

## Anexo 18. Especificaciones de integración de la red TDT/satélite

### 1 INTRODUCCIÓN

Aunque las redes de TDT son más eficientes en términos de la cobertura lograda respecto de la potencia de los transmisores, sigue siendo un reto lograr la cobertura de un vasto territorio garantizando las más altas tasas de transmisión. Cuando un operador plantea escenarios de cobertura en TV de alta definición, debe utilizar modulaciones de alto nivel, lo que reduce el área de cobertura efectiva y por ende requiere un número mayor de transmisores o el uso de “gap-fillers”.

Es por esto, que se plantean escenarios donde se complemente la cobertura de las redes de TV terrestre con sistemas satelitales del tipo DTH. El diseño óptimo de la red TDT debe contemplar entonces la combinación de las coberturas de la red terrestre con la red satelital, de tal forma que se vea la red de TV digital como una sola, independientemente del medio de acceso.

### 2 REDES DE SATÉLITE

Las principales características de la distribución de la televisión por satélite en cuanto a ventajas y desventajas son las siguientes:

#### 2.1 Ventajas

- Gran ancho de banda: Al explotar la ventaja de la gran anchura de banda, se hace posible la prestación de servicios de radiodifusión de alta calidad tales como la TVAD (TV de Alta Definición) y la TVUAD (televisión de ultra alta definición) con sonido 5.1 o multicanal.
- Amplia zona de cobertura: Con un satélite se consigue una zona de cobertura mucho mayor que con la DTTB (radiodifusión de televisión digital terrenal).
- Instalación rápida y facilidad de reconfiguración.
- Bajo costo: Dada la amplitud de las zonas que puede cubrir un satélite, el coste de la transmisión suele ser muy inferior al de la radiodifusión terrenal.
- Iniciación de nuevos servicios: La disponibilidad de nuevo espectro y nuevas posiciones orbitales para la televisión por satélite, facilita (si se compara con el espectro de la DTTB) el despliegue de nuevos servicios tales como la TVUAD, 3DTV (televisión tridimensional), etc.

#### 2.2 Desventajas

- Vulnerabilidad a la atenuación de la lluvia: Perturbación de los servicios debida a la atenuación provocada por las lluvias intensas en la banda por encima de 10 GHz, sobre todo en las zonas de baja latitud.
- Dificultad de ofrecer programas locales: Para ofrecer programas de televisión local por satélite a pequeñas zonas locales, se necesitaría probablemente un complejo y descomunal sistema de satélites.

Teniendo en cuenta las características anteriores, se considera que la televisión por satélite o los satélites en general tienen las siguientes funciones dependiendo de las necesidades y objetivos:

- Prestar nuevos servicios y ofrecer nuevos programas además de la radiodifusión terrenal. En este caso, la televisión por satélite puede competir con la DTTB o suplementar la cobertura de la DTTB. Los programas de televisión pueden, o no, ofrecerlos los proveedores de contenidos de la radiodifusión terrenal.
- Conseguir alcanzar el 100% de cobertura de la zona de servicio objetivo de la DTTB. Al parecer, aunque depende de la situación del país en cuestión, el coste de ofrecer la cobertura de la DTTB al último 10% de la población puede ser mayor que el de cubrir el 90% de la población<sup>447</sup>. Para lograr una cobertura adecuada en las zonas de recepción de la DTTB donde la señal es baja, los programas de la DTTB se retransmiten por satélite.
- Enviar los programas de televisión a los emplazamientos de transmisión de la DTTB como red de distribución, directamente desde un satélite. Las consideraciones sobre los enlaces de satélite utilizados para estos fines se describen en la sección C1 del Anexo C donde se indica la repercusión de las interrupciones de las manchas solares y el retardo de la propagación del trayecto del satélite sobre la distribución de la señal DTTB.

Las redes de televisión por satélite son unidireccionales y su arquitectura se clasifica de estrella. La recepción es individual (DTH) o colectiva (cabecera de televisión por cable o retransmisión de DTTB). El flujo de la señal es: proveedores de programas – centro de multiplexación – estación terrena de transmisión (enlace de conexión) – satélite – hogares (DTH), cabeceras de televisión por cable o retransmisión de DTTB.

Los satélites se diseñan para una vida útil de 15 años aproximadamente. Se tarda varios años en elaborar las especificaciones del vehículo espacial, elaborar las peticiones de propuestas (RFP), evaluar las RFP y ordenar la construcción del vehículo espacial. Por consiguiente, se lanzan al espacio nuevos satélites cada 15 años.

Las instalaciones de la estación terrena también pueden actualizarse cada 15 años a fin de introducir las tecnologías de nueva evolución. Es necesario un satélite de respaldo para mayor estabilidad de la prestación de servicios. Además de la adquisición del satélite y de las instalaciones de la estación terrena, deben efectuarse los preparativos para la obtención de la licencia, entre ellos la coordinación internacional.

### 3 RED HÍBRIDA Y COMBINACIÓN DE COBERTURAS

Una red de TV digital híbrida, es como se indica en la Figura 1. La Figura 2 presenta la estructura típica de una red TDT.

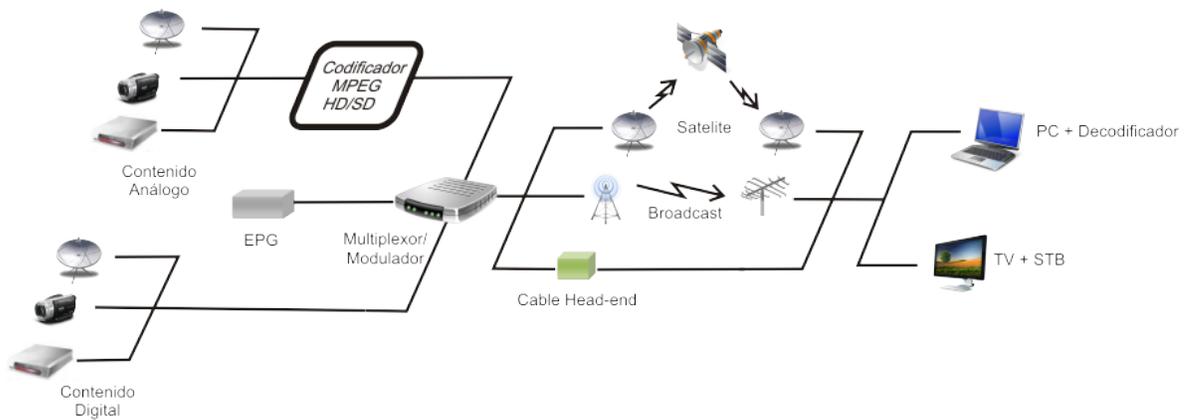


Figura 1. Estructura general de una red de TV digital Híbrida

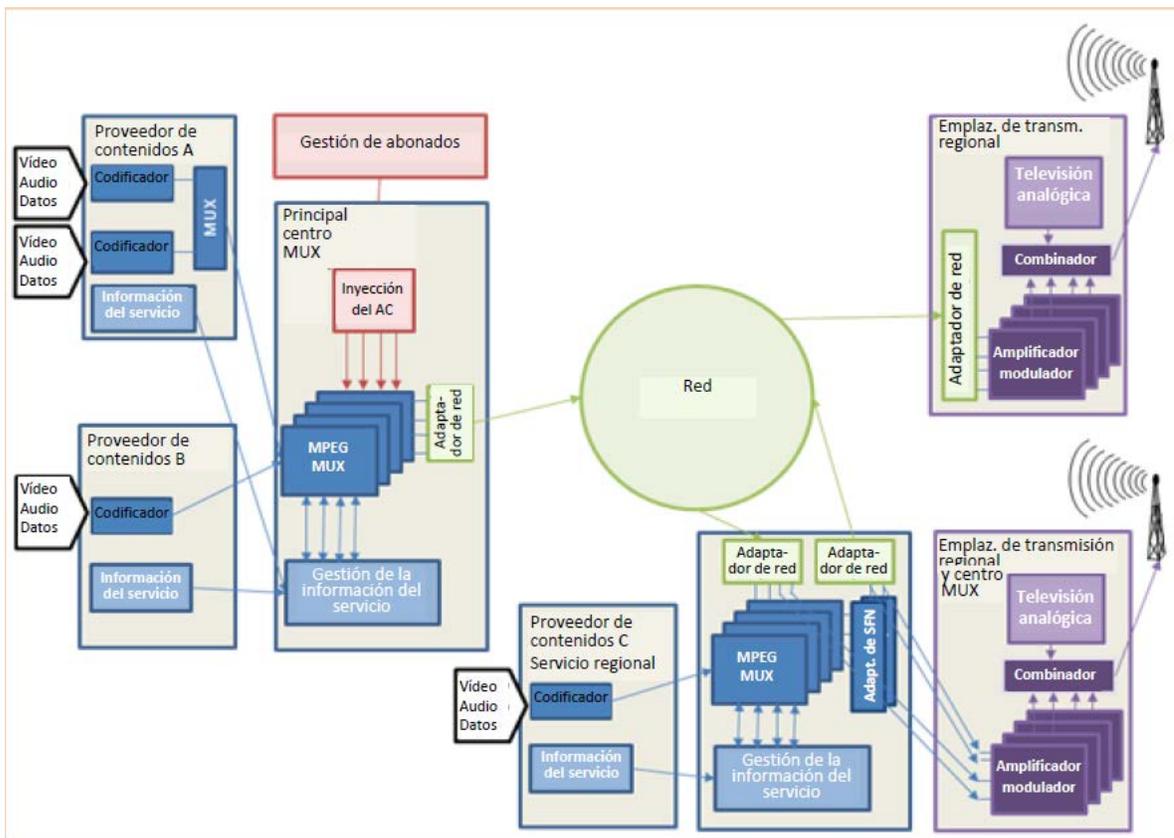


Figura 2 Estructura de una red TDT (Fuente: Guías de migración de redes TDT, UIT)

### 3.1 Planificación de red y cobertura

En esta sección se mencionan algunos aspectos claves para la planificación de una red TDT. Para obtener información más detallada sobre planificación de redes DVB-T2, es necesario referirse a la documentación del DVB Forum y las respectivas recomendaciones y documentos técnicos de la ETSI y la UIT.

La planificación de redes de radio difusión es un proceso iterativo entre los parámetros de sistema que requiere el operador, los parámetros del sistema radiante, con el fin de lograr una cobertura óptima, una adecuada capacidad de múltiplex y características de sistema radiante dentro de los límites de la licencia y el plan de negocios del operador.

Después de definir los principios de diseño, se definen los parámetros de sistema y las características del sistema radiante para continuar con la planificación de la red.

Dependiendo de la etapa de preparación para la entrada en servicio de la TDT y los datos disponibles, la planificación se puede hacer con mayor o menor precisión. Usualmente los cálculos más detallados se hacen en la etapa de planeación del proyecto y no en la fase preparatoria (antes de la licencia de operador).

Es deseable que se hagan varias iteraciones antes de lograr un balance óptimo en los compromisos entre los costos de transmisión, calidad de servicio y cobertura que se desea lograr. La planificación de la red da como resultado mapas de cobertura y una lista de características de cada estación. Los mapas de cobertura pueden mostrar bien sea probabilidad de cobertura o nivel de señal expresado en dBm en el área de servicio deseada, o pueden mostrar el número de personas o viviendas que logran la calidad de señal requerida, la variante del sistema y la tasa de transmisión del multiplexor. Las coberturas de la red terrestre se complementan con las huellas de cobertura de la red satelital.

Una gran parte de los costos de red está relacionados con el número de sitios requeridos y las inversiones en transmisores, torres y antenas. Es por esto que es importante conocer los datos de la estación, con el fin de optimizar la cobertura. Al hacer la planificación de la red, es posible identificar problemas de cobertura e identificar si se requiere utilizar “gap fillers”, o si se complementa la cobertura con la red satelital, en una etapa temprana del proceso y antes de la puesta en servicio de la misma. Adicionalmente, la planificación de la red puede ser una herramienta eficiente para el proceso de mercadeo del sistema entre los consumidores.

La tasa neta de transmisión del multiplexor y el número de servicios en el multiplexor determina la tasa de bit por servicio y en consecuencia la calidad de imagen y sonido de cada servicio. La capacidad del múltiplex depende del sistema de compresión, el estándar de transmisión (DVB-T2, ISDB-Tb), calidad del codificador y la variante del sistema empleada (que comprende tipo de modulación, codificación e intervalo de guarda). En un sistema TDT, la cobertura está asociada con la tasa de bits requerida o deseada, de acuerdo con el servicio. En el caso de la TV de alta definición (HDTV), requiere una mayor tasa que la TV con definición estándar (SDTV) y los canales de deportes o acción requieren a su vez una tasa mayor que los canales de noticias. Usualmente, el compromiso entre cobertura y capacidad (tasa de bits) significa sacrificar cobertura o utilizar mayor potencia en el transmisor, en aras de obtener una mayor tasa de bits.

En algunos estándares de TDT, se usa el concepto de transmisores de relleno o “gap fillers”. Estos “gap fillers” se utilizan también para cubrir pequeñas zonas con baja calidad de señal por parte del transmisor principal, sin necesidad de utilizar un transmisor adicional. En grandes áreas despobladas o con baja densidad poblacional, este relleno de señal se realiza con el sistema satelital de tipo DTH.

La potencia radiada de un “gap filler” es bastante menor y es común que se utilicen antenas directivas apuntando hacia la zona donde se desea mejorar la cobertura.

En consecuencia, un transmisor de relleno tienen un potencial menor de interferir con otras áreas de servicio del sistema de TV. Por esta razón, y debido a que el área de cobertura de un transmisor de relleno se suele aislar de otras áreas de servicio, las distancias de reuso pueden ser relativamente pequeñas.

Para la estimación de coberturas, hay disponibles en el Mercado diferentes herramientas de planificación que pueden ser utilizadas para obtener los mapas de cobertura y las probabilidades de cobertura. Tan importante como la herramienta de planificación es el mapa digital de terreno (DTM), que debe tener una resolución adecuada para lograr coberturas precisas. Para los cálculos iniciales de cobertura, se pueden utilizar mapas disponibles sin costo como los del USGS, que tienen una resolución aproximada de 200m. Para coberturas más precisas, especialmente en áreas urbanas, se recomienda utilizar mapas con resolución de al menos 5m. Para zonas rurales, una resolución de 30m es adecuada.

Otro factor importante a considerar es el modelo de propagación utilizado para las estimaciones de cobertura. Las recomendaciones UIT incluyen algunos modelos, pero para DVB-T y DVB-T2, así como para ISDB-Tb se suele utilizar el modelo Xia-Bertoni, o el modelo de Deygout, que dan una precisión adecuada e incluyen parámetros de terreno en las estimaciones, lo que los hace adecuados para terrenos andinos. Cada herramienta de planificación puede disponer de diferentes modelos de acuerdo con el estándar utilizado o el tipo de terreno. En la Figura 3 se muestra una estimación de cobertura utilizando el modelo *Deygout*, implementado en la herramienta CelGIS como parte del proyecto Success-TV. EN la Figura 4 se muestran los resultados del proceso de *drivetest* y calibración de modelo que se hizo para la estación de Cristo Rey en la ciudad de Cali. El proceso de calibración es necesario para adecuar los modelos de propagación a condiciones particulares de terreno (montañoso andino o selva tropical). La mayoría de las herramientas de planificación existentes, disponen de módulos de ajuste de modelos con medidas.

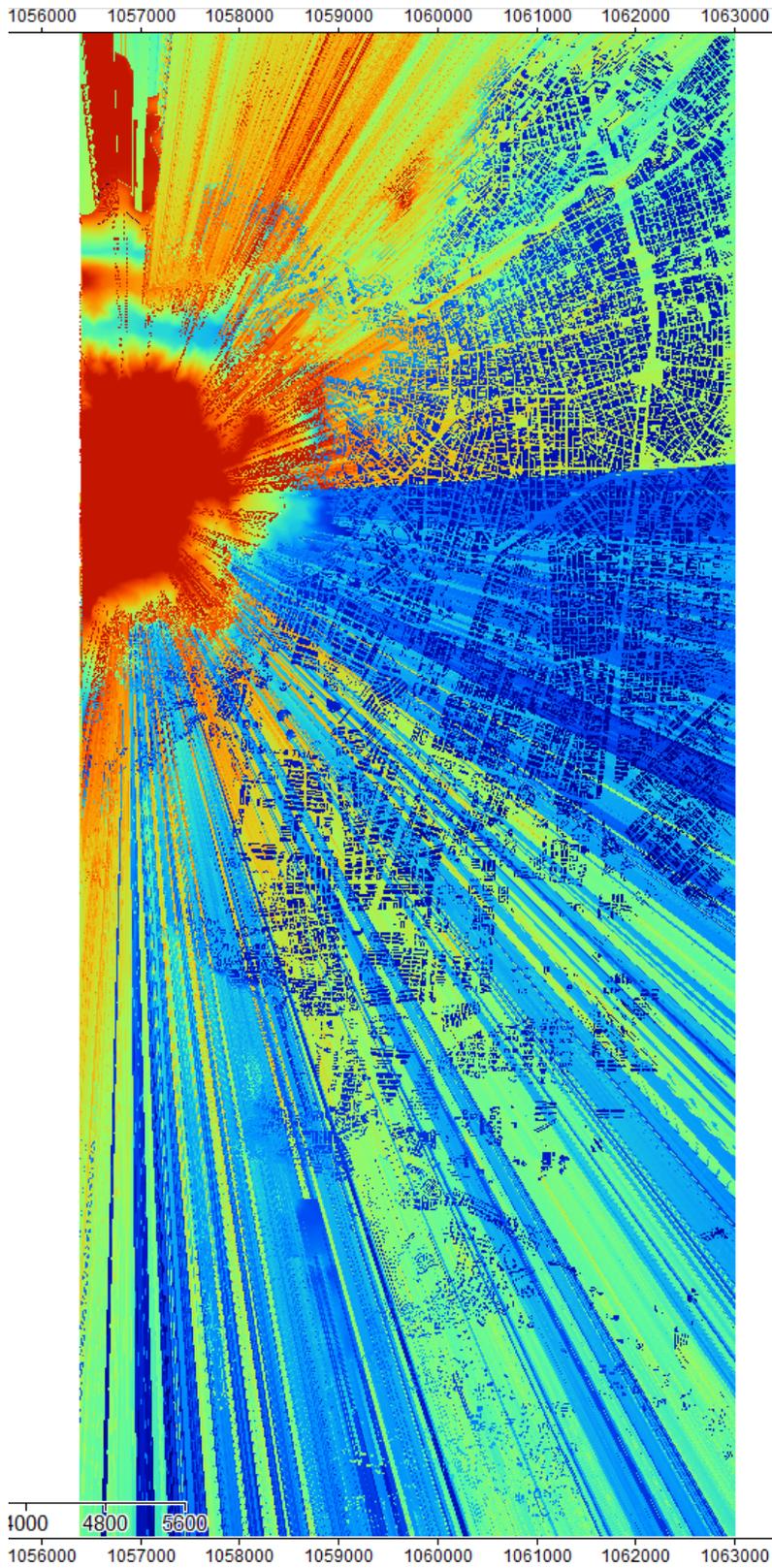
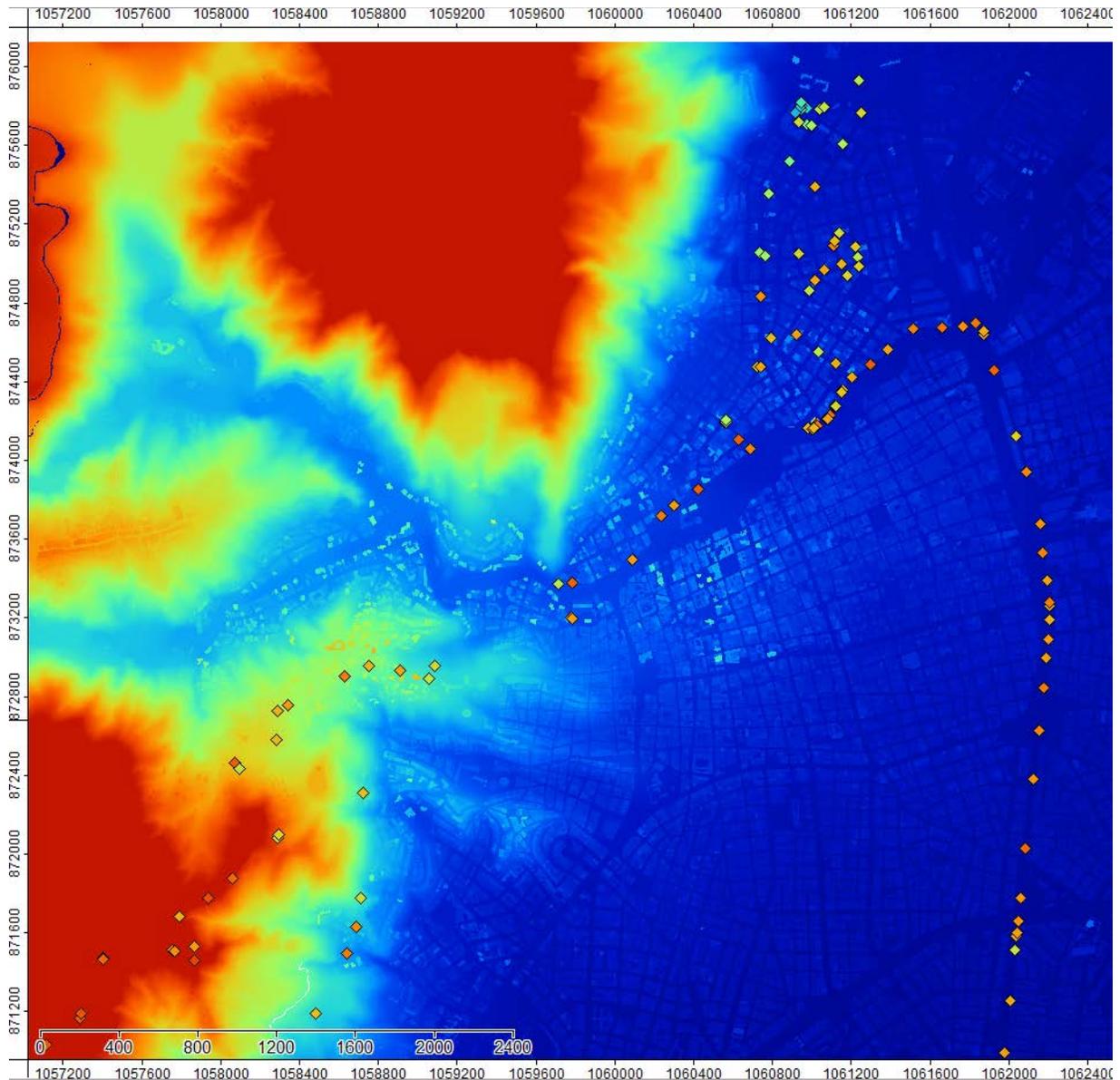


Figura 3. Estimación de cobertura con le herramienta CelGIS y el modelo Deygout



**Figura 4. Drivetest para verificación de cobertura, realizado con la estación de Cristo Rey**

En la Figura 5 se muestra un mapa de probabilidad de cobertura, calculado con la herramienta ICS Telecom proporcionada por la empresa TESAmerica. En el mapa, los colores azul/púrpura indican zonas con probabilidad de cobertura superiores al 95% para receptores en interiores, y el azul claro muestra la zona con una probabilidad de cobertura del 70% para receptores en exterior.

Como parte del proceso de planificación y la estimación de cobertura, el operador necesita diseñar las características de radiación del sistema de antenas. Ya que las antenas que se utilizan en sistemas de Televisión se basan en agrupaciones (arrays) de dipolos o paneles, es necesario disponer de una herramienta que permita obtener el patrón de *array* para diferentes configuraciones. En la Figura 6 se muestra el patrón 3D obtenido para la estación de Cristo Rey en Cali, y en la Figura 7, se muestra la configuración de los paneles empleados para este transmisor, de acuerdo con la información suministrada por el Consorcio Nacional de Canales Privados (CNCP).

Para realizar las verificaciones de cobertura se utilizó el equipo de pruebas adquirido durante el proyecto, que incluyó el entrenamiento del personal que realizó las mediciones.

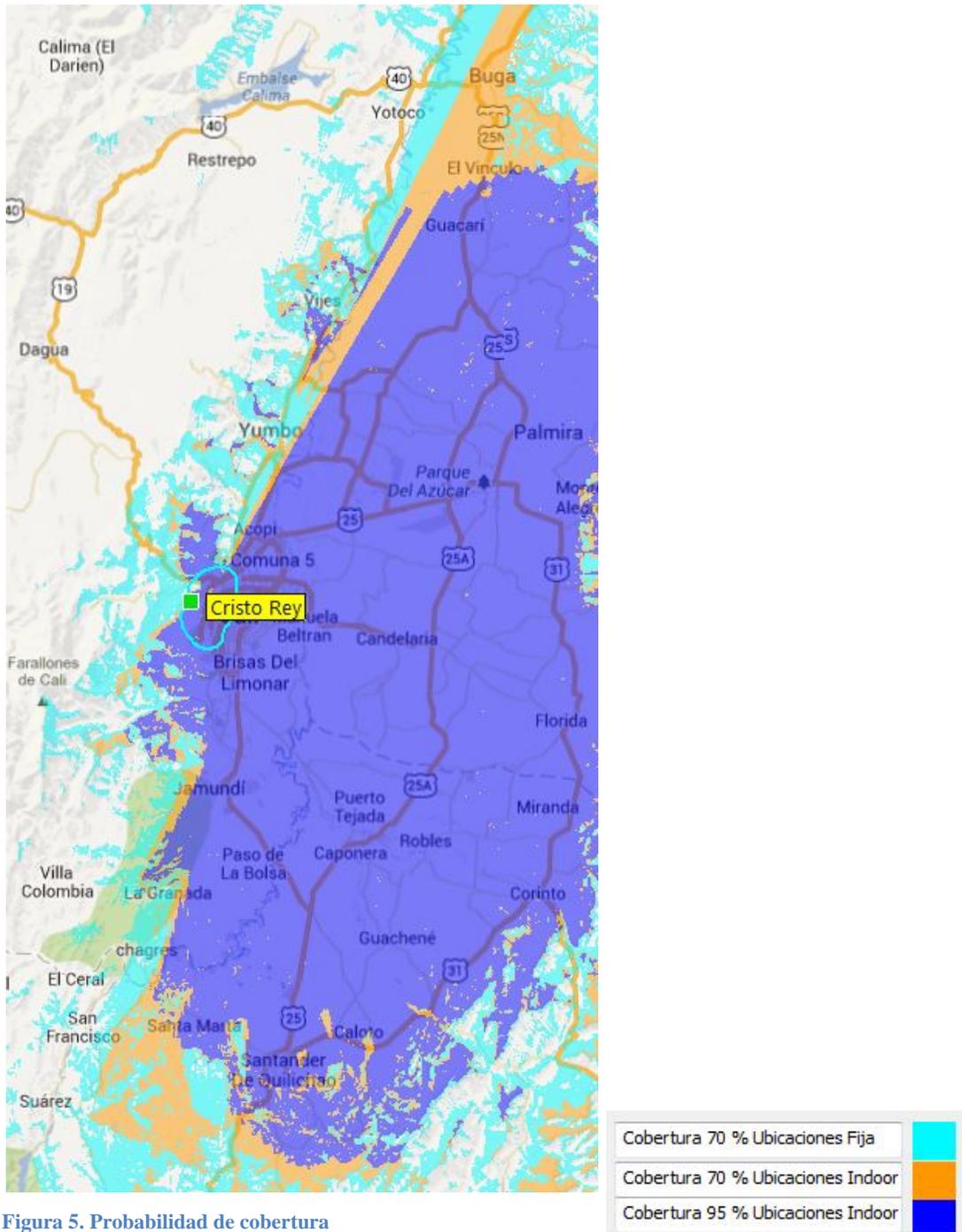


Figura 5. Probabilidad de cobertura

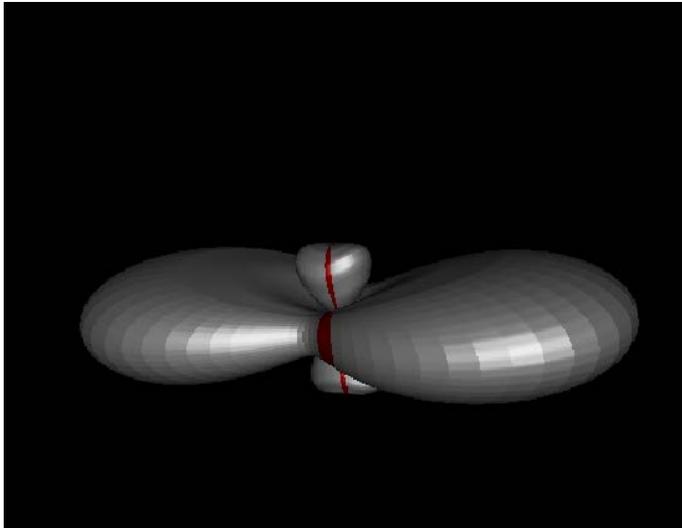


Figura 6. Patrón de antena 3D utilizado para Cristo Rey

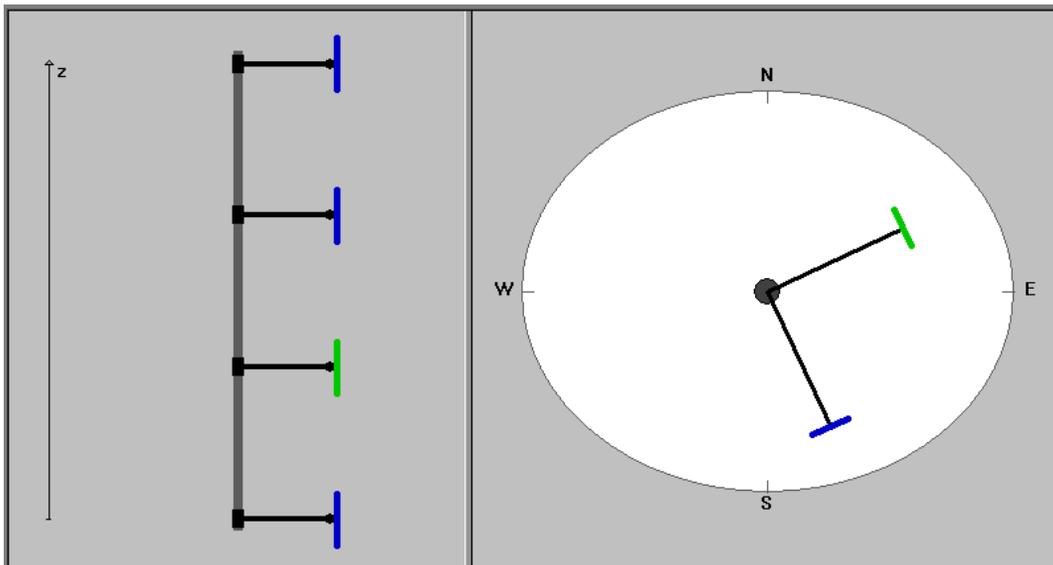


Figura 7. Configuración de *array* utilizado para la estación Cristo Rey (4 paneles por cara en dos caras)

### 3.2 Combinación de coberturas TDT Satélite

Normalmente, las coberturas de los sistemas satelitales o “pisadas” se expresan en unidades diferentes a los de las redes terrestres, por lo que el primer paso es unificar las unidades de cobertura. Para lograr las coberturas integradas, se hicieron modificaciones al software CelGIS, de tal forma que se puedan importar coberturas satelitales y combinarlas con las coberturas de red terrestre que se calculan con la herramienta. Una vez se tiene la cobertura combinada, se puede visualizar en la herramienta de visualización.

Debido al retiro de los socios españoles, no fue posible contar con la información de las pisadas reales de los satélites en el formato requerido, por lo que fue necesario recurrir a escenarios simulados que no se pudieron verificar.