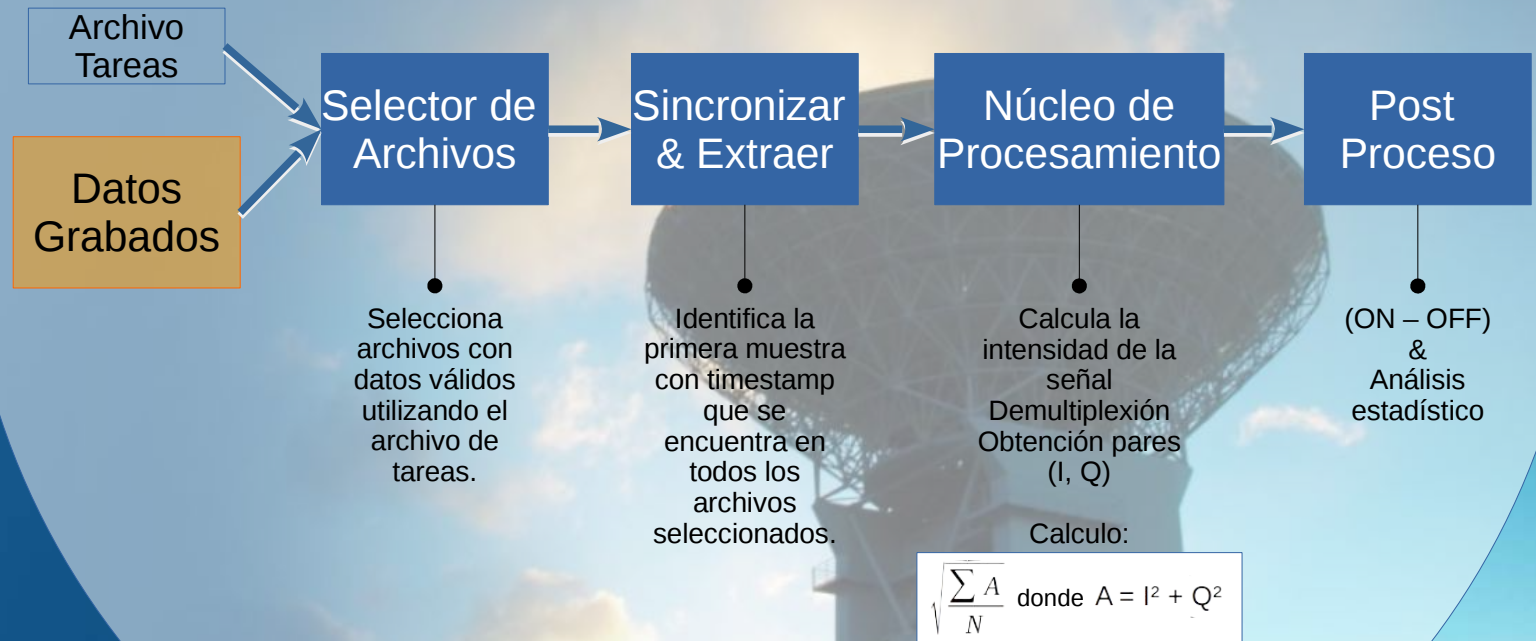


## Índice:



Núcleo de  
Procesamiento

### 3. Pipeline de procesamiento



# Pipeline Procesamiento

Núcleo de procesamiento: Conversión de formato y cálculo de intensidad.

Mux bit array 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 ..... 1 1 1 1 0 0 0 0

Demux

1 0 1 0 .....

1 0 1 0 .....

1 0 1 0 .....

1 0 1 0 .....

Entero complejo (IQ) y  
mapeo según  
Quantización  
2, 4, 8 or 16 bits

1 0 Q= 1 0

I= 1 0 Q= 1 0

I= 1 0 Q= 1 0

I= 1 0 Q= 1 0

Cálculo  $A=|Z|^2$

$$A = I^2 + Q^2$$

$$A = I^2 + Q^2$$

$$A = I^2 + Q^2$$

$$A = I^2 + Q^2$$

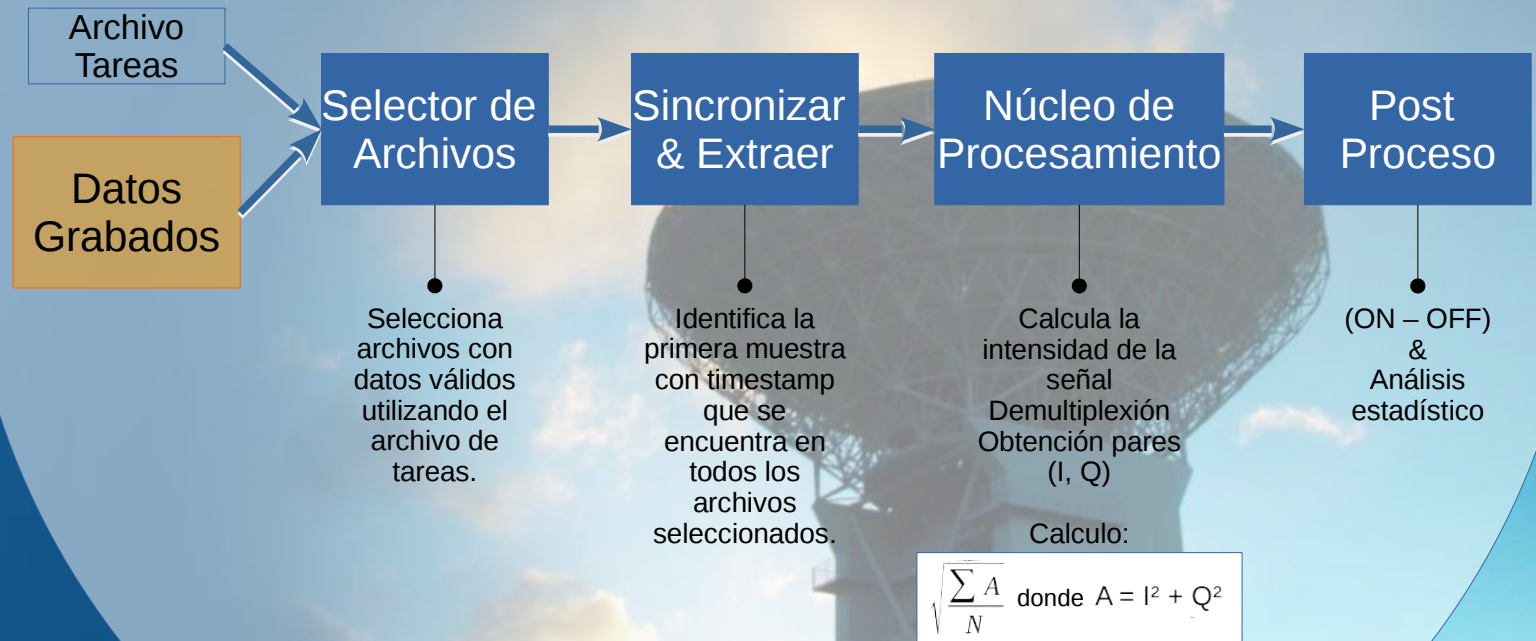
Raíz Cuadrática Media

$$\sqrt{\frac{\sum A}{N}}$$



Núcleo de  
Procesamiento

### 3. Pipeline de procesamiento



## Índice:



## Preparando Observación

# 4. Prueba de Observación

## Fuentes de Radio Estándares Calibradoras

### PKS 1934-638

PKS 1934-638, una galaxia con un núcleo de Seyfert 2 (Fosbury et al. 1987)

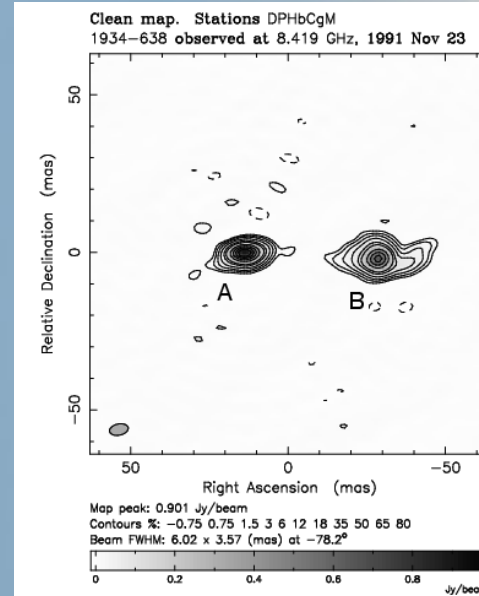
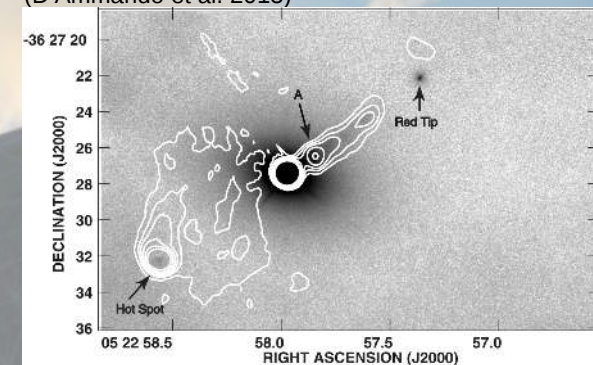


Imagen VLBI de PKS 1934-638 at 8.4 GHz (Tzioumis et al. 1997). Resolución de 5 mas. (Tzioumis et al. 1997)

### PKS 0521-365

Objeto BL Lac. Falomo et al. (2009) and Leon et al. (2016)  
PKS 0521-365 tiene corrimiento al rojo de  $z = 0.056$  (D'Ammando et al. 2015)



PKS 0521-365 observado por MAD en la banda Ks. Los contornos representan el mapa de radio VLA a 15 GHz. Los niveles de contorno son: -1, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 mJy/beam (0.6x0.6 arcsec) R. Falomo (2009)

Ambas fuentes de radio son bien conocidos y ampliamente estudiadas.  
PKS 1934-638. Reynolds, J. (1994); Sault, R.J. (2003); Partridge, B. (2016).  
PKS 0521-365. R. Falomo (2009), Leon, S. (2015); Roesch, F. (2016).



## Preparando Observación: Selección de ventana de tiempo

**MLG ESTRACK STATION ALLOCATION FILE**

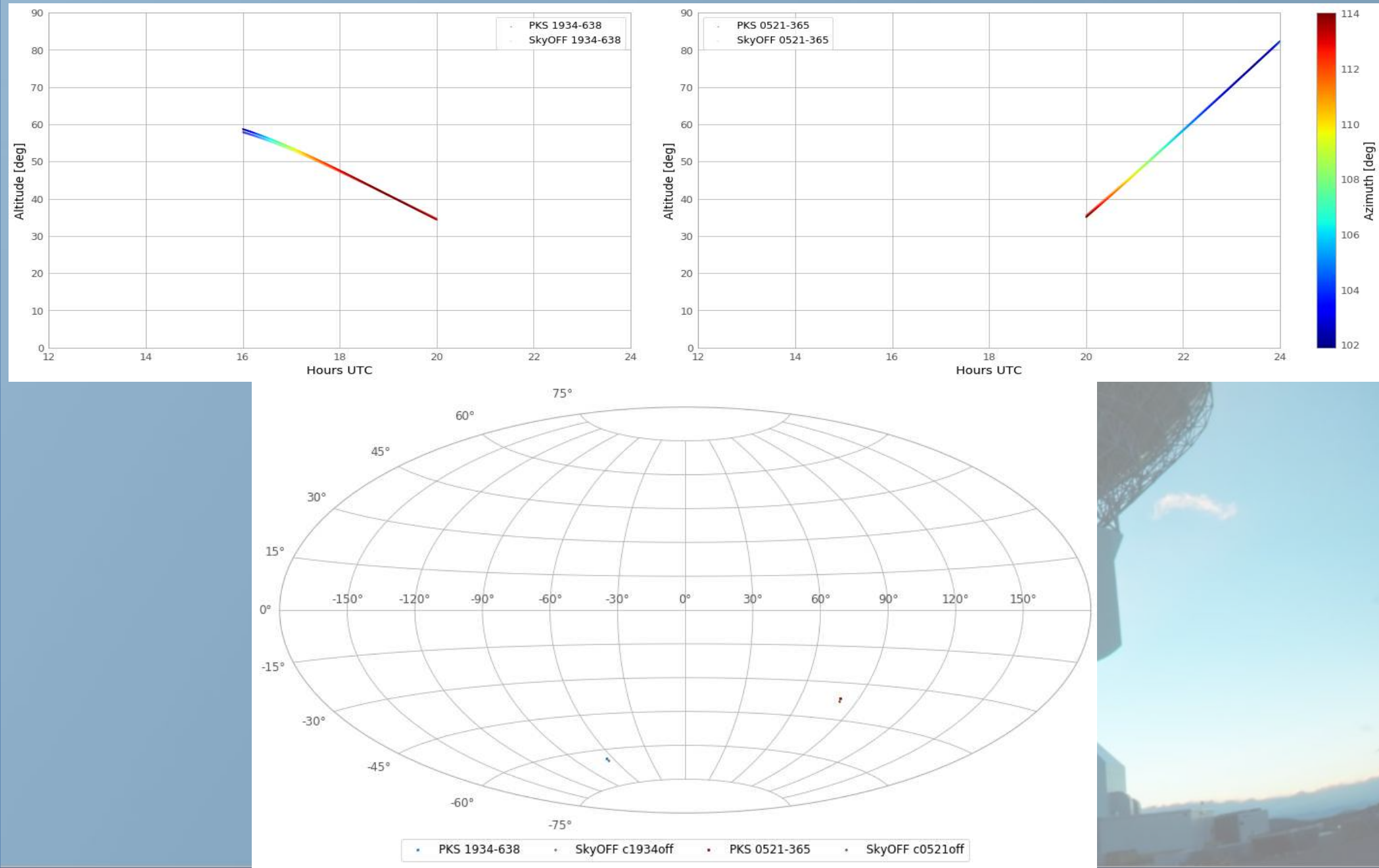
ESAF (eventfile: /home/eps1user/eps-2.5/environment/Generation\_Area/stations/mlg/PLNVIEW\_20170112T000000\_20180103T000000\_20170112T145618\_v01-00.MLG-O)

**Station Manning Times: Mon - Fri**

Date	DOY	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Mon Feb 6 (17.037)	0000	0014				GAIA																				
		0014								0824																
Tue Feb 7 (17.038)	0015					GAIA				0747				LIPF												
										0747								1607								
Wed Feb 8 (17.039)		0111				GAIA				0830				LIPF				1607			EXMO					
										0827								1605							0000	
Thu Feb 9 (17.040)	0000	EXMO	0108			GAIA										1428				EXMO				2311		
			0108							0829														2307	0000	
Fri Feb 10 (17.041)	0000					GAIA										1406				EXMO				2312		
										0831														2306	0000	
Sat Feb 11 (17.042)	0000					GAIA										1406				EXMO				2313		
										0833														2306	0000	
Sun Feb 12 (17.043)	0000					GAIA										1406				EXMO				2314		
										0835														2306	0000	
Mon Feb 13 (17.044)	0000					GAIA										1405				EXMO				2316		
										0652														2305	0000	
Tue Feb 14 (17.045)	0000	GAIA	0101			GAIA										1405				EXMO						
			0101							0700															2305	
Wed Feb 15 (17.046)																1405				EXMO						
																								2305		
Thu Feb 16 (17.047)																1404				EXMO						
																									0000	
Fri Feb 17 (17.048)	0000															1404				EXMO						
			0051																					2304		
Sat Feb 18 (17.049)																1404				EXMO						

# Prueba de Observación

## Preparando Observación: Visibilidad de las fuentes



# Prueba de Observación

## Preparando Observación: Redacción de archivos

### Archivo Catálogo:

0521-365	05:22:57.984651	-36:27:30.850920
C0521OFF	05:22:57.984651	-37:27:30.850920
1934-638	19:39:25.026000	-63:42:45.630000
C1934OFF	19:39:25.026000	-64:42:45.630000

### Archivo Tareas:

```
#Objeto: 1934-638
#setup freq de muestreo: 100KHz; resolución:
16-bits
2017/02/07/16:40:00    55 1934-638
2017/02/07/16:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/16:50:00    55 1934-638
2017/02/07/16:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:00:00    55 1934-638
2017/02/07/17:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:10:00    55 1934-638
2017/02/07/17:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:20:00    55 1934-638
2017/02/07/17:23:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:30:00    55 1934-638
2017/02/07/17:33:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:40:00    55 1934-638
2017/02/07/17:43:00    55 C1934OFF
2017/02/07/17:50:00    55 1934-638
2017/02/07/17:53:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:00:00    55 1934-638
2017/02/07/18:03:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:10:00    55 1934-638
2017/02/07/18:13:00    55 C1934OFF
2017/02/07/18:20:00    55 1934-638
2017/02/07/18:23:00    55 C1934OFF
```



## Índice:



## 5. Resultados & más

### Evaluación

Evaluar los datos registrados comparando con los datos y modelos publicados.

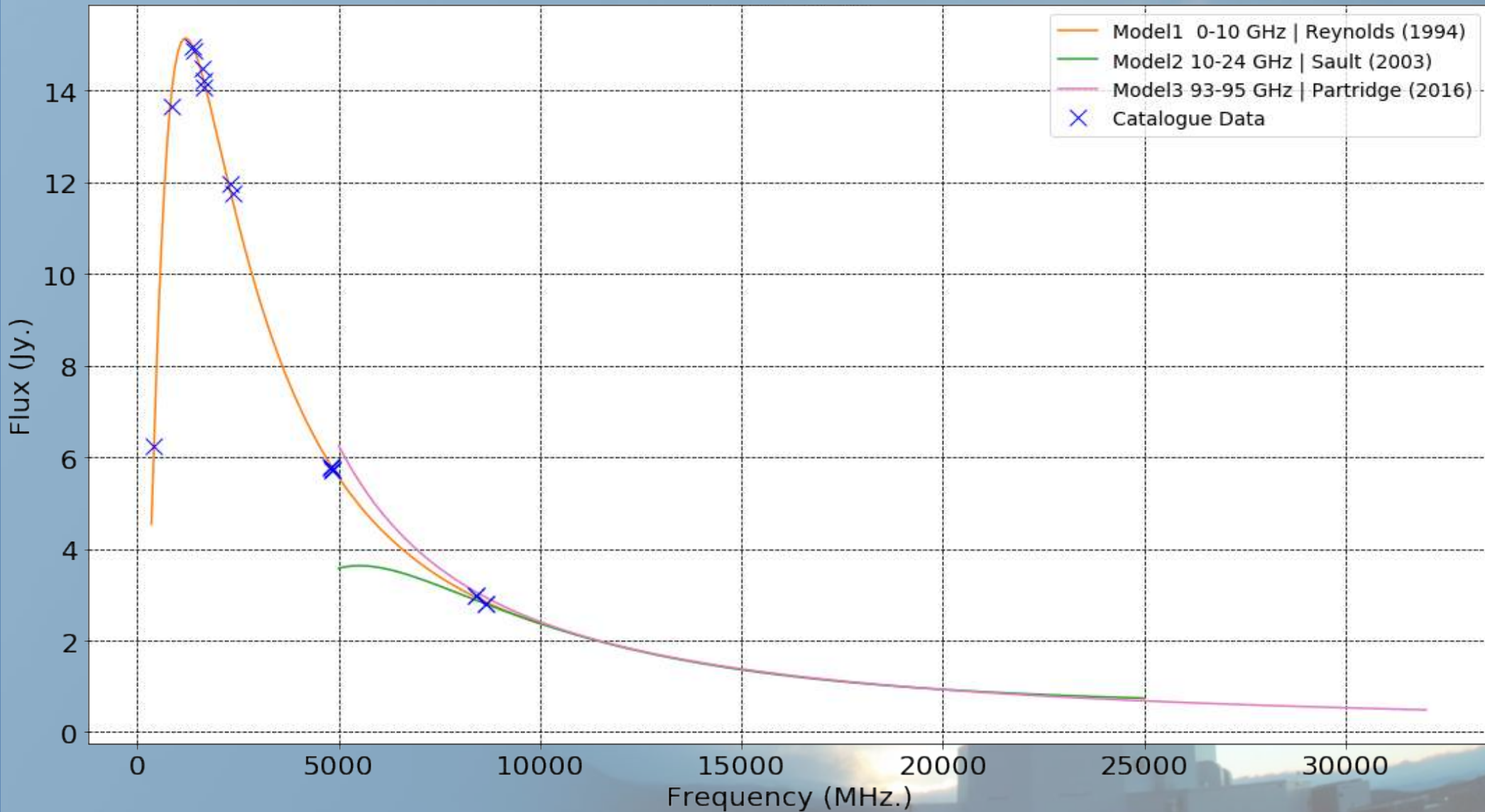
RAJ2000 "h:m:s"	DEJ2000 "d:m:s"	Bname	Ident	Mag mag	z	S80 Jy	S408 Jy	S1410 Jy	S2700 Jy	S5000 Jy	S8400 Jy
05 22 58.010	-36 27 31.90	B0521-365	N	16.8	55	89	36.1	16.3	12.5	9.23	6.4
19 39 25.010	-63 42 45.70	B1934-638	G	18.4	185		6.24	16.4	11.5	6.13	3

[2000,A&AS,143,9](#) , "The SIMBAD astronomical database", Wenger et al.

# Resultados & más

## Datos & Modelos Publicados

1934-648

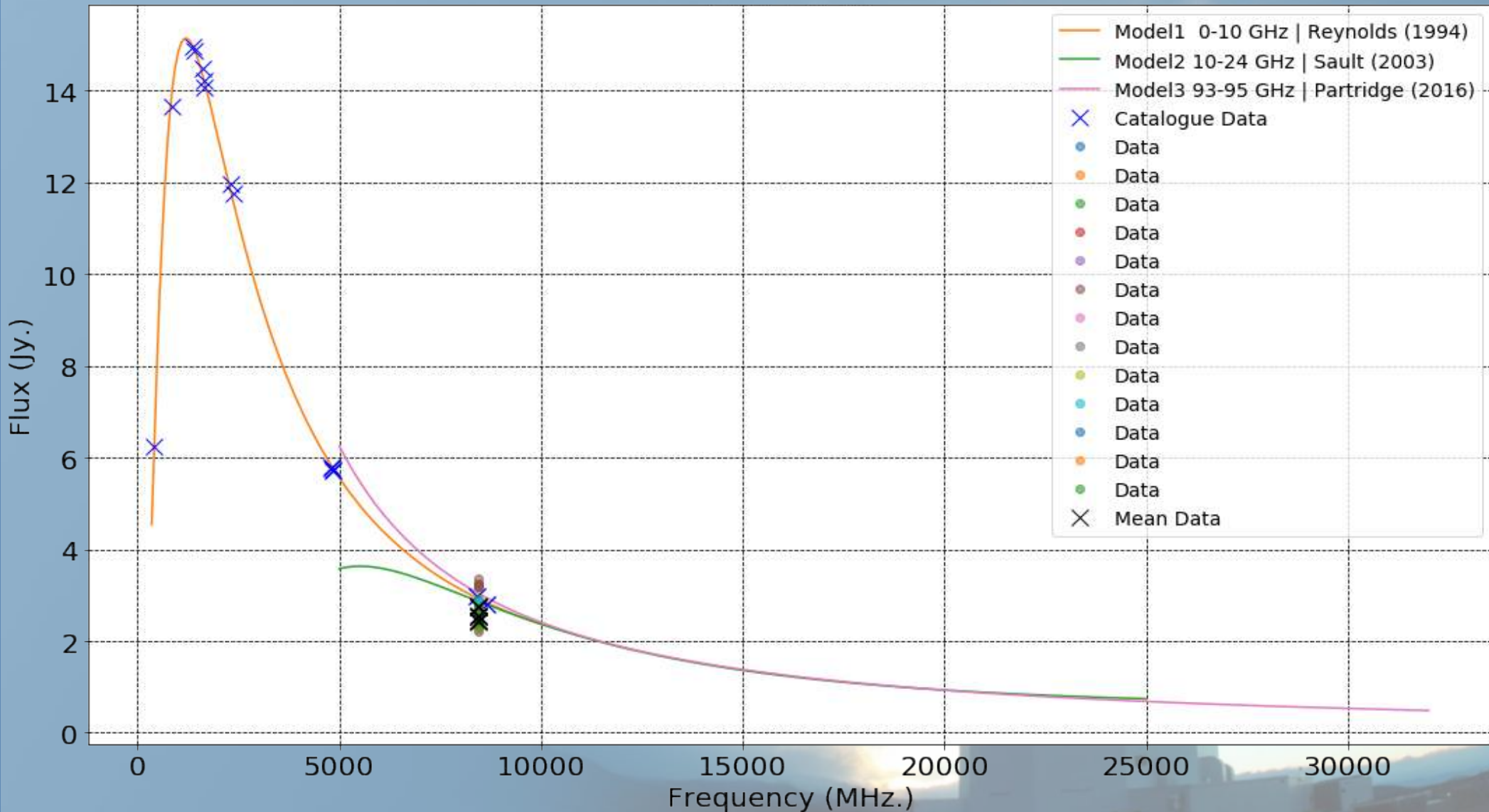




# Resultados & más

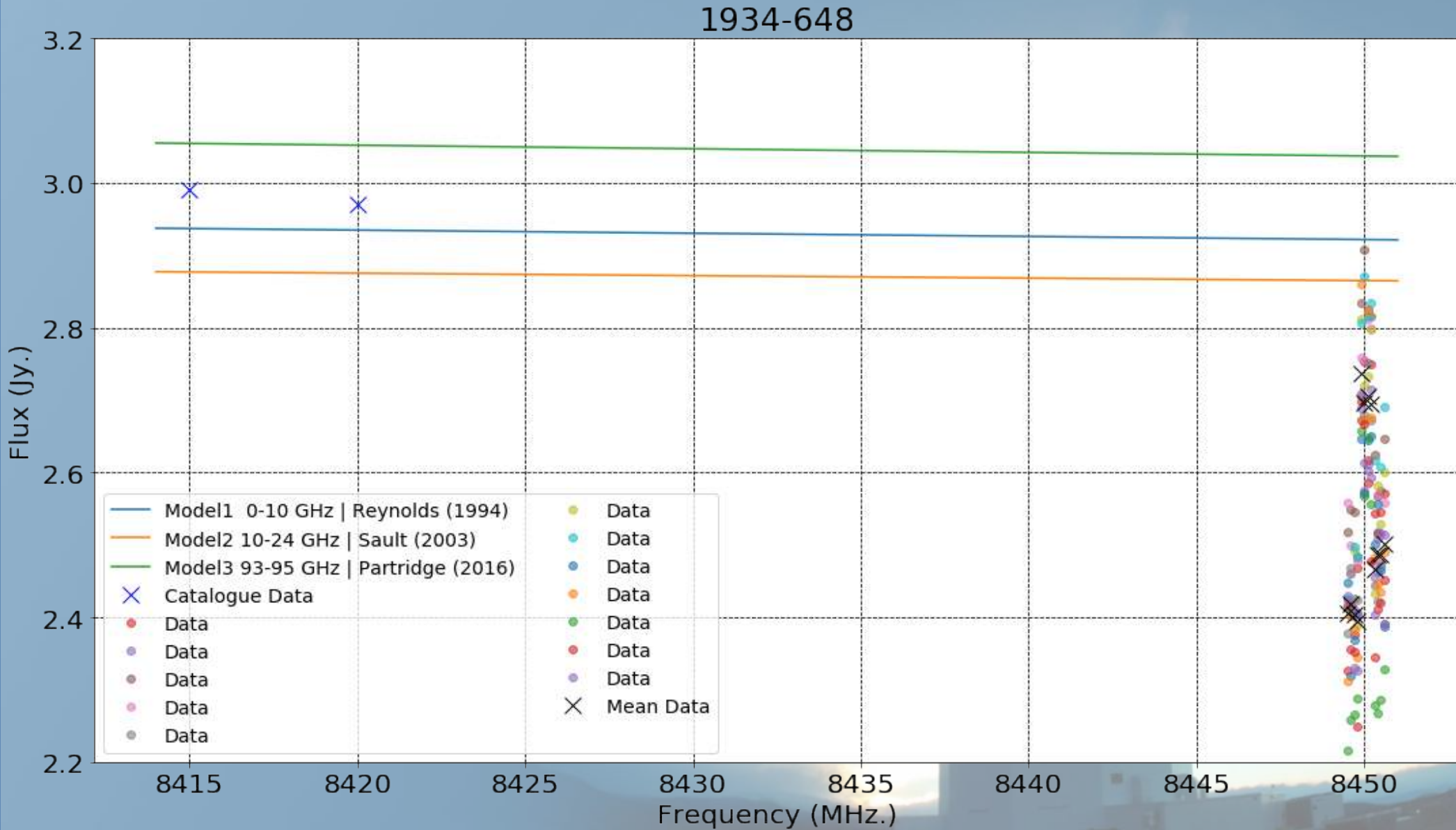
Datos & Modelos Publicados vs.  
Datos Grabados

1934-648



# Resultados & más

# Datos & Modelos Publicados vs. Datos Grabados

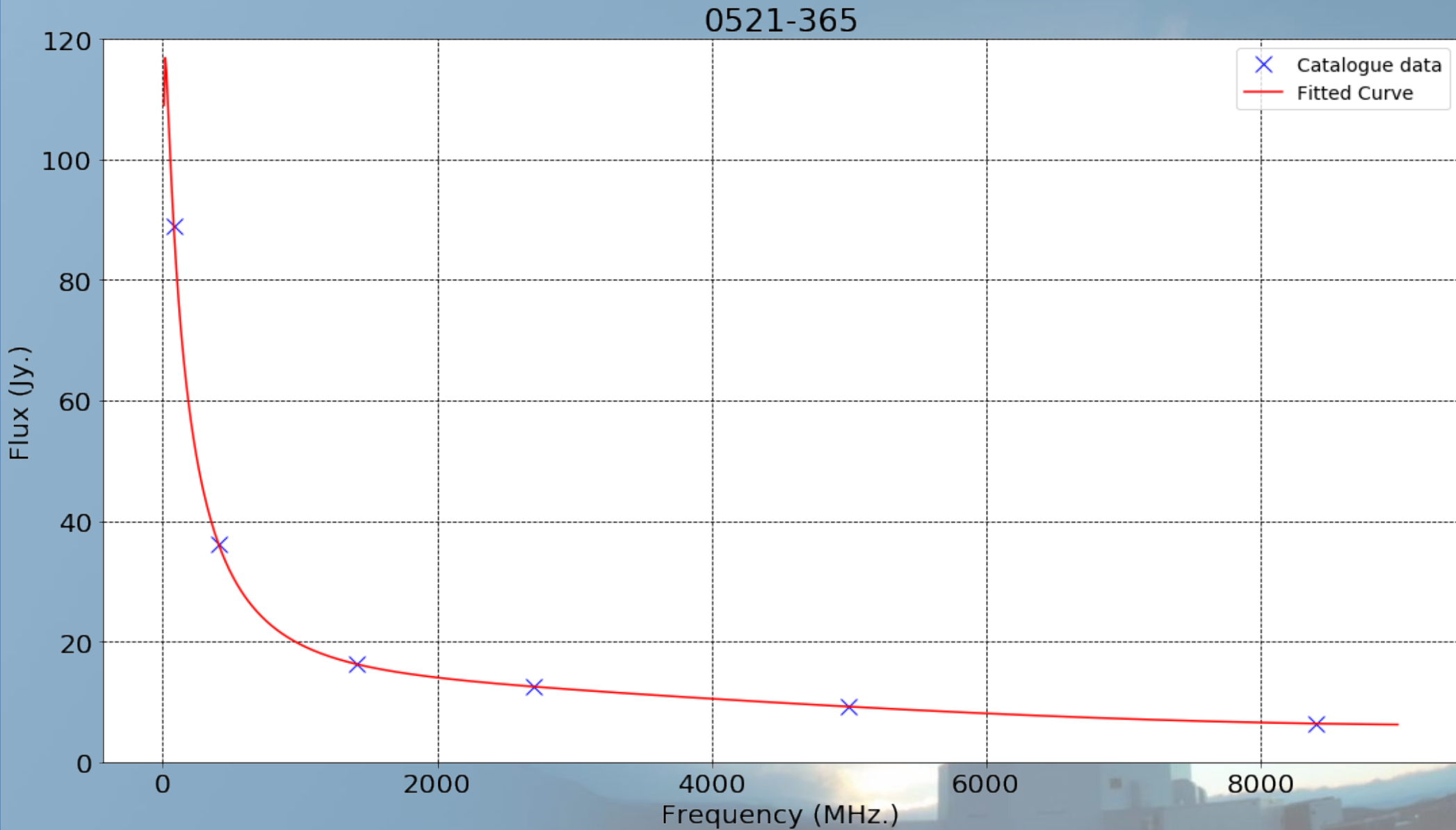






# Resultados & más

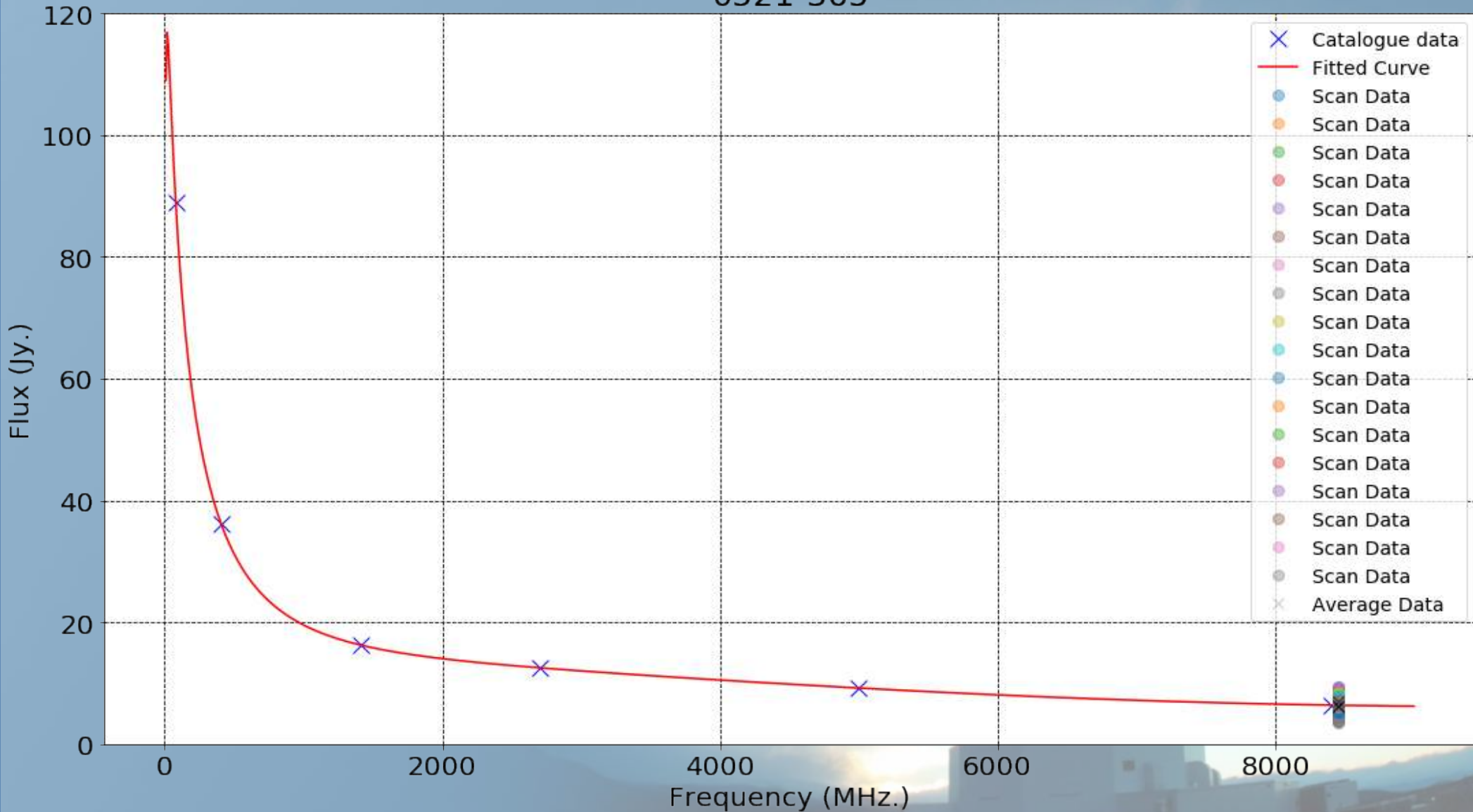
## Datos & Modelos Publicados



# Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs.  
Datos Grabados

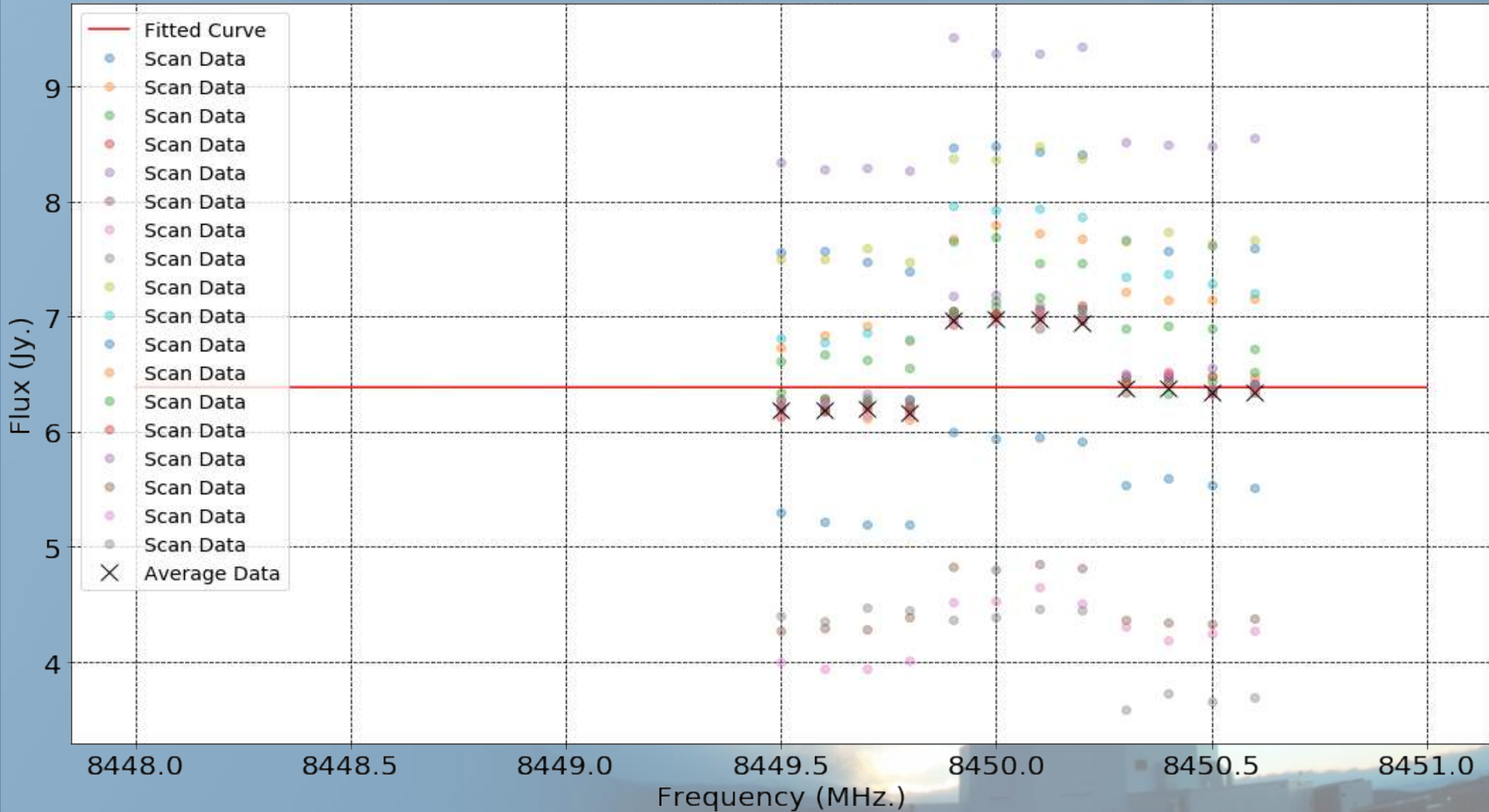
0521-365



# Resultados & más

Datos & Modelos Publicados vs.  
Datos Grabados

0521-365

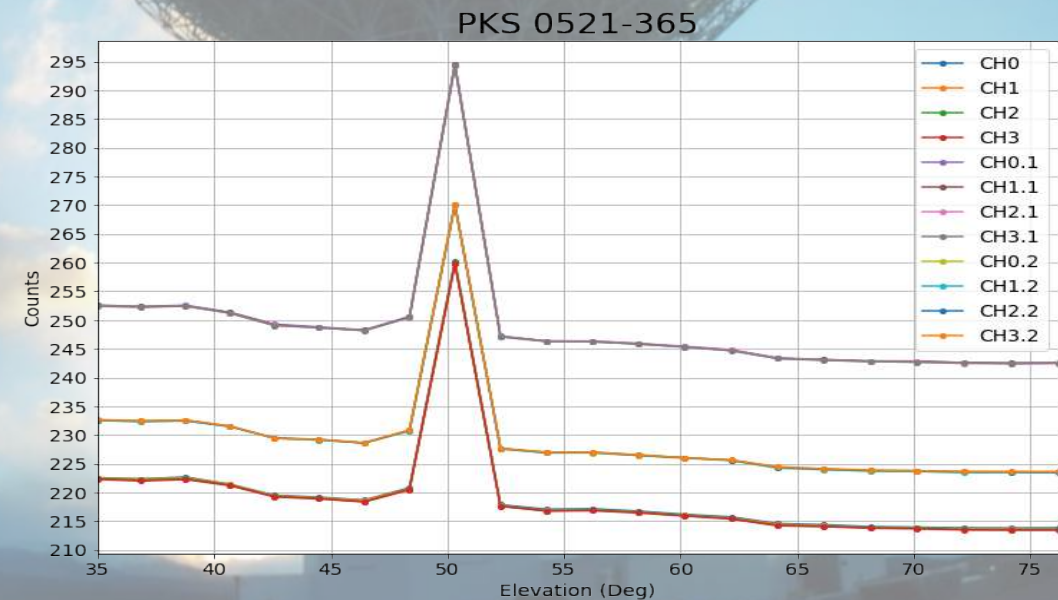
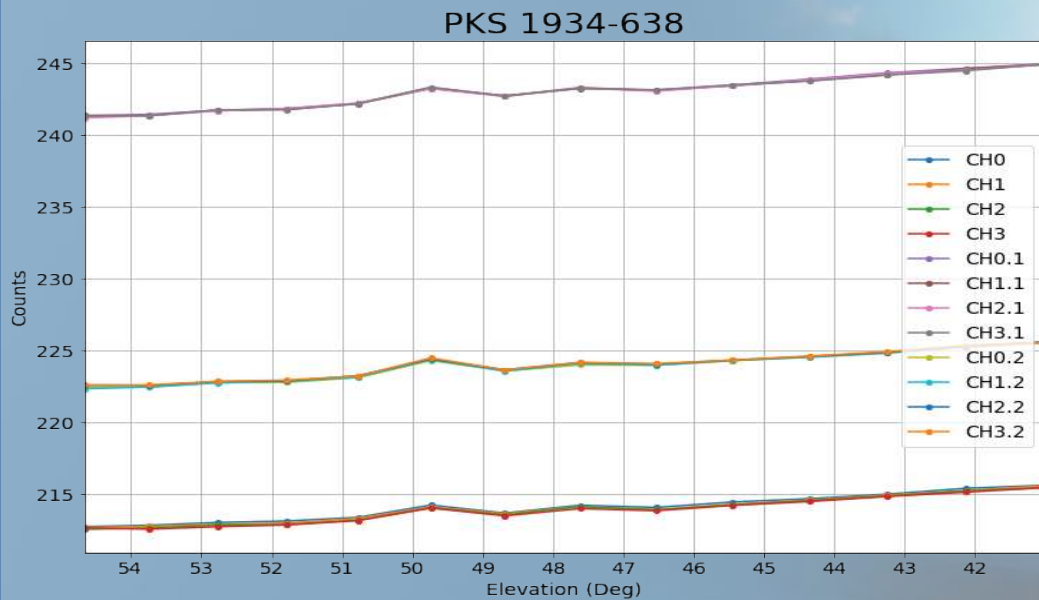
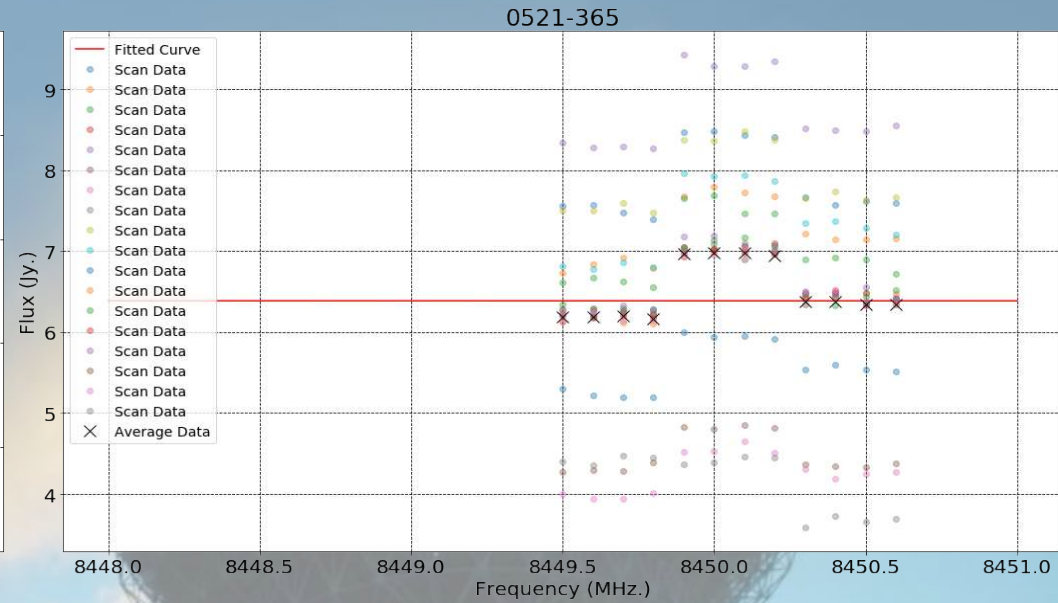
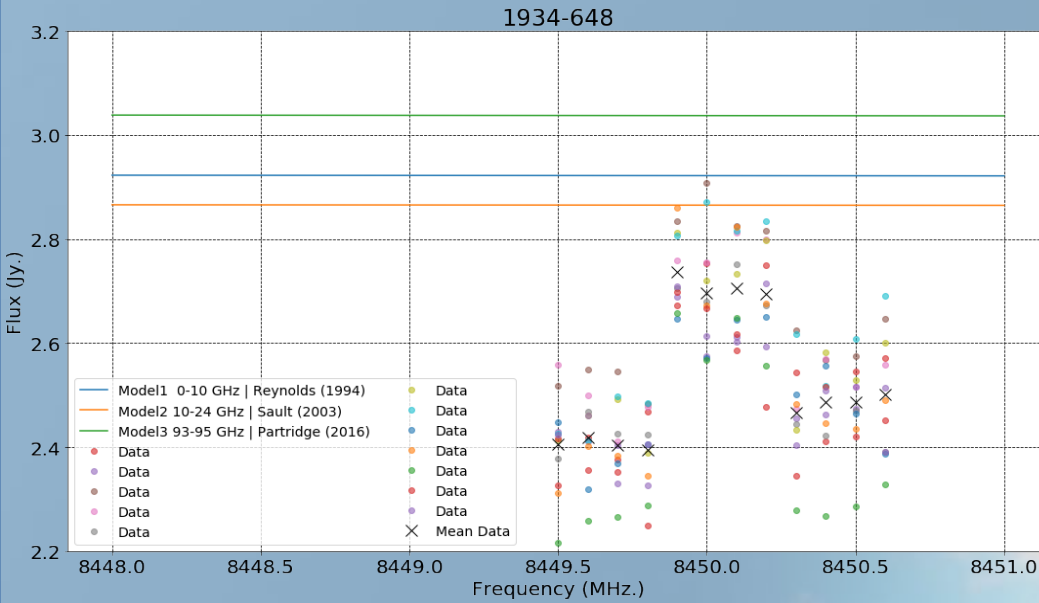




# Resultados & más

# Datos & Modelos Publicados vs. Datos Grabados

## Evaluación de Elevación y Ruido



# Trabajo futuro ...

- Observaciones con mayor frecuencia de muestreo y menor resolución.
- Disminuir tiempo entre posiciones ON/OFF.
- Corregir sistemáticos mediante ajuste con los modelos y observaciones a diferentes alturas por mas de un día seguido.
- Acceso al diodo de ruido u otra referencia de temperatura del sistema.
- Instrumento propio para la comunidad científica argentina.



# Gracias ...

- ITeDA - CONAE
- ESA, especialmente personal de la estación.
- Colaboradores y compañeros

¿Preguntas?

