

2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y EQUIPAMIENTO DE CABECERA PARA SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN SONORA Y TELEVISIÓN

2.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE SEÑALES PARA SERVICIOS DE RTV TERRENAL

En este caso se deberán captar las emisiones correspondientes a los servicios de radiodifusión analógica (FM), radiodifusión digital (DAB), televisión analógica terrenal y televisión digital terrestre (TDT), éstas últimas en la banda UHF.

2.1.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS ANTENAS

Se decide para las antenas el emplazamiento señalado en el plano 2.2.4 del proyecto técnico, por haber buena recepción de señal, estar alejado más de 5 metros de cualquier obstáculo u otros mástiles y más de 7,5 metros (1,5 veces la longitud del mástil que las soportará) de líneas eléctricas.

2.1.2 ELECCIÓN DE LAS ANTENAS

Tras estudiar las distintas posibilidades, se eligen para de FM, DAB, y servicios en UHF antenas con los siguientes parámetros, los cuales también se han hecho constar en el Pliego de Condiciones del proyecto técnico.

Las características de las antenas serán, al menos, las siguientes:

→ FM:

Tipo	ROE	Carga al viento (150 Km/h)
Omnidireccional	< 2	< 40 Newtons

→ VHF (DAB): Antena para los canales 8 a 11 de las siguientes características:

Tipo	Ganancia	ROE	Relación D/A	Carga al viento (150 Km/h)
Directiva	> 8 dB	< 2	> 15 dB	< 60 Newtons

→ UHF: Antena para los canales 21 a 69 de las siguientes características:

Tipo	Ganancia	Ángulo de apertura horizontal	Ángulo de apertura vertical	ROE	Relación D/A	Carga al viento (150 Km/h)
Directiva	> 12 dB	< 40°	< 50°	< 2	> 25 dB	< 100 Newtons

A modo de ejemplo, entre la variedad existente en el mercado, unas antenas que cumplen las condiciones exigidas son las siguientes:

→ FM: Antena circular Televés 1201, con las especificaciones descritas en la Figura 2.1

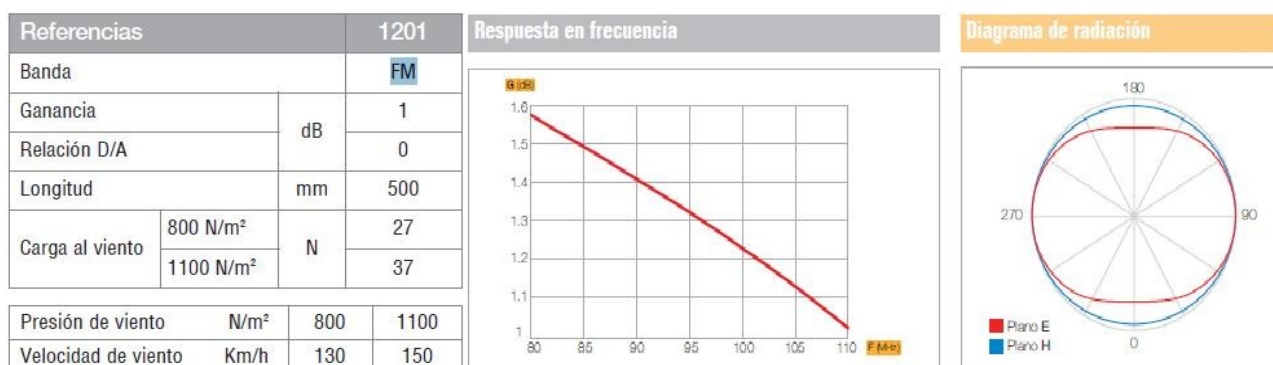


Figura 2.1: Especificaciones de la antena para FM

➔ DAB: Antena de 3 elementos (reflector, dipolo y director) Televés 1050, con las especificaciones descritas en la Figura 2.2



Figura 2.2: Especificaciones de la antena para DAB

➔ UHF: Antena de doble array Televés 1125 de elementos circulares realizados en hilo de aluminio, con las especificaciones descritas en la Figura 2.3

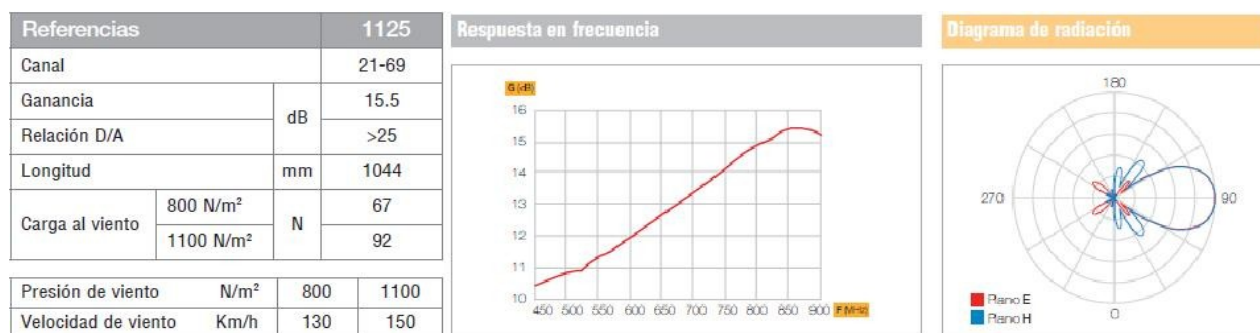


Figura 2.3: Especificaciones de la antena para UHF

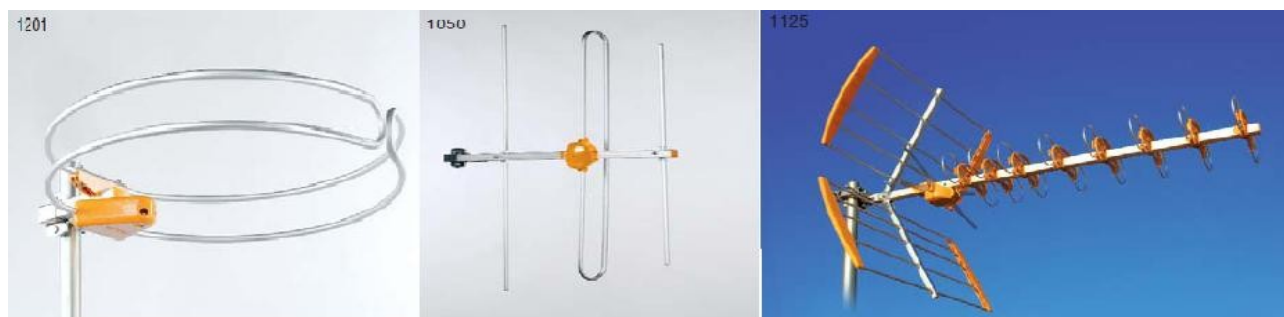


Figura 2.4: Antenas seleccionadas para FM, DAB y UHF

2.1.3 CÁLCULO DE LOS SOPORTES

Este es uno de los puntos más delicados del proyecto, ya que las consecuencias de un error en el diseño podrían dar lugar a responsabilidades de carácter penal. Por encontrarse los sistemas a más de 20 metros sobre el suelo, deberán soportar velocidades de viento de hasta 150 Km/h.

Como la altura a la que se requiere elevar las antenas está entre 3 y 6 metros, se pueden utilizar mástiles fijados a paramentos verticales suficientemente resistentes si los hay o, en caso contrario, recurrir a torretas. Al disponer de paramentos verticales como los requeridos en la planta cubierta, se decide la utilización de un mástil para la sujeción de las antenas de FM, DAB y UHF.

Tal y como se indica en la Figura 2.5, el efecto más perjudicial que produce el viento es un

momento flector M sobre el anclaje superior del mástil, al que contribuyen los momentos debidos a las fuerzas ejercidas por el viento sobre cada antena (agrupados en M_{ant}) y el debido a la fuerza ejercida sobre el propio mástil, cuya superficie también se opone al viento (M_{mast}). Se tiene:

$$\rightarrow M_{ant} = \sum Q_i \cdot l_i$$

$$\rightarrow M_{mast} = Q_{mast} \left(\frac{h}{2} \right) = 0,07 \cdot v^2 \cdot D \cdot h \cdot c \left(\frac{h}{2} \right)$$

- Q_i : carga al viento de cada antena (N)
 l_i : distancia de cada antena al anclaje superior (m)
 v : velocidad del viento considerada (Km/h)
 D : diámetro exterior del mástil (m)
 h : longitud útil del mástil (m)
 c : coeficiente eólico (0,7 para un cilindro)

El momento flector total nunca podrá tener un valor cercano al momento flector máximo del mástil, proporcionado normalmente por el fabricante. Se tiene:

$$\rightarrow M_{ant} + M_{mast} < M_{MAX}$$

En instalaciones de gran tamaño como la que nos ocupa, la norma que regula la colocación de antenas sobre mástiles es la NTE IAA 1973. Dicha norma no impone una colocación ordenada de las antenas según sus cargas al viento (lo ideal sería colocar aquella con mayor carga lo más cerca posible del punto de anclaje), por lo que en el dimensionamiento del mástil habrá que contemplar el peor caso permitido por la norma, reflejado en la Figura 2.6.

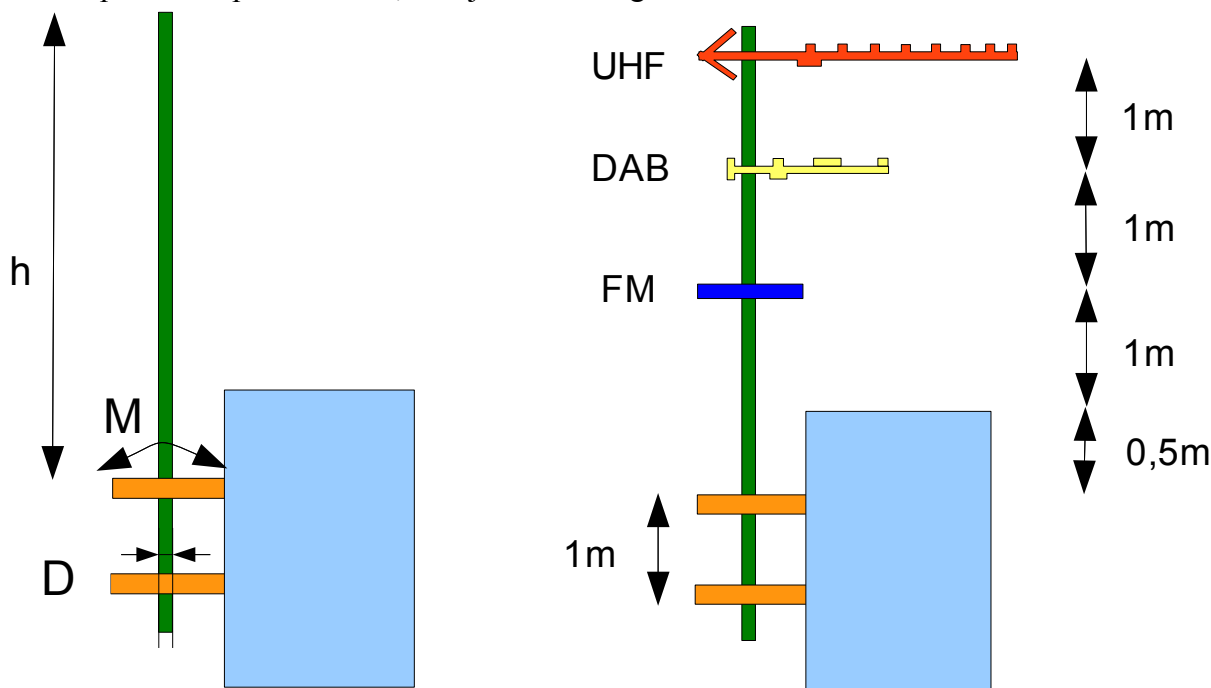


Figura 2.6: Caso extremo según la norma NTE IAA 1973

Figura 2.5: Momento en mástiles

Se deberá elegir, por tanto, un mástil de al menos 4,5 metros de longitud total (al menos 3,5 metros de longitud útil) y con un momento flector máximo admitido en todo momento superior a:

$$\rightarrow M_{ant} + M_{mast} = \sum Q_i \cdot l_i + M_{mast}$$

Algunos fabricantes ya han tenido en cuenta M_{mast} en el cálculo del momento flector máximo admitido que aparece en sus hojas técnicas, que realmente es $M_{MAX}' = M_{MAX} - M_{mast}$, por lo que, eligiendo mástiles de su catálogo, el proyectista ahorrará abordar el cálculo de M_{mast} . Bastará comprobar, por tanto, que se cumple:

$$\rightarrow \sum Q_i \cdot l_i < M_{MAX}'$$

$$\rightarrow \sum Q_i \cdot l_i = 100 \times 3,5 + 60 \times 2,5 + 40 \times 1,5 = 560 \text{ N.m}$$

Los valores utilizados son los genéricos especificados en el apartado 2.1.2

Un mástil que cumple todo lo anterior, de entre la variedad presente en el mercado, es el ZSF 48 de Kathrein, cuyas características son las siguientes:

Modelo	Longitud (m)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Momento flector máximo (N.m) **
Kathrein ZSF 48	5	48	40	920

** medido para una velocidad de viento de 150 Km/h y longitud útil de 4 m, habiendo considerado la carga al viento del mástil.

2.2 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE SEÑALES PARA SERVICIOS DE RTV VÍA SATÉLITE

En este caso se deberán captar las emisiones procedentes de dos satélites: Astra (19.2° E) e Hispasat (30°W). Basando los cálculos en la relación C/N que se pretende ofrecer al usuario, se determinará el diámetro de sendas antenas parabólicas, su emplazamiento teniendo en cuenta la geometría y orientación del edificio y se dimensionarán los sistemas de anclaje apropiados.

2.2.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO Y PARÁMETROS DE LAS ANTENAS

Como primer paso se determinan los ángulos de orientación de las antenas, acimut y elevación, así como la distancia al satélite. Los datos que se necesitan son:

- φ_R : Latitud del lugar de recepción. Se toman positivas las latitudes norte y negativas las sur.
- λ_R : Longitud del lugar de recepción. Se toman positivas las longitudes este y negativas las oeste.
- λ_{SAT} : Longitud del satélite

Para el inmueble objeto de este proyecto, se tiene:

- $\varphi_R = 36^\circ \text{ N } 35' 49'' \rightarrow \varphi_R = 36.59694444^\circ$
- $\lambda_R = 4^\circ \text{ W } 31' 25'' \rightarrow \lambda_R = -4.52361111^\circ$

Se definen los siguientes ángulos:

$$\rightarrow \delta = \lambda_R - \lambda_{SAT}$$

$$\rightarrow \alpha = \arccos(\cos(\varphi_R) \cdot \cos(\delta))$$

El acimut de orientación de la antena respecto al norte y la elevación respecto al horizonte vendrán dados por:

$$\rightarrow Az = 180 - \arctan\left(\frac{\tan(\delta)}{\sin(\varphi_R)}\right)$$

$$\rightarrow El = \arctan\left(\frac{\cos(\alpha) - 0,15127}{\sin(\alpha)}\right)$$

La distancia al satélite se calcula con la expresión:

$$\rightarrow D(Km) = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0,42 \cdot (1 - \cos(\alpha))}$$

Particularizando para Astra e Hispasat, se obtienen los siguientes resultados:

Hispasat

$$\rightarrow \delta = -30 + 4,52361111 = -25,47638889^\circ$$

$$\rightarrow \alpha = \arccos(\cos(36,59694444) \cdot \cos(-25,47638889)) = 43,54925848^\circ$$

$$\rightarrow Az = 180 - \arctan\left(\frac{\tan(-25,47638889)}{\sin(36,59694444)}\right) = 218,63^\circ$$

$$\rightarrow El = \arctan\left(\frac{\cos(43,54925848) - 0,15127}{\sin(43,54925848)}\right) = 39,77^\circ$$

$$\rightarrow D = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0,42 \cdot (1 - \cos(43,54925848))} = 37797,73208 Km$$

Astra

$$\rightarrow \delta = 19,2 + 4,52361111 = 23,72361111^\circ$$

$$\rightarrow \alpha = \arccos(\cos(36,59694444) \cdot \cos(23,72361111)) = 42,69227696^\circ$$

$$\rightarrow Az = 180 - \arctan\left(\frac{\tan(23,72361111)}{\sin(36,59694444)}\right) = 143,61^\circ$$

$$\rightarrow El = \arctan\left(\frac{\cos(42,69227696) - 0,15127}{\sin(42,69227696)}\right) = 40,73^\circ$$

$$\rightarrow D = 35786 \cdot \sqrt{1 + 0,42 \cdot (1 - \cos(42,69227696))} = 37724,91956 Km$$

Los diámetros necesarios se determinarán a partir de la ecuación del enlace descendente en una de sus formas:

$$\rightarrow C(dB) = PIRE(dBW) - 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot D^2) + 10 \cdot \log(A_{ef}) - H(dB)$$

Donde:

- PIRE: Potencia Isótropa Radiada Equivalente para el lugar donde se encuentra el receptor.
- A_{ef} : Área efectiva de la antena
- H: Márgenes de degradación, seguridad y error de apuntamiento (éste se ha tomado como el 10% del ancho de haz a 3 dB). El valor de H es 2 dB en total.

Para hallar C(dB), se tendrá en cuenta que se pretende ofrecer a la salida del conversor una C/N de 17,5 dB y se calculará la potencia media del ruido de la forma:

$$\rightarrow N = K \cdot T_e \cdot B = K \cdot [T_a + T_0 \cdot (F_{LNB} - 1)] \cdot B$$

Donde:

- K: constante de Boltzmann ($1,38 \cdot 10^{-23} W/(Hz \cdot ^\circ K)$)
- T_e : temperatura equivalente de ruido del conjunto antena-conversor.
- T_a : temperatura de ruido de la antena. Suele estimarse 70 K en promedio.

- T_0 : 290 K
- F_{LNB} : factor de ruido del conversor (unidades naturales).
- B: ancho de banda de los canales transmitidos (36 MHz).

Para ambos satélites se seleccionarán conversores con figura de ruido máxima de 0,7 dB, 55 dB de ganancia y alimentadores con polarización lineal. Se tiene, por tanto :

$$\rightarrow N = (1,38 \cdot 10^{-23}) \cdot [70 + 290 \cdot (10^{0,07} - 1)] \cdot 36 \cdot 10^6 = 5,997384054 \cdot 10^{-14} W$$

$$\rightarrow N = -132,22 \text{ dBW}$$

Por otra parte, se tiene:

$$\rightarrow C/N \text{ (dB)} = C \text{ (dB)} - N \text{ (dBW)} \rightarrow C = C/N + N \rightarrow C = 17,5 - 132,22 = -114,72 \text{ dB}$$

Hispasat (PIRE = 52 dBW)

Retomando la ecuación del enlace descendente, se tiene:

$$\begin{aligned} \rightarrow 10 \cdot \log(A_{ef}) &= C + H - PIRE + 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot D^2) \\ 10 \cdot \log(A_{ef}) &= -114,72 + 2 - 52 + 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot 37797732,08^2) = -2,18 \\ A_{ef} &= 0,6055 \end{aligned}$$

Se calculará el diámetro para una parábola de offset (con una eficiencia más alta que las de foco centrado, se tomará $\eta = 0,75$).

$$\rightarrow A_{ef} = \frac{\eta \cdot \pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{ef}}{\pi \cdot \eta}} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,6055}{\pi \cdot 0,75}} \rightarrow d = 101,4 \text{ cm} \rightarrow d \geq 102 \text{ cm}$$

La ganancia de la antena puede calcularse a partir de:

$$\begin{aligned} \rightarrow G_{ant} &= C/N - PIRE + N - 20 \cdot \log\left(\frac{c}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot D}\right) \\ G_{ant} &= 17,5 - 52 - 132,22 - 20 \cdot \log\left(\frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 10^9 \cdot 37797732,08}\right) = 38,8 \rightarrow G_{ant} \geq 39 \text{ dB} \end{aligned}$$

Se precisa, por tanto, un diámetro mayor o igual que 102 cm y una ganancia mayor o igual a 39 dB. Entre la variedad existente en el mercado, una antena que cumple estas condiciones es el modelo AN7005 de Engel, cuyas características son las siguientes:

Modelo	Diámetro parábola (cm)	Ganancia (dB)	Peso(Kg)	Diámetro máximo mástil (mm)
Engel AN7005	105	40,3	8,6	75

Astra (PIRE = 50 dBW)

Procediendo de la misma forma que en el caso de Hispasat, se tiene:

$$\begin{aligned} \rightarrow 10 \cdot \log(A_{ef}) &= C + H - PIRE + 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot D^2) \\ 10 \cdot \log(A_{ef}) &= -114,72 + 2 - 50 + 10 \cdot \log(4 \cdot \pi \cdot 37724919,56^2) = -0,1953 \\ A_{ef} &= 0,956 \end{aligned}$$

De nuevo se calcula el diámetro para una parábola de offset ($\eta = 0,75$).

$$\rightarrow A_{ef} = \frac{\eta \cdot \pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{ef}}{\pi \cdot \eta}} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,956}{\pi \cdot 0,75}} \rightarrow d = 127,4 \text{ cm} \rightarrow d \geq 128 \text{ cm}$$

La ganancia de la antena puede calcularse a partir de:

$$\rightarrow G_{ant} = C/N - PIRE + N - 20 \cdot \log\left(\frac{c}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot D}\right)$$

$$G_{ant} = 17,5 - 50 - 132,22 - 20 \cdot \log\left(\frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 10^9 \cdot 37724919,56}\right) = 40,8 \rightarrow G_{ant} \geq 41 \text{ dB}$$

Se precisa, por tanto, un diámetro mayor o igual que 128 cm y una ganancia mayor o igual a 41 dB. Entre la variedad existente en el mercado, una antena que cumple estas condiciones es el modelo AN7006 de Engel, cuyas características son las siguientes:

Modelo	Diámetro parábola (cm)	Ganancia (dB)	Peso(Kg)	Diámetro máximo mástil (mm)
Engel AN7006	130	41,5	15	75

2.2.2 EMPLAZAMIENTO DE LAS ANTENAS

Tras analizar los ángulos resultantes del estudio anterior, la orientación del edificio y la configuración de la planta cubierta, se decide para las antenas el emplazamiento señalado en el plano 2.2.4 del proyecto técnico, por haber buena recepción de señal y facilidad de orientación de las mismas a sus respectivos satélites.

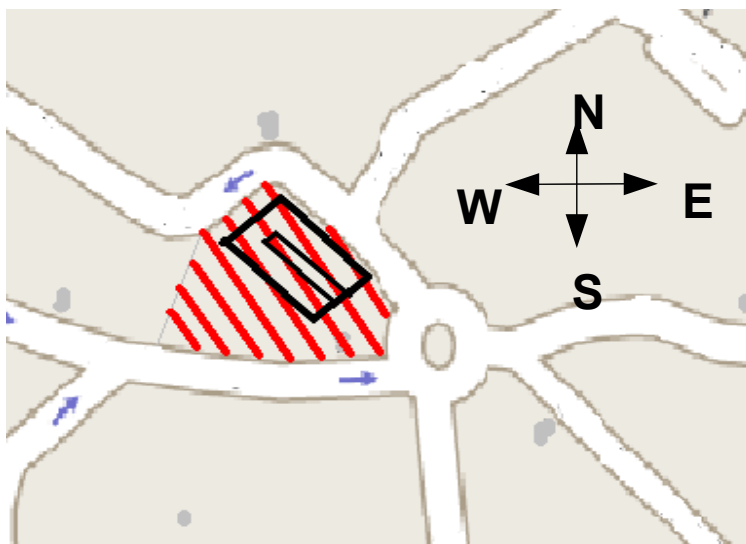


Figura 2.7: Orientación del edificio

La antena para Astra se fijará al muro exterior del castillete y la de Hispasat a la parte interior de muro de cerramiento de la azotea, ya que este es de altura y grosor suficiente.

2.2.3 SISTEMAS DE SUJECCIÓN

Los esfuerzos y el momento que deberán soportar los sistemas de sujeción de ambas antenas son, según la hoja de características técnicas del fabricante, los siguientes:

	Antena Engel AN7005	Antena Engel AN7006
Esfuerzo horizontal (Kp)	160	182
Esfuerzo vertical (Kp)	105	145
Momento (Kp.m)	103	140

La fijación de las antenas parabólicas puede realizarse bien a paramentos laterales o al suelo, en cuyo caso habrá de diseñar el Arquitecto una zapata de hormigón que resista los esfuerzos y

momento especificados. Si se decide la fijación sobre paramentos laterales, como en este caso, el Arquitecto deberá verificar que éstos soportan los esfuerzos y momento citados.

Unos sistemas de sujeción recomendados por el fabricante de las antenas y que cumple las condiciones anteriores son los soportes en L Engel AC7041, de 40 mm. de diámetro y adecuado para antenas de hasta 105 cm. de diámetro (Hispasat) y el modelo Engel AC7025, con 60 mm. de diámetro y adecuado para antenas de hasta 160 cm. para la antena de Astra.

2.3 DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO DE CABECERA PARA LOS SERVICIOS DE RTV TERRENAL

El diseño de la cabecera para los servicios terrenales de RTV se llevará a cabo en dos fases. Para comenzar, se elaborará una tabla con información relevante sobre las emisiones que se reciben en la antena, tales como el canal ocupado, el nivel de señal medido y la naturaleza de la transmisión (digital o analógica). El análisis de esta información en una segunda etapa permitirá elegir los amplificadores necesarios y planificar su correcto conexionado.

2.3.1 SEÑALES QUE SE RECIBEN EN EL EMPLAZAMIENTO DE LA ANTENA

En el emplazamiento se reciben los siguientes programas de entidades habilitadas:

Programa	Canal	P. Vídeo (MHz)	P. Sonido (MHz)	Señal (dBμV)
Canal Sur 2	35	583,25	588,75	70,2
Cuatro	39	615,25	620,75	70,8
Tele 5	42	639,25	644,75	69,5
Antena 3	45	663,25	668,75	69,7
La Sexta	48	687,25	692,75	70,6
TVE 2	59	775,25	780,75	69,4
Canal Sur	62	799,25	804,75	70,9
TVE 1	65	823,25	828,75	68,7

Programa	Canal	F. Inicial (MHz)	F. Final (MHz)	Señal (dBμV)
TDT Local	22	478	486	55
TDT RGN	57	758	766	54,6
TDT Autonómica	63	806	814	57,5
TDT VEO	66	830	838	54,5
TDT Sogecable	67	838	846	56,5
TDT Tele 5	68	846	854	54,7
TDT Antena 3	69	854	862	55,2

2.3.2 ELECCIÓN DE AMPLIFICADORES Y CONEXIONADO

La misión más importante del equipamiento de cabecera es la de elevar el nivel de la señal recibida por el sistema de captación (antenas). Existen dos estrategias para realizar la amplificación: centrales amplificadoras de banda ancha o sistemas compuestos por amplificadores monocanal.



Figura 2.8: Monocanal con autoseparación de entrada y automezcla de salida

La amplificación de banda ancha es en principio más económica, pero en instalaciones de gran tamaño aumenta en gran medida el riesgo de intermodulación entre los distintos canales. De esta forma, sólo se usarán amplificadores de grupo para aquellos servicios que, por utilizar técnicas de modulación OFDM, presentan gran robustez a la intermodulación: TDT (para los canales C66 a C69) y DAB (C8 a C11, Banda III). Para el resto de canales de televisión analógica y para los canales digitales fuera del grupo C66-C69, se utilizan amplificadores monocanal.

Prácticamente todos los amplificadores monocanal existentes en el mercado actual incorporan autoseparación de entrada y automezcla de salida, por lo que ya vienen preparados para la conexión directa en Z. Primitivamente era necesario incorporar un repartidor a la entrada de la estructura de amplificadores, amplificar cada canal por separado y colocar un mezclador a la salida, de forma que la estructura tenía mayores pérdidas y no disponía de tanta flexibilidad.

Examinando la tabla del apartado 2.3.1, se observan tres posibles interferencias entre canales analógicos y digitales adyacentes: dos interferencias de $n+1$ (canales 62 con 63 y 65 con 66) y una de $n+2$ (canales 57 y 59). Este problema no está siendo infrecuente en la coexistencia de ambos sistemas hasta el año 2010 y las posibles soluciones son:

- Utilizar amplificadores de alta selectividad, con rechazos de hasta 17 dB al canal adyacente. Sin embargo, son más críticos ante cambios de temperatura, envejecimiento, etc. Su uso sólo se aconseja cuando se compruebe que las condiciones de propagación no son las adecuadas.
- Si las condiciones del emplazamiento fuesen lo suficientemente malas podrían emplearse filtros trampa, que son filtros de banda eliminada que, colocados a la entrada de un monocanal, atenúan las señales interferentes. Sin embargo, su uso afecta a la respuesta en frecuencia, ya que la combinación en Z no los aísla suficientemente.

En este caso, las condiciones de propagación son favorables: los canales analógicos se reciben con un nivel de señal entre 10 y 15 dB μ V mayor que el de los canales digitales y no ocurre ninguna anomalía. Por tanto, pueden conectarse monocanales convencionales (para los canales de TDT habrá que asegurarse de que el dispositivo elegido dispone de salida digital).

Las características exigibles a los amplificadores de cabecera terrenal pueden ser las siguientes:

- TV Analógica Terrenal $\rightarrow$ Amplificador monocanal con máximo nivel de salida de al menos 120 dB μ V ($S/I = 56$ dB), Ganancia máxima de al menos 50dB y Figura de ruido 9 dB.

- TV Digital Terrenal → Amplificador monocanal con máximo nivel de salida de al menos 110 dB μ V (S/I = 35dB), Ganancia máxima de al menos 50dB, y Figura de ruido 9 dB. Para los canales C66-69, amplificador de grupo con nivel máximo de salida de al menos 114 dB μ V y ganancia máxima de al menos 50 dB.
- Radio FM → Amplificador con nivel máximo de salida de al menos 110 dB μ V (S/I = 35dB), Ganancia máxima de al menos 30dB y Figura de ruido 9 dB.
- Radio Digital (DAB) → Amplificador de grupo C8-C11 con nivel máximo de salida de al menos 110 dB μ V , ganancia máxima de al menos 40dB y Figura de ruido 9 dB.

Los amplificadores se conectarán en orden creciente de frecuencia, quedando los canales más altos contiguos a la fuente de alimentación, a través de la cual se obtiene la señal de salida. Las salidas no utilizadas se cargarán con 75 Ω . La estructura resultante se representa en la Figura 2.9.

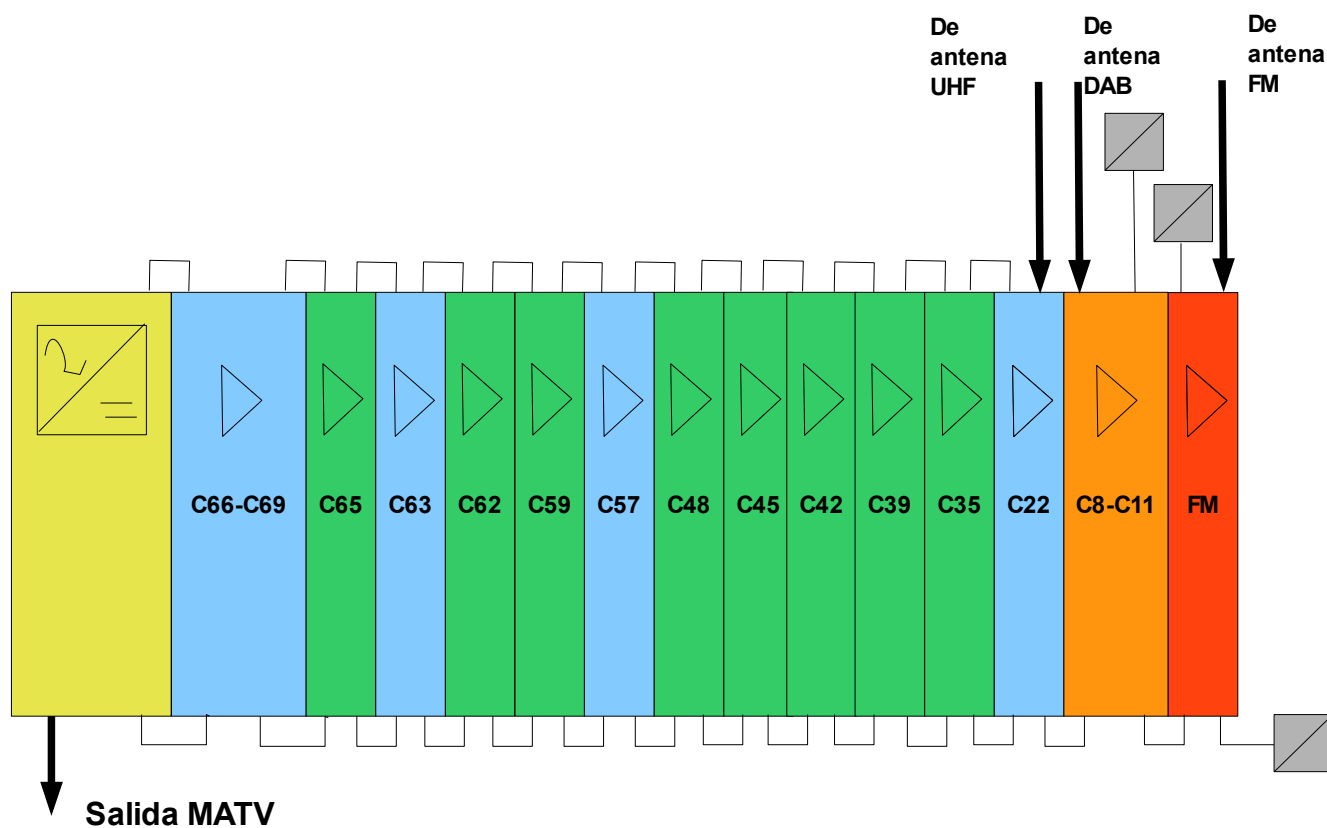


Figura 2.9: Cabecera para RTV terrenal realizada mediante conexión en Z

2.4 DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO DE CABECERA PARA LOS SERVICIOS DE RTV VÍA SATELITE

2.4.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

El sistema de captación no consiste únicamente en el reflector parabólico, que es el que se ha dimensionado en el apartado 2.2. El dispositivo encargado de recogerlas es el alimentador o iluminador, que puede colocarse en el foco de la parábola (antenas de foco centrado) o para mejorar la eficiencia, evitar que el propio alimentador oculte parte de los rayos reflejados en la parábola (antenas de offset).

La salida del alimentador es en guía de ondas, para conectarse directamente y con muy bajas pérdidas al LNB (Low Noise Block), que tiene una doble misión: amplificación y conversión de frecuencias.

Antes de trabajar con las señales procedentes de los satélites, es necesario amplificarlas, ya que al haberse propagado por una distancia de más de 38000 Km se reciben muy debilitadas. El objetivo es conseguir una ganancia elevada para que en el resto de la red de distribución prácticamente no degenera la figura de ruido del sistema. Típicamente, los LNB pueden tener ganancias en torno a 50-60 dB y figuras de ruido menores de 1 dB.

La segunda misión del LNB es la de bajar la frecuencia de recepción hasta FI (950 – 2150 MHz) para permitir su distribución con cable coaxial, de coste y pérdidas asumibles en comparación con tener que realizar la distribución con guía de ondas si se dejara a 12 GHz.

Otro aspecto importante del sistema es la polarización, que puede ser lineal (horizontal o vertical) o circular (a derechas o izquierdas según el sentido de giro del campo electromagnético que se pretende recibir). Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Las polarizaciones ortogonales entre sí (horizontal y vertical o las circulares levógira y dextrógira) están aisladas, por lo que es posible compartir un mismo canal de un mismo satélite emitiendo un programa en polarización H y otro en V. Las antenas diseñadas para captar la polarización horizontal no podrán recibir la vertical y viceversa.
- Las polarizaciones lineales no están aisladas de las circulares, sólo existe entre ellas un desacoplo de 3 dB. Cualquier antena diseñada para captar una polarización lineal con cierta ganancia captará también cualquier polarización circular con 3 dB menos.

El polarizador puede ir asociado al alimentador o al LNB, según la tendencia reciente.

Las bandas de recepción tienen el nombre de los servicios que inicialmente se pensaron para ellas:

- ➔ **FSS** (Fixed Satellite Service o Servicio fijo). Utiliza polarización lineal y satélites de potencia algo más baja. A su vez, se divide en dos subbandas:
 - FSS Subbanda baja: 10,7 – 11,7 GHz
 - FSS Subbanda alta: 12,5 – 12,75 GHz
- ➔ **DBS** (Direct Broadcast Satellite). Estaba pensado para permitir la recepción desde plataformas móviles. Utiliza polarización circular y satélites de alta potencia. Las frecuencias del servicio DBS se encuentran entre 11,7 y 12,5 GHz

En la actualidad se denomina subbanda baja sólo a la subbanda baja de FSS, englobando el concepto subbanda alta a DBS y FSS alta conjuntamente.

La traslación de frecuencias a FI se realiza mediante dos osciladores locales: uno de 9,75 GHz para subbanda baja y otro de 10,6 GHz para subbanda alta.

Como resultado de todo lo anterior, en la salida de un LNB sólo puede estar presente una de entre cuatro emisiones distintas del satélite:

- ➔ Subbanda baja y polarización horizontal.
- ➔ Subbanda baja y polarización vertical.
- ➔ Subbanda alta y polarización horizontal.
- ➔ Subbanda alta y polarización vertical.

A pesar de ello, es posible distribuir canales de otras polarizaciones que sean demandados por los vecinos utilizando la técnica de procesado en FI. Para poder emplearla deben darse un par de premisas básicas:

- Los canales de interés de polarizaciones distintas de la distribuida (polarización principal) no deben ser excesivos en número.
- En el ancho de banda de FI de la polarización distribuida deben existir huecos suficientes, de frecuencias no utilizadas, para acomodar los canales de interés de otras polarizaciones.

Un procesador de FI selecciona un único transpondedor y lo sitúa en la frecuencia que se desee de la banda de FI. Serán necesarios tantos procesadores como transpondedores de interés de otras polarizaciones y podrán conectarse en Z. Tras el procesado, las señales resultantes se añaden al cable de la polarización principal antes de atacar al amplificador de cabecera de FI.

2.4.2 DISEÑO Y CONEXIONADO

Por parte de la Propiedad, se desean recibir emisiones de los siguientes transpondedores:

➔ ASTRA

Proveedor	Transpondedor (MHz)	Subbanda	Polarización	FI (MHz)
Digital +	10760.00	Baja	Vertical	1010.0
Digital +	10810.50	Baja	Vertical	1060.5
Digital +	10847.00	Baja	Vertical	1097.0
Digital +	10876.50	Baja	Vertical	1126.5
Digital +	10979.00	Baja	Vertical	1229.0
Digital +	11038.00	Baja	Vertical	1288.0
Digital +	11097.00	Baja	Vertical	1347.0
Digital +	11156.00	Baja	Vertical	1406.0
Digital +	11317.50	Baja	Vertical	1567.5
Digital +	11347.00	Baja	Vertical	1597.0
Digital +	11435.50	Baja	Vertical	1685.5
Digital +	11685.50	Baja	Vertical	1935.5
ARD	12044.50	Alta	Horizontal	1444.5
ARD	12109.50	Alta	Horizontal	1509.5

La polarización designada como principal es la vertical baja, por lo que serán necesarios dos procesadores de FI para incorporar las emisiones de los dos transpondedores restantes.

→ **HISPASAT**

Proveedor	Transpondedor (MHz)	Subbanda	Polarización	FI (MHz)
TV Cabo	11731.00	Alta	Vertical	1131
Digital +	11771.00	Alta	Vertical	1171
Digital +	11811.00	Alta	Vertical	1211
Digital +	11851.00	Alta	Vertical	1251
Digital +	11891.00	Alta	Vertical	1291
Digital +	11931.00	Alta	Vertical	1331
TV Cabo	12052.00	Alta	Horizontal	1452
TV Cabo	12092.00	Alta	Horizontal	1492
Digital +	12149.00	Alta	Vertical	1549
Digital +	12226.00	Alta	Vertical	1626
Digital +	12303.00	Alta	Vertical	1703
Digital +	12380.00	Alta	Vertical	1780
Digital +	12456.00	Alta	Vertical	1856

La polarización designada como principal es la vertical alta, por lo que serán necesarios dos procesadores de FI para incorporar las emisiones de los dos transpondedores restantes.

Se han indicado las frecuencias de la banda FI a las que se trasladará cada emisión.

El amplificador de cabecera para FI será de banda ancha, con las siguientes características:

- Nivel de señal máximo de salida de al menos 118 dB μ V, medidos para una relación S/I de 35 dB.
- Figura de ruido máxima de 12 dB
- Ganancia máxima de al menos 40 dB.

La mezcla con las señales terrenales se llevará a cabo en dispositivos mezcladores. Existen en el mercado amplificadores FI con función integrada de mezcla con señales terrenales, sin embargo, se eligen mezcladores independientes, a pesar de ser un caso más restrictivo en cuanto a atenuación y rizado, para abordar el diseño de la red de reparto (Capítulo 3) con mayor fiabilidad.

La estructura completa de la cabecera queda reflejada en la Figura 2.10

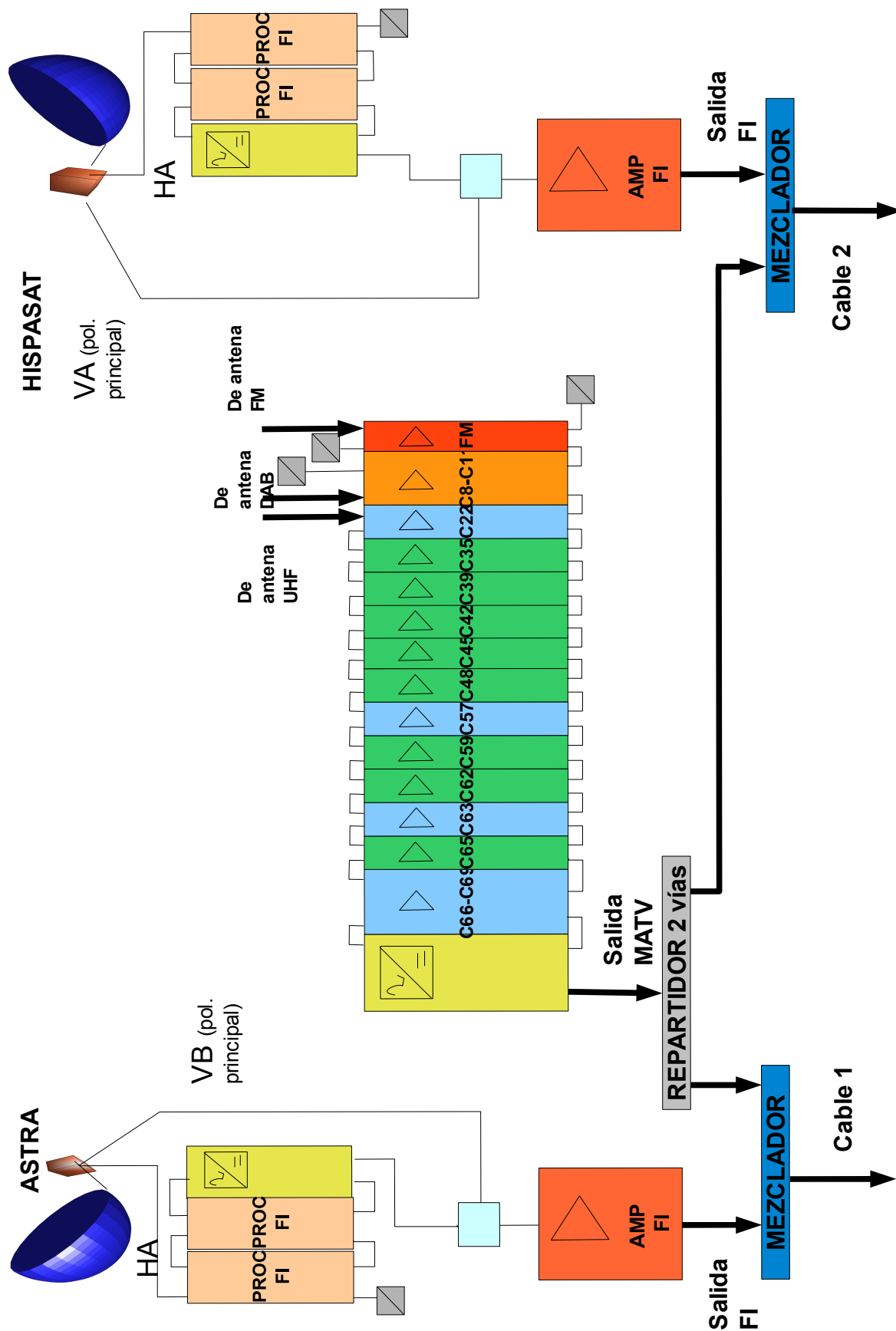


Figura 2.10: Estructura final de cabecera