

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REEMISIÓN DE TELEVISION NACIONAL Y REGIONAL EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA CAUCA**



**MAURICIO TORRES SOLARTE  
JAIRO HUMBERTO VIDAL AYALA**

Trabajo Final de Grado para optar al título de  
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Director:  
**LUIS ALFREDO GUERRERO**  
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES  
POPAYAN  
2003**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REEMISIÓN DE TELEVISION NACIONAL Y  
REGIONAL EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA CAUCA**

**MAURICIO TORRES SOLARTE  
JAIRO HUMBERTO VIDAL AYALA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES  
POPAYAN  
2003**

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

Popayán, Diciembre 12 de 2003.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros agradecimientos al Ingeniero Luis Alfredo Guerrero por su predisposición a la colaboración, durante el desarrollo de todo el proyecto.

A los Ingenieros Felipe Cadena y Víctor Quintero, por su colaboración como jurados del Trabajo de Grado.

Al Delineante en Arquitectura Henry Collazos Vidal, por su valiosa colaboración y asesoría.

A la comunidad del Municipio de Florencia Cauca, por su colaboración durante el desarrollo del trabajo.

*A Dios, a mis amigos por brindarme siempre su fraternal apoyo, a mis compañeros por permitirme disfrutar de todo lo que implicó su presencia, a mis profesores por su paciencia y por compartir conmigo su sabiduría, a mis primas, primos, tías y tíos, por sus oraciones y buenos deseos que en más de una ocasión lograron verdaderos milagros, a Clarita por su comprensión, a mi hermana Alejandrita q.e.p.d., a mi hermano Javier Andrés, por llevarme a lograr el autocontrol, a mi Padre Adelmo, por ser tan buena gente, pero especialmente mi gratitud, a la persona sin la cuál no hubiese sido posible que yo cruzara esta meta, mi Madre Elizabeth Ayala de Vidal.*

**JAIRO HUMBERTO VIDAL AYALA.**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 NORMAS Y LEYES .....</b>	<b>3</b>
<b>2 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN. ....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 CONCEPTOS PRELIMINARES SOBRE TELEVISION .....</b>	<b>15</b>
2.1.1. Bloques funcionales.....	15
2.1.1.1 Transmisor.....	16
2.1.1.2 Canal de transmisión.....	16
2.1.1.3 Receptor. ....	16
2.1.1.4 Distorsión. ....	16
2.1.1.5 Interferencia. ....	16
2.1.1.6 Ruido.....	17
2.1.1.7 Modulación. ....	17
2.1.1.8 Tipos de modulación.....	17
2.1.2 Estándares de televisión.....	17
2.1.2.1 NTSC.....	17
2.1.2.3 PAL-M.....	22
2.1.2.4 SECAM.....	22
2.1.2.5 SECAM vertical. ....	23
2.1.2.6 SECAM horizontal. ....	23
<b>2.2 SISTEMAS DE RECEPCION .....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Sistema de recepción satelital .....	23
2.2.1.1 DVB (Difusión de Vídeo Digital). ....	25
2.2.1.2 CAM (Acceso condicionado).....	25
2.2.1.3 Televisión directa por satélite.....	25
2.2.1.4 Ventajas de la transmisión satelital.....	28
2.2.1.5 Antena Parabólica.....	28
2.2.1.6 Reflectores parabólicos. ....	28
2.2.1.7 Mecanismos de alimentaciónra. ....	28
2.2.1.8 Amplificadores de bajo ruido LNB. (Low Noise lockdownconverter) .....	29
2.2.1.9 Posicionador o actuador.....	30
2.2.1.10 Receptor Digital de Satélite.....	30
2.2.1.11 Moduladores.....	30
2.2.1.12 Cable coaxial: .....	30
2.2.2 Sistema de recepción por radioenlace fijo vía microondas.....	32
2.2.2.1 Antenas receptoras.....	33
2.2.2.2 Antenas direccionales. ....	33
2.2.2.3 Antena Yagi.....	34

2.2.2.4	Antena logarítmica periódica. ....	34
<b>2.3</b>	<b>SISTEMAS DE TRANSMISION .....</b>	<b>35</b>
2.3.1	Sistema de transmisión radiodifundido.....	35
2.3.1.1	Clasificación de las estaciones de TV según la potencia de ransmisión. 35	
2.3.1.2	Banda de frecuencias utilizables en la transmisión de televisión regional, nacional pública y privada.....	36
2.3.1.3	Antenas Transmisoras.....	36
2.3.2	Sistema de transmisión por cable.....	36
2.3.2.1	Arquitectura tipo Anillo.....	37
2.3.2.2	Partes funcionales de una red CATV.....	38
2.3.2.3	Sistemas de transmisión de CATV.....	40
2.3.2.3.2	Fibra óptica.....	41
2.3.2.4	HFC (Hibrida Fibra Cable). ....	42
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO DE PERFILES. ....</b>	<b>44</b>
<b>3.1</b>	<b>. SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA RECEPCION Y TRANSMISION DE LA SEÑAL DE TELEVISION NACIONAL.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2</b>	<b>DESARROLLO DEL ESTUDIO DE LOS PERFILES.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3</b>	<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS.....</b>	<b>49</b>
<b>4.</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA .....</b>	<b>72</b>
<b>4.1</b>	<b>SISTEMAS DE RECEPCIÓN .....</b>	<b>72</b>
4.1.1.	Sistema de recepción satelital.....	72
4.1.1.1	Satélites a utilizar.....	75
4.1.1.2	Antenas de recepción satelital.....	77
4.1.1.3	LNB.....	78
4.1.1.4	Switch.....	79
4.1.1.5	Receptores Decodificadores.....	79
4.1.1.6	Ángulos de Elevación y Azimut de las antenas satelitales. ....	80
4.1.2	Sistema de recepción por radioenlace fijo vía microondas.....	84
4.1.2.1	Antenas para el sistema de recepción por radioenlace.....	84
4.1.2.2	Plan de Frecuencias.....	85
4.1.2.3	Ubicación de la fuente de señal.....	85
<b>4.2.</b>	<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR RADIODIFUSION.....</b>	<b>87</b>
4.2.1.	Potencia.....	88
4.2.3	Altura del sistema Radiante.....	93
4.2.4	Diagrama en bloques del sistema de Transmisión. ....	97
4.2.4.1	Modulador.....	98
4.2.4.2	Transmisor.....	98
4.2.4.3	Combinador.....	99
4.2.4.5	Torre.....	101

<b>4.3</b>	<b>CABLE COAXIAL.</b> .....	<b>102</b>
<b>4.4</b>	<b>CONECTORES.</b> .....	<b>103</b>
<b>4.5</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.</b> .....	<b>104</b>
4.5.1	Clasificación de la red de tierra .....	104
4.5.2	Disposición de la red de tierra.....	105
4.5.3	Elementos de la red de tierra. ....	105
4.5.4	Clasificación del sistema según la puesta a tierra y protecciones .....	105
4.5.5	Puesta a tierra y protecciones para estaciones Al.....	106
4.5.5.1	Protección y puesta a tierra de la torre.....	106
<b>4.6</b>	<b>CUARTO DE EQUIPOS.</b> .....	<b>107</b>
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO ECONOMICO.</b> .....	<b>108</b>
<b>5.1</b>	<b>SISTEMA DE RECEPCIÓN SATELITAL.</b> .....	<b>108</b>
<b>5.2</b>	<b>SISTEMA DE RECEPCIÓN POR RADIOENLACE</b> .....	<b>109</b>
<b>5.3</b>	<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b> .....	<b>109</b>
<b>5.4</b>	<b>TORRE.</b> .....	<b>110</b>
<b>5.5</b>	<b>CABLE COAXIAL.</b> .....	<b>110</b>
<b>5.6</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.</b> .....	<b>110</b>
<b>5.7</b>	<b>CUARTO DE EQUIPOS.</b> .....	<b>111</b>
<b>5.8</b>	<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA</b> .....	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>113</b>
<b>6.1</b>	<b>CONCLUSIONES.</b> .....	<b>113</b>
<b>6.2</b>	<b>RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>114</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>116</b>



## LISTA DE TABLAS

TABLA 2. 1 ASIGNACIONES DE CANAL Y DE FRECUENCIA DE LA FCC.....	21
TABLA 2. 2 CARACTERÍSTICAS DE LA PROPAGACIÓN POR LÍNEA DE VISTA.....	35
TABLA 2. 3 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TV DE ACUERDO A LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN SEGÚN CNTV.....	35
TABLA 3. 1 PERFIL EL HATO.....	50
TABLA 3. 2 PERFIL BELLAVISTA.....	50
TABLA 3. 3 PERFIL CAMPAMENTO.....	52
TABLA 3. 4 PERFIL LOS ÁRBOLES.....	56
TABLA 3. 5 PERFIL YUNGUILLA.....	58
TABLA 3. 6 PERFIL ANGOSTURAS.....	60
TABLA 3. 7 PERFIL EL AVIÓN.....	64
TABLA 3. 8 PERFIL LAS CUCHILLAS.....	65
TABLA 3. 9 PERFIL DE FLORENCIA CAUCA.....	67
TABLA 3. 10 PERFIL EL PLACER.....	68
TABLA 3. 11 PERFIL CUCHILLA EL HATO.....	70
TABLA 4. 1 PARÁMETROS SATELITALES PARA LA RECEPCIÓN DE LOS DIFERENTES CANALES.....	73
TABLA 4. 2 PARÁMETROS TÉCNICOS PARA EL MENÚ DEL RECEPTOR.....	74
TABLA 4. 3 ANGULOS DE ELEVACIÓN, AZIMUT Y POLARIZACIÓN DE LAS ANTENAS PARABÓLICAS.....	83
TABLA 4. 4 PLAN DE FRECUENCIAS.....	85
TABLA 4. 5 NIVELES DE SERVICIO DE UNA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN.....	88
TABLA 4. 6 CONTORNOS DE SERVICIO SEGÚN LA FCC.....	89
TABLA 4. 7 ALTURA DEL SISTEMA RADIANTE.....	93
TABLA 4. 8 DISTANCIAS LÍMITES PARA CADA ZONA MÍNIMA DE CUBRIMIENTO CANALES 2 – 6.....	96
TABLA 4. 9 DISTANCIAS LÍMITES PARA CADA ZONA MÍNIMA DE CUBRIMIENTO CH 7 – 1396	
TABLA 4. 10 LONGITUD DEL CABLE COAXIAL.....	103
TABLA 5. 1 COSTOS SISTEMA DE RECEPCIÓN SATELITAL.....	108
TABLA 5. 2 COSTOS SISTEMA DE RECEPCIÓN POR RADIOENLACE.....	109
TABLA 5. 3 COSTOS SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	109
TABLA 5. 4 COSTOS DE LA INSTALACIÓN DE LA TORRE.....	110
TABLA 5. 5 COSTOS SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	111
TABLA 5. 6 COSTOS CUARTO DE EQUIPOS.....	111
TABLA 5. 7 PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA.....	112

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 BLOQUES FUNCIONALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	15
FIGURA 2. 2 CANAL DE TELEVISIÓN ESTÁNDAR.....	19
FIGURA 2. 3 CABLE COAXIAL. ....	31
FIGURA 2. 4 TOPOLOGÍA EN ANILLO. ....	37
FIGURA 2. 5 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ESTACIÓN DE UN SISTEMA CATV. ....	38
FIGURA 2. 6 DIAGRAMA DE LA RED HFC.....	42
FIGURA 3. 1 MAPA FLORENCIA CAUCA.....	46
FIGURA 3. 2 MODIFICACIÓN DE ALTURA PARA TORRE DE TRANSMISIÓN. ....	48
FIGURA 3. 3 PERFIL EL HATO Y BELLA VISTA. ....	52
FIGURA 3. 4 PERFIL CAMPAMENTO. ....	56
FIGURA 3. 5 PERFIL LOS ÁRBOLES Y YUNGUILLA.....	60
FIGURA 3. 6 PERFIL ANGOSTURAS. ....	63
FIGURA 3. 7 PERFIL EL AVIÓN Y LAS CUCHILLAS.....	66
FIGURA 3. 8 PERFIL CABECERA MUNICIPAL DE FLORENCIA CAUCA. ....	67
FIGURA 3. 9 PERFIL EL PLACER. ....	69
FIGURA 3. 10 PERFIL CUCHILLA EL HATO. ....	70
FIGURA 4. 1 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL SISTEMA DE RECEPCIÓN .....	74
FIGURA 4. 2 SATÉLITE PANAMSAT 9. ....	75
FIGURA 4. 3 HUELLA DE POTENCIA DEL PAS-9 EN LA BANDA C, POLARIZACIÓN HORIZONTAL .....	76
FIGURA 4. 4 HUELLA DE POTENCIA DEL NSS 806 EN AMÉRICA Y EL CARIBE .....	77
FIGURA 4. 5 ANTENA DE 12 PIES.....	77
FIGURA 4. 6 LNB DUAL .....	78
FIGURA 4. 7 LNB SENCILLO .....	78
FIGURA 4. 8 MULTI SWITCH .....	79
FIGURA 4. 9 RECEPTOR ALTEIA 940 .....	79
FIGURA 4. 10 RECEPTOR CSR-820. ....	80
FIGURA 4. 11 AZIMUT Y ELEVACIÓN PARA ESTACIONES TERRENAS EN EL HEMISFERIO NORTE.....	81
FIGURA 4.12 ELEVACIÓN, AZIMUT Y POLARIZACIÓN, MEDIANTE SMWLINK - PANAMSAT 9.....	82
FIGURA 4.13 ELEVACIÓN, AZIMUT Y POLARIZACIÓN, MEDIANTE SMWLINK - NSS 806. ....	82
FIGURA 4. 14 AJUSTE DE LA POLARIZACIÓN EN EL LNB .....	83
FIGURA 4. 15 ANTENA PARA VHF BTY-LP-BB .....	84
FIGURA 4. 16 ESTACIONES RED PÚBLICA NACIONAL DE TELEVISIÓN.....	86
FIGURA 4. 17 INTENSIDAD DE ÁREAS DE COBERTURA PARA MUNCHIQUE CANAL TELE PACÍFICO. ....	87
FIGURA 4. 18 DEFINICIÓN DEL FACTOR DE RUGOSIDAD DEL TERRENO $\Delta H$ .....	90
FIGURA 4. 19 FACTOR DE CORRECCIÓN POR RUGOSIDAD DEL TERRENO, $\Delta F$ .....	91
FIGURA 4. 20 COBERTURA DE LA SEÑAL SEGÚN EL GRADO DE SERVICIO.....	97
FIGURA 4. 21 DIAGRAMA EN BLOQUES DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....	97
FIGURA 4. 22 MODULADOR.....	98

FIGURA 4. 23 TRANSMISOR IGTV – 25W .....	98
FIGURA 4. 24 COMBINADOR PASIVO. ....	99
FIGURA 4. 25 COMBINADOR ACTIVO.....	99
FIGURA 4. 26 ORIENTACIÓN DE ANTENAS TRANSMISORAS. ....	100
FIGURA 4. 27 ANTENA RADIANTE PARA TELEVISIÓN IGAR-4E.....	100
FIGURA 4. 28 CONECTOR TIPO F	104
FIGURA 4. 29 CONECTOR BNC HEMBRA .....	104
FIGURA 4. 30 CONECTOR BNC MACHO	104
FIGURA 4. 31 CONECTOR TIPO N .....	104

## INTRODUCCIÓN

La televisión nacional, es uno de los medios de comunicación, de entretenimiento, de educación, e información, económico y de gran importancia. Debido a la difícil topografía que tiene el Departamento del Cauca y en particular, el Municipio de Florencia Cauca, la señal de televisión no llega a esta región.

El siguiente trabajo fue elaborado siguiendo las normas estipuladas por la Comisión Nacional de Televisión, organismo que controla, vigila, y administra el servicio de televisión en Colombia.

En este diseño se estudia la recepción de señales por línea de vista de la estación de televisión ubicada en el cerro de Munchique (Tambo Cauca), y las señales provenientes de los diferentes satélites que irradian los canales de televisión nacional tanto públicos como privados.

La manera como se tratan los diferentes temas de este diseño son:

El capítulo 1 estudia las determinaciones legales relacionadas a este proyecto, para según este estudio determinar su viabilidad jurídica, se citan algunos artículos de la Constitución Nacional y las diferentes leyes o normas que regulan el servicio de televisión relacionadas con los objetivos del proyecto.

En el capítulo 2 se analizan los conceptos más importantes sobre las diferentes alternativas tecnológicas actuales para la transmisión y la recepción de señales de televisión, que puedan ser solución para el diseño del sistema de reemisión.

En el capítulo 3 se plasman los resultados del estudio de los perfiles de los diferentes trayectos de la zona de cobertura del sistema de reemisión de televisión, se destacan en éste, los puntos de interés como cerros donde posiblemente se puedan ubicar los equipos tanto de recepción como de transmisión, los puntos más alejados que debe

cubrir el sistema, los puntos de mayor altura que puedan ser obstáculos y por último se determina la altura de la torre del sistema de transmisión.

En el capítulo 4 se determinan cuales son las opciones mediante las cuales se puede lograr que la señal de televisión cubra la zona en consideración. Se analizarán las condiciones técnicas de cada una de las posibles soluciones para el sistema de “Reemisión de televisión Nacional y Regional en el municipio de Florencia Cauca”.

En el capítulo 5 se realiza un estudio económico de los diferentes equipos, obras civiles y accesorios utilizados en el sistema de reemisión de televisión nacional.

El complemento de este trabajo son 4 anexos, en el anexo A se hace una recopilación de los artículos de la Constitución Nacional referentes al proyecto, como también las leyes y artículos que reglamentan el servicio de televisión.

El anexo B contiene los resultados de los cálculos necesarios para determinar la altura de la torre de transmisión, considerando los perfiles críticos Los Árboles, Cuchilla el Hato y El Placer.

El anexo C muestra las curvas F(50,50) y F(50,10) de la recomendación 73.699 de la FCC (Federal Communications Commission, Comisión Federal de Comunicaciones) las que se utilizan para calcular los límites de los contornos de cubrimiento. Igualmente muestra las de la Recomendación UIT-R P.370-7.

EL anexo D contiene el formato que hay que presentar a la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) para solicitar el permiso de operación.

## 1 NORMAS Y LEYES

Durante los últimos años y debido al auge e innovación tecnológica en materia de telecomunicaciones, el Estado Colombiano ha aumentado la reglamentación en este aspecto.

El presente capítulo estudia las determinaciones legales relacionadas a este proyecto, para según este estudio determinar las condiciones jurídicas del proyecto.

A continuación se citarán algunos artículos de la Constitución Nacional y de las diferentes leyes o normas que regulan el servicio de televisión relacionadas con los objetivos del proyecto **DISEÑO DE UN SISTEMA DE REEMISIÓN DE TELEVISION NACIONAL Y REGIONAL EN EL MUNICIPIO DE FLORENCIA CAUCA.**

En primera instancia se hace referencia a la Constitución Nacional, debido a que entre cualquier ley o norma y la Constitución se ha de tener en cuenta primordialmente la Carta Magna, como esta escrito en su artículo 4.

**Artículo 4 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “La Constitución es norma de normas. En todo caso de incompatibilidad entre la Constitución y la ley u otra norma jurídica, se aplicarán las disposiciones constitucionales.

Es deber de los nacionales y de los extranjeros en Colombia acatar la Constitución y las leyes, y respetar y obedecer a las autoridades.”

En cuanto al espectro electromagnético, en la Constitución política de Colombia se encuentra escrito que el estado Colombiano es el encargado de su control y gestión, como lo estipula el artículo 75 de la Constitución Colombiana, del cual también se puede destacar el impedimento en su monopolización.

**Artículo 75 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “El espectro electromagnético es un bien público inenajenable e imprescriptible sujeto a la gestión y control del Estado. Se garantiza la igualdad de oportunidades en el acceso a su uso en los términos que fije la ley.

Para garantizar el pluralismo informativo y la competencia, el Estado intervendrá por mandato de la ley para evitar las prácticas monopolísticas en el uso del espectro electromagnético.”

Para lo relacionado con el espectro electromagnético utilizado para los servicios de televisión, el estado ha creado un organismo de derecho público con personería jurídica, autonomía administrativa, patrimonial y técnica, sujeto a un régimen legal propio, para desarrollar y ejecutar los planes y programas del Estado en el servicio público de televisión, así como también dirigir la política que en materia de televisión determine la ley sin menoscabo de las libertades consagradas en la Constitución Nacional, tal como quedó previsto en sus artículos 76 y 77. Tal organismo es llamado Comisión Nacional de Televisión (CNTV).

**Artículo 76 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “La intervención estatal en el espectro electromagnético utilizado para los servicios de televisión, estará a cargo de un organismo de derecho público con personería jurídica, autonomía administrativa, patrimonial y técnica, sujeto a un régimen legal propio.

Dicho organismo desarrollará y ejecutará los planes y programas del Estado en el servicio a que hace referencia el inciso anterior.”

**Artículo 77 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “La dirección de la política que en materia de televisión determine la ley sin menoscabo de las libertades consagradas en esta Constitución, estará a cargo del organismo mencionado.

La televisión será regulada por una entidad autónoma del orden nacional, sujeta a un régimen propio. La dirección y ejecución de las funciones de la entidad estarán a cargo

de una Junta Directiva integrada por cinco (5) miembros, la cual nombrará al director. Los miembros de la Junta tendrán período fijo. El gobierno nacional designará dos de ellos. Otro será escogido entre los representantes legales de los canales regionales de televisión. La ley dispondrá lo relativo al nombramiento de los demás miembros y regulará la organización y funcionamiento de la Entidad.”

Del espectro electromagnético también está escrito en la Constitución Nacional que es parte de Colombia, como lo consagra el artículo 101.

**Artículo 101 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “Los límites de Colombia son los establecidos en los tratados internacionales aprobados por el Congreso, debidamente ratificados por el Presidente de la República, y los definidos por los laudos arbitrales en que sea parte la Nación.

Los límites señalados en la forma prevista por esta Constitución, sólo podrán modificarse en virtud de tratados aprobados por el Congreso, debidamente ratificados por el Presidente de la República.

Forman parte de Colombia, además del territorio continental, el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, la isla de Malpelo, además de las islas, islotes, cayos, morros y bancos que le pertenecen.

También son parte de Colombia, el subsuelo, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental, la zona económica exclusiva, el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa, de conformidad con el Derecho Internacional o con las leyes colombianas a falta de normas internacionales.”

La televisión es considerada como un servicio público, en la Constitución Nacional también se hace mención a la prestación de los servicios públicos, y por tanto a la prestación del servicio de televisión.



**Artículo 365 de la Constitución Política de Colombia de 1991.** “Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del gobierno decide reservarse algunas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las personas que en virtud de dicha ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita.”

Dentro de las primeras pronunciaciones legales con respecto a frecuencias radioeléctricas se encuentra el decreto 1900 de 1990 por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan las actividades y servicios de telecomunicaciones y afines. En su artículo 20 estipula que para hacer uso de ellas es necesario solicitar permiso al ministerio de comunicaciones, este permiso no podrá exceder de 20 años, renovables o la duración de la concesión.

**Artículo 20 del decreto numero 1900 de 1990.** “El uso de frecuencias radioeléctricas requiere de permiso previo otorgado por el Ministerio de Comunicaciones y dará lugar al pago de los derechos que correspondan. Cualquier ampliación, extensión, renovación o modificación de las condiciones, requiere de nuevo permiso, previo y expreso.

El permiso para el uso de frecuencias radioeléctricas tendrá un plazo definido que no podrá exceder de veinte años, el cual podrá renovarse hasta por término igual al inicial. En los casos de los servicios de difusión y especiales, su duración será igual a la de la respectiva concesión o autorización.”

Específicamente en el caso que concierne a televisión pública, se han enunciado varios decretos, normas y leyes, la primera ley al respecto es la ley 14 de 1991, de la cual

varios de sus artículos más tarde serían derogados por la ley 182 de 1995, uno de los artículos no derogados es el artículo 24, en el cual se permite por parte del Instituto Nacional de radio y televisión (INRAVISIÓN) y organizaciones regionales de televisión el uso de redes y servicios de satélites.

**Artículo 24 Ley 14 de 1991.** “Utilización de redes y servicios satelitales. El Instituto Nacional de Radio y Televisión y las Organizaciones Regionales de Televisión, podrán utilizar redes y servicios de satélites para la emisión, transmisión y recepción de señales de televisión, con previa autorización del Ministerio de Comunicaciones, según la reglamentación que expida el Gobierno Nacional.”

Después de la Constitución de 1991 se debió legalizar y reglamentar de acuerdo a lo dictado por ella, por esta razón aparece la ley 182 de 1995 por la cual se reglamenta el servicio de televisión y se formulan políticas para su desarrollo, se democratiza el acceso a éste, se conforma la Comisión Nacional de Televisión (CNTV), se promueve la industria y las actividades de televisión, se establecen normas para contratación de servicios, se reestructuran entidades del sector y se dictan otras disposiciones en materia de telecomunicaciones. A continuación se citan de la ley 182 de 1995 los artículos relacionados con el presente trabajo.

En el artículo 1° de la ley 182 de 1995, esta la definición del servicio de televisión y a quién corresponde su prestación, en el artículo 2° se precisan los importantes fines y principios de este servicio.

**Artículo 1° Ley 182 de 1995.** “Naturaleza jurídica, técnica y cultural de la televisión. La televisión es un servicio público sujeto a la titularidad, reserva, control y regulación del Estado, cuya prestación corresponderá, mediante concesión, a las entidades públicas a que se refiere esta Ley, a los particulares y comunidades organizadas, en los términos del artículo 365 de la Constitución Política.

Técnicamente, es un servicio de telecomunicaciones que ofrece programación dirigida al público en general o a una parte de él, que consiste en la emisión, transmisión,

difusión, distribución, radiación y recepción de señales de audio y video en forma simultánea. Este servicio público está vinculado intrínsecamente a la opinión pública y a la cultura del país, como instrumento dinamizador de los procesos de información y comunicación audiovisuales.”

**Artículo 2º Ley 182 de 1995.** “Fines y principios del servicio. Los fines del servicio de televisión son formar, educar, informar veraz y objetivamente y recrear de manera sana. Con el cumplimiento de los mismos, se busca satisfacer las finalidades sociales del Estado, promover el respeto de las garantías, deberes y derechos fundamentales y demás libertades, fortalecer la consolidación de la democracia y la paz, y propender por la difusión de los valores humanos y expresiones culturales de carácter nacional, regional y local.

Dichos fines se cumplirán con arreglo a los siguientes principios:

- a) La imparcialidad en las informaciones;
- b) La separación entre opiniones e informaciones, en concordancia con los artículos 15 y 20 de la Constitución Política;
- c) El respeto al pluralismo político, religioso, social y cultural;
- d) El respeto a la honra, el buen nombre, la intimidad de las personas y los derechos y libertades que reconoce la Constitución Política;
- e) La protección de la juventud, la infancia y la familia;
- f) El respeto a los valores de igualdad, consagrados en el artículo 13 de la Constitución Política;
- g) La preeminencia del interés público sobre el privado;
- h) La responsabilidad social de los medios de comunicación.”

El artículo 19 de la Ley 182 de 1995 trata de la clasificación del servicio de televisión en función de la tecnología de transmisión y el 20 en función de los usuarios.

**Artículo 19 Ley 182 de 1995.** “Clasificación del servicio en función de la tecnología de transmisión.

La clasificación en función de la tecnología atiende al medio utilizado para distribuir la señal de televisión al usuario del servicio. En tal sentido la autoridad clasificará el servicio en:

a) Televisión radiodifundida: es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario desde la estación transmisora por medio del espectro electromagnético, propagándose sin guía artificial;

b) Televisión cableada y cerrada: es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario a través de un medio físico de distribución, destinado exclusivamente a esta transmisión, o compartido para la prestación de otros servicios de telecomunicaciones de conformidad con las respectivas concesiones y las normas especiales que regulan la materia. No hacen parte de la televisión cableada, las redes internas de distribución colocadas en un inmueble a partir de una antena o punto de recepción;

c) Televisión satelital: es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario desde un satélite de distribución directa.

PARAGRAFO. Los concesionarios del servicio de televisión podrán utilizar las redes de telecomunicaciones del Estado para transportar y distribuir la señal de televisión al usuario del servicio, previo acuerdo entre los operadores de las redes y los concesionarios del servicio.”

**Artículo 20 Ley 182 de 1995.** Clasificación del servicio en función de los usuarios. La clasificación del servicio en función de los usuarios, atiende a la destinación de las señales emitidas. En tal sentido la Comisión clasificará el servicio en:

a) Televisión abierta: es aquella en la que la señal puede ser recibida libremente por cualquier persona ubicada en el área de servicio de la estación, sin perjuicio de que, de conformidad con las regulaciones que al respecto expida la Comisión Nacional de Televisión, determinados programas se destinen únicamente a determinados usuarios.

b) Televisión por suscripción: es aquella en la que la señal, independientemente de la tecnología de transmisión utilizada y con sujeción a un mismo régimen jurídico de prestación, está destinada a ser recibida únicamente por personas autorizadas para la recepción.”

El artículo 23 de la Ley 182 de 1995 hace referencia a la intervención estatal en el espectro electromagnético destinado a los servicios de televisión, que estará a cargo de la Comisión Nacional de Televisión y el artículo 24 de la misma ley trata la ocupación ilegal del espectro electromagnético.

**Artículo 23 Ley 182 de 1995.** “Naturaleza jurídica e intervención en el espectro. El espectro electromagnético es un bien público, inenajenable e imprescriptible, sujeto a la gestión y control del Estado.

La intervención estatal en el espectro electromagnético destinado a los servicios de televisión, estará a cargo de la Comisión Nacional de Televisión.

La Comisión Nacional de Televisión coordinará previamente con el Ministerio de Comunicaciones el Plan Técnico Nacional de ordenamiento del Espectro Electromagnético para Televisión y los Planes de Utilización de Frecuencias para los distintos servicios, con base en los cuales hará la asignación de frecuencias a aquellas personas que en virtud de la ley o de concesión deban prestar el servicio de televisión. La Comisión sólo podrá asignar las frecuencias que previamente le haya otorgado el Ministerio de Comunicaciones para la operación del servicio de televisión.

Igualmente, deberá coordinar con dicho Ministerio la instalación, montaje y funcionamiento de equipos y redes de televisión que utilicen los operadores para la cumplida prestación del servicio.”

**Artículo 24 Ley 182 de 1995.** “De la ocupación ilegal del espectro. Cualquier servicio de televisión no autorizado por la Comisión Nacional de Televisión, o que opere frecuencias electromagnéticas sin la previa asignación por parte de dicho organismo, es considerado clandestino. La Junta Directiva de la Comisión procederá a suspenderlo y a decomisar los equipos, sin perjuicio de las sanciones de orden civil, administrativo o penal a que hubiere lugar, conforme a las normas legales y reglamentarias vigentes.

Los equipos decomisados serán depositados en la Comisión Nacional de Televisión, la cual les dará la aplicación y destino que sea acorde con el objeto y funciones que desarrolla.

Para los efectos de lo dispuesto en el presente artículo, las autoridades de policía prestarán la colaboración que la Comisión Nacional de Televisión requiera. Cuando sea

necesario ingresar al sitio donde se efectúe la operación clandestina del servicio, el juez civil municipal decretará el allanamiento a que haya lugar.”

El artículo 26 de la ley 182 de 1995 trata sobre la recepción directa de señales de televisión vía satélite, y el artículo 27 de la misma ley indica el registro de frecuencias atribuidas a los diferentes operadores.

**Artículo 26 Ley 182 de 1995.** “De la recepción directa de señales vía satélite. Los operadores, contratistas y concesionarios del servicio podrán recibir directamente y decodificar señales de televisión vía satélite, siempre que cumplan con las disposiciones relacionadas con los derechos de uso y redistribución de las mismas y con las normas que expida la Comisión Nacional de Televisión sobre el recurso satelital.”

**Artículo 27 Ley 182 de 1995.** “Registro de frecuencias. La Comisión Nacional de Televisión llevará un registro público actualizado de todas las frecuencias electromagnéticas que de conformidad con las normas internacionales estén atribuidas al servicio de televisión, en cada uno de los niveles territoriales en los que se pueda prestar el servicio. Dicho registro deberá determinar la disponibilidad de frecuencias y, en caso de que estén concedidas, el nombre del operador, el ámbito territorial de la concesión, su término y las sanciones de que hayan sido objeto los concesionarios. La reglamentación del registro al que se refiere este artículo corresponderá a la Junta Directiva de la Comisión.”

La ley número 335 de 1996 modifica parcialmente la Ley 14 de 1991 y la Ley 182 de 1995, crea la televisión privada en Colombia y dicta otras disposiciones.

Teniendo en cuenta el artículo 24 de la ley 335 de 1996 la señal que se pretende reemitir estará clasificada según el país de origen y destino de la señal como Televisión colombiana y en razón de su nivel de cubrimiento territorial como Televisión nacional, debido a que las señales de televisión que podrían ser reemitidas por el sistema están autorizadas para cubrir de manera permanente todo el territorio nacional, también clasificaría dentro de televisión nacional de operación privada, porque el sistema podría

reemitir los canales privados RCN y CARACOL, a su vez es televisión regional porque podría ser reemitido el canal regional TELEPACÍFICO cuyo servicio de televisión cubre un área geográfica determinada, formada por más de un departamento

**Artículo 24 Ley 335 de 1996.** “El artículo 22 de la Ley 182 de 1995 quedará así:

Clasificación del servicio en función de su nivel de cubrimiento. La Comisión Nacional de Televisión definirá, y clasificará el servicio así:

1. Según el país de origen y destino de la señal:

a) Televisión Internacional. Se refiere a las señales de televisión que se originan fuera del territorio nacional y que pueden ser recibidas en Colombia o aquella que se origina en el país y que se puede recibir en otros países, y

b) Televisión Colombiana. Es aquella que se origina y recibe dentro del territorio nacional.

2. En razón de su nivel de cubrimiento territorial:

a) Televisión nacional de operación pública. Se refiere a las señales de televisión operadas por Inravisión o el ente público pertinente, autorizadas para cubrir todo el territorio nacional;

b) Televisión nacional de operación privada. Es aquella autorizada como alternativa privada y abierta al público, para cubrir de manera permanente las necesidades del servicio y la prestación eficiente y competitiva del mismo en todo el territorio nacional;

c) Televisión regional. Es el servicio de televisión que cubre un área geográfica determinada, formada por el territorio del Distrito Capital o inferior al territorio nacional sin ser local;

d) Televisión Local. Es el servicio de televisión prestado en un área geográfica continua, siempre y cuando ésta no supere el ámbito del mismo municipio o distrito, área metropolitana, o asociación de municipios, y

e) Televisión comunitaria sin ánimo de lucro.

PARAGRAFO 1º--La Comisión Nacional de Televisión adjudicará mediante licitación pública las concesiones para la operación de las estaciones locales de televisión, de carácter privado, con ánimo de lucro. Lo anterior para todas las capitales de departamento y ciudades que superen los 100 mil habitantes. Para las ciudades de más de un (1) millón de habitantes la Comisión Nacional de Televisión determinará el

número plural de estaciones locales de televisión de carácter privado con ánimo de lucro.

PARAGRAFO 2º--Las estaciones de televisión local con ánimo de lucro podrán encadenarse para transmitir la misma programación, según la reglamentación que para el efecto expida la Comisión Nacional de Televisión. En todo caso, el encadenamiento no podrá superar el 80% del tiempo de transmisión total.

No obstante lo anterior, las estaciones locales de televisión privada con ánimo de lucro, podrán encadenarse a nivel regional para transmitir eventos cívicos, culturales o deportivos de carácter ocasional, sin que para ello tengan que tramitar previamente ninguna autorización de la Comisión Nacional de televisión.

PARAGRAFO 3º--Ninguna persona podrá por sí o por interpuesta persona, participar en la composición accionaria en más de una estación privada de televisión local, sin perjuicio de las demás limitaciones establecidas en la Ley 182 de 1995 y en la presente ley.

Quien participe en el capital de una estación local privada de televisión, no podrá participar en la prestación del servicio de televisión de los canales de operación pública o privada.”

La ley 680 de 2001 reforma las Leyes 14 de 1991, 182 de 1995, 335 de 1996 y dicta otras disposiciones en materia de Televisión.

El artículo 12 de la ley 680 de 2001 autoriza utilizar diferentes medios tecnológicos para garantizar la recepción de los canales de televisión de operación pública y privada a todos los habitantes del territorio nacional de manera radiodifundida y gratuita, de esta manera permite cubrir un determinado territorio o porcentaje de población con señal de televisión abierta

**Artículo 12 Ley 680 de 2001.** “Con el fin de garantizar la recepción de los canales de operación pública y privada a todos los habitantes del territorio nacional, aquellos podrán, a partir de la vigencia de la presente ley, utilizar medios tecnológicos distintos de los propios para transmitir y emitir sus señales de televisión a los territorios y poblaciones no cubiertas al momento de la expedición de la presente ley, siempre y



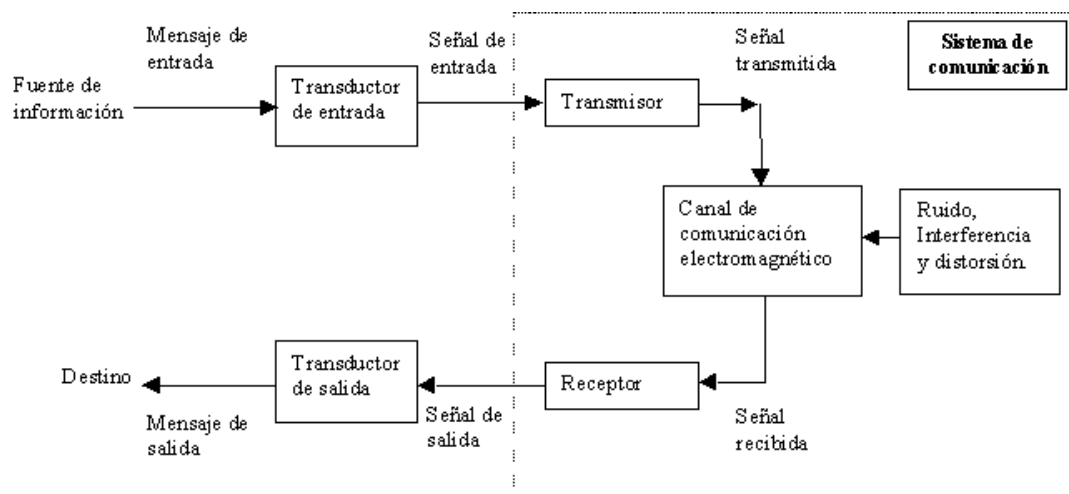
cuando se haga de manera radiodifundida y se garantice que los habitantes reciban la señal de manera gratuita. Para este efecto podrán celebrar contratos con terceros y utilizar redes autorizadas por el Ministerio de Comunicaciones o la Comisión Nacional de Televisión, distintas a las propias, para cumplir con la obligación legal, contractual y/o reglamentaria de cubrir un determinado territorio o porcentaje de población con señal de televisión abierta. En este caso los operadores privados que acrediten la emisión de su señal a través de redes propias y/o de terceros en todos los departamentos y territorios del País, tendrán derecho a suspender la ampliación de la red propuesta en la licitación”.

## 2 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN.

En este capítulo se analizarán los conceptos más importantes sobre las diferentes alternativas tecnológicas actuales para la transmisión y la recepción de señales de televisión, que puedan ser solución para el diseño del sistema de reemisión.

### 2.1 CONCEPTOS PRELIMINARES SOBRE TELEVISION

Las señales de televisión pueden ser transportadas en tres formas: Vía ondas de radio utilizando una antena terrestre, por la red de distribución de cable coaxial, CATV (Televisión por Cable) o como se ha hecho últimamente, vía Satélite, utilizando el llamado, DBS (Direct Broadcast System, Sistema de Difusión Directa), pero en cualquiera de los tres casos el sistema consta básicamente de los bloques funcionales que se muestran en la figura 2.1.



**FIGURA 2. 1 Bloques funcionales de un sistema de comunicación**

2.1.1. **Bloques funcionales.** Las partes esenciales del sistema son: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor.

2.1.1.1 **Transmisor.** Realiza la adaptación entre la señal “mensaje de entrada” y el canal de transmisión. El procesamiento de la señal realizada por el transmisor incluye amplificación, filtrado y modulación. La más importante de estas es la modulación, un proceso diseñado para adaptar las propiedades de la señal transmitida a las del canal por medio del uso de una onda portadora.

2.1.1.2 **Canal de transmisión.** Es el enlace entre el transmisor y el receptor. Puede ser un par de conductores, un cable coaxial, una onda de radio o fibra óptica. Sin importar el tipo, todos los medios se caracterizan por la atenuación.

Debido a limitaciones físicas, los canales de comunicación tienen un ancho de banda finito, y la señal que transporta la información sufre distorsión de amplitud y fase a medida que se desplaza. Además, la señal es contaminada por señales eléctricas indeseadas e impredecibles denominadas Ruido.

2.1.1.3 **Receptor.** la función del mismo es extraer del canal la señal deseada y entregarla al transductor de salida. Como las señales son frecuentemente muy débiles, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso la operación clave que ejecuta el receptor es la demodulación, con lo cual vuelve la señal a su forma original.

Otros aspectos importantes son:

2.1.1.4 **Distorsión.** Es la alteración de la señal debida a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. En la practica puede permitirse cierta distorsión, aunque su magnitud debe estar dentro de limites tolerables.

2.1.1.5 **Interferencia.** Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de formas similar a las de la señal.

2.1.1.6 **Ruido.** Son señales aleatorias e imprevisibles del tipo eléctrico originadas en forma natural dentro o fuera del sistema. El ruido no eliminable es uno de los problemas básicos de la comunicación eléctrica.

2.1.1.7 **Modulación.** La modulación es el proceso por el cual una propiedad o un parámetro de cualquier señal se hace variar en forma proporcional a una segunda señal. El tipo de dependencia se determina con la forma de modulación empleada. En la modulación de amplitud, se hace variar la amplitud de una señal senoidal, con frecuencia y fase fijas, en proporción a una señal dada. Esto altera la señal, trasladando sus componentes de frecuencia a frecuencias más altas..

2.1.1.8 **Tipos de modulación.** Existen básicamente dos tipos de modulación: la modulación ANALÓGICA, que se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica y la modulación DIGITAL, que se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales, por ejemplo un computador.

- Modulación Analógica: AM, FM, PM
- Modulación Digital: ASK, FSK, PSK, QAM

2.1.2 **Estándares de televisión.** Ahora se abordarán los diferentes estándares que se utilizan para la transmisión y recepción de televisión, es importante determinar cual de los estándares es el que se utiliza en Colombia, porque de esta determinación dependen las características de algunos equipos a utilizar.

Todas las señales analógicas recibidas o generadas deben cumplir la norma de televisión NTSC (Nacional Televisión System Comité, Comité del sistema nacional de televisión), SECAM (Secuencial Couleur Avec Memoire, Memoria Secuencial de color) o PAL (Phase Alternation Line, Línea de Alternación de fase) dependiendo el país donde se preste el servicio.

2.1.2.1 **NTSC.** Es el primer sistema de TV en color que surge (1953), se utiliza primordialmente en los Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, México, Cuba, Panamá,

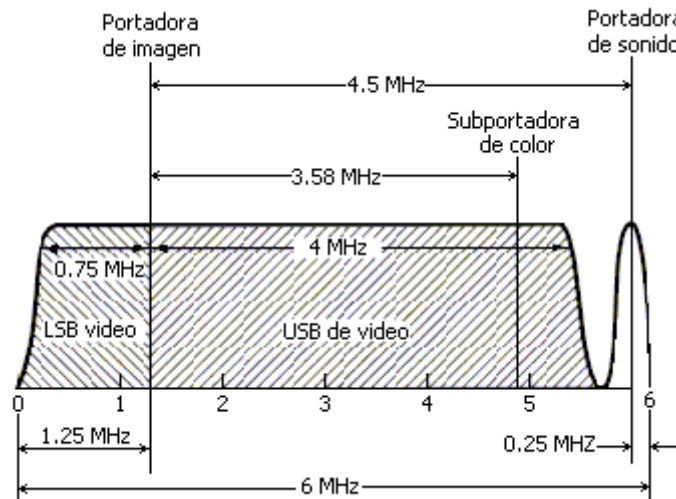
Japón, las Philipinas, Puerto Rico, y parte de Sur-América en la que esta incluida Colombia.

El objetivo fundamental es guardar la compatibilidad con el televisor monocromático existente.

- Las principales características de este sistema son:
- Número de líneas  $N=525$
- Frecuencia vertical = 60 campos/seg
- Frecuencia horizontal = 15.759 Hz
- Frecuencia de portadora de sonido = portadora de video + 4,5 MHz
- La señal Y se trasmite por modulación de amplitud con banda lateral vestigial, sobre una portadora de radio frecuencia correspondiente al canal utilizado.
- Cb (diferencia al azul) modula en amplitud a una subportadora de valor  $f_{sp}=3.58\text{MHz}$ .
- Cr (diferencia al rojo) modula la misma portadora de 3.58MHz, pero después de adelantarla 90 grados.
- Esta modulación de la señal de crominancia, recibe el nombre de modulación en cuadratura y permite que ambas componentes de color puedan modular a la subportadora y luego ser recuperadas en el receptor.
- En el receptor se genera la subportadora en forma local, con un cristal de 3.58MHz.
- Al adicionar la señal de crominancia a la de luminancia, se encuentra que tal como se estableció hasta ahora para algunos colores, se produce sobremodulación, por lo que se hace necesario reducir en amplitud las señales de diferencia de color en 2.03 y 1.14. Tras esto, se aplican las señales Cb y Cr a los moduladores balanceados.

El espectro de la frecuencia para un canal de televisión estándar para el sistema NTSC, se muestra en la figura 2.2, su ancho de banda total es de 6 MHz. La portadora de la imagen esta espaciada a 1.25 MHz arriba del limite inferior para el canal y la portadora de sonido a 0.25 MHz abajo del limite superior. Por tanto, las portadoras de imagen y de sonido tienen siempre 4.5 MHz de separación. La subportadora de color está ubicada a 3.58 MHz arriba de la portadora de imagen. La portadora de sonido de FM tiene un ancho de banda de 75 KHz aproximadamente ( $\pm 25$  KHz desviación para la modulación

al 100%). La modulación de amplitud y fase se utilizan para codificar la información de color en la subportadora de color de 3.58 MHz.



**FIGURA 2. 2 Canal de televisión estándar.**

**Asignaciones de canal y frecuencia del Comité Federal de Comunicaciones (FCC)**

NUMERO DE CANAL	BANDA DE FRECUENCIAS EN MHz		PORTADORA DE VIDEO EN MHz	PORTADORA DE AUDIO EN MHz
2	54	60	55,25	59,75
3	60	66	61,25	65,75
4	66	72	67,25	71,75
5	76	82	77,25	81,75
6	82	88	83,25	87,75
7	174	180	175,25	179,75
8	180	186	181,25	185,75
9	186	192	187,25	191,75
10	192	198	193,25	197,75
11	198	204	199,25	203,75
12	204	210	205,25	209,75
13	210	216	211,25	215,75
14	470	476	471,25	475,75
15	476	482	477,25	481,75

16	482	488	483,25	487,75
17	488	494	489,25	493,75
18	494	500	495,25	499,75
19	500	506	501,25	505,75
20	506	512	507,25	511,75
21	512	518	513,25	517,75
22	518	524	519,25	523,75
23	524	530	525,25	529,75
24	530	536	531,25	535,75
25	536	542	537,25	541,75
26	542	548	543,25	547,75
27	548	554	549,25	553,75
28	554	560	555,25	559,75
29	560	566	561,25	565,75
30	566	572	567,25	571,75
31	572	578	573,25	577,75
32	578	584	579,25	583,75
33	584	590	585,25	589,75
34	590	596	591,25	595,75
35	596	602	597,25	601,75
36	602	608	603,25	607,75
37	608	614	609,25	613,75
38	614	620	615,25	619,75
39	620	626	621,25	625,75
40	626	632	627,25	631,75
41	632	638	633,25	637,75
42	638	644	639,25	643,75
43	644	650	645,25	649,75
44	650	656	651,25	655,75
45	656	662	657,25	661,75
46	662	668	663,25	667,75
47	668	674	669,25	673,75

48	674	680	675,25	679,75
49	680	686	681,25	685,75
50	686	692	687,25	691,75
51	692	698	693,25	697,75
52	698	704	699,25	703,75
53	704	710	705,25	709,75
54	710	716	711,25	715,75
55	716	722	717,25	721,75
56	722	728	723,25	727,75
57	728	734	729,25	733,75
58	734	740	735,25	739,75
59	740	746	741,25	745,75
60	746	752	747,25	751,75
61	752	758	753,25	757,75
62	758	764	759,25	763,75
63	764	770	765,25	769,75
64	770	776	771,25	775,75
65	776	782	777,25	781,75
66	782	788	783,25	787,75
67	788	794	789,25	793,75
68	794	800	795,25	799,75
69	800	806	801,25	805,75
70	806	812	807,25	811,75
71	812	818	813,25	817,75
72	818	824	819,25	823,75

**TABLA 2. 1** Asignaciones de canal y de frecuencia de la FCC.

**2.1.2.2 PAL.** Significa: Phase Alternation Line, este sistema fue desarrollado en Alemania, se basa en el sistema NTSC americano, pero fue modificado para evitar la distorsiones de color e imprecisiones del matiz característico del sistema original NTSC. El sistema PAL se utiliza en Argentina y la mayor parte de Europa Occidental exceptuando Francia. Las 100 líneas extra en los sistemas PAL y SECAM permiten



mayor detalle y claridad en la imagen de video, pero los 50 campos por segundo, comparados con los 60 del sistema NTSC producen cierto “parpadeo” a veces aparente. El ojo es muy sensible a los errores de tono (que se producen en el NTSC); PAL se basa en transformar errores de tono en errores de saturación, menos sensibles al ojo humano, la consecuencia esta en la perdida de resolución vertical.

Los principales parámetros de PAL son:

- Número de líneas  $N=625$
- frecuencia de línea  $f_H = 15.625$  Hz
- frecuencia de campo  $f_V = 50$  campos/segundo
- modulación QAM
- frecuencia de portadora de sonido= portadora de video + 5,5 MHz.

**2.1.2.3 PAL-M.** Es un derivado del PAL con una subportadora cambiada de 3,58 MHz, que permite su utilización en sistemas de 60 campos y 525 líneas con un ancho de banda de visión limitada.

**2.1.2.4 SECAM (Secuential Couleur Avec Memoire).** Se desarrolló en Francia en 1959 y además de este país se utiliza en el Este de Europa. El objetivo de este sistema es resolver los problemas de fase del NTSC.

En SECAM no se modula en QAM la crominancia, sino que se transmite R-Y y B-Y pero de una forma secuencial. En una línea se manda R-Y y en la otra B-Y, cuando mandan R-Y no mandan B-Y y al revés. Se modula en FM (más inmune al ruido) cada línea, después se suma C y Y y se modula en AM negativa.

R-Y y B-Y se envían por separado en líneas alternas y se utilizan para modular en fase una subportadora no suprimida de 4,43 MHz. La demora de una sola línea permite descifrar la información de la línea anterior con la de la línea actual. Tolera grandes errores de fase y es fácil de grabar.

**2.1.2.5 SECAM vertical.** El antiguo sistema utilizado por Francia, Rusia, etc. Utiliza una onda eléctrica truncada para regular la exploración, añadida a las señales de diferencia de color en las líneas 7 a 15 y 320 a 328 para indicar la secuencia real de la siguiente información de crominancia. Los codificadores para SECAM vertical NO son compatibles con los de SECAM horizontal.

**2.1.2.6 SECAM horizontal.** El nuevo sistema que omite la onda eléctrica para regular la exploración y utiliza una subportadora sostenida en el umbral posterior de cada línea para facilitar información secuencial. Los decodificadores son ligeramente más complicados, pero el sistema horizontal tiene la ventaja de dejar el campo despejado para insertar las señales de prueba, teletexto, etc. Los decodificadores para SECAM horizontal son compatibles con los de SECAM vertical.

## **2.2 SISTEMAS DE RECEPCION**

Para recibir las diferentes señales de televisión comprometidas en el proyecto, se debe tener en cuenta que estas podrían provenir de los diferentes sistemas satelitales que las reemiten, o de la red de radiodifusión de INRAVISIÓN y de canales privados.

**2.2.1 Sistema de recepción satelital.** Una de las alternativas para la recepción de la señal de televisión es a través de los satélites, las ondas de radio que llevan señales de TV hasta el satélite, se envían mediante un potente transmisor (proceso de uplink), las señales pueden ir o no encriptadas para evitar recepciones sin autorización de la señal antes de ser enviada a las antenas de los usuarios. Las señales son recibidas por un transponder localizado en el satélite, el cual se encarga de reenviarlas sobre la tierra después de haber convertido la señal a la frecuencia programada para las estaciones terrenas. Típicamente un satélite tiene de 24 a 32 transponders que transmiten diferentes números de canales dependiendo del tipo de compresión y la calidad deseada de señal, generalmente el promedio es de diez canales. Con el fin de minimizar la interferencia entre transponders, las señales son transmitidas alternativamente hacia antenas polarizadas. La onda electromagnética del satélite es captada por medio de una antena parabólica, los satélites se encuentran ubicados en la órbita geostacionaria de la tierra,

aproximadamente a 36000 Km de la superficie, en comunicación directa con las antenas para transmitir y recibir señales, la señal reenviada por el satélite es recibida por la antena con una potencia de menos de un vatio, por lo tanto debe ser amplificada, lo que requiere el uso de amplificadores, Low Noise Blocks, (LNBS), para reestablecer la señal hasta una frecuencia que pueda ser procesada y retransmitida en tierra. Un satélite de banda C (4 a 6 GHz) transmite con un rango de potencia de 10 a 17 vatios por transponder y requiere de antenas de 152,4 cm a 304,8 cm de diámetro para la amplificación, mientras que un satélite que transmite en banda Ku (12,4 a 18 GHz), con un rango de 100 a 200 vatios por transponder requiere antenas de 45,72 cm de diámetro. Con su nueva amplitud, se le realiza un tratamiento de decodificación en el IRD (Integrated receiver/decoder, Receptor Decodificador Integrado) donde se transforma a un formato que pueda ser modulado y posteriormente transmitido. Cada IRD o decodificador posee un número serial único que lo identifica, el cual es activado por el programador del satélite para permitir la recepción de señales encriptadas. En las comunicaciones satelitales se utiliza la palabra codificación queriendo decir “canal cerrado o pago” esto es erróneo, todos los canales de TV, Satélite y CATV utilizan “codificación”, que no es mas que las “reglas” de un formato. Cuando es necesario referirse a un canal cerrado o pago, la palabra correcta debe ser ENCRYPTADO (ENCRYPTED) que quiere decir que esta cifrado, para que unos pocos puedan recibirlo. En el caso de canales libres, la señal pasa por un descompresor que la convierte a formato de televisión. Para poder ver señales múltiples al mismo tiempo, el sistema requiere unas adecuaciones que varían dependiendo del número de señales recibidas y el número de programas que se deseen ver al mismo tiempo. Por ejemplo, se desea ver dos programas distintos en dos televisores independientes, para esto son necesarios dos IRDs (receptores) y una antena que posea doble LNB; un LNB sencillo permite recibir señal de un solo satélite y uno doble dará esa única señal a dos receptores. Si se recibe señal de más de un satélite, se requerirá de un LNB por satélite asociado. Por otra parte, si requiere conectar más de una unidad receptora a una sola antena necesitará un switche por cada unidad adicional. Se puede entonces conectar al sistema tres tipos de antenas que son: Antena de LNB sencillo, permite conectar un único receptor y recibir una sola señal. Antena de LNB doble, permite conectar dos receptores y recibir señal de un solo satélite. Antena multi-locación, posee dos LNBS

que reciben señales independientes y el número de receptores asociados depende de si el LNB es sencillo o doble o del uso de switches.

Los receptores analógicos de satélite reciben del LNB todo el rango de frecuencias que éste es capaz de suministrar. Igualmente los Televisores reciben esa frecuencia en otra banda, pero ambos medios de recepción, deben de ser capaces de sintonizar cualquiera de los programas analógicos recibidos y la señal analógica no es otra cosa que radiofrecuencia modulada de AM para el vídeo y FM para el audio. A su salida proporcionan de forma independiente señales de audio y vídeo en banda base.

**2.2.1.1 DVB (Difusión de Vídeo Digital).** Es un consorcio de alrededor 300 compañías de difusión, operadores y reguladores de la red, quienes han venido juntos a establecer estándares internacionales comunes para la difusión de señales analógicas y digitales, dando lugar a DVB que se ha convertido en un estándar internacional fundamental y principal y la única opción para las tecnologías que permiten la difusión digital eficiente, rentable, y de más alta calidad.

**2.2.1.2 CAM (Acceso condicionado).** Es un sistema utilizado para el cifrado y descifrado de señales que niegan el acceso a programas a los cuales el usuario no tiene derecho (ejemplos son Viaccess, Nagravision, Videoguard, Eurocrypt). DISH network en Estados Unidos y Sky en America Latina, utilizan Nagravision)

**2.2.1.3 Televisión directa por satélite.** DBS (Direct Broadcast Satellite, Difusión Directa por Satélite) y DTH (Direct To Home, Televisión Directa al Hogar) son dos tecnologías que quieren decir básicamente lo mismo, la recepción de televisión directamente del satélite, en la mayoría de los casos, se asocia con los sistemas de televisión paga. La diferencia con los sistemas que reciben señales abiertas radica, a parte del no pago por la señal recibida, en las antenas utilizadas, el tipo de aparato receptor y los servicios recibidos a través del satélite. El tipo de antenas para DBS y DTH no son compatibles con las antenas de mayor tamaño, capacidad y precio utilizadas en los sistemas abiertos. Las antenas para DBS son de aproximadamente 60

centímetros de diámetro y estacionarias (no poseen posicionador o actuador) lo que no les permite recibir muchas de las señales abiertas, además, las frecuencias de transmisión son diferentes e irrepetibles y el satélite sólo envía la señal a estaciones terrestres pre-identificadas. Adicionalmente, hasta ahora no existe un servicio de DTH o DBS que permita recibir señales de diferentes satélites a sus usuarios. Por otro lado, el aparato receptor impide esta función parcialmente, estas unidades están previamente programadas para decodificar un tipo único de señal que no es compatible con la compresión de las señales abiertas. Los canales recibidos están identificados y la posibilidad de adicionar más se da sólo en el tipo de receptores para señal abierta. Por otro lado, los operadores de DTH no dan la posibilidad a sus suscriptores de programar nuevos canales en sus unidades, lo que no quiere decir que no se encuentre en el mercado un receptor que pueda aceptar señales abiertas y cerradas compatible incluso con servicios interactivos y acceso a Internet. Por otro lado, los receptores para DTH son más avanzados ya que requieren tarjetas especiales para hacer posible la recepción de servicios interactivos. En cuanto a los servicios, los sistemas abiertos poseen un único servicio de recepción de señal, mientras que los sistemas de DTH poseen entre otros: servicios de televisión, aplicaciones de transacción como ventas o verificación de tarjetas de crédito, aplicaciones interactivas como guías de programación, acceso a Internet, redes corporativas, etc.

**DIRECTV.** Desde su lanzamiento en 1996 hasta hoy DIRECTV se encuentra disponible en 20 países: Brasil, México, Venezuela, Argentina, Chile, Colombia, Guatemala, Ecuador, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Trinidad y Tobago, Barbados, St. Lucía, St. Vincent, Guyana, Martinica, St. Martín y Guadalupe. Transmite imágenes digitales puras y sonido con calidad de disco compacto de una señal con más de 300 canales.

La programación de DIRECTV™ se origina desde cinco Centros de Transmisión localizados en Ciudad de México, Caracas, São Paulo, Buenos Aires y California. Los Centros de transmisión Regional en América Latina operan en coordinación con el de California, el cual envía la señal del cable y la programación de Pague Por Ver desde los Estados Unidos para el servicio de DIRECTV en América Latina.

Galaxy VIII-i es el segundo satélite lanzado para proveer el servicio de DIRECTV hacia América Latina y El Caribe. Este satélite se encuentra colocado en la misma órbita que

la del Galaxy III-R, el primer satélite de transmisión hacia América Latina. El Galaxy VIII-i transmite DIRECTV con 32 transponders para utilizarlos en México, Centro América, Sur América y el Caribe.

El satélite Galaxy VIII-i cuenta con 32 transponders de banda Ku utilizando amplificadores de 118 vatios, con casi el doble de potencia del Galaxy III-R. La mitad de estos transponders cubren a Brasil y el resto del Cono Sur, transmitiendo programación mayormente en portugués. La otra mitad provee servicio al resto de América Latina, el Caribe y parte del Cono Sur.

**SKY.** La mejor modalidad de transmisión de señales a través de DTH es la forma digital, que representa ofrecer la mejor calidad de audio y video, SKY brinda calidad de imagen y sonido digital, directamente del satélite.

Para operar este servicio en América Latina, se formó una alianza entre cuatro de las más importantes empresas en el mundo de la producción audiovisual, tecnológica y telecomunicaciones, cuyo propósito en conjunto es el lanzamiento de un servicio de Televisión Directa al Hogar (DTH) para el mundo de habla hispana y portuguesa. El anuncio de esta alianza se realizó el 20 de noviembre de 1995. Estas empresas son:

- GRUPO TELEVISA DE MEXICO
- O GLOBO TELEVISAO DE BRASIL
- TCI TELECOMUNICATIONS INTERNATIONAL DE ESTADOS UNIDOS
- NEWS CORPORATION DE CANADA

SKY comienza su transmisión el 15 de diciembre de 1996, con calidad de audio y vídeo digital, comparable a la del láser disc. La antena transmisora de SKY se encuentra en MIAMI.

El equipo SKY consta de :

- Antena de 75cms de diámetro
- LNB sencillo
- IRD (Receptor Digital, en Arrendamiento)

- Control Remoto
- Tarjeta inteligente

**2.2.1.4 Ventajas de la transmisión satelital.** El satélite retransmite la señal digital a la antena parabólica. Debido a la simplicidad de la señal y la facilidad con la cual la lee el receptor/decodificador, la calidad de la imagen y el audio es equivalente a la calidad de la versión original del programa, con la claridad y nitidez de una imagen de un disco láser y la pureza de audio de un disco compacto. Otra ventaja de la transmisión digital es que admite menos interferencia que otros tipos de transmisión. Esta tecnología elimina las líneas borrosas blancas en pantalla tan comunes en la transmisión de señales televisivas por cable.

**2.2.1.5 Antena Parabólica.** Los sistemas de captación (antenas) son los elementos encargados de captar las emisiones radioeléctricas procedentes de los satélites.

Las antenas reflectoras parabólicas proporcionan una ganancia y una directividad extremadamente altas y son muy populares para los radioenlaces de microondas y el enlace de comunicaciones por satélite. Una antena parabólica se compone de dos partes principales: un reflector parabólico y el elemento activo llamado mecanismo de alimentación. En esencia, el mecanismo de alimentación contiene la antena principal (por lo general un dipolo o un arreglo de dipolos), que irradia ondas electromagnéticas hacia el reflector. El reflector es un dispositivo pasivo que solo refleja la energía irradiada por el mecanismo de alimentación en una emisión concentrada altamente direccional donde las ondas individuales están todas en fase entre sí (Un frente de ondas en fase).

**2.2.1.6 Reflectores parabólicos.** es probablemente el componente más básico para una antena parabólica. Los reflectores parabólicos se asemejan a la forma de un plato; por tanto, a veces se las llama antenas parabólicas de plato o solo antenas de plato.

**2.2.1.7 Mecanismos de alimentación.** El mecanismo de alimentación de una antena parabólica realmente irradia la energía electromagnética y, por tanto se le suele llamar

la antena principal. El mecanismo de alimentación es de mayor importancia por que su función es irradiar la energía hacia el reflector. Un mecanismo de alimentación ideal debe dirigir toda la energía hacia el reflector parabólico y no tener efecto de sombra.

Hay tres tipos principales de mecanismos de alimentación para antenas parabólicas: alimentación central, alimentación de corneta y alimentación Cassegrain.

**Alimentación central.** El reflector parabólico es alimentado centralmente con un reflector esférico adicional. La energía radiada hacia el reflector se refleja hacia afuera en un haz concentrado. Sin embargo, la energía no reflejada por la parabólica se extiende en todas direcciones y tiene la tendencia de romper el patrón de radiación general. El reflector esférico vuelve a dirigir tales emisiones nuevamente hacia el reflector parabólico, donde se vuelven a reflejar en la dirección correcta.

**Alimentación de corneta.** Con un mecanismo de alimentación de corneta, la antena principal es una pequeña antena de corneta en lugar de un simple dipolo o arreglo de dipolos. La corneta es solo una porción de material de guía de onda que se coloca en el foco y radia un patrón algo direccional hacia el reflector parabólico.

**Alimentación Cassegrain.** La principal fuente de radiación se localiza justo detrás de una pequeña abertura en el vértice de la parábola, en lugar del foco. La antena principal se apunta a un pequeño reflector secundario (subreflector Cassegrain) localizado entre el vértice y el foco.

Los haces emitidos de la antena principal son reflejados desde el subreflector Cassegrain y luego iluminan el reflector parabólico principal exactamente como si se hubieran originado en el foco. Los haces son manejados por el reflector parabólico de la misma forma que los mecanismos de alimentación central y alimentación de corneta.

**2.2.1.8 Amplificadores de bajo ruido LNB. (Low Noise Blockdownconverter).** Es una parte electrónica del sistema que se utiliza para amplificar la señal recogida por el reflector, se coloca en el foco geométrico de la parábola y realiza las funciones de amplificación de la señal procedente del satélite y la posterior conversión en frecuencia



a una banda más baja (comúnmente denominada Banda L (1.5 GHz)). Disponen de un oscilador local muy estable controlado por tensión.

**2.2.1.9 Posicionador o actuador.** Es un elemento de la parte mecánica, es la unidad que permite mover la antena en azimut y elevación para ubicar más fácilmente nuevos satélites, se conoce también con nombres como gato, mástil o brazo de la antena.

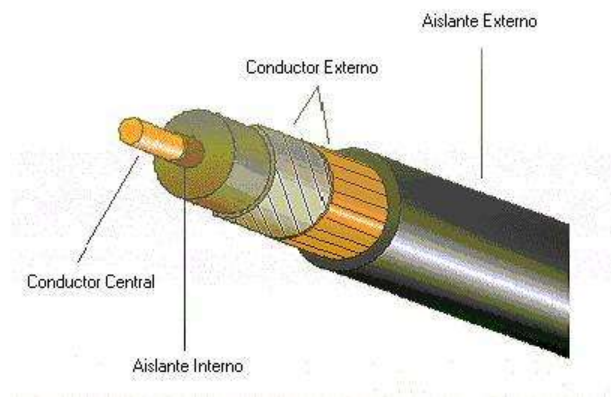
**2.2.1.10 Receptor Digital de Satélite.** Es un equipo capaz de recibir las portadoras digitales procedentes del LNB con modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) y entregar a su salida de forma independiente señales de audio y vídeo en banda base o una trama de transporte DVB en ASI (Asynchronous Serial Interface) de acuerdo con la norma DVB A010 Anexo B. Es sintonizable en frecuencia para permitir la demodulación de cualquiera de las señales existentes en los transponders del satélite. Suministra a través de su entrada de radiofrecuencia una tensión continua ajustable capaz de alimentar el LNB al cual se conecta. La señal digital utiliza modulación QPSK a diferencia de la AM analógica con FM de audio.

**2.2.1.11 Moduladores.** Son los equipos encargados de modificar una onda portadora, cuyas propiedades se adaptan mejor al medio de comunicación para representar el mensaje, facilitando su transmisión. Una portadora es una señal sinusoidal de alta frecuencia, y uno de sus parámetros (tal como la amplitud, la frecuencia o la fase) se varían. De acuerdo con esto, se obtiene la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM), o la modulación en fase (PM).

**2.2.1.12 Cable coaxial.** Un cable coaxial consta de las siguientes partes:

- Conductor interno o núcleo: Esta hecho de cobre rígido y es el conductor principal del cable
- Aislante interno: Rodea al núcleo, esta hecho de un plástico muy resistente que tiene la función de proteger el cable contra daños y de evitar interferencias eléctricas

- Conductor externo: Rodea al aislante interno, es una malla de tejido de cobre fuertemente trenzado, que actúa como segundo conductor de la información ayudando así a la correcta transmisión de la información, la malla de tejido protectora que lo rodea sirve como tierra.
- Aislante externo: Es una envoltura hecha de plástico delgado



**FIGURA 2. 3 Cable Coaxial.**

Básicamente existen dos categorías de cable coaxial: Para banda ancha y para banda base

**Transmisión de banda ancha.** Con una impedancia característica de 75 ohmios, es utilizado en transmisión de señales de televisión por CABLE (CATV, “cable televisión”).

Como la tecnología de la televisión por cable es estándar, los cables se pueden extender a distancias bastante grandes.

**Transmisión de banda base.** Con una impedancia característica de 50 ohmios, es utilizado en redes LAN, dentro de esta categoría se emplean dos tipos de cable:

- **Coaxial grueso (“thick”).** Fue el cable más utilizado en LAN en un principio y aún sigue utilizándose en determinadas circunstancias con un alto grado de interferencia, distancias largas, etc. Los diámetros de su alma / malla son 2,6/9,5 mm y del total del cable de 0.4 pulgada (aproximadamente 1 cm)
- **Coaxial fino (“thin”).** Surgió como alternativa al cable anterior, al ser más barato, flexible y fácil de instalar. Los diámetros de su alma / malla son 2,6/9,5 mm. Sus propiedades de transmisión (pérdidas de empalmes y conexiones, distancia máxima de enlace) son sensiblemente peores que las del Coaxial grueso. Con este coaxial se utilizan conectores BNC (British National Conector, Conector Nacional Británico) sencillos y de alta calidad.

**2.2.2 Sistema de recepción por radioenlace fijo vía microondas.** En Colombia existe una red propia de Microondas, que conecta las estaciones principales de Inravisión para suministrar la señal de televisión. Las imágenes en los receptores de TV se reciben a través de las ondas de radio. Las señales eléctricas de las cámaras y los micrófonos se envían por cables desde la estación de TV hasta una difusora, allí se combinan con ondas de radio y se envían en microondas para ser recibidas por antenas conectadas a los receptores de TV o por antenas repetidoras.

En la difusora dos osciladores producen ondas de radio una para señales de audio y la otra para señales de vídeo. Estas señales pasan a dos distintos moduladores, después cada una de estas señales pasa a un amplificador. Las ondas de radio sonoras moduladas se combinan con las de imagen formando una única.

Las ondas de radio emitidas por un transmisor de TV suelen tener un alcance menor de 80 kilómetros. Para transmitir a distancias superiores se necesita de varios repetidores para captar la señal y reemitirla. Donde haya montañas que puedan obstaculizar la señal habrá que llevarla por encima mediante una antena situada en lo mas alto, cuando la señal rebota en las montaña se recibe un señal directa y una señal reflejada, esto produce imágenes “fantasmas”, una imagen difusa sobre la imagen principal. Para evitar esto se

suele construir una estación local que capta las señales de la difusora principal y las transmite en un canal diferente

**2.2.2.1 Antenas receptoras.** Una antena es un circuito eléctrico formado por autoinducción, capacitancia y resistencia, cuyas dimensiones son de orden comparable a la longitud de onda correspondiente a la frecuencia que lo atraviesa.

La presencia de un conductor aislado en un campo electromagnético da origen a tensiones de RF en ese conductor; ese es el concepto que se aprovecha para tener una antena de recepción. La cantidad de energía recogida (absorbida) del campo electromagnético depende, además de la intensidad del campo, de la longitud del hilo conductor sometido a ese campo, pero también de la posición del conductor respecto de los ejes del campo. El rendimiento y la energía recogida son máximos cuando la antena es resonante.

**2.2.2.2 Antenas direccionales.** Las antenas direccionales concentran la radiación de energía en una determinada dirección, se utilizan para recepción colocándolas aproximadamente cara a cara con la antena de la cual recibirán la señal, no en forma exacta porque a menudo reflexiones originadas por las irregularidades de la tierra y los edificios cercanos pueden afectar la posición de la antena en varios grados.

Entre las antenas receptoras más utilizadas se encuentran la antena Yagi y la antena Log periódica, en las bandas de VHF y UHF.

**2.2.2.3 Antena Yagi.** Una antena Yagi es un arreglo lineal que consiste de un dipolo plegado y dos o más elementos parásitos: un reflector y uno o más directores, el reflector es una barra recta de aluminio, aproximadamente 5% más larga que el dipolo, y el director se corta aproximadamente 5% más corto que el elemento de excitación. El espacio entre los elementos por lo general es de 0,1 y 0,2 de longitud de onda, la directividad típica para una Yagi es entre 7 y 9 dB. El ancho de banda de la Yagi se puede incrementar utilizando más de un dipolo plegado, cada uno cortado a una longitud ligeramente distinta. Por lo tanto, la antena Yagi se utiliza para la recepción de TV de VHF debido a su amplio ancho de banda (la banda de TV de VHF se extiende de 54 a 256 MHz), también son utilizadas para las bandas HF y UHF.

**2.2.2.4 Antena logarítmica periódica.** También llamada log periódica, tiene como ventajas principales la independencia de su impedancia de radiación y de su patrón de radiación a la frecuencia. Las antenas logarítmicas periódicas tienen relaciones de ancho de banda de 10 a 1 o más. La relación de ancho de banda es el de la frecuencia más alta con la frecuencia más baja en la cual puede operar satisfactoriamente una antena. La relación de ancho de banda se suele utilizar en lugar de indicar el porcentaje de ancho de banda a la frecuencia central. La logarítmica periódica no es solo un tipo de antena sino más bien una clase de antena, porque hay muchos tipos diferentes, algunos son bastante inusuales. Las antenas log periódicas pueden ser unidireccionales o bidireccionales. Pueden obtenerse también ganancias mayores utilizándolas como un elemento en un arreglo. El diseño de una antena logarítmica periódica consiste en un patrón geométrico básico que se repite. Consiste de varios dipolos de diferente longitud y espacios que son alimentados de una sola fuente en el extremo más angosto.

## 2.3 SISTEMAS DE TRANSMISION

2.3.1 **Sistema de transmisión radiodifundido** Inravisión transmite la señal de televisión nacional y regional por una red de estaciones comunicadas por el espacio libre mediante radio enlaces con línea de vista entre transmisor y receptor, en cada estación se utiliza un enlace punto multipunto entre la estación y los receptores de televisión.

Las principales características de propagación por línea de vista son:

CARACTERÍSTICA	RANGO
Frecuencias	30 MHz – 30 GHz (VHF, UHF, SHF)
Usos	Enlaces punto a punto y multipunto
Potencia del transmisor	Baja (Wattios) < 1Kw
Clases de antenas	Yagi (VHF, UHF) Parabólicas (UHF, SHF)
Tipo de modulación	FM, AM, PSK
Clases de receptores	Buena calidad (Bajo ruido)
Distancias	Cortas (aproximadamente 50 Km)
Número de canales	Grande (>960 canales)
Perturbaciones	Desvanecimiento y ruido térmico
Confiabilidad	Alta (99.99 % del tiempo)

**TABLA 2. 2** Características de la propagación por línea de vista

2.3.1.1 **Clasificación de las estaciones de TV según la potencia de transmisión.** En la tabla 2.3, se encuentra la clasificación que la Comisión Nacional de Televisión hace de las estaciones de TV.

ESTACION	RANGO DE POTENCIA
De Transmisores de muy baja potencia	< 50 W
De Transmisores de baja potencia	> 50 W < 1KW
De Transmisores de media potencia	> 1 KW, < 5 KW
De Transmisores de alta potencia	> 5 KW

**TABLA 2. 3** Clasificación de las estaciones de TV de acuerdo a la potencia de transmisión según CNTV.

**2.3.1.2 Banda de frecuencias utilizables en la transmisión de televisión regional, nacional pública y privada.** La intervención estatal en el espectro electromagnético destinado a los servicios de televisión, está a cargo de la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) y según ella para las aplicaciones que ella y la legislación vigente designen, se entiende que podrán ser utilizadas, previa su autorización, las frecuencias en las bandas de VHF y UHF con su respectivo desplazamiento y polarización, que no están relacionadas en los diferentes planes, para transmitir señales de Televisión Nacional de Operación Pública (Canal A, Señal Colombia, Canal UNO), Televisión Nacional de Operación Privada (RCN y CARACOL) y Televisión Regional.

**2.3.1.3 Antenas Transmisoras.** La antena de transmisión radía las ondas de radio en todas direcciones. El tipo de ondas de radio utilizado para llevar señales se hace mucho más débil si viaja a través de objetos sólidos por lo que las antenas de transmisión suelen estar situadas en sitios altos.

**2.3.2.3.1 Tipo Panel.** Las antenas panel están constituidas por varios dipolos apilados y por un panel reflector, se pueden hacer arreglos de este tipo de antenas para cubrir una zona determinada.

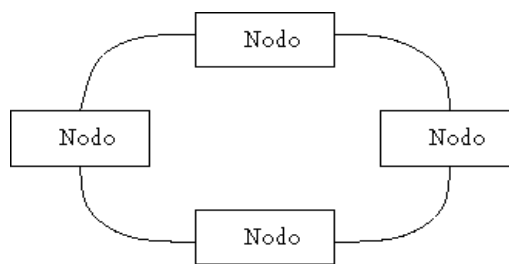
**2.3.2.3.2 Antenas Omnidireccionales.** Las antenas omnidireccionales son las que radían su energía a los 360°, o sea que su patrón de irradiación es circular. Entre las antenas omnidireccionales se citan las antenas verticales que transmiten para todas las direcciones en el plano horizontal.

**2.3.2 Sistema de transmisión por cable.** La televisión por cable CATV (Community Antenna Televisión, Antena Comunitaria de Televisión), nació a finales de 1940. Las pocas estaciones de televisión estaban localizadas en grandes ciudades. Las personas que vivían en sitios alejados o en donde la señal no se pudiera recibir con facilidad, no podían ver televisión. El propietario de una tienda de artículos eléctricos (John Walson) no vendía sus televisores, la recepción de la señal en el área era muy débil. El pueblo se encontraba en un valle a una considerable distancia del emisor, las montañas no

permitían el paso de la señal y se imposibilitaba una buena recepción, excepto en las afueras del pueblo.

Walson colocó una antena en una torre en lo alto de una montaña cercana, logró recibir la señal y la transportó por medio de un cable hacia su tienda. En Junio de 1948 se dio inicio a la televisión por cable. Más tarde Milton Jerrold Shapp, estructuró un sistema con una MATV (Master Antenna TV, Antena Maestra) para todos los televisores de un edificio con cable coaxial y amplificadores capaces de llevar la señal a varios lugares de una sola vez. Robert Tarlton hizo uso de cable coaxial y amplificadores comerciales para tender una línea alrededor de su población.

**2.3.2.1 Arquitectura tipo Anillo.** Es la arquitectura utilizada en redes de TV por cable. Cada dispositivo tiene un enlace punto a punto con los dispositivos vecinos formando un círculo.



**FIGURA 2. 4 Topología en anillo.**

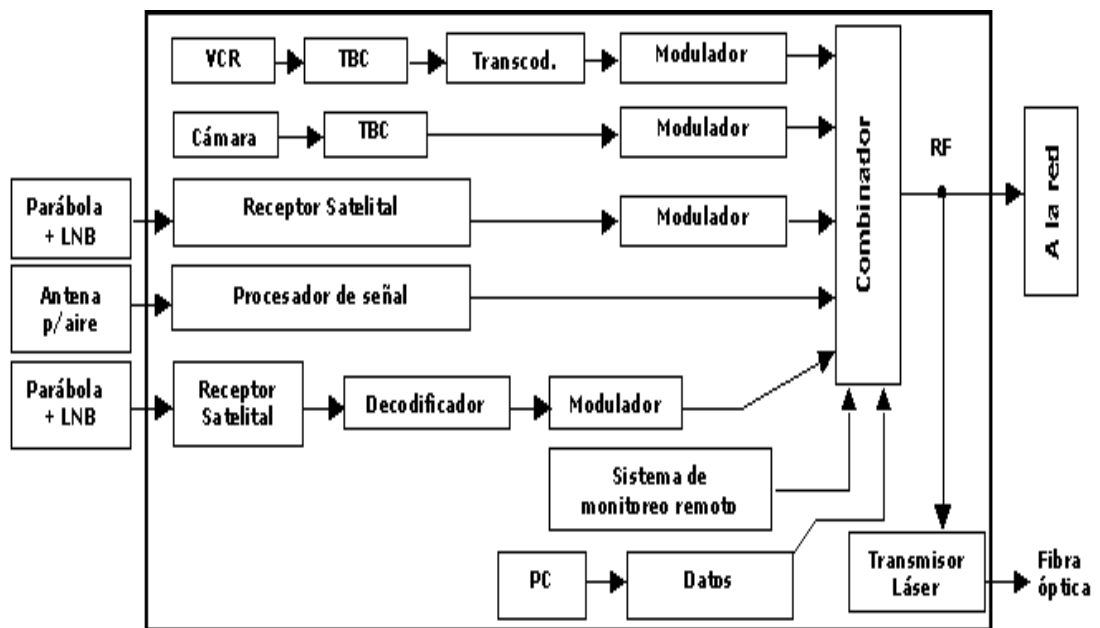
Los datos fluyen entre los nodos normalmente en una única dirección. El nodo que recibe un mensaje mira si es para él. Si es así, se lo queda y si no lo es lo reenvía para que el mensaje prosiga su camino.

Teóricamente, permite tasas de transferencia más altas porque más de un dispositivo puede comunicarse con otro al mismo tiempo aprovechando toda la capacidad del enlace punto a punto. Si un nodo cae o un enlace se rompe, aún existe un camino alternativo para realizar las transmisiones. Esta topología resulta ser más costosa que la topología en bus, el número de enlaces físicos es igual al número de nodos en la red y el número de puertos se duplica, doble número de módems, adaptadores de red, etc.



2.3.2.2 **Partes funcionales de una red CATV.** En general, en una red de cable se pueden distinguir 3 partes:

**Estación.** Recibe, procesa y estructura las señales a distribuir. Incluye los equipos captadores de señales terrestres y de satélite, así como los preamplificadores, procesadores de canal, receptores de satélite, decodificadores y los sistemas de control de la red. Es el origen o punto de partida de un sistema CATV. En ella se procesan señales, ya sean generadas en forma local, (internas), o recepcionadas de aire, satélite o microondas (externas).



**FIGURA 2. 5 Diagrama de bloques de la Estación de un sistema CATV.**

En la figura 2.5 se puede observar la existencia de generación propia de canales, con máquinas grabadoras - reproductoras de vídeo, cámaras, corrector de base de tiempo, transcoder, editores y todos aquellos elementos periféricos necesarios para la generación de señal. También que se reciben señales externas, las que son recibidas del aire mediante una antena y son enviadas a un procesador de señal cuya función principal es sintonizar, amplificar y convertir la salida, para luego enviar esta señal a la red. La señal de satélite es recepcionada por una antena parabólica, es amplificada y convertida por un amplificador de bajo ruido (LNB), luego es sintonizada por un receptor satelital. La señal de audio y vídeo resultante se modula en el canal correspondiente. Cada uno de estos canales se suma en un combinador para dar así salida del paquete completo a RF y a los módulos láser si la transmisión es por fibra óptica.

Cada una de las señales recibidas en la estación requiere una preparación diferente antes de ser introducida en el sistema. Los equipos fundamentales que componen la estación de un sistema CATV son:

- Procesadores de señal
- Demoduladores/Moduladores
- Codificadores
- Equipos para microondas
- Decodificadores para señales vía satélite
- Combinadores o redes combinadoras.
- Preamplificadores de bajo ruido para microondas y satélite
- Amplificadores conversores para señales de satélite
- Equipos para el tratamiento de las señales de FM.

Suele disponer de una serie de antenas que reciben los canales de TV y radio de diferentes sistemas de distribución (satélite, microondas), así como de enlaces con otras estaciones o estudios de televisión y con redes de otro tipo que aporten información susceptible de ser distribuida a los abonados a través del sistema de cable. Las redes de CATV originalmente fueron diseñadas para la distribución unidireccional de señales de TV, por lo que la estación era simplemente un centro que recogía las señales de TV y las adaptaba al medio de transmisión, el cable. Actualmente, las estaciones han aumentado considerablemente en complejidad para satisfacer las nuevas demandas de servicios interactivos y de datos a alta velocidad. Tienen la capacidad de incorporar un canal de retorno, dotando al sistema de bidireccionalidad, que permite al usuario enviar información hacia la estación de la red.

**Línea troncal:** transporta la señal desde la estación hasta la línea de distribución, normalmente bastante alejada. Puede ser de fibra óptica o de cable coaxial.

**Línea de Distribución:** suministra las señales desde la línea troncal hasta el punto de terminación de red, que puede ser bien la toma de usuario o bien el punto de conexión de la red privada del usuario. Se realiza normalmente con cable coaxial, aunque puede emplearse fibra óptica. Incluye un amplificador y diferentes elementos de distribución, como switches, derivadores y acopladores.

**2.3.2.3 Sistemas de transmisión de CATV.** Uno de los medios de transmisión por cable es el cable coaxial, pese a que en otro aparte de este capítulo ya se hizo una descripción general, en este se describirá desde el punto de vista de su uso para CATV.

**2.3.2.3.1 Cable coaxial en CATV.** Existen varios tipos de cables coaxiales.

- **Cables flexibles.** Este tipo de cable es utilizado para las bajadas hasta el abonado. Las medidas generalmente utilizadas son en orden creciente de diámetro: RG59, RG6 y RG11. Los mismos pueden ser del tipo simple, doble o cuádruple mallado, siendo este último el más utilizado por sus mejores características de blindaje. Además, pueden incorporar para su tendido un "portante", el cual sirve para sujetar al cable en caso de tendidos aéreos.
- **Cables semiflexibles.** El tipo de conductor externo en este tipo de cable es semirrígido ya que no se trata de pequeños conductores trenzados sino de un "tubo" de aluminio, el cual también posee mejores cualidades mecánicas. Se utiliza para el tendido de redes troncales y de distribución a abonados. Existen cuatro medidas básicas cuyas denominaciones son: 0,412", 0,500", 0,750" y 1", que corresponden a la medida del diámetro del conductor externo en pulgadas. También los hay provistos de un sistema rígido portante para el tendido aéreo.

El tipo FOAM utiliza como dieléctrico Polietileno celular, el tipo MC<sup>2</sup> utiliza como dieléctrico aire, tiene un costo superior pero brinda menor atenuación, mayor espesor en su pared de aluminio y posee mejores propiedades para su manipulación. En este caso la coaxialidad se mantiene con una estructura de anillos plásticos perpendiculares al conductor central.

2.3.2.3.2 **Fibra óptica.** El empleo de Fibra Óptica permite disponer de un mayor ancho de banda, y evita grandes cascadas, es decir, menor mantenimiento, menor probabilidad de falla, ausencia de interferencias, mayor cantidad de canales ó información.

La fibra óptica es un filamento de vidrio sumamente delgado y flexible (de 2 a 125 micras) capaz de conducir rayos ópticos (señales con base en la transmisión de luz). Las fibras ópticas poseen capacidades de transmisión enormes, del orden de miles de millones de bits por segundo. Se utilizan varias clases de vidrios y plásticos para su construcción. El grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en el otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya función es transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

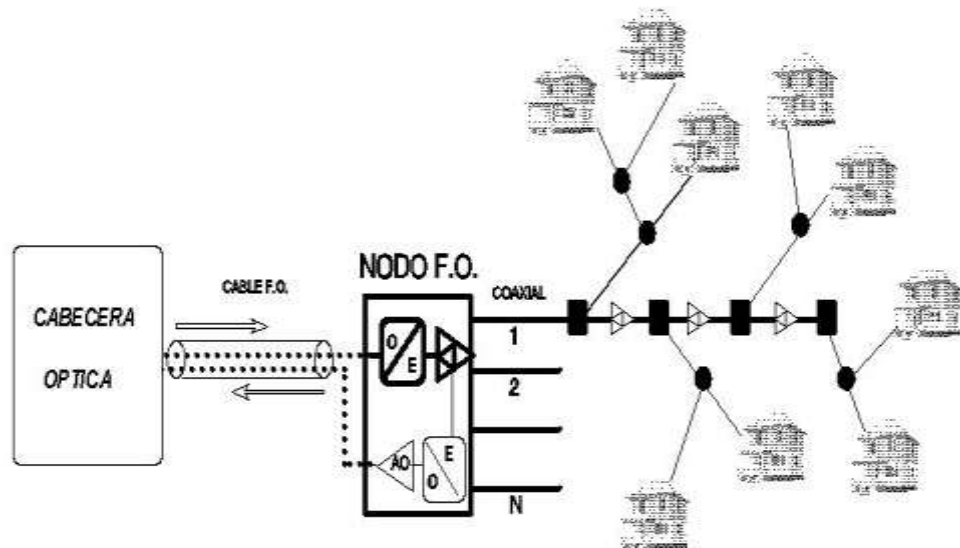
El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo) empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

Las principales ventajas de la fibra óptica son:

- Mayor capacidad debido al ancho de banda mayor disponible en frecuencias ópticas.
- Inmunidad a transmisiones cruzadas entre cables, causadas por inducción magnética.
- Inmunidad a interferencia estática debida a las fuentes de ruido.
- Resistencia a extremos ambientales. Son menos afectadas por líquidos corrosivos, gases y variaciones de temperatura.
- La seguridad en cuanto a instalación y mantenimiento. Las fibras de vidrio y los plásticos no son conductores de electricidad, se pueden utilizar cerca de líquidos y gases volátiles.
- Red redundante.
- Tiempos de respuesta mínimos en la reparación de daños.
- Mayor número y rapidez en la solicitud y entrega de nuevos servicios.

2.3.2.4 **HFC (Híbrida Fibra Cable)**. Una red HFC es una red de cable que combina en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial. Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV).

Este tipo de red, fue desarrollada para mejorar redes nuevas o existentes tipo árbol.



**FIGURA 2. 6 Diagrama de la red HFC.**

El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo-coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la estación a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la estación) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la estación.

La fibra óptica de la red troncal llega hasta el pie de un edificio, de allí sube por la fachada del mismo para alimentar un nodo óptico que se instala en la azotea, y de éste

parte el coaxial hacia el grupo de edificios a los que alimenta (para servicios de datos y telefonía suelen utilizarse cables de pares trenzados para llegar directamente hasta el abonado, desde el nodo óptico).

La acometida a los hogares de los abonados es, sencillamente, la instalación interna del edificio, el último tramo antes de la base de conexión.

### **3. ESTUDIO DE PERFILES.**

En este capítulo se plasman los resultados del estudio de los perfiles de los diferentes trayectos de la zona de cobertura del sistema de reemisión de televisión, se destacan en éste, los puntos de interés como cerros donde posiblemente se puedan ubicar los equipos tanto de recepción como de transmisión, los puntos más alejados que debe cubrir el sistema, los puntos de mayor altura que puedan ser obstáculos y por último se determina la altura de la torre del sistema de transmisión.

#### **3.1 . SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA RECEPCION Y TRANSMISION DE LA SEÑAL DE TELEVISION NACIONAL.**

Entre los sitios CERRO BLANCO, LOMA SAN LUIS y LOMA EL CAMPO, se ha seleccionado este último para la transmisión, debido a que cumple con las características necesarias para garantizar un óptimo funcionamiento del Sistema de Reemisión de Televisión Nacional para el Municipio de Florencia Cauca.

En Cerro Blanco no hay vía carretable, no hay energía eléctrica, es un sitio aislado donde no es posible contar con personas que cuiden los equipos.

En la Loma San Luis no hay vía carretable no hay energía eléctrica y existe un bosque de pinos que alcanzan gran envergadura, siendo el primer obstáculo para la línea de vista y para la construcción de la infraestructura física del sistema.

Las características que diferencian a la Loma El Campo de los otros posibles sitios de instalación son:

- **Altura del sitio:** La altura de la antena transmisora estaría en un punto elevado para sobrepasar los diferentes obstáculos, montañas y edificios, entre otros, además se lograría que la potencia requerida del transmisor sea la mínima. El sitio de instalación del sistema permite que exista línea de vista con la zona a la cual se va ofrecer el servicio.

- Infraestructura del sitio: Se ha tenido en cuenta la infraestructura del lugar seleccionado. Existe carretera para poder transportar los diferentes equipos y los materiales necesarios para la instalación del sistema de reemisión, además cuenta con energía eléctrica y espacio suficiente para construir la caseta de equipos.

### **3.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO DE LOS PERFILES.**

Para el desarrollo del estudio de los perfiles de los diferentes trayectos se utilizaron los mapas del municipio de Florencia Cauca a escala 1: 25000 suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, los perfiles altimétricos se trazan de acuerdo a las veredas que no cuentan con el servicio de televisión nacional ni regional, las cuales son: Bella Vista , El Campo, El Hato, El Avión, Los Árboles, Las Cuchillas, Yunguilla, Angosturas, El Placer, Campamento, Cuchilla el Hato y la Cabecera Municipal de Florencia Cauca.

En la figura 3.1, se puede observar la ubicación geográfica de cada una de las veredas mencionadas y en las figuras de la 3.3 a las 3.10, sus correspondientes perfiles altimétricos trazados desde la Loma el Campo.



**FIGURA 3. 1 Mapa FLORENCIA CAUCA.**

Cada perfil se analiza de la siguiente manera:

- Se determina la elevación del terreno a lo largo de la trayectoria.
- Se calcula la altura corregida ( $h_c$ ) del terreno debido a la curvatura de la tierra utilizando la siguiente fórmula:

$$h_c = \frac{d_1 * d_2}{2 * K * R_t} + h \quad (3.1)$$

Donde:

$d_1$  : Distancia entre antena transmisora y obstáculo [m].

$d_2$  : Distancia entre obstáculo y antena receptora [m] .

$k$  : Constante de Refractividad = 4/3.

$R_t$  : valor del radio de la tierra = 6'380.000 m.

$h$  : Altura del terreno sin corrección [m].

- Cálculo del radio de la primera zona de Fresnel.

$$R_n(100\%) = \sqrt{(n * \lambda * d_1 * d_2) / (d_1 + d_2)} \quad (3.2)$$

Donde:

$d_1$  : Distancia entre antena transmisora y obstáculo [m] .

$d_2$  : Distancia entre obstáculo y antena receptora [m] .

$n$  : Número de radio de zona Fresnel, si  $n=1$  entonces el radio de la primera zona de Fresnel es  $R_1$ .

$\lambda$  : Longitud de onda de la frecuencia a transmitir [m]

Se tuvo presente el valor del radio de Fresnel efectivo ( $R_{fe}$ ), debido a que las alturas de las antenas transmisora y receptora son diferentes, figura 3.10. El radio de Fresnel siendo perpendicular a la línea de vista del sistema no queda verticalmente trazado sobre el obstáculo en consideración, por esta razón se modificó de acuerdo a la ecuación:

$$R_{fe} = R_f * \text{Cos } \theta \quad (3.3)$$

Donde:

$R_f$ : Radio de Fresnel [m].

$\theta$  : Angulo entre la línea de vista del sistema y la horizontal [grados].

Se ha utilizado la primera zona de Fresnel al 60%, para los cálculos respectivos permitiendo así que se disminuyan los costos en la construcción de la torre de transmisión.

- Cálculo de la línea de vista.

$$Y = mx + b \quad (3.4)$$

Donde:

m : Pendiente de la línea de vista.

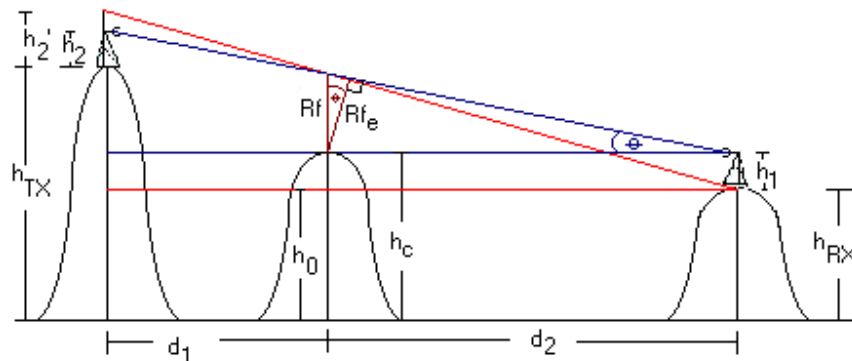
x : Distancia al sitio de transmisión [m].

b : Altura del sistema irradiante sobre el nivel del mar [m].

- Cálculo de la primera zona de Fresnel. El límite inferior de la primera zona de Fresnel ( $Z_f$ ), en metros, se calculó restando la altura de línea de vista (Y), con el correspondiente radio  $Rf_e$  al 60% ( $Rf_{e(60\%)}$ ).

$$Z_f = Y - Rf_{e(60\%)} \quad (3.5)$$

- El Cálculo de la altura de la antena transmisora ( $h_2$ ) sin considerar altura de la torre de la antena receptora ( $h_1$ ), se realizó de acuerdo con la siguiente gráfica



**FIGURA 3. 2 Modificación de Altura para torre de transmisión.**

$h_0$ : altura del obstáculo sin considerar la corrección por curvatura terrestre

De donde se dedujo la ecuación 3.6.

$$h_2' = (d/d_2) * (h_c + Rf_{e(60\%)}) - (h_{TX}) - (d_1/d_2) * (h_{RX}) \quad (3.6)$$

Donde:

$h_2'$  : Altura de la antena transmisora sin considerar altura de la antena receptora [m] .

d : Distancia total del enlace ( $d_1 + d_2$ ) . [m]

$h_c$  : Altura corregida del terreno debido a la curvatura de la tierra [m] .

$R_{f(60\%)}$  : Radio de Fresnel efectivo al 60% [m].

$d_1$  : Distancia entre antena transmisora y obstáculo [m].

$d_2$  : Distancia entre obstáculo y antena receptora [m].

$h_{RX}$  : Altura sobre el nivel del mar del sitio de recepción [m].

$h_{TX}$  : Altura sobre el nivel del mar del sitio de transmisión [m].

- Cálculo de la altura de la antena transmisora considerando altura de la torre de la antena receptora  $h_1 = 10$  metros, por normativa de la Comisión Nacional de Televisión.

$$h_2 = h_2' - (d_1/d_2) * h_1 \quad (3.7)$$

Con:

$h_2$  : Altura de la antena transmisora considerando la altura de la antena receptora [m].

$h_1$  : Altura de la antena receptora = 10 [m].

### 3.3 RESULTADOS DEL ANÁLISIS.

Teniendo en cuenta los perfiles de las figuras 3.3 a 3.10 y las fórmulas para los cálculos de los diferentes parámetros mencionados anteriormente se obtuvieron los resultados que se muestran en las siguientes tablas.

En los puntos donde dan alturas de torre de transmisión negativas se remplazaron estos valores por 18 metros que es la altura mínima para una estación de muy baja potencia. Se utilizó el límite inferior del canal 2 de la banda de VHF (54-60 MHz) el cual está a una frecuencia de 54 MHz, por ser el más crítico al tener una longitud de onda mayor.

**Tabla 3. 1 Perfil El Hato**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,04	1892,50	1892,50	9,16	13,63	13,63
0,08	1875,00	1875,01	12,22	8,85	8,85
0,10	1865,00	1865,01	13,50	5,08	5,08
0,16	1852,50	1852,51	16,57	12,08	12,08
0,21	1800,00	1800,01	18,77	-30,18	18,00
0,31	1725,00	1725,02	21,50	-96,00	18,00
0,39	1710,00	1710,02	23,20	-91,63	18,00
0,53	1692,50	1692,52	24,68	-72,88	18,00
0,66	1687,50	1687,52	24,89	-28,25	18,00
0,74	1675,00	1675,02	24,50	-14,13	18,00
0,82	1652,50	1652,52	23,68	-23,26	18,00
0,94	1602,50	1602,52	21,43	-112,11	18,00
1,07	1572,50	1572,51	17,47	-194,04	18,00
1,13	1550,00	1550,01	14,61	-384,56	18,00
1,19	1550,00	1550,00	10,28	-530,90	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					15,84

**Tabla 3. 2 Perfil Bellavista**

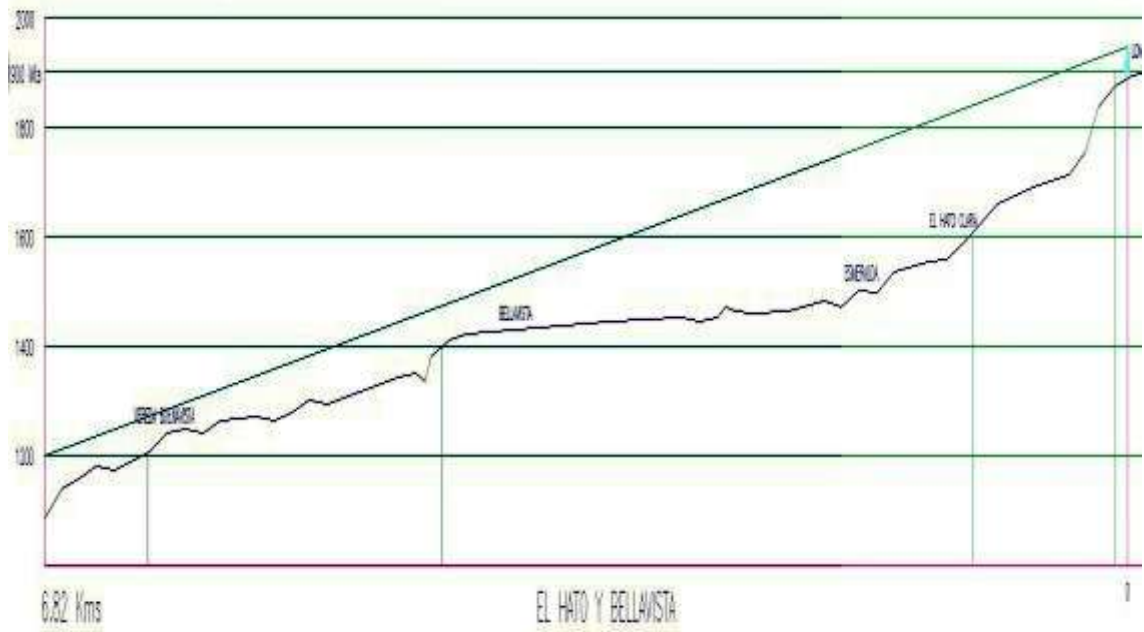
Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio(m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,04	1892,50	1892,51	9,27	7,09	7,09
0,08	1875,00	1875,02	12,49	-2,96	18,00
0,10	1865,00	1865,02	13,89	-9,42	18,00
0,16	1852,50	1852,53	17,35	-11,70	18,00
0,21	1800,00	1800,05	20,04	-57,54	18,00
0,31	1725,00	1725,06	23,76	-124,24	18,00

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,39	1710,00	1710,08	26,58	-129,29	18,00
0,53	1692,50	1692,60	30,31	-131,18	18,00
0,66	1687,50	1687,62	33,03	-120,86	18,00
0,74	1675,00	1675,13	34,49	-126,03	18,00
0,82	1652,50	1652,64	35,83	-144,07	18,00
0,94	1602,50	1602,66	37,64	-194,44	18,00
1,07	1572,50	1572,67	39,20	-221,76	18,00
1,13	1550,00	1550,18	39,85	-247,38	18,00
1,19	1550,00	1550,18	40,46	-241,42	18,00
1,25	1560,00	1560,19	41,00	-220,64	18,00
1,33	1532,50	1532,70	41,64	-253,93	18,00
1,41	1537,50	1537,70	42,20	-238,10	18,00
1,46	1520,00	1520,20	42,45	-261,88	18,00
1,51	1497,50	1497,71	42,74	-293,85	18,00
1,57	1497,50	1497,71	43,01	-288,93	18,00
1,66	1497,50	1497,71	43,31	-281,71	18,00
1,70	1487,50	1487,71	43,42	-296,25	18,00
1,82	1470,00	1470,21	43,65	-319,30	18,00
1,86	1487,50	1487,71	43,68	-282,04	18,00
1,95	1470,00	1470,21	43,68	-308,86	18,00
2,09	1465,00	1465,21	43,50	-308,30	18,00
2,31	1457,50	1457,71	42,74	-307,64	18,00
2,39	1465,00	1465,20	42,27	-279,60	18,00
2,47	1470,00	1470,20	41,76	-256,59	18,00
2,52	1447,50	1447,69	41,42	-316,28	18,00
2,62	1447,50	1447,69	40,59	-307,16	18,00
2,72	1452,50	1452,68	39,61	-279,66	18,00
2,92	1452,50	1452,66	37,06	-249,56	18,00
3,06	1440,00	1440,14	34,90	-285,04	18,00
3,25	1452,50	1452,61	31,18	-169,93	18,00
3,31	1435,00	1435,10	29,77	-276,06	18,00
3,39	1440,00	1440,09	27,47	-214,93	18,00
3,51	1435,00	1435,06	23,82	-230,06	18,00
3,61	1430,00	1430,05	19,90	-283,02	18,00
3,64	1430,00	1430,04	18,31	-283,69	18,00
3,72	1440,00	1440,02	14,19	39,88	18,00
3,80	1430,00	1430,01	6,61	-946,84	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					17,75



**FIGURA 3. 3 Perfil El Hato y Bella Vista.**

**Tabla 3. 3 Perfil Campamento**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60 %) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,08	1892,50	1892,53	12,53	12,70	12,70
0,16	1872,50	1872,57	17,49	4,94	4,94
0,21	1885,00	1885,09	20,27	26,12	26,12
0,26	1847,50	1847,61	22,38	-5,65	18,00
0,32	1870,00	1870,13	24,64	25,90	18,00
0,39	1830,00	1830,16	27,08	-6,48	18,00
0,49	1810,00	1810,20	30,12	-14,71	18,00
0,62	1832,50	1832,75	33,77	27,74	18,00
0,68	1700,00	1700,27	35,20	-110,06	18,00
0,80	1735,00	1735,31	37,78	-57,36	18,00
0,88	1705,00	1705,34	39,47	-81,17	18,00
0,97	1695,00	1695,37	41,12	-82,18	18,00
1,04	1695,00	1695,39	42,29	-74,25	18,00

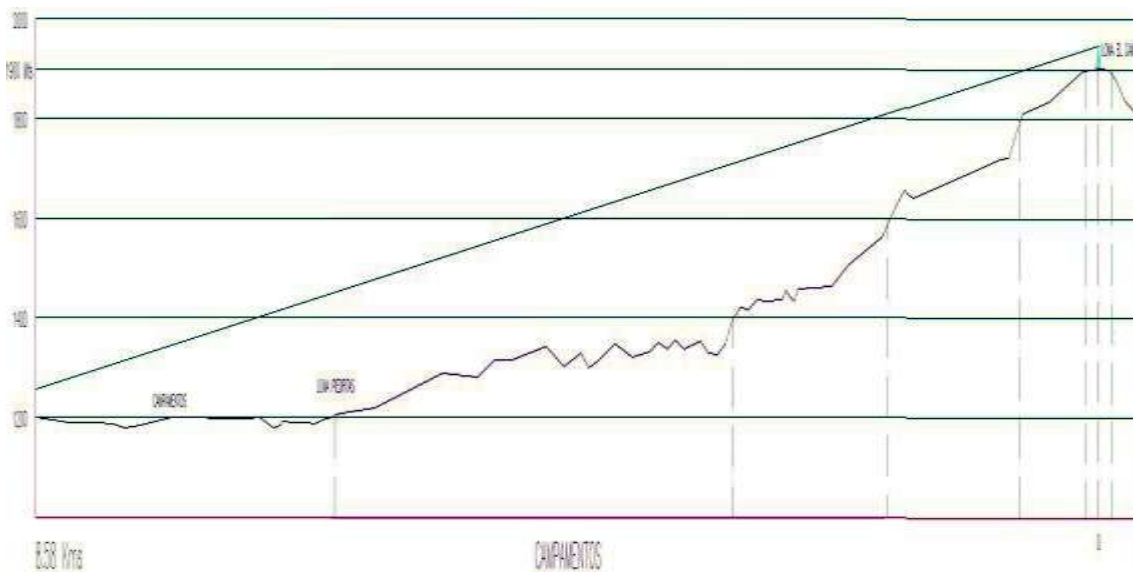
Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60 %) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio(m)
1,10	1682,50	1682,91	43,33	-81,48	18,00
1,17	1695,00	1695,43	44,36	-58,96	18,00
1,24	1650,00	1650,45	45,51	-103,61	18,00
1,34	1685,00	1685,48	46,80	-50,33	18,00
1,42	1630,00	1630,50	47,92	-107,80	18,00
1,49	1660,00	1660,52	48,76	-62,46	18,00
1,56	1657,50	1658,04	49,63	-56,64	18,00
1,58	1602,50	1603,04	49,85	-124,08	18,00
1,63	1612,50	1613,06	50,48	-104,92	18,00
1,66	1582,50	1583,06	50,77	-140,44	18,00
1,68	1557,50	1558,07	51,03	-170,08	18,00
1,72	1575,00	1575,58	51,36	-143,97	18,00
1,74	1550,00	1550,58	51,63	-173,67	18,00
1,79	1542,50	1543,09	52,14	-178,13	18,00
1,86	1502,50	1503,11	52,77	-224,51	18,00
1,94	1512,50	1513,12	53,52	-202,82	18,00
2,00	1492,50	1493,14	54,06	-223,68	18,00
2,04	1452,50	1453,15	54,40	-274,75	18,00
2,09	1470,00	1470,66	54,81	-245,74	18,00
2,14	1477,50	1478,16	55,19	-230,50	18,00
2,20	1467,50	1468,18	55,64	-238,63	18,00
2,26	1437,50	1438,19	56,05	-275,97	18,00
2,32	1472,50	1473,20	56,49	-218,94	18,00
2,34	1457,50	1458,20	56,62	-238,84	18,00
2,37	1422,50	1423,20	56,77	-287,79	18,00
2,41	1447,50	1448,21	57,01	-247,26	18,00
2,43	1457,50	1458,21	57,17	-229,73	18,00
2,46	1452,50	1453,22	57,32	-234,69	18,00
2,47	1427,50	1428,22	57,36	-271,36	18,00
2,49	1440,00	1440,72	57,50	-250,25	18,00
2,51	1442,50	1443,22	57,61	-244,54	18,00
2,54	1455,00	1455,73	57,79	-222,09	18,00
2,57	1412,50	1413,23	57,96	-283,76	18,00
2,60	1452,50	1453,24	58,14	-218,93	18,00
2,64	1442,50	1443,24	58,32	-230,52	18,00
2,67	1427,50	1428,25	58,46	-250,86	18,00
2,72	1415,00	1415,75	58,67	-265,84	18,00
2,77	1425,00	1425,76	58,91	-244,30	18,00
2,84	1417,50	1418,27	59,22	-248,50	18,00
2,86	1367,50	1368,27	59,28	-328,30	18,00
2,90	1355,00	1355,77	59,41	-345,59	18,00
2,92	1322,50	1323,27	59,52	-396,75	18,00
2,97	1325,00	1325,78	59,68	-389,00	18,00



Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60 %) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
3,01	1342,50	1343,28	59,81	-356,61	18,00
3,05	1317,50	1318,28	59,92	-395,97	18,00
3,08	1337,50	1338,29	60,01	-359,44	18,00
3,11	1370,00	1370,79	60,09	-301,11	18,00
3,15	1322,50	1323,29	60,19	-379,75	18,00
3,21	1340,00	1340,79	60,34	-343,88	18,00
3,26	1340,00	1340,80	60,44	-339,34	18,00
3,30	1362,50	1363,30	60,52	-295,09	18,00
3,33	1320,00	1320,80	60,58	-368,77	18,00
3,40	1362,50	1363,30	60,69	-284,31	18,00
3,48	1332,50	1333,31	60,78	-331,99	18,00
3,58	1302,50	1303,31	60,86	-380,53	18,00
3,68	1342,50	1343,31	60,89	-292,68	18,00
3,78	1352,50	1353,31	60,88	-260,97	18,00
3,87	1322,50	1323,31	60,83	-312,16	18,00
3,96	1282,50	1283,31	60,75	-388,11	18,00
4,03	1350,00	1350,80	60,66	-234,08	18,00
4,10	1290,00	1290,80	60,55	-358,38	18,00
4,23	1315,00	1315,79	60,28	-286,81	18,00
4,36	1380,00	1380,78	59,96	-113,65	18,00
4,44	1300,00	1300,78	59,68	-296,22	18,00
4,48	1340,00	1340,77	59,57	-191,01	18,00
4,57	1317,50	1318,27	59,21	-233,35	18,00
4,62	1302,50	1303,26	59,01	-265,60	18,00
4,68	1325,00	1325,75	58,76	-196,19	18,00
4,75	1297,50	1298,25	58,45	-260,66	18,00
4,83	1275,00	1275,74	58,06	-312,68	18,00
4,91	1292,50	1293,22	57,60	-249,27	18,00
5,00	1262,50	1263,21	57,09	-326,53	18,00
5,08	1300,00	1300,70	56,59	-196,76	18,00
5,14	1272,50	1273,19	56,16	-273,33	18,00
5,21	1250,00	1250,68	55,70	-337,72	18,00
5,29	1285,00	1285,66	55,11	-204,68	18,00
5,35	1227,50	1228,15	54,57	-396,74	18,00
5,39	1262,50	1263,14	54,24	-263,74	18,00
5,42	1250,00	1250,64	54,01	-305,15	18,00
5,45	1235,00	1235,63	53,79	-357,08	18,00
5,47	1235,00	1235,63	53,55	-353,30	18,00
5,51	1212,50	1213,12	53,25	-435,57	18,00
5,54	1257,50	1258,11	52,99	-255,48	18,00
5,56	1230,00	1230,61	52,74	-359,90	18,00
5,59	1247,50	1248,10	52,51	-285,61	18,00
5,61	1222,50	1223,10	52,27	-383,48	18,00

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60 %) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
5,64	1210,00	1210,59	51,96	-431,31	18,00
5,67	1232,50	1233,08	51,70	-333,17	18,00
5,70	1222,50	1223,08	51,35	-370,63	18,00
5,73	1212,50	1213,07	51,02	-409,92	18,00
5,76	1237,50	1238,06	50,73	-294,97	18,00
5,78	1212,50	1213,06	50,52	-404,08	18,00
5,81	1212,50	1213,05	50,14	-399,62	18,00
5,86	1205,00	1205,54	49,56	-428,34	18,00
5,92	1215,00	1215,52	48,90	-372,25	18,00
5,92	1195,00	1195,52	48,84	-470,50	18,00
6,03	1200,00	1200,49	47,53	-433,85	18,00
6,09	1180,00	1180,48	46,69	-537,36	18,00
6,13	1192,50	1192,97	46,09	-463,46	18,00
6,18	1192,50	1192,95	45,40	-458,44	18,00
6,24	1192,50	1192,93	44,42	-451,26	18,00
6,29	1187,50	1187,92	43,67	-478,47	18,00
6,34	1197,50	1197,90	42,97	-406,10	18,00
6,35	1180,00	1180,40	42,77	-525,12	18,00
6,43	1175,00	1175,38	41,41	-558,63	18,00
6,48	1197,50	1197,86	40,36	-379,99	18,00
6,53	1202,50	1202,84	39,54	-329,76	18,00
6,55	1192,50	1192,83	39,03	-408,45	18,00
6,61	1195,00	1195,31	37,82	-374,92	18,00
6,64	1195,00	1195,30	37,21	-368,65	18,00
6,67	1202,50	1202,79	36,59	-287,81	18,00
6,69	1182,50	1182,79	36,11	-484,33	18,00
6,72	1195,00	1195,28	35,57	-350,90	18,00
6,75	1187,50	1187,77	34,85	-425,42	18,00
6,78	1200,00	1200,26	34,10	-276,08	18,00
6,81	1190,00	1190,24	33,33	-385,39	18,00
6,85	1195,00	1195,23	32,22	-310,52	18,00
6,91	1200,00	1200,21	30,78	-219,06	18,00
6,96	1187,50	1187,69	29,25	-389,74	18,00
7,02	1190,00	1190,17	27,45	-332,59	18,00
7,06	1192,50	1192,65	26,00	-267,00	18,00
7,10	1180,00	1180,14	24,79	-533,72	18,00
7,14	1185,00	1185,12	23,23	-420,81	18,00
7,17	1200,00	1200,11	21,74	20,70	18,00
7,18	1200,00	1200,10	21,22	40,76	18,00
7,19	1195,00	1195,10	20,90	-107,32	18,00
7,20	1195,00	1195,09	20,46	-96,25	18,00
7,21	1192,50	1192,59	20,24	-176,28	18,00
7,21	1192,50	1192,59	20,02	-172,29	18,00

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
7,21	1197,50	1197,59	19,90	7,26	18,00
7,22	1195,00	1195,09	19,56	-72,14	18,00
7,26	1195,00	1195,07	17,46	-9,82	18,00
7,36	1177,50	1177,53	10,89	-1741,78	18,00
Torre Promedio para este Perfil					17,93



**FIGURA 3. 4 Perfil Campamento.**

**Tabla 3. 4 Perfil Los Árboles**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,12	1897,50	1897,52	15,19	26,73	26,73
0,21	1892,50	1892,54	20,04	38,44	38,44
0,26	1877,50	1877,55	21,90	30,13	30,13
0,34	1865,00	1865,06	24,63	29,38	29,38
0,43	1825,00	1825,08	27,53	0,13	0,13
0,53	1830,00	1830,09	30,03	21,82	21,82

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,58	1810,00	1810,10	31,08	5,72	5,72
0,65	1820,00	1820,11	32,47	28,92	28,92
0,74	1810,00	1810,12	34,22	32,98	32,98
0,83	1785,00	1785,13	35,63	16,16	16,16
0,93	1785,00	1785,14	36,96	33,06	33,06
1,09	1785,00	1785,15	38,72	62,91	62,91
1,16	1750,00	1750,16	39,40	25,79	25,79
1,25	1760,00	1760,17	40,10	58,88	58,88
1,28	1750,00	1750,17	40,30	49,28	49,28
1,36	1750,00	1750,17	40,77	65,54	65,54
1,43	1747,50	1747,67	41,11	76,54	76,54
1,46	1745,00	1745,18	41,27	81,19	81,19
1,50	1757,50	1757,68	41,42	112,80	112,80
1,57	1742,50	1742,68	41,60	102,21	102,21
1,61	1752,50	1752,68	41,69	131,27	131,27
1,68	1747,50	1747,68	41,80	142,92	142,92
1,72	1742,50	1742,68	41,82	145,15	145,15
1,79	1722,50	1722,68	41,82	125,14	125,14
1,97	1725,00	1725,18	41,50	189,21	189,21
1,99	1712,50	1712,68	41,42	169,45	169,45
2,03	1707,50	1707,68	41,29	170,80	170,80
2,07	1700,00	1700,17	41,13	166,93	166,93
2,10	1692,50	1692,67	40,96	161,94	161,94
2,13	1692,50	1692,67	40,84	171,46	171,46
2,15	1680,00	1680,17	40,71	148,04	148,04
2,18	1672,50	1672,67	40,54	139,52	139,52
2,23	1677,50	1677,67	40,24	171,82	171,82
2,29	1652,50	1652,66	39,78	127,24	127,24
2,30	1642,50	1642,66	39,69	102,64	102,64
2,30	1642,50	1642,66	39,67	103,50	103,50
2,31	1642,50	1642,66	39,63	105,23	105,23
2,31	1657,50	1657,66	39,62	150,14	150,14
2,34	1655,00	1655,16	39,39	154,35	154,35
2,42	1642,50	1642,65	38,60	153,94	153,94
2,44	1640,00	1640,15	38,46	152,10	152,10
2,44	1640,00	1640,15	38,42	154,23	154,23
2,44	1622,50	1622,65	38,39	97,48	97,48
2,45	1622,50	1622,65	38,37	98,43	98,43
2,45	1622,50	1622,65	38,32	100,34	100,34
2,46	1622,50	1622,65	38,28	102,26	102,26
2,46	1622,50	1622,65	38,21	105,18	105,18
2,47	1635,00	1635,15	38,16	149,33	149,33

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
2,54	1625,00	1625,14	37,28	152,22	152,22
2,98	1597,50	1597,59	29,69	368,04	368,04
3,10	1570,00	1570,07	26,49	327,96	327,96
3,24	1522,50	1522,55	22,04	1,92	1,92
3,27	1495,00	1495,05	20,78	-372,83	18,00
Altura de Torre Promedio para este Perfil					109,37

**Tabla 3. 5 Perfil Yunguilla**

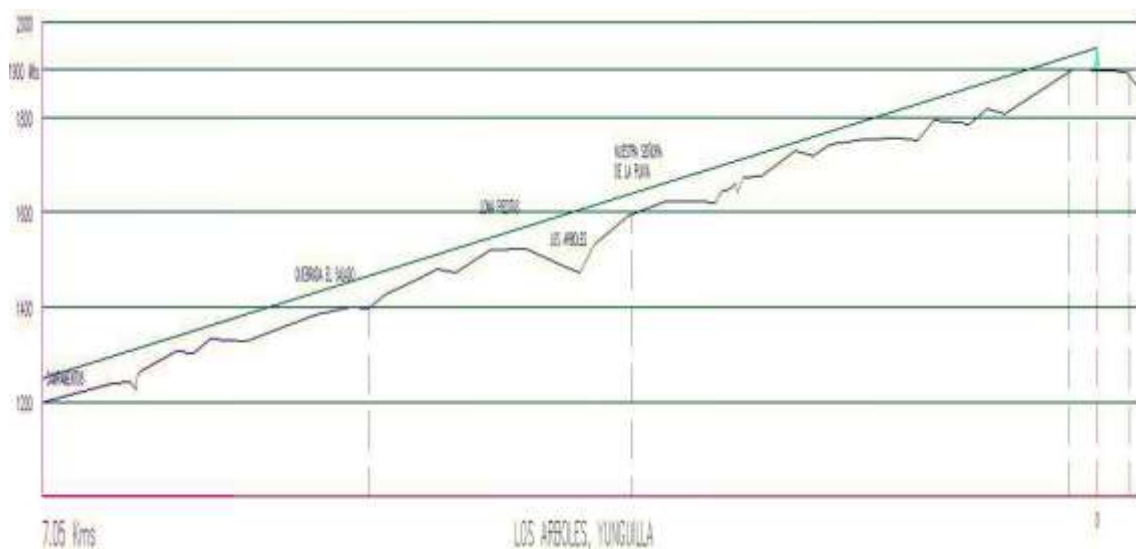
Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,12	1897,50	1897,53	15,21	24,67	24,67
0,21	1892,50	1892,55	20,10	34,59	34,59
0,26	1877,50	1877,55	21,97	25,48	25,48
0,34	1865,00	1865,07	24,74	23,24	23,24
0,43	1825,00	1825,09	27,69	-7,64	18,00
0,58	1810,00	1810,11	31,34	-5,20	18,00
0,65	1820,00	1820,12	32,77	16,07	16,07
0,74	1810,00	1810,13	34,60	17,69	17,69
0,83	1785,00	1785,15	36,09	-1,04	18,00
0,93	1785,00	1785,16	37,51	12,79	12,79
1,09	1785,00	1785,17	39,44	36,86	36,86
1,16	1750,00	1750,18	40,21	-1,30	18,00
1,25	1760,00	1760,19	41,02	27,28	27,28
1,28	1750,00	1750,19	41,26	17,03	17,03
1,36	1750,00	1750,20	41,83	29,56	29,56
1,43	1747,50	1747,70	42,27	37,19	37,19
1,46	1745,00	1745,20	42,48	39,91	39,91
1,50	1757,50	1757,70	42,70	67,82	67,82
1,57	1742,50	1742,71	42,98	54,78	54,78
1,61	1752,50	1752,71	43,14	79,87	79,87
1,68	1747,50	1747,71	43,38	86,56	86,56

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
1,72	1742,50	1742,71	43,48	86,22	86,22
1,79	1722,50	1722,71	43,60	63,58	63,58
1,93	1732,50	1732,71	43,68	114,47	114,47
1,97	1725,00	1725,21	43,66	109,28	109,28
1,99	1712,50	1712,71	43,64	89,44	89,44
2,03	1707,50	1707,71	43,60	87,67	87,67
2,07	1700,00	1700,21	43,53	80,90	80,90
2,10	1692,50	1692,71	43,46	73,24	73,24
2,13	1692,50	1692,71	43,39	79,40	79,40
2,15	1680,00	1680,21	43,33	56,55	56,55
2,18	1672,50	1672,71	43,24	46,26	46,26
2,23	1677,50	1677,71	43,07	69,81	69,81
2,26	1672,50	1672,71	42,95	65,30	65,30
2,29	1645,00	1645,21	42,79	6,13	6,13
2,30	1642,50	1642,71	42,75	1,89	1,89
2,30	1642,50	1642,71	42,74	2,40	2,40
2,31	1642,50	1642,71	42,71	3,41	3,41
2,31	1657,50	1657,71	42,70	41,86	41,86
2,34	1655,00	1655,20	42,56	42,33	42,33
2,42	1642,50	1642,70	42,06	31,26	31,26
2,44	1640,00	1640,20	41,95	29,08	29,08
2,45	1622,50	1622,70	41,92	-18,34	18,00
2,45	1622,50	1622,70	41,88	-17,31	18,00
2,46	1622,50	1622,70	41,81	-14,72	18,00
2,47	1635,00	1635,20	41,78	21,57	21,57
2,54	1625,00	1625,19	41,20	12,65	12,65
2,98	1597,50	1597,65	36,11	57,70	57,70
3,10	1570,00	1570,13	34,05	-29,36	18,00
3,24	1522,50	1522,61	31,37	-282,58	18,00
3,27	1495,00	1495,11	30,65	-473,00	18,00
3,50	1505,00	1505,07	23,94	-519,89	18,00
3,56	1510,00	1510,05	21,76	-515,19	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					38,27



**FIGURA 3. 5 Perfil Los Árboles y Yunguilla.**

**Tabla 3. 6 Perfil Angosturas**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

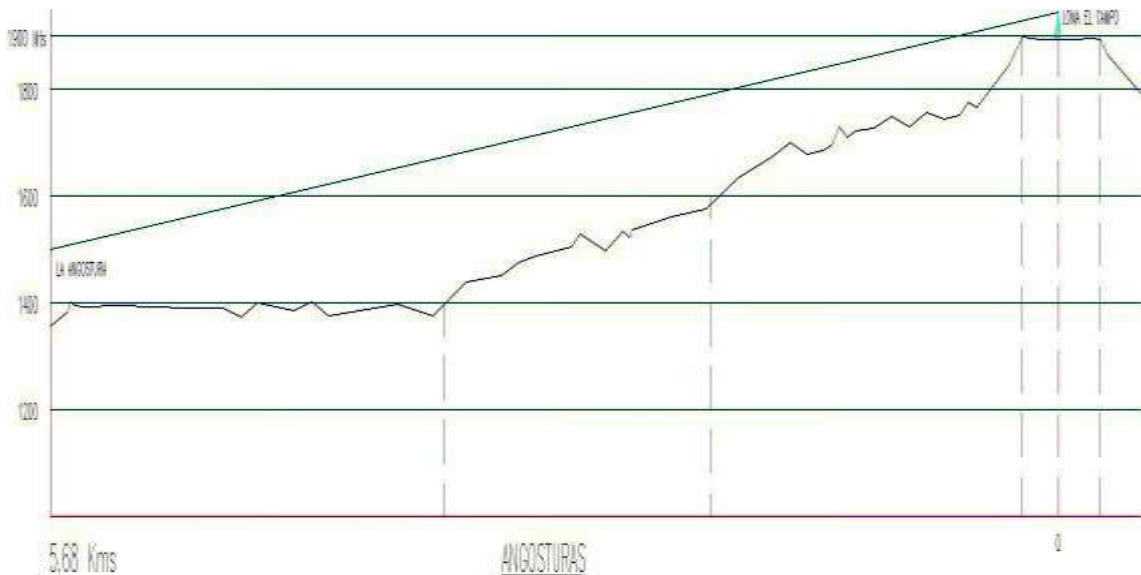
Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,02	1895,00	1895,01	6,43	3,30	3,30
0,04	1897,50	1897,51	9,08	10,37	10,37
0,09	1897,50	1897,53	13,63	19,93	19,93
0,11	1897,50	1897,53	14,42	21,83	21,83
0,15	1897,50	1897,54	16,94	28,42	28,42
0,20	1885,00	1885,06	19,65	23,45	23,45
0,21	1875,00	1875,06	20,08	14,38	14,38
0,22	1860,00	1860,06	20,60	0,35	0,35
0,25	1850,00	1850,07	21,88	-6,00	18,00
0,28	1830,00	1830,08	22,99	-23,40	18,00
0,31	1830,00	1830,09	24,03	-19,80	18,00
0,34	1820,00	1820,10	25,26	-26,03	18,00
0,37	1805,00	1805,11	26,34	-38,12	18,00
0,43	1767,50	1767,62	27,99	-72,48	18,00
0,46	1775,00	1775,13	28,86	-60,82	18,00
0,51	1755,00	1755,14	30,38	-76,59	18,00

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,57	1757,50	1757,65	31,73	-67,84	18,00
0,60	1742,50	1742,66	32,68	-80,40	18,00
0,66	1757,50	1757,67	33,83	-57,62	18,00
0,69	1757,50	1757,68	34,53	-53,91	18,00
0,73	1750,00	1750,19	35,30	-58,36	18,00
0,76	1732,50	1732,70	36,08	-74,41	18,00
0,79	1732,50	1732,70	36,57	-71,60	18,00
0,82	1742,50	1742,71	37,08	-56,63	18,00
0,94	1735,00	1735,23	39,27	-51,01	18,00
0,98	1727,50	1727,74	39,89	-55,67	18,00
1,03	1727,50	1727,75	40,56	-50,56	18,00
1,08	1717,50	1717,76	41,26	-57,46	18,00
1,12	1717,50	1717,77	41,92	-51,79	18,00
1,15	1732,50	1732,77	42,20	-30,04	18,00
1,17	1710,00	1710,27	42,50	-56,26	18,00
1,22	1685,00	1685,28	43,17	-82,73	18,00
1,25	1695,00	1695,29	43,55	-65,89	18,00
1,28	1670,00	1670,29	43,87	-95,93	18,00
1,30	1675,00	1675,30	44,14	-86,71	18,00
1,33	1690,00	1690,30	44,37	-64,19	18,00
1,48	1677,50	1677,82	45,97	-62,39	18,00
1,51	1667,50	1667,82	46,20	-73,45	18,00
1,54	1657,50	1657,83	46,44	-84,40	18,00
1,57	1667,50	1667,83	46,76	-65,70	18,00
1,60	1655,00	1655,33	47,00	-80,17	18,00
1,64	1637,50	1637,84	47,25	-101,97	1800
1,66	1635,00	1635,34	47,45	-102,79	18,00
1,77	1602,50	1602,85	48,19	-140,00	18,00
1,78	1597,50	1597,85	48,28	-146,20	18,00
1,79	1597,50	1597,85	48,32	-145,49	18,00
1,81	1602,50	1602,86	48,46	-135,40	18,00
1,84	1575,00	1575,36	48,63	-175,21	18,00
1,88	1570,00	1570,36	48,85	-179,34	18,00
1,90	1567,50	1567,86	48,99	-180,91	18,00
1,93	1575,00	1575,37	49,15	-166,07	18,00
1,96	1562,50	1562,87	49,27	-183,72	18,00
1,98	1555,00	1555,37	49,37	-193,95	18,00
2,04	1562,50	1562,87	49,63	-176,23	18,00
2,12	1542,50	1542,88	49,93	-202,38	18,00
2,16	1540,00	1540,38	50,09	-202,47	18,00
2,20	1540,00	1540,38	50,19	-199,30	18,00
2,23	1537,50	1537,88	50,27	-201,12	18,00
2,23	1525,00	1525,38	50,29	-222,53	18,00



Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
2,24	1525,00	1525,38	50,29	-222,33	18,00
2,24	1525,00	1525,38	50,30	-221,94	18,00
2,24	1525,00	1525,38	50,31	-221,74	18,00
2,25	1535,00	1535,38	50,33	-203,41	18,00
2,25	1535,00	1535,38	50,33	-203,19	18,00
2,27	1535,00	1535,38	50,37	-201,91	18,00
2,28	1530,00	1530,39	50,40	-209,59	18,00
2,44	1512,50	1512,89	50,66	-227,95	18,00
2,48	1532,50	1532,89	50,70	-185,32	18,00
2,55	1502,50	1502,89	50,73	-237,81	18,00
2,60	1500,00	1500,39	50,73	-238,09	18,00
2,66	1495,00	1495,39	50,71	-243,60	18,00
2,71	1487,50	1487,89	50,66	-254,68	18,00
2,77	1495,00	1495,39	50,58	-233,50	18,00
2,79	1487,50	1487,89	50,56	-248,37	18,00
2,86	1467,50	1467,89	50,42	-287,11	18,00
2,95	1442,50	1442,88	50,19	-339,29	18,00
3,01	1445,00	1445,38	49,99	-330,20	18,00
3,09	1442,50	1442,87	49,72	-332,58	18,00
3,13	1422,50	1422,87	49,54	-381,36	18,00
3,20	1402,50	1402,87	49,21	-432,23	1800
3,24	1377,50	1377,86	49,00	-499,65	18,00
3,29	1382,50	1382,86	48,73	-487,67	18,00
3,32	1382,50	1382,86	48,56	-488,66	18,00
3,34	1400,00	1400,36	48,42	-439,65	18,00
3,39	1397,50	1397,85	48,12	-447,36	18,00
3,45	1400,00	1400,35	47,71	-440,70	18,00
3,49	1390,00	1390,34	47,44	-472,09	18,00
3,60	1400,00	1400,33	46,57	-442,94	18,00
3,64	1397,50	1397,82	46,15	-452,48	18,00
3,69	1397,50	1397,82	45,76	-453,70	18,00
3,69	1380,00	1380,32	45,72	-515,45	18,00
3,74	1380,00	1380,31	45,23	-519,37	18,00
3,82	1377,50	1377,80	44,43	-535,64	18,00
3,87	1400,00	1400,29	43,78	-451,15	18,00
3,98	1387,50	1387,77	42,49	-511,26	18,00
4,04	1382,50	1382,77	41,76	-540,41	18,00
4,20	1397,50	1397,74	39,37	-486,59	18,00
4,22	1382,50	1382,73	39,03	-571,78	18,00
4,29	1380,00	1380,22	37,86	-602,88	18,00
4,35	1390,00	1390,21	36,72	-557,37	18,00
4,43	1402,50	1402,69	35,14	-490,84	18,00
4,52	1400,00	1400,17	33,24	-531,28	18,00

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
4,55	1390,00	1390,16	32,55	-626,11	18,00
4,60	1402,50	1402,65	31,25	-537,80	18,00
4,63	1397,50	1397,64	30,60	-597,05	18,00
4,66	1400,00	1400,14	29,74	-589,17	18,00
4,67	1385,00	1385,13	29,42	-755,93	18,00
4,71	1385,00	1385,12	28,37	-792,92	18,00
4,74	1390,00	1390,11	27,26	-774,31	18,00
4,77	1405,00	1405,11	26,39	-606,40	18,00
4,81	1392,50	1392,60	25,15	-828,27	18,00
4,85	1387,50	1387,59	23,75	-984,52	18,00
4,88	1400,00	1400,08	22,50	-834,30	18,00
4,89	1397,50	1397,58	22,13	-903,79	18,00
4,92	1400,00	1400,07	20,66	-948,32	18,00
4,96	1392,50	1392,56	19,17	-1265,51	18,00
5,00	1387,50	1387,55	17,03	-1720,91	18,00
5,04	1400,00	1400,03	14,38	-1763,61	18,00
5,08	1392,50	1392,52	11,25	-3338,66	18,00
5,12	1392,50	1392,51	7,41	-7246,39	18,00
Altura de Torre Promedio para este Perfil					17,95



**FIGURA 3. 6 Perfil Angosturas.**

**Tabla 3. 7 Perfil El Avión**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de antena Promedio (m)	Altura Promedio de torre
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,21	1880,00	1880,03	19,72	36,04	36,04
0,27	1850,00	1850,04	22,00	16,28	16,28
0,33	1807,50	1807,54	23,81	-20,27	18,00
0,36	1800,00	1800,05	24,93	-21,17	18,00
0,41	1800,00	1800,05	26,27	-10,78	18,00
0,50	1775,00	1775,06	28,31	-22,82	18,00
0,58	1757,50	1757,57	29,88	-28,13	18,00
0,61	1740,00	1740,07	30,46	-44,14	18,00
0,73	1725,00	1725,08	32,15	-40,69	18,00
0,80	1700,00	1700,08	33,03	-60,96	18,00
0,87	1687,50	1687,58	33,77	-64,13	18,00
0,96	1677,50	1677,59	34,46	-60,66	18,00
1,06	1632,50	1632,59	35,05	-113,68	18,00
1,31	1677,50	1677,59	35,44	38,50	38,50
1,34	1677,50	1677,59	35,39	50,55	50,55
1,49	1667,50	1667,59	34,86	88,00	88,00
1,62	1657,50	1657,59	33,99	125,75	125,75
1,70	1637,50	1637,58	33,20	114,26	114,26
1,77	1625,00	1625,08	32,41	116,01	116,01
1,80	1625,00	1625,08	31,95	139,59	139,59
1,88	1575,00	1575,07	30,87	0,26	0,26
1,91	1570,00	1570,07	30,32	-1,27	18,00
1,97	1550,00	1550,06	29,16	-53,00	18,00
1,98	1550,00	1550,06	29,02	-49,17	18,00
1,99	1550,00	1550,06	28,83	-43,92	18,00
2,00	1560,00	1560,06	28,74	6,70	6,70
2,03	1562,50	1562,56	28,09	41,00	41,00
2,14	1532,50	1532,55	25,31	-46,20	18,00
2,19	1515,00	1515,04	23,86	-137,97	18,00
2,26	1487,50	1487,53	21,46	-356,52	18,00
2,33	1485,00	1485,03	18,55	-413,84	18,00
2,43	1490,00	1490,01	12,60	-463,96	18,00
Altura Promedio de Torre Para este Perfil					36,44

**Tabla 3. 8 Perfil Las Cuchillas**

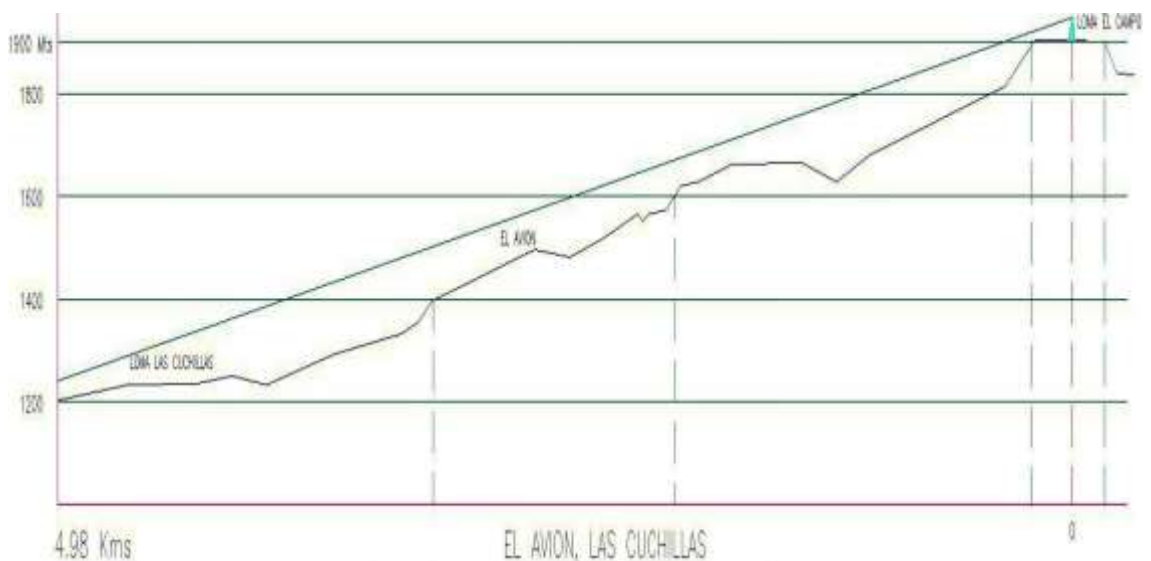
Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	51,33
0,19	1900,00	1900,05	19,21	51,33	34,47
0,21	1880,00	1880,05	20,08	34,47	15,22
0,27	1850,00	1850,06	22,52	15,22	18,00
0,33	1807,50	1807,57	24,50	-19,46	18,00
0,36	1800,00	1800,08	25,76	-20,13	18,00
0,41	1800,00	1800,09	27,28	-10,26	18,00
0,50	1775,00	1775,11	29,67	-20,94	18,00
0,58	1757,50	1757,62	31,61	-25,16	18,00
0,61	1740,00	1740,13	32,35	-39,08	18,00
0,73	1725,00	1725,15	34,65	-34,67	18,00
0,80	1700,00	1700,16	35,96	-50,81	18,00
0,87	1687,50	1687,67	37,16	-52,01	18,00
0,96	1677,50	1677,68	38,46	-47,31	18,00
1,06	1632,50	1632,70	39,83	-86,00	31,34
1,31	1677,50	1677,72	42,43	31,34	39,60
1,49	1667,50	1667,74	43,80	62,80	82,72
1,62	1657,50	1657,74	44,54	82,72	73,78
1,70	1637,50	1637,75	44,92	73,78	72,86
1,77	1625,00	1625,25	45,17	72,86	83,70
1,80	1625,00	1625,25	45,29	83,70	59,86
1,84	1605,00	1605,25	45,39	59,86	16,37
1,88	1575,00	1575,25	45,48	16,37	16,86
1,91	1570,00	1570,26	45,55	16,86	25,15
1,97	1550,00	1550,26	45,64	-1,81	0,26
1,98	1550,00	1550,26	45,65	0,26	3,04
1,99	1550,00	1550,26	45,66	3,04	23,56
2,00	1560,00	1560,26	45,67	23,56	37,92
2,03	1562,50	1562,76	45,69	37,92	14,22
2,14	1532,50	1532,76	45,70	14,22	18,00
2,19	1515,00	1515,26	45,66	-6,25	18,00
2,26	1487,50	1487,76	45,56	-42,87	18,00
2,33	1485,00	1485,25	45,41	-25,97	21,76
2,43	1490,00	1490,25	45,09	21,76	68,29
2,52	1495,00	1495,25	44,73	68,29	46,67

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
2,56	1480,00	1480,24	44,53	46,67	56,81
2,63	1472,50	1472,74	44,14	56,81	21,37
2,73	1445,00	1445,23	43,54	21,37	24,52
2,83	1430,00	1430,23	42,72	24,52	34,82
2,90	1422,50	1422,72	42,10	34,82	18,00
2,96	1402,50	1402,71	41,55	-4,11	18,00
3,01	1357,50	1357,71	41,02	-138,42	18,00
3,05	1357,50	1357,70	40,54	-121,23	18,00
3,12	1330,00	1330,20	39,82	-201,89	18,00
3,18	1327,50	1327,69	39,06	-189,67	18,00
3,22	1317,50	1317,68	38,45	-214,70	18,00
3,30	1322,50	1322,67	37,30	-159,04	18,00
3,33	1310,00	1310,17	36,85	-206,22	18,00
3,39	1317,50	1317,66	35,83	-138,71	18,00
3,43	1290,00	1290,15	35,07	-267,05	18,00
3,49	1285,00	1285,14	33,86	-270,14	18,00
3,53	1262,50	1262,64	33,04	-397,12	18,00
3,60	1255,00	1255,12	31,70	-434,38	18,00
3,62	1255,00	1255,12	31,21	-430,24	18,00
3,68	1252,50	1252,61	29,53	-436,31	18,00
3,71	1235,00	1235,10	28,79	-585,84	18,00
3,74	1235,00	1235,10	28,14	-588,95	18,00
3,85	1255,00	1255,08	24,80	-366,84	18,00
3,93	1242,50	1242,56	21,56	-532,79	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					26,89



**FIGURA 3. 7 Perfil El Avión y Las Cuchillas.**

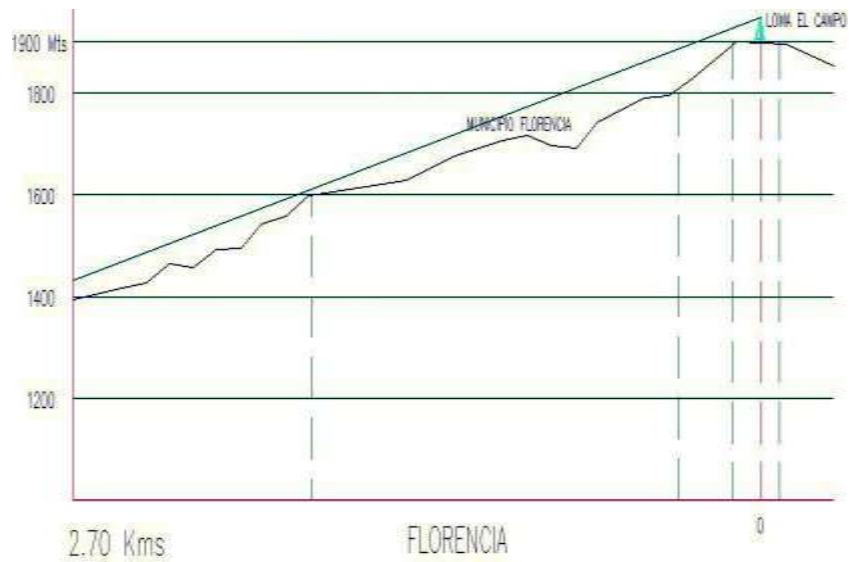
**Tabla 3. 9 Perfil de Florencia Cauca**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,12	1887,50	1887,51	14,31	29,10	29,10
0,17	1852,50	1852,51	16,53	3,16	3,16
0,22	1837,50	1837,51	18,25	-0,33	18,00
0,31	1797,50	1797,51	20,27	-29,68	18,00
0,47	1775,00	1775,01	21,39	-20,58	18,00
0,51	1755,00	1755,01	21,28	-49,09	18,00
0,57	1750,00	1750,01	20,78	-40,01	18,00
0,63	1700,00	1700,01	19,83	-169,70	18,00
0,71	1690,00	1690,01	17,89	-215,81	18,00
0,78	1705,00	1705,01	15,36	-150,78	18,00
0,85	1717,50	1717,50	10,80	-4,08	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					17,66



**FIGURA 3. 8 Perfil Cabecera Municipal de Florencia Cauca.**

**Tabla 3. 10 Perfil El Placer**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60%) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,08	1890,00	1890,01	12,46	28,15	28,15
0,10	1875,00	1875,01	13,35	17,39	17,39
0,11	1855,00	1855,01	14,54	3,43	3,43
0,19	1847,50	1847,51	18,21	24,74	24,74
0,31	1817,50	1817,52	21,98	36,52	36,52
0,37	1802,50	1802,52	23,61	48,13	48,13
0,44	1782,50	1782,53	24,80	51,49	51,49
0,55	1775,00	1775,03	26,18	98,37	98,37
0,59	1772,50	1772,53	26,51	118,13	118,13
0,61	1752,50	1752,53	26,64	96,68	96,68
0,62	1745,00	1745,03	26,74	93,27	93,27
0,66	1727,50	1727,53	26,92	88,44	88,44
0,69	1715,00	1715,03	27,00	82,32	82,32
0,71	1722,50	1722,53	27,04	114,67	114,67
0,75	1712,50	1712,53	27,03	122,16	122,16
0,77	1710,00	1710,03	27,00	134,01	134,01
0,82	1687,50	1687,53	26,82	127,81	127,81
0,87	1692,50	1692,53	26,56	179,70	179,70
0,92	1660,00	1660,03	26,08	153,76	153,76
0,99	1647,50	1647,53	25,27	194,98	194,98
1,02	1637,50	1637,53	24,92	194,29	194,29
1,04	1630,00	1630,03	24,53	201,95	201,95
1,08	1627,50	1627,52	23,85	249,39	249,39
1,09	1617,50	1617,52	23,49	240,23	240,23
1,13	1612,50	1612,52	22,66	287,92	287,92
1,16	1600,00	1600,02	21,89	295,34	295,34
1,20	1577,50	1577,52	20,64	282,21	282,21
1,29	1537,50	1537,51	17,43	272,34	272,34
1,33	1527,50	1527,51	15,68	333,40	333,40
1,36	1505,00	1505,01	14,10	210,33	210,33
1,40	1485,00	1485,01	11,08	122,60	122,60
1,42	1470,00	1470,00	9,53	-160,56	18,00
1,43	1462,50	1462,50	7,91	-413,52	18,00
1,44	1457,50	1457,50	6,17	-819,79	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					130,88



**FIGURA 3. 9 Perfil El Placer.**



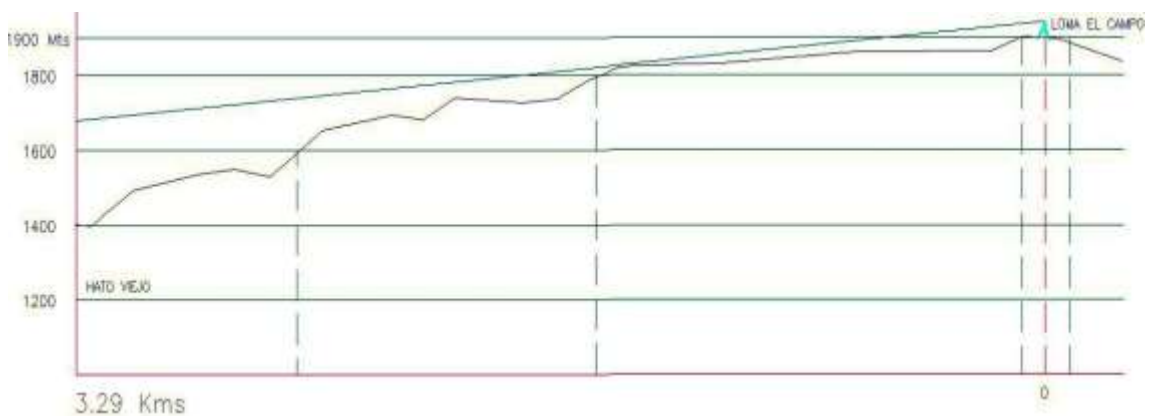
**Tabla 3. 11 Perfil Cuchilla El Hato**

Altura del sitio de Transmisión: 1900 m

Frecuencia: 54 MHz

Altura antena Receptora: 10 m

Distancia desde el transmisor (Km)	Altura sin corregir (m)	Altura Corregida hc (m)	Rfe(60% ) (m)	Altura de torre de TX h2 (m)	Altura de antena Promedio (m)
0,00	1900,00	1900,00	0,00	0,00	
0,07	1900,00	1900,01	11,91	18,71	18,71
0,08	1887,50	1887,51	12,60	7,24	7,24
0,15	1867,50	1867,52	16,83	-3,24	18,00
0,23	1850,00	1850,02	20,01	-12,81	18,00
0,33	1865,00	1865,03	23,23	18,36	18,36
0,43	1867,50	1867,54	25,73	37,30	37,30
0,49	1865,00	1865,04	26,92	44,18	44,18
0,56	1865,00	1865,04	27,94	55,40	55,40
0,69	1845,00	1845,05	29,47	50,23	50,23
0,86	1842,50	1842,55	30,37	80,96	80,96
1,03	1832,50	1832,55	30,25	106,37	106,37
1,23	1830,00	1830,05	28,83	173,93	173,93
1,27	1822,50	1822,54	28,24	175,24	175,24
1,31	1822,50	1822,54	27,69	196,86	196,86
1,41	1800,00	1800,04	25,95	173,58	173,58
1,50	1750,00	1750,03	23,89	-15,13	18,00
1,74	1737,50	1737,51	14,67	-79,96	18,00
Altura Promedio de Torre para este Perfil					71,20



**FIGURA 3. 10 Perfil Cuchilla el Hato.**

Para determinar la altura de la torre de transmisión, se tuvo en cuenta el promedio de cada perfil y estos valores se promediaron, obteniendo así una altura de 24 metros para la torre de transmisión sin considerar los perfiles críticos (Los Árboles, Cuchilla el Hato y El Placer) y teniéndolos en cuenta se obtuvo una altura de torre de transmisión de 45.5 metros(ver Anexo B).

## 4. ESTUDIO TÉCNICO DEL SISTEMA

Se determinarán cuales son las opciones mediante las cuales se puede lograr que la señal de televisión cubra la zona en consideración. Se analizarán las condiciones técnicas de cada una de las posibles soluciones para el sistema de “Reemisión de televisión Nacional y Regional en el municipio de Florencia Cauca”.

### 4.1 SISTEMAS DE RECEPCIÓN

Para el sistema de Recepción se estudiarán el enlace de línea de vista con la red de INRAVISION y el enlace satelital.

4.1.1. **Sistema de recepción satelital.** Para garantizar la transmisión sin pérdidas entre los estudios de emisión localizados en el CAN en Bogotá y cada una de las estaciones de la Red de Transmisores, en el mes de diciembre de 1999 el Instituto Nacional de Radio y Televisión adquirió un sistema de compresión satelital para el transmisor en la Banda Ku, el cual permite utilizar 8 canales de televisión con calidad broadcasting, para solucionar los problemas existentes por las interferencias ocasionadas por enlaces terrestres de Telecom, sobre el sistema de transmisión en la banda C.

El sistema de la Banda Ku garantiza la continuidad del servicio en caso de daños en los sistemas de transporte de Banda C y de la red de Microondas, es decir, sirve como sistema de reserva.

En el año 2000 INRAVISION montó los equipos de recepción requeridos para complementar el servicio de Banda C, para lo cual se instalaron 50 receptores satelitales. También se adquirieron 100 receptores satelitales para la Banda Ku.

La Banda Ku es de mayor frecuencia que la Banda C, lo cual se refleja en la inversión económica al adquirir antenas para las estaciones terrenas TVRO (TV Receive Only, que permiten solo la recepción de una o varias señales de TV y/o de radiodifusión

sonora) de diámetros más pequeños que los de banda C. Las antenas parabólicas requeridas para la recepción son del orden de 1 metro de diámetro para recibir canales en banda Ku y de 3 metros de diámetro para lograr una buena recepción de canales en banda C.

Los parámetros de recepción satelital de las señales de los canales CARACOL, RCN y los canales de INRAVISIÓN que transmite unificadamente los canales de televisión TELEPACIFICO, CANAL A, CANAL UNO Y SEÑAL COLOMBIA, además de TELEANTIOQUIA Y TELECARIBE son:

<b>PARAMETROS</b>	<b>CARACOL</b>	<b>RCN</b>	<b>INRAVISION</b>
Satélite	Panamsat 9	NSS 806	
Posición	58° W.	40.5° W	
Polarización	Horizontal.	Circular	
Frecuencia	3785 MHz	4016 MHz	4012 MHz
Simbol Rate	4444 bps	5712 bps	19510 bps
FEC	5/6	3/4	
Diámetro antena	Mínimo 3.5 m	Mínimo 3.2 m	
Receptor Satelital	NDS (News Digital System) ALTEIA940 Otros con encriptamiento VideoGuard de NDS.	CSR-820	

**Tabla 4. 1Parámetros Satelitales para la recepción de los diferentes canales.**

De la información de la anterior tabla se puede inferir el diagrama en bloques para el sistema de recepción satelital.

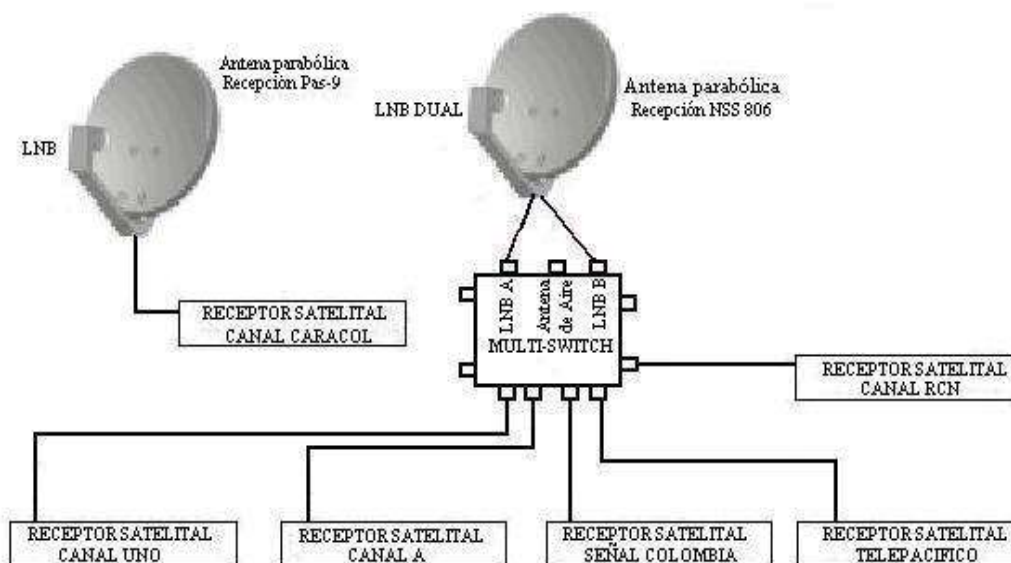


Figura 4. 1 Diagrama en bloques del sistema de Recepción

La señal del Canal RCN, también la retransmite el satélite Intelsat 705, pero al recibirla del satélite NSS 806, que retransmite la de INRAVISION se hace un ahorro en equipos.

Para poder captar las diferentes señales, en el menú del receptor deben ser incluidos los valores correspondientes de VPID, proveedor de la identificación de video, SID, identificador de servicio, NID, identificador de red y TID, identificador de Transponder, de acuerdo a como se listan en la siguiente tabla.

CANAL	SID	VPID	NID	TID	Audio
CARACOL	----	512	----	----	650 sp
RCN	1	512	65535	1	650 sp
CADENA UNO	1	101	----	----	750 sp
CANAL A	2	102	----	----	751 sp
SEÑAL COLOMBIA	3	103	----	----	752 sp
TELEPACIFICO	6	106	----	----	755 sp

Tabla 4. 2 Parámetros técnicos para el menú del receptor.

#### 4.1.1.1 Satélites a utilizar.



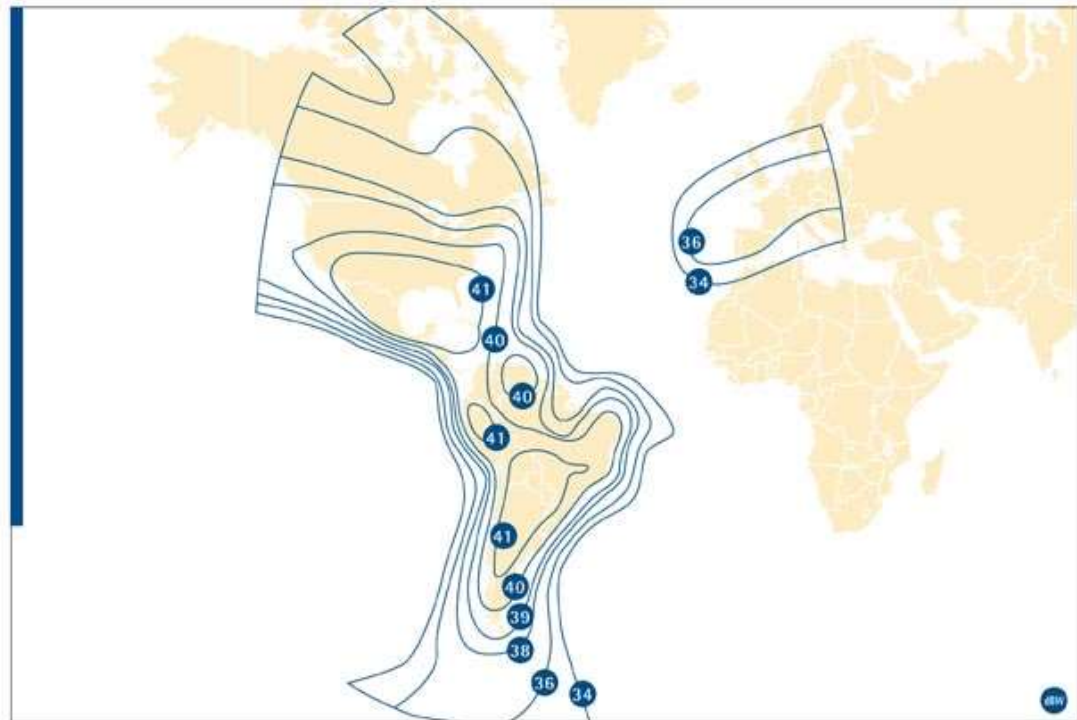
**Figura 4. 2 Satélite Panamsat 9.**

El PAS-9, es un satélite de mediana potencia, localizado orbitalmente en 58° de longitud oeste. Fue lanzado el 28 de julio de 2000, se espera que tenga un tiempo de vida hasta el 2015, utiliza polarización Lineal.

Enlace de bajada en la banda C: 3700 - 4200 MHz

Enlace de bajada en la banda Ku: 11450 - 12200 MHz

Cubrimiento para América, el Caribe y Europa.



AMERICAS HORIZONTAL BEAM  
C-Band



**Figura 4. 3 Huella de Potencia del PAS-9 en la banda C, polarización horizontal**

El NSS 806 es un satélite de mediana potencia, localizado orbitalmente en los 40.5° Oeste, lanzado en Febrero de 1998, se espera que tenga un tiempo de vida hasta Julio de 2016, tiene 28 transponders físicos en la banda C y en la banda Ku 3, la PIRE en el centro de la huella para la banda C es de 39.7 dBW y para la banda Ku de 51.7 a 50.4 dBW.

El enlace de bajada en la banda C, es de 3400 a 4200 MHz

El enlace de bajada en la banda Ku, es de 11.70 - 11.95 GHz

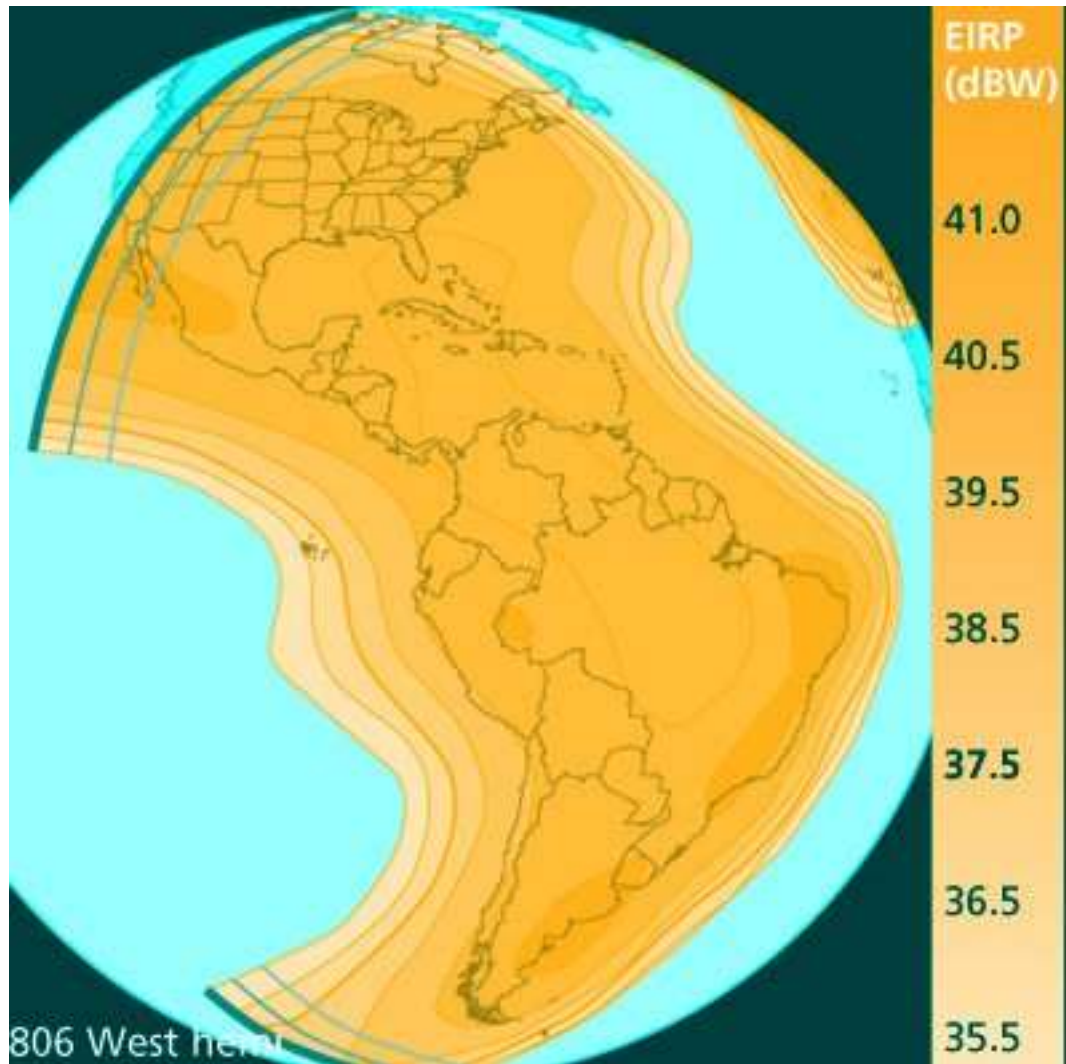


Figura 4. 4 Huella de Potencia del NSS 806 en América y el Caribe

4.1.1.2 **Antenas de recepción satelital.** Son necesarias dos antenas, una para recibir la señal del Panamsat 9 y otra para la del NSS 806, las especificaciones de las antenas a utilizar se citan a continuación:



Figura 4. 5 Antena de 12 pies



Diámetro: 365.76 cm

Ganancia de la antena Banda C: 43.5 dB

Banda Ku: 53.4 dB

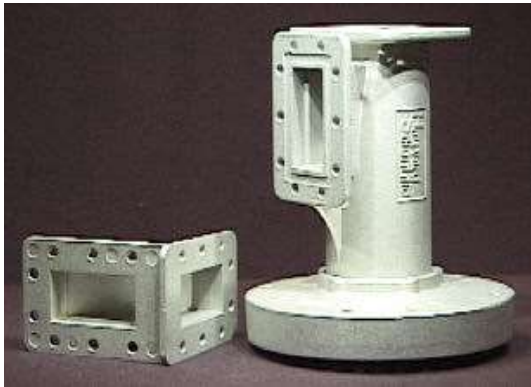
Ancho lóbulo principal Banda C: 1.514 grados

Banda Ku: 0.427 grados

Actuador recomendado 36 pulgadas

Peso 177 libras

**4.1.1.3 LNB.** Son necesarios un LNB para la antena que recibe la señal de CARACOL del PAS-9 y un LNB Dual para recibir la señal de los restantes canales del NSS 806, ambos en Banda C. Sus



características son:

**Figura 4. 6 LNB Dual**

Rango de frecuencia 3.7-4.2 GHz

Interfaz de entrada WR-229 Waveguide

Temperatura de ruido (°K) 17°K, 20°K

Ganancia 60 dB (min.)

Frecuencia de salida 950-1450 MHz

Frecuencia del oscilador local 5150 MHz

Estabilidad del oscilador local  $\pm 1.0$  MHz (25°C)

$\pm 2.5$  MHz (-40°C to +60°C)

Potencia de salida a 1 dB

Ganancia de compresión 0 dBm (min.)

VSWR Salida 2.5 : 1 (max.)

Conexión de salida 75Ω F-hembra



**Figura 4. 7 LNB Sencillo**

Consumo de corriente continua 200 mA (max.)

Voltaje de operación 10 V - 24 V

Temperatura de operación -40°C to +60°C

Peso 200g.

4.1.1.4 **Switch.** Dispositivo necesario para distribuir la señal recibida por los LNB a los receptores satelitales.



**Figura 4. 8 Multi Switch**

Especificaciones Técnicas:

Rango de Frecuencias de entrada: 950-2150 MHz (LNB A / LNB B)

54-806 MHz (VHF / UHF)

Rango de Frecuencias de salida: 54-2150 (cada salida)

Pérdidas de Inserción: 1 dB

54-806 MHz

2 dB

950-2150 MHz

Figura de Ruido: 4.8 dB

Aislamiento de polarización cruzada: 30 dB

Consumo de corriente: 30 mA

Adaptador de potencia 120 VAC 60 Hz de entrada / 24 VDC 600mA de salida

#### 4.1.1.5 Receptores Decodificadores



**Figura 4. 9 Receptor Alteia 940**

Características:

- MPEG-2 DVB 4:2:2

- Voltaje: 90 a 240 VAC, 50/60 Hz
- Conectores: BNC (hembra)
- Temperatura de Operación: 0 °C a +45°C
- Acceso Condicional: Soporta acceso condicional NDS VideoGuard™ y RAS systems
- Video compuesto (analógico) PAL-B, G, I, M y N/NTSC-M
- Conectores de video BNC (hembra), 75 ohms nominal
- 



**Figura 4. 10 Receptor CSR-820.**

Características:

- Soporta acceso condicional NDS Director™
- Entrada de satélite QPSK: Symbol rate: 1-45 bps
- Salidas de video: Compuesto (analógico) NTSC-M/PAL (B, G, H, I, M, N)
- Conector: BNC (Hembra)
- Temperatura 0°C a 45°C

**4.1.1.6 Ángulos de Elevación y Azimut de las antenas satelitales.** Para orientar la antena se deben tener en cuenta los ángulos de elevación, ángulo al que hay que elevar la antena desde el horizonte para localizar el satélite en cuestión (90° en el ecuador) y el de azimut que es el ángulo horizontal al que hay que girar el eje de la antena, desde el polo norte geográfico terrestre hasta encontrar el satélite.

Los ángulos de orientación de la antena se pueden determinar mediante cálculo matemático, tablas, gráficos, ábaco y SW, a partir de los datos de la latitud y longitud del punto de recepción; y de la longitud del satélite.

El ángulo de elevación E se calcula mediante la fórmula:

$$E = \arccos \left[ \frac{(R + h)}{D} * \sqrt{(1 - \cos^2 F * \cos^2 Ltr)} \right] \quad (4. 1)$$

El ángulo de azimut A, se calcula teniendo en cuenta la posición de la estación terrena:

Si la estación terrena está respecto al satélite al Noreste :  $A = 180^\circ + A'$

Si la estación terrena está respecto al satélite al Noroeste :  $A = 180^\circ - A'$

Si la estación terrena está respecto al satélite al Sureste :  $A = 360^\circ - A'$

Si la estación terrena está respecto al satélite al Suroeste :  $A = A'$

Donde:

$$A' = \arctan \left| \frac{\tan F}{\sin Ltr} \right| < 90^\circ \quad (4.2)$$

$F = Lgs - Lgr$ , Diferencia en grados entre las dos longitudes.

Lgs : Longitud del satélite.

Lgr : Longitud del punto de recepción.

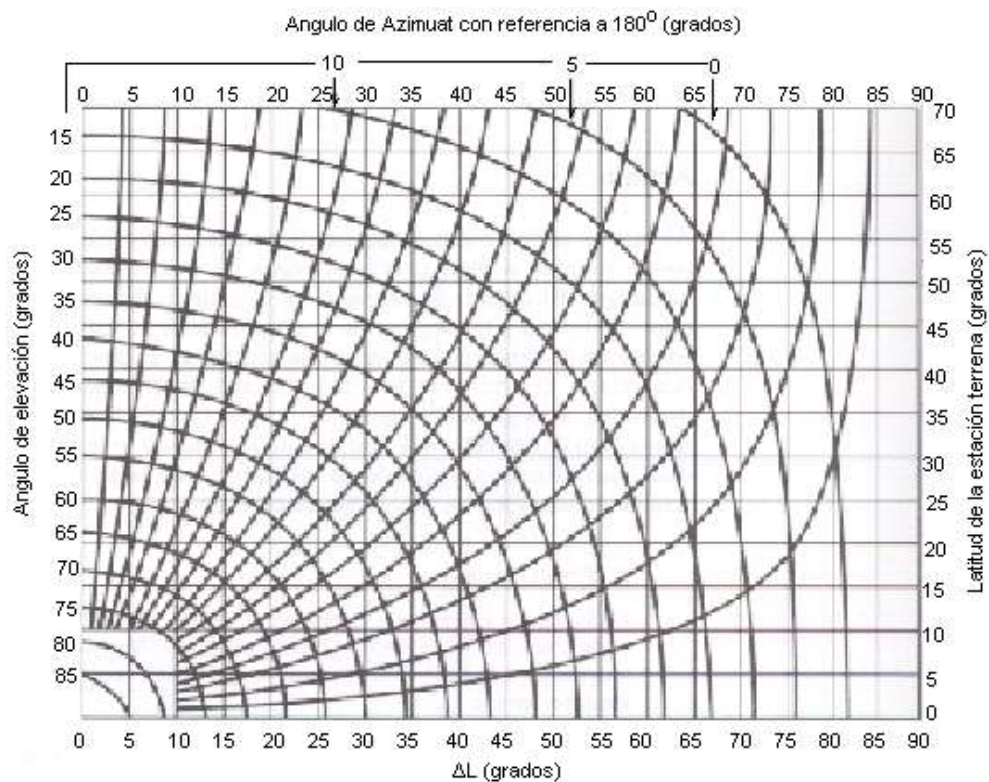
$D = \sqrt{[h^2 + 2 * R * (R + h) * (1 - \cos F * \cos Ltr)]}$ , distancia al satélite.

h : distancia desde el satélite al ecuador terrestre = 35.786,3 km.

R : Radio terrestre ecuatorial R, = 6.378,16 km.

Ltr : latitud del punto de recepción.

El Azimut y la elevación también se pueden calcular utilizando el ábaco:



**Figura 4. 11 Azimut y Elevación para estaciones terrenas en el hemisferio Norte**

También se puede utilizar software especializado como Smwlink (cortesía de SMW).

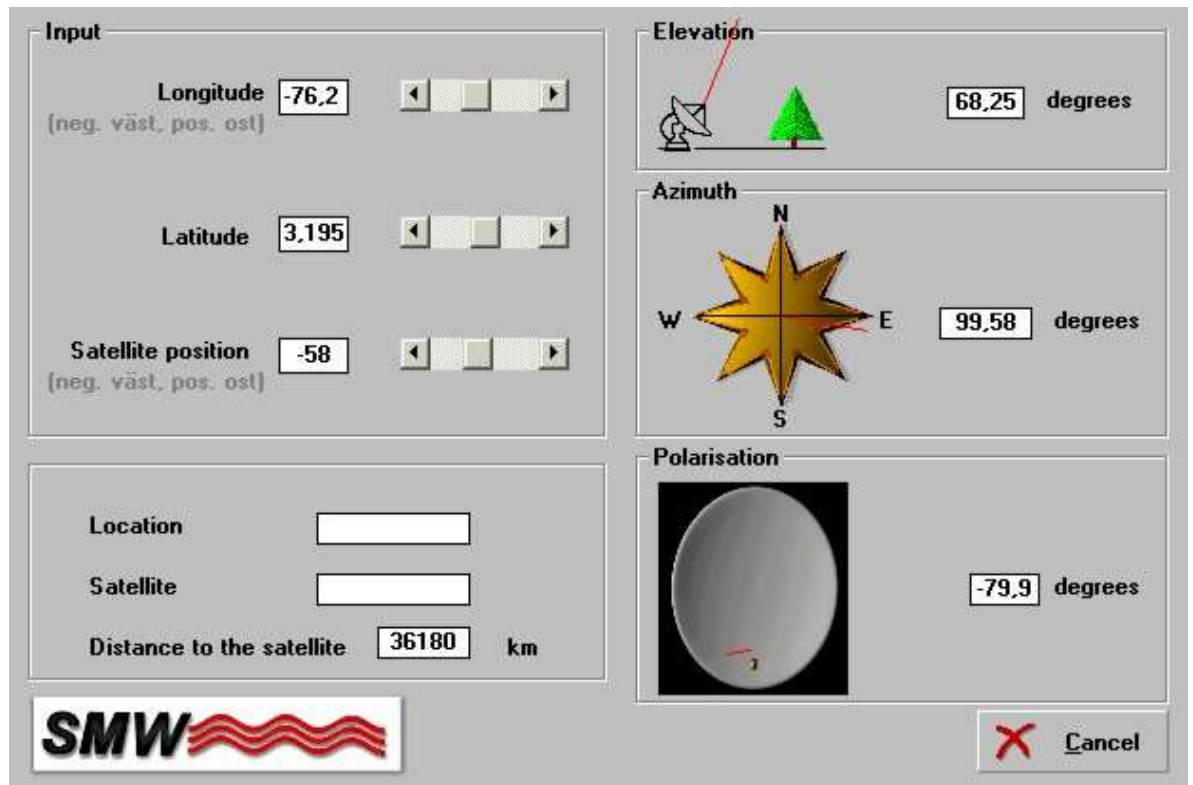


Figura 4.12 Elevación, Azimut y Polarización, mediante SMWLink - Panamsat 9.

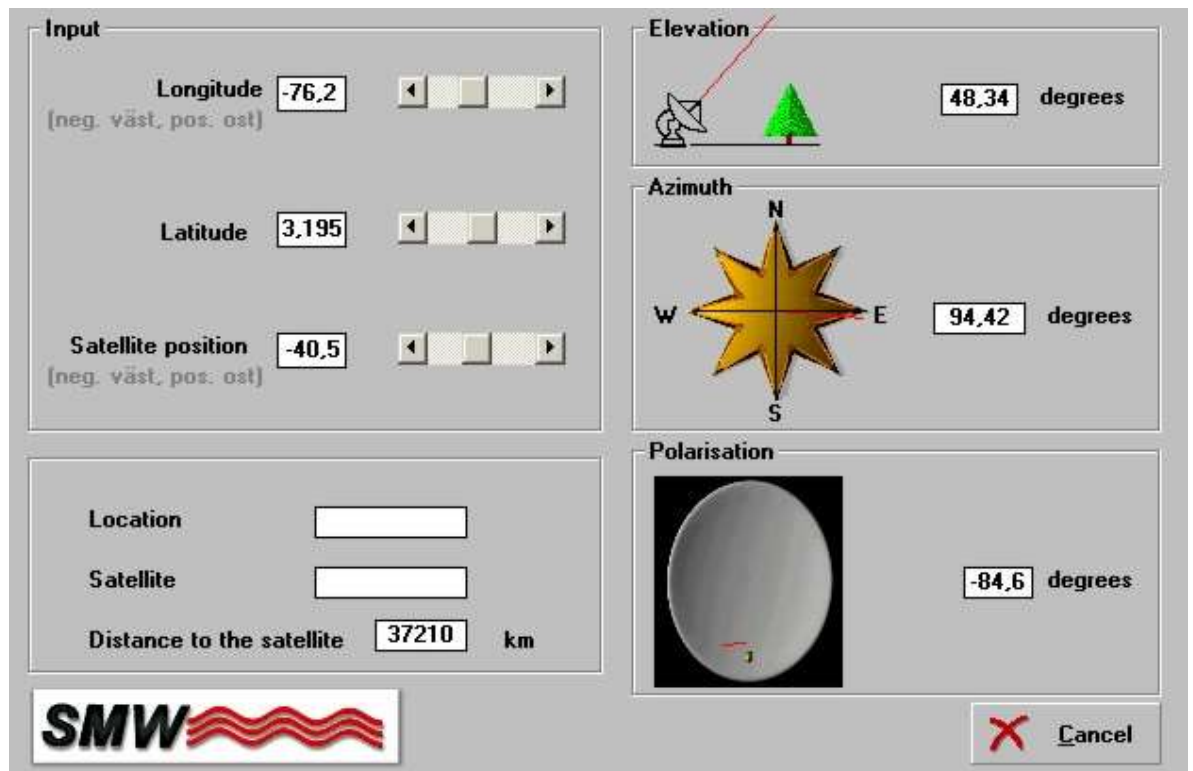
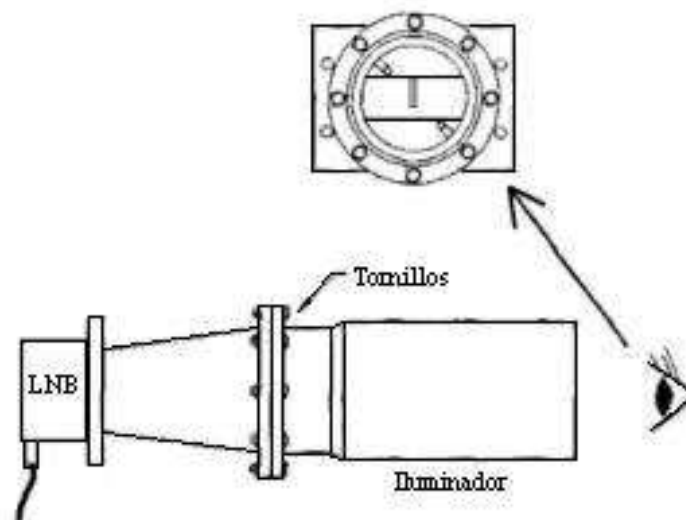


Figura 4.13 Elevación, Azimut y Polarización, mediante SMWLink - NSS 806.

Para impedir que los canales próximos del haz descendente se interfieran mutuamente, se utilizan polarizaciones distintas. El polarizador diferencia entre polarización horizontal y vertical según el tipo y la forma de colocarlo. Para pasar de polarización vertical a horizontal y viceversa, basta girar 90° el conjunto alimentador-polarizador-conversor.

Para la recepción de los canales desde el NSS 806, la alimentación tiene que quedar circular izquierda, entonces al iluminador, que es el primer tramo del cañón del LNB que contiene adentro clavos de bronce, hay que sacarle los tornillos y hacerlo girar 90° (rotar dos orificios), para que quede como muestra en la figura 4.14.



**Figura 4. 14 Ajuste de la polarización en el LNB**

En la tabla 4.3 se condensan los valores y resultados para el encuadre de las antenas.

SATELITE	Lgs°	Lgr° W	Ltr °N	F°	D Km	E°	A°	P°
<b>PAS-9</b>	58 W	76,264905	3,1959489	18,2649	36.180	68,25	99,58	-79,9
<b>NSS 806</b>	40,5 E	76,264905	3,1959489	35,7649	37.210	48,34	94,42	-84,6

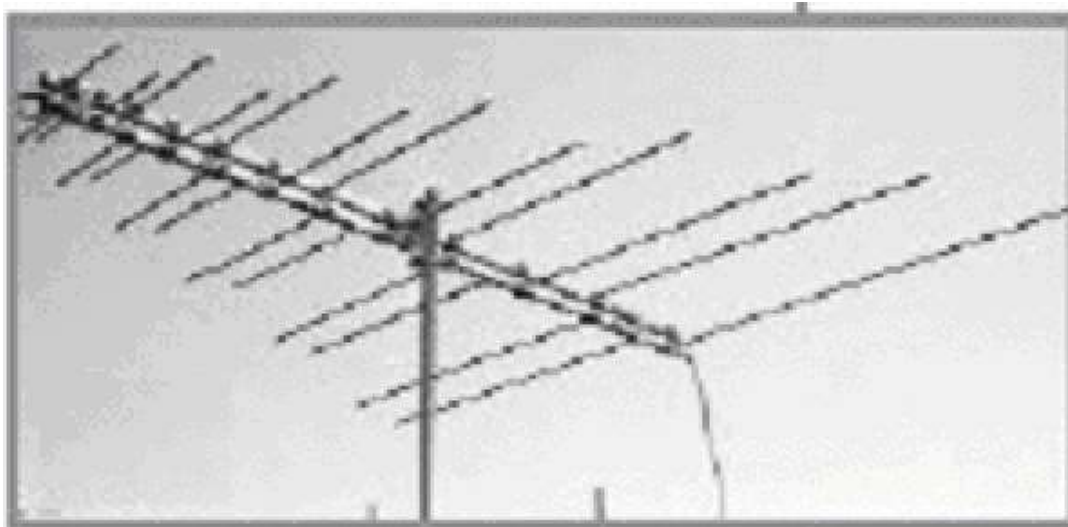
**Tabla 4. 3 Angulos de elevación, Azimut y Polarización de las antenas parabólicas**

Para instalar la antena se utiliza una brújula para ajustar el valor del azimut y un Inclinómetro para medir la elevación. Para aumentar la disponibilidad del segmento orbital, los satélites se colocan en órbita con una separación del orden de 2°, esto hace que el máximo error de ángulo admisible para captar la señal del satélite adecuadamente sea muy pequeño. Por ese motivo, luego de la orientación con base en los cálculos previos, generalmente hay que realizar un ajuste fino moviendo un poco la antena hasta

encontrar el máximo nivel de señal satelital, utilizando un medidor de campo adecuado o mediante despliegues de potencia y calidad de la señal en el decodificador.

**4.1.2 Sistema de recepción por radioenlace fijo vía microondas.** Para la recepción por línea de vista se utiliza la banda de VHF en los canales del 2 al 13.

**4.1.2.1 Antenas para el sistema de recepción por radioenlace.** Entre las antenas que se pueden utilizar está:



**Figura 4. 15 Antena para VHF BTY-LP-BB**

La Serie BTY Banda ancha son antenas de calidad profesional, diseñadas para los canales en VHF del 2-6 y 7-13 que utilizan 12 elementos, con alta ganancia y resistencia al viento.

Especificaciones Eléctricas: Ganancia: 8.2 dBi

Ancho de Banda: 54-88 y 174-216 MHz

VSWR: 1,67 : 1

Relación Adelante Atrás : 18 dB

Pérdidas por retorno: 12 dB

Impedancia: 75 ohmios

Especificaciones Mecánicas: Número de elementos: 12

Máxima velocidad del viento: 202 Km/h

Conector de salida: Tipo "F"

Peso: 17.75

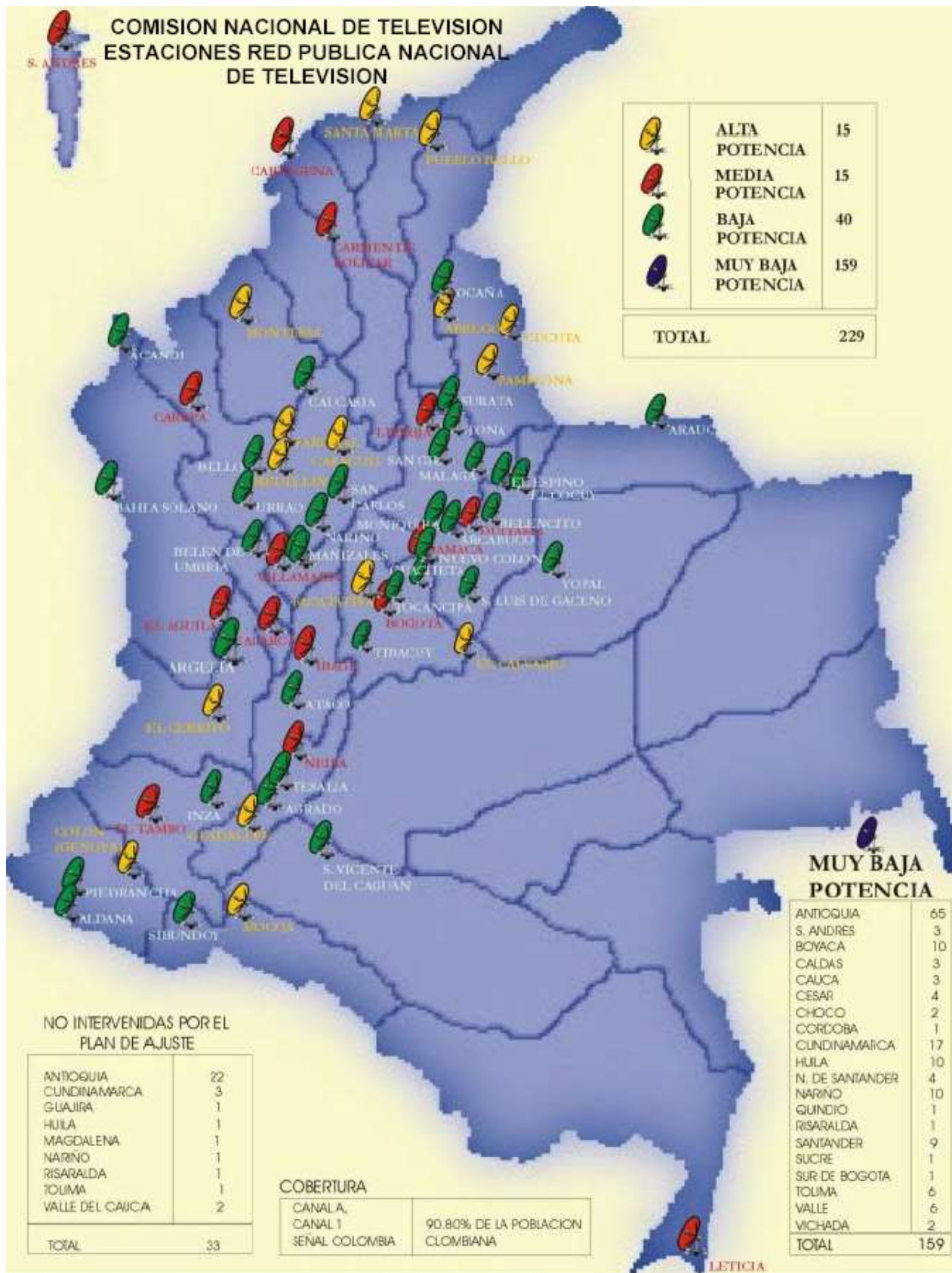
4.1.2.2 **Plan de Frecuencias.** Para evitar la interferencia de señales en el enlace por línea de vista, la señal se recibe por un canal y se retransmite por otro, el plan de frecuencias a utilizar se muestra en la tabla 4.4.

<b>NOMBRE CANAL</b>	<b>CANAL DE RX</b>	<b>CANAL TX</b>
RCN	2	9
CARACOL	12	3
A	4	13
SEÑAL COLOMBIA	5	7
UNO	10	6
TELEPACIFICO	8	11

**Tabla 4. 4 Plan de frecuencias**

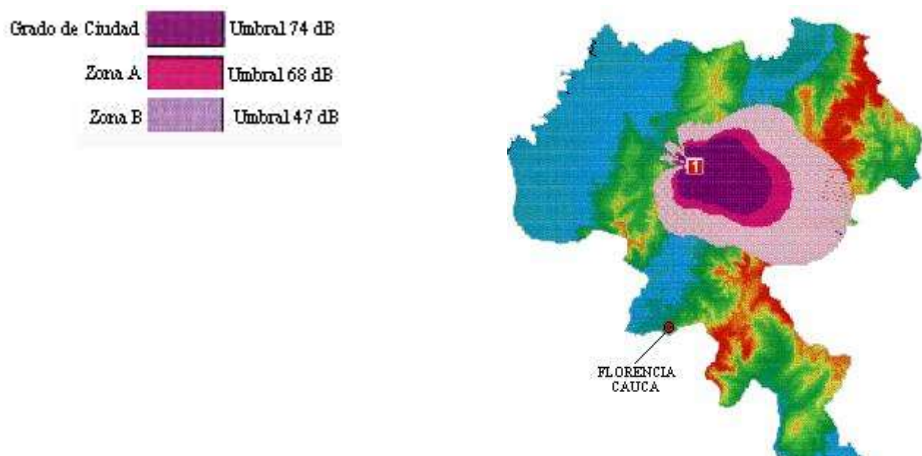
4.1.2.3 **Ubicación de la fuente de señal.** Para determinar el sitio desde el cual se puede recibir la señal mediante el sistema de radioenlace por línea de vista, se consideró la figura 4.16, que muestra la red de radio enlaces pública nacional de televisión de INRAVISION. Se observa que la estación más cercana a la zona del problema, es la del cerro Colón en Génova Nariño, pero una vez realizada la visita al sitio, se pudo establecer que ésta fue trasladada al cerro Bateros municipio de San Pablo en el mismo departamento, debido a la alta frecuencia de tormentas eléctricas que se presentaba en su anterior ubicación, dejando sin servicio la zona pertinente a este proyecto.





**Figura 4. 16 Estaciones red pública Nacional de Televisión**

La otra estación que puede ser fuente de señal para el sistema de recepción por línea de vista es la estación de Munchique Tambo en el Departamento del Cauca, pero después de haber hecho algunas practicas se determinó que la señal es muy inestable. La justificación técnica de esta deficiente señal es su patrón de radiación, la cobertura de esta estación tiene su máxima intensidad dirigida hacia Popayán y va decrementandose hacia sus alrededores, haciéndose casi nula hacia la ubicación del Municipio de Florencia Cauca, a manera de ejemplo se pueden observar en la figura 4.17, tomada de la tesis T FIET 650, SIMULACION DE LOS CALCULOS DE COBERTURA EN RADIOFRECUENCIA SEGÚN NORMATIVA COLOMBIANA PARTE II : TELEVISION VHF Y UHF ANEXO 1: MANUAL DE USUARIO, los niveles de cobertura y sus correspondientes intensidades para uno de los canales que se retransmite desde Munchique.



**Figura 4. 17 Intensidad de áreas de cobertura para Munchique canal Tele pacífico.**

#### **4.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR RADIODIFUSION**

Para el sistema de transmisión se analizará el sistema radiado, el sistema de transmisión por cable se descarta luego de visitar el sitio, debido a que por ser una zona rural de difícil topografía, no existe la infraestructura necesaria para el tendido del cable coaxial hasta los puntos de interés, los escasos postes de energía se encuentran demasiado separados y mucho menos existe la posibilidad de ductos subterráneos.

Se analizarán ahora todos los aspectos técnicos concernientes al sistema de transmisión por radiodifusión.

4.2.1. **Potencia.** De acuerdo a la potencia de transmisión, según la Comisión Nacional de Televisión, El sistema de Reemisión de Televisión para el Municipio de Florencia Cauca se clasifica como una estación de muy baja potencia.

En cuanto a los niveles de servicio, se tienen en cuenta, los valores mínimos de Intensidad de campo, en dBu (dB referidos a un microvoltio/metro), los cuales tienen que estar presentes en el área que se desea cubrir con la señal de televisión, protegidos contra las posibles interferencias. Recomendación UIT-R BT 417-4.

Banda	I y II	III	IV	V
dBu	+48	+55	+65	+70

**Tabla 4. 5 Niveles de servicio de una estación de televisión.**

4.2.2 **Nivel de cobertura teórico.** Se sigue el Modelo de la FCC (Federal Communications Commission, Comisión Federal de Comunicaciones), método que se encuentra documentado en la parte 73 (§73.683 – §73.685) de sus regulaciones. Este modelo utiliza las curvas F(50,50) y F(50,10), que se muestran en el Anexo C.

Se discriminan dos contornos especificados como Grado A y Grado B, indicando la extensión aproximada de cobertura sobre el terreno en ausencia de interferencias provenientes de otras estaciones. Los límites de estos contornos se calculan utilizando las curvas F(50,50) correspondientes al rango que incluya el canal de interés y deben ser entendidos como el límite exterior de una zona en donde se espera que al menos la mitad de los receptores reciban una señal Grado A o Grado B la mitad del tiempo como mínimo, utilizando una antena de techo convencional a una altura aproximada de 10 metros. Los valores de campo requeridos en estos contornos son los siguientes:

Canales	Grado de Ciudad (dBμ)	Grado A (dBμ)	Grado B (dBμ)
2 – 6	74	68	48
7 – 13	77	71	55
14 – 69	80	74	65

**Tabla 4. 6 Contornos de servicio según la FCC**

La altura de la antena a ser utilizada con las gráficas F(50,50) es aquella del centro de radiación de la antena sobre la altura media del terreno (HAAT) a lo largo del radial en cuestión. Para determinar la altura media del terreno se tienen en cuenta las elevaciones comprendidas en un radio de 3,2 a 16,1 Km a partir del emplazamiento del transmisor y a intervalos regulares de no menos de 250 metros.

La potencia radiada efectiva (PER) a utilizarse en cada perfil es aquella radiada por la antena en un ángulo vertical igual al ángulo de depresión formado entre el centro de radiación de la antena y el radio horizonte determinado individualmente para cada dirección azimutal considerada. Este ángulo de depresión se basa en la diferencia de elevación del centro de radiación de la antena sobre el terreno medio y el radio horizonte, asumiendo un radio para una tierra esférica suave de 8495.5 km y se determina con la ecuación.

$$A = 0.277\sqrt{H} \quad (4.3)$$

Donde :

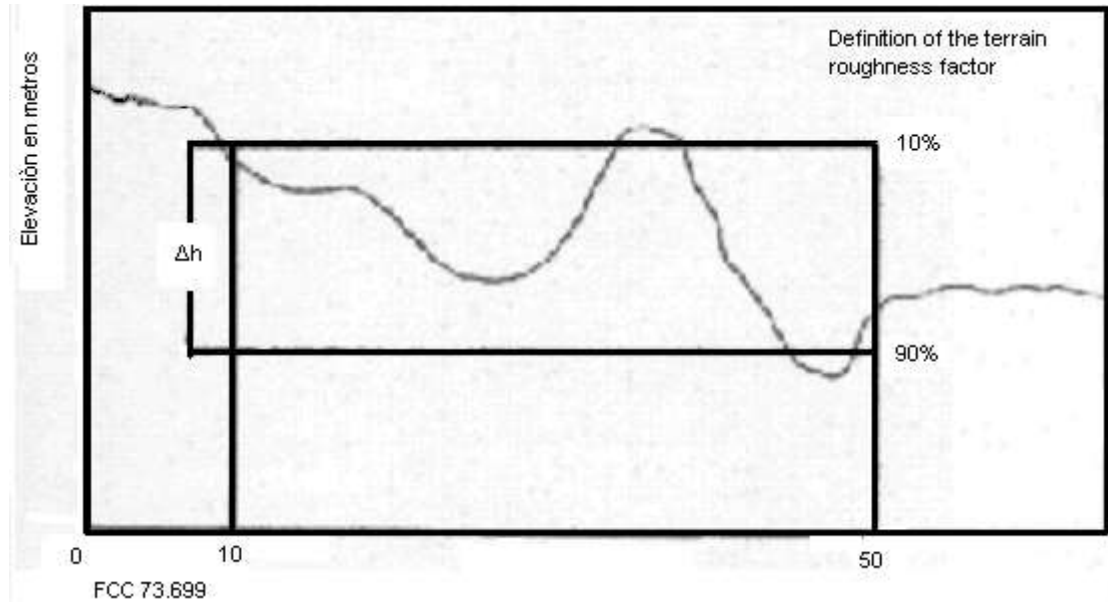
A : Angulo de depresión en grados.

H : Altura en metros del centro de radiación de la antena sobre el terreno medio computado en el radio de 3,2 a 16,1 km en el perfil en cuestión.

Este ángulo es el que se lee del patrón vertical de la antena en el azimut considerado, y por consiguiente afecta directamente la PER radiada en esa dirección específica. En casos donde la intensidad de campo relativa al ángulo de depresión determinado por la fórmula anterior sea un 90% o más de la intensidad máxima radiada en el plano vertical del radial considerado, se debe trabajar con este valor máximo.

Las curvas F(50,50) y F(50,10) han sido tabuladas asumiendo un factor de rugosidad del terreno  $\Delta h = 50$  m. que la FCC considera un valor representativo del terreno

promedio en los Estados Unidos. Este parámetro se determina para cada característica de un segmento de 40,2 km. de longitud localizado entre los 9,7 y los 49,9 km y se define como la diferencia, en metros, entre los puntos que son excedidos respectivamente por el 10% y el 90% de todas las alturas muestreadas en dicho segmento, ver la figura 4.18.



**Figura 4. 18 Definición del factor de rugosidad del terreno  $\Delta h$ .**

Cuando el factor de rugosidad del terreno  $\Delta h$  para un trayecto en particular se aparta apreciablemente del valor de 50 metros para el que se han normalizado las curvas, se aplica a los valores de intensidad de campo a lo largo de tal perfil un factor de corrección por rugosidad del terreno ( $\Delta F$ ), cuya magnitud y signo se puede determinar de la gráfica incluida en FCC §73.699, en este documento figura 4.19, aplicando interpolación lineal cuando sea necesario. Alternativamente se puede utilizar la siguiente fórmula para computar el valor de  $\Delta f$ :

$$\Delta F = C - 0.03 \times (\Delta h)^{(1 + f/300)} \quad (4.4)$$

Donde:

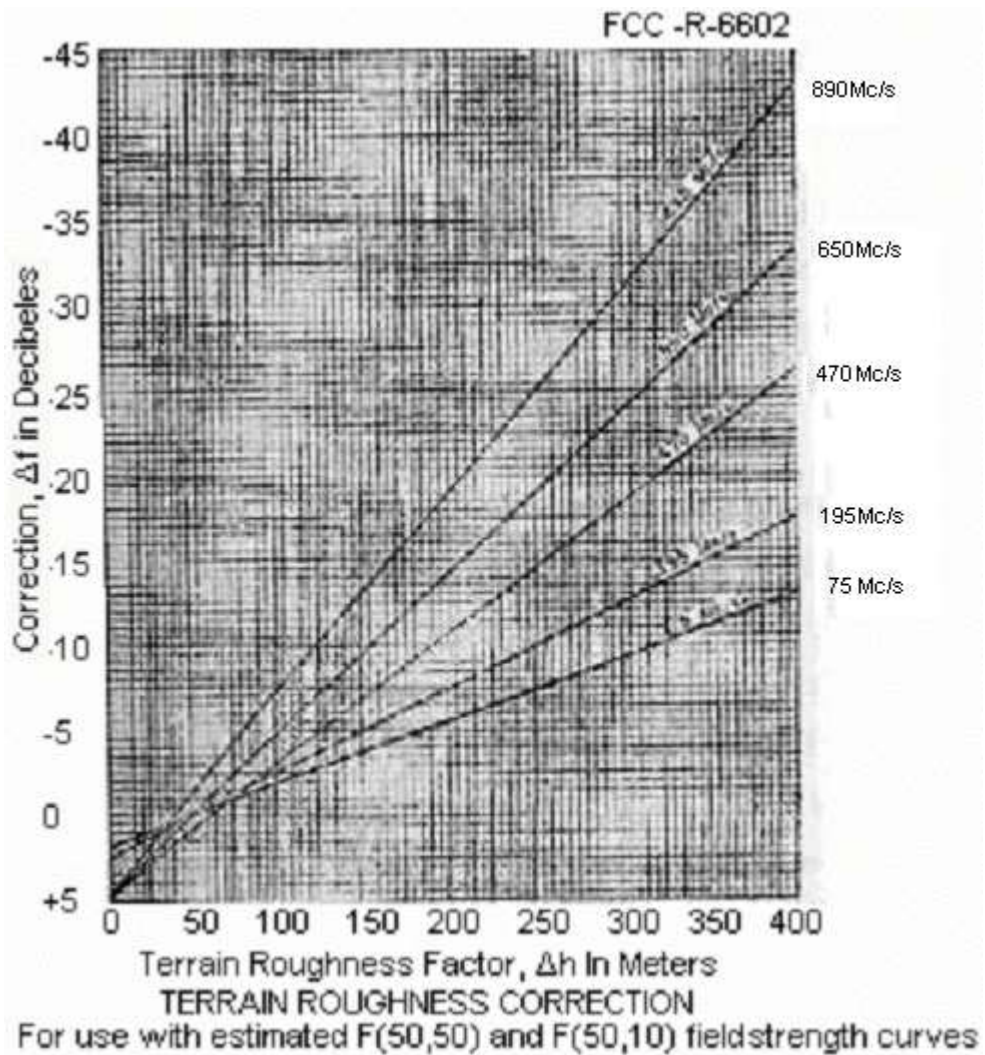
$\Delta F$  Factor de corrección por rugosidad del terreno en dB.

C : Una constante con valores específicos para cada familia de curvas así:

- 1.9 para canales 2 –6
- 2.5 para canales 7- 13
- 4.8 para canales 14 - 69

$\Delta h$  : Factor de rugosidad del terreno en metros.

f : Frecuencia de la señal de interés en MHz.



**Figura 4. 19 Factor de corrección por rugosidad del terreno,  $\Delta F$**

Las curvas F(50,50) y F(50,10) están normalizadas para una PER de 1 kW (0 dBk) radiados por un dipolo de media onda en el espacio libre, que produce una intensidad de campo no atenuada de aproximadamente 103 dB $\mu$  a una distancia de 1,61 Km. Para predecir la distancia en un contorno dado, empleando estas, se siguen los siguientes pasos:

1. Convertir la PER en KW a dB referenciados a un kW (dBk) para el azimuth de interés teniendo en cuenta las observaciones hechas anteriormente respecto al ángulo de depresión ( $A$ ) del patrón vertical de la antena en el azimuth considerado.

2. Restar la PER hallada en el punto anterior del valor en  $\text{dB}\mu$  del contorno deseado. Esto es debido a que al radiar con una potencia mayor al valor standard de 1 kW la distancia al contorno debe alejarse del sitio de transmisión. Para PER menores a 1 kW el resultado de esta resta va a ser mayor que el valor del contorno ya que la potencia en  $\text{dBk}$  es negativa, es decir que cuando se radia con una potencia menor a 1 KW la distancia al contorno va a estar más cercana al transmisor, tomando como referencia la distancia que se hallaría con una PER de 1 kW, el valor de normalización de las curvas.
3. Hallar el nivel de rugosidad del terreno  $\Delta h$  para el radial como se explicó anteriormente, y en caso de que este valor sea muy distinto de 50 metros (valor normalizado) encontrar el factor de atenuación debido a la rugosidad del terreno ( $\Delta F$ ) ya sea utilizando la figura 4.19 o con la ecuación 4.3 El valor resultante se suma al valor hallado en el paso 2 ya que es un factor de corrección que atenúa en caso de ser  $\Delta h$  muy grande y viceversa.
4. Localizar el resultado del paso anterior en la escala vertical (intensidad de campo) a la izquierda de la gráfica  $F(50,50)$  o  $F(50,10)$  para el canal apropiado y seguir este valor horizontalmente hasta encontrar su intersección con la línea vertical correspondiente a la altura de la antena sobre el terreno medio computado para el radial en cuestión (parte inferior de la gráfica). Si el punto de intersección no coincide exactamente en una curva de distancia, cuyos rótulos se leen en la parte derecha de la gráfica, se hace una interpolación lineal entre las curvas que limitan superior e interiormente el punto de cruce.
5. El valor resultante, es la distancia al contorno deseado en el radial en cuestión.

Para el caso de predicción de cobertura se utilizan las curvas  $F(50,50)$  y para el caso de predicción de contorno interferente las curvas  $F(50,10)$ . En direcciones donde el terreno tenga características tales que resulten en una altura de antena sobre el nivel medio menor a 30,5 metros o incluso negativa, se asume una altura de antena de 30.5 metros sobre el nivel medio del terreno para fines de predicción.

Al repetir este proceso para cada radial del estudio se obtiene un contorno visto en 2 dimensiones, que delimita el área de servicio según los grados de la tabla 4.7. Para hallar un valor de campo a una cierta distancia utilizando alguna de las curvas de la

FCC se lee el valor correspondiente a la intersección entre la altura de la antena transmisora y una curva de distancia (si es necesario se interpola) y a este valor de campo leído se le adiciona la PER transmitida en dBk.

La FCC recomienda el uso de antenas no direccionales cuando sea posible, pero en casos donde el sitio de emplazamiento, topografía, forma de la zona que se desea cubrir u otros factores sugieran la utilización de antenas direccionales, autoriza el uso de las mismas. En uno u otro caso lo prioritario es que, con base en la PER radiada y la altura de la antena sobre el terreno medio, se obtengan como mínimo los siguientes valores de intensidad de campo sobre la totalidad de la comunidad primaria que se desea servir, valores que determinan el Grado de Ciudad y son usualmente graficados como un tercer contorno, contenido en el contorno grado A, siguiendo el procedimiento descrito.

A continuación se realizan los cálculos para el nivel de cobertura teórico:

**4.2.3 Altura del sistema Radiante.** (Hsi) es la suma de la altura del sitio de transmisión (Hsitio) más la altura de la torre del sistema radiante (Htorre) menos la altura de promedio del terreno para ese radial (Hp).

$$\mathbf{Hsi = Htorre + Hsitio - Hp} \quad \mathbf{(4.5)}$$

Donde:

Hsitio = 1900 m

Htorre = 24 m

<b>Sitio</b>	<b>Altura Promedio de terreno [m]</b>	<b>Angulo de Depresión en Grados</b>	<b>Altura del sistema Radiante [m]</b>
Bellavista	1435,83	1,04	488,17
Campamentos	1239,58	0,97	684,42
Yunguilla	1513	1,07	411
Los Árboles	1507,5	1,07	416,5
Angosturas	1392,32	1,03	531,67
Las Cuchillas	1268,08	0,98	655,91
El Hato	1715,44	1,14	208,56
El Avión	1649,79	1,12	274,21
Florencia	1774,80	1,16	149,19
Cuchilla El Hato	1836,18	1,18	87,82
El Placer	1680	1,13	244

**Tabla 4. 7 Altura del sistema radiante**



$P_{tx} = 25$  Vatios

En dBw esta dado por:

$$P_{tx} = 10 \log P_{tx} \quad (4. 6)$$

$$P_{tx} = 10 \log 25 = 13,979 \text{ dBw}$$

Pérdidas en la línea de Transmisión ( $L_{tx}$ ) utilizando un cable coaxial LDF4- 50A para el canal 7 (174-180 MHz) que tiene una atenuación ( $\alpha$ ) de 3 dB/100M a una frecuencia de 174 MHz y estimando una longitud del cable de 30 M, según los cálculos mostrados en la tabla 4.11.

$$L_{tx} = \alpha l \quad (4. 7)$$

$$L_{tx} = (3\text{dB}/100\text{m}) \times 30\text{m} = 0,9 \text{ dB}$$

Pérdidas en los conectores:  $L_c$

$$L_c = 0,2 \text{ dB}$$

Potencia incidente en el divisor:  $P_i$

$$P_i = P_{tx} - L_{tx} - L_c \quad (4. 8)$$

$$P_i = 13,979 \text{ dBw} - 0,9\text{dB} - 0,2\text{dB} = 12,879 \text{ dBw} = 19,4 \text{ Vatios}$$

Teniendo en cuenta las perdidas por inserción en el mezclador de 0,2 dB y en el divisor de 0,2 máximo, entonces la potencia incidente en cada una de las antenas  $P_{i_{ant}}$  será:

$$P_{i_{ant}} = 10 \log(19,4/4) - 0,2\text{dB} - 0,2\text{dB} = 6,457 \text{ dBw} = 4,423 \text{ vatios}$$

Potencia reflejada debido a las ondas estacionarias  $P_{rant}$

$$P_{rant} = P_{i_{ant}} [(\text{ROE} - 1)/(\text{ROE} + 1)]^2 \quad (4. 9)$$

Asumiendo un ROE máximo a 1,1

$$P_{rant} = 4,423 [(1,1 - 1)/(1,1 + 1)]^2 = 0,01003 \text{ vatios} = -19,987 \text{ dBw}$$

Utilizando una antena con ganancia de 2.2 dB = 1,659 veces

Potencia efectiva máxima  $PER_{max}$ :

$$PER_{max} = (P_{i_{ant}} - P_{rant}) * G_{ant} \quad (4. 10)$$

$$PER_{max} = (4,423 - 0,01003) \text{ vatios} * 1,659 = 7,321 \text{ vatios}$$

Para acondicionar la Potencia Efectiva Radiada máxima de transmisión a la curva  $F(50,50)$ , se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_t = PrdBu - PER_{max} \quad (4. 11)$$

Con:

PrdBu: Intensidad de campo eléctrico en dB referido a 1μV/mt para 1 Kwatio de referencia.

PERmax: Potencia efectivamente radiada máxima de transmisión a utilizar en dBk

$$\text{dBk} = 10\log(\text{PERmax}/1\text{Kwatt}) \quad (4. 12)$$

$$\text{dBk} = 10*\log(7,321 \text{ vatios}/1000\text{vatios}) = -21,354 \text{ dBk.}$$

Se calcula la intensidad de campo para cada una de las zonas de cubrimiento según la tabla 4.7.

Servicio de Grado de ciudad para los canales 2-6:

$$74 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 91,354 \text{ dBu}$$

Servicio Grado A para los canales 2-6:

$$68 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 89,354 \text{ dBu}$$

Servicio Grado B para los canales 2-6:

$$48 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 69,354 \text{ dBu}$$

Servicio de Grado de ciudad para los canales 7-13:

$$77 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 98,354 \text{ dBu}$$

Servicio Grado A para los canales 7-13:

$$71 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 92,354 \text{ dBu}$$

Servicio Grado B para los canales 7-13:

$$55 \text{ dBu} - (- 21,354)\text{dBu} = 76,354 \text{ dBu}$$

Se ubicaron en la gráfica F(50,50) los valores anteriores, al igual que los valores hallados de la altura del sistema radiante para cada región de interés, el punto de cruce entre estos valores determina el limite de la distancia para cada una de las zonas mínimas de cubrimiento es decir servicio Grado de Ciudad, Grado A y Grado B, los resultados obtenidos se muestran en las tablas siguientes:

<b>Sitio</b>	<b>Limite de Zona Grado Ciudad (km) canal 2-6</b>	<b>Limite de Zona Grado A (km) canal 2-6</b>	<b>Limite de Zona Grado B (km) canal 2-6</b>
Bellavista	4.91	6.17	12.58
Campamentos	5.28	6.92	12.97
Yunguilla	4.29	6.02	12.42
Los Árboles	4.33	6.03	12.43

Angosturas	5,06	6,29	12,66
Las Cuchillas	5,26	6,78	12,91
El Hato	3,89	4,83	11,27
El Avi3n	3,95	5,09	11,79
Florencia	3,29	4,14	10,69
Cuchilla El Hato	2,65	3,26	9,66
El Placer	3,89	4,98	11,55

**Tabla 4. 8 Distancias l3mites para cada zona m3nima de cubrimiento canales 2 – 6**

<b>Sitio</b>	<b>Limite de Zona Grado Ciudad (km). Canal 7-13</b>	<b>Limite de Zona Grado A (km). Canal 7-13</b>	<b>Limite de Zona Grado B (km). Canal 7-13</b>
Bellavista	2,38	5,18	11,75
Campamentos	2,58	5,38	12,37
Yunguilla	2,31	5,02	11,44
Los 3rboles	2,32	5,03	11,47
Angosturas	2,43	5,23	11,93
Las Cuchillas	2,56	5,36	12,31
El Hato	2,02	4,02	10,54
El Avi3n	2,15	4,15	10,87
Florencia	1,95	3,59	9,48
Cuchilla El Hato	1,83	3,05	7,89
El Placer	2,09	4,09	10,72

**Tabla 4. 9 Distancias l3mites para cada zona m3nima de cubrimiento CH 7 – 13**

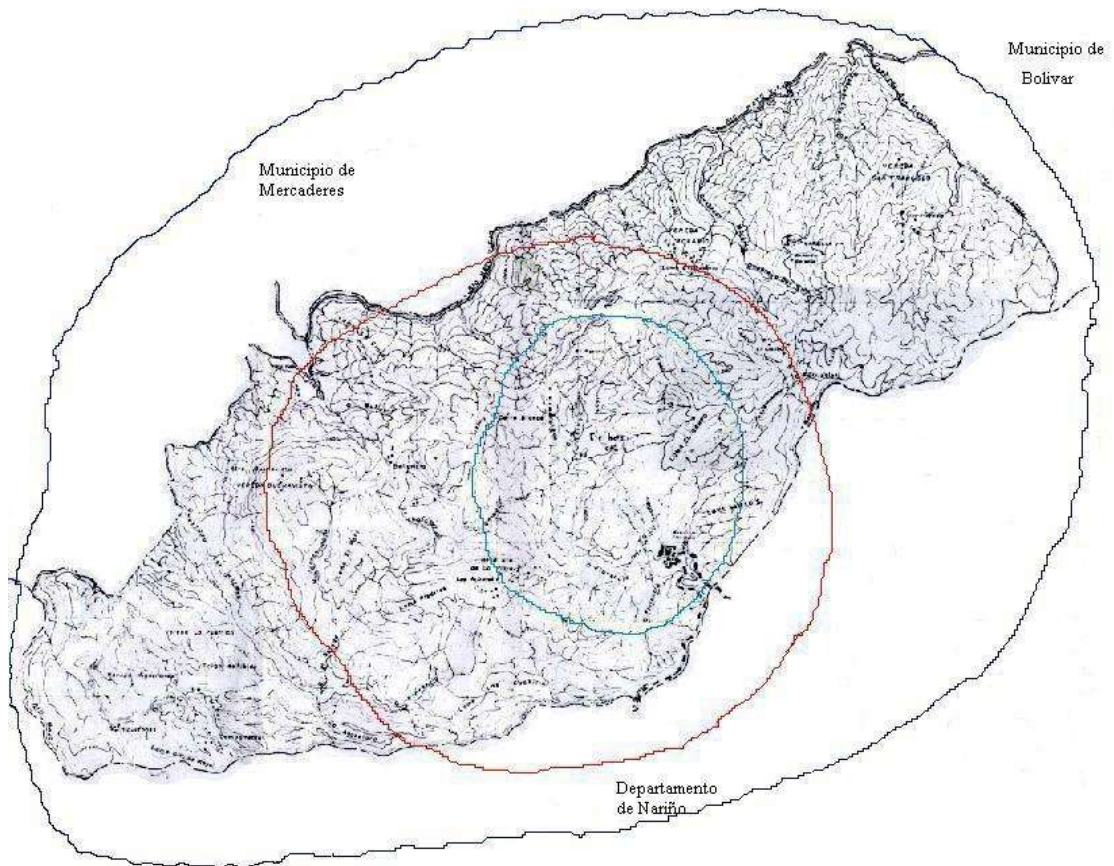


Figura 4. 20 Cobertura de la señal según el grado de servicio.

4.2.4 Diagrama en bloques del sistema de Transmisión.

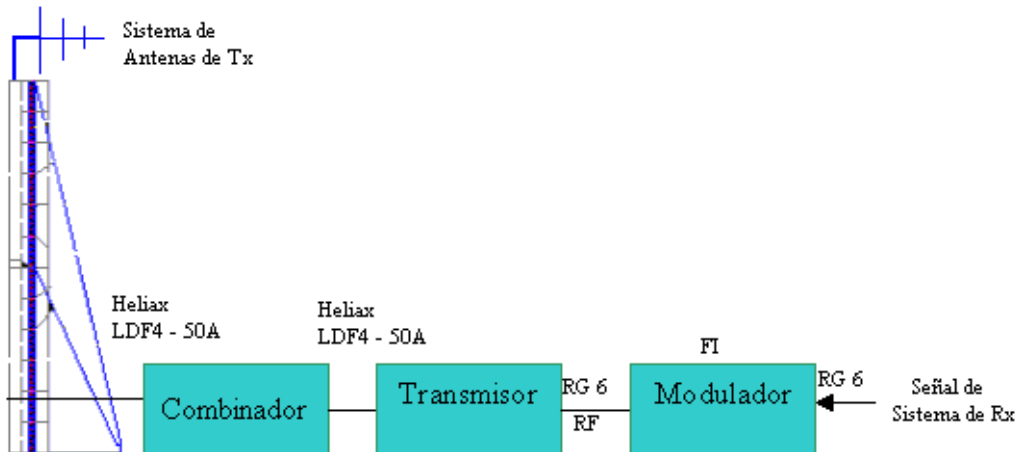


Figura 4. 21 Diagrama en bloques del sistema de Transmisión

**4.2.4.1 Modulador.** Aunque generalmente los transmisores tienen incluido el equipo modulador, a continuación se presentan las características de este equipo.



**Figura 4. 22 modulador**

Rango de frecuencia: Banda 4: 5-42 MHz.

Banda 5: 54-550 MHz.

Banda 8: 550-860 MHz.

Relación de Potencia video / audio: 11 a 18 dB.

Impedancia de salida: 75 Ohms.

Conector: F (Hembra)

VIDEO : Nivel de entrada Min. 0.7 Vpp.

Resp. Frec. 30Hz.- 4.0 MHz.: +/- 0.5 dB

Impedancia: 75 Ohms

Conector F (Hembra)

MECÁNICAS :

Voltaje de entrada: 100 a 230 VCA

#### **4.2.4.2 Transmisor.**



**Figura 4. 23 Transmisor IGTV – 25W**

Proyectado para dar servicio a pequeñas y medianas localidades, que permita la conexión al mismo de señales procedentes de enlaces de microondas, receptores satelitales, cámaras, etc, para ser utilizado como emisora terrestre de Televisión o repetidora satelital

Especificaciones Técnicas:

AUDIO : Frecuencia de la portadora de sonido: +4,6 MHz

Estabilidad de la frecuencia respecto a la portadora de video: 500 KHz

Nivel de entrada: 0 dBm +/- 10 dB Ajustable

Impedancia: 50 ohmios

VIDEO : Rango de Frecuencias: Canales 2-6 y 7 al 13

Potencia de salida en RF: 6 Vatios RMS

Estabilidad de frecuencia: +/- 5 KHz

Intermodulación a 6 vatios: < 60 dB

Impedancia de salida: 50 ohmios

Nivel de entrada para modulación nominal: 1 Vpp

Alimentación: 110 VAC +/- 15 %

Consumo: 72 vatios

**4.2.4.3 Combinador.** Permite mezclar todas las señales que salen de cada uno de los transmisores de cada canal, para luego enviarlas a las antenas de transmisión. A continuación se describen las características de un combinador pasivo y de uno activo:



**Figura 4. 24 Combinador pasivo.**

Es necesario que el combinador pasivo, combine 6 canales utilizando acopladores direccionales que permitan un alto rechazo a interferencias.

Especificaciones:

Rango de frecuencia 4-1000MHz

Perdida de inserción 18dB

Conexiones de entrada 6 a 75Ω: F-hembra

Conexiones de salida 1 a 75Ω: F-hembra



**Figura 4. 25 Combinador activo.**

El combinador activo debe permitir la inserción de por lo menos 6 canales adyacentes.

Especificaciones:

Rango de frecuencia 50-860MHz

Ganancia 6 a 15dB

Nivel máximo de entrada 42dBmV

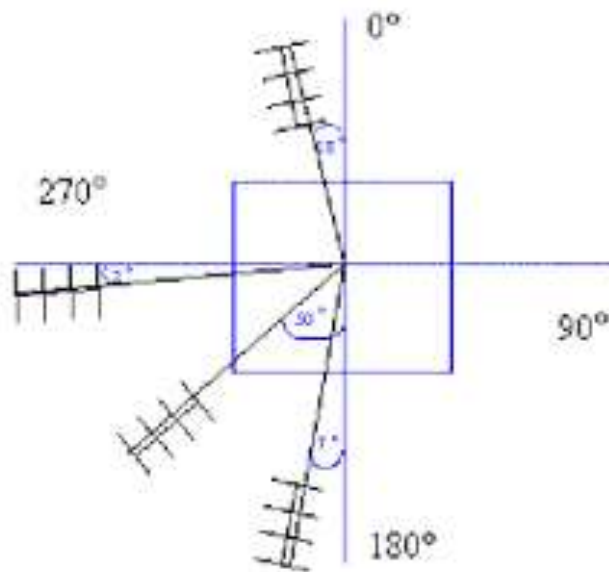
Nivel máximo de salida 55dBmV

Conexiones de entrada 6 a 75Ω F-hembra

Conexiones de salida 1 a 75Ω F-hembra

Alimentación y consumo 110V, 60Hz, 3W

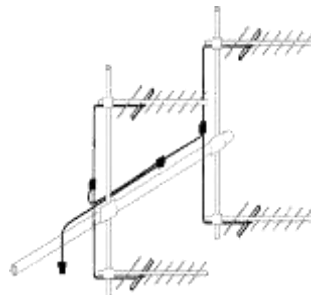
**4.2.4.4 Sistema de antenas Transmisoras.** En la figura 4.26 se muestra la orientación de las antenas transmisoras con respecto a la torre para lograr la mejor cobertura posible en los sitios de interés



**Figura 4. 26 Orientación de antenas transmisoras.**

Las antenas transmisoras que se pueden utilizar para el sistema de reemisión de televisión son:

**IGAR-4E** Antena Radiante para Televisión Canales 2 al 13 VHF, distribuida por la empresa ingetcolombia.



**Figura 4. 27 Antena Radiante para Televisión IGAR-4E.**

Especificaciones Técnicas:

Cuatro estructuras y acoplador

Ganancia: 2,2 dB

Elementos: 7

Peso Aproximado total: 20 kilos

Impedancia: 50 ohmios

Potencia máxima: 500 vatios

Conector de entrada: tipo N ó PL según requerimiento

R.O.E: ajustable a cero según frecuencia

**4.2.4.5 Torre.** La torre es una armadura metálica de una altura igual a la necesaria para radiar la señal de televisión con la mayor eficacia hacia la zona de interés. La altura de la torre debe sobresalir a obstáculos naturales y artificiales y también a la vegetación del sitio.

El tipo de torre a utilizar es una torre con retenidas, este tipo se utiliza de 3 a 100 m de altura, esta compuesta por tramos de 3 m, consta de 3 partes : Base, tramo normal y tramo de punta, las retenidas son de alambre galvanizado simple, enrollado o trenzado que sujeta la torre al suelo para proporcionarle estabilidad y evitar oscilaciones. No se debe utilizar una torre tipo Mástil porque su utilidad es para alturas no mayores a 9 metros, tampoco se ha pensado en una torre autosoportada, debido a que implica mayores obras civiles.

La torre transmisora debe señalizarse de acuerdo a la parte VI capítulo V, de los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos Numerales 6.5.5.3. Iluminación y Pintura:

- a. En el extremo superior y parte media deberá tener instalado un faro eléctrico centelleante, código de 300 mm. equipado con dos lámparas de 500 a 620 vatios (Ps 40 tipo faro código), que encenderán simultáneamente y filtros de color rojo aviación. Las luces deberán tener un mecanismo que haga producir entre 12 a 40 destellos por minuto con una duración de oscuridad de la mitad (1/2) del período de iluminación.
- b. En la mitad de la altura (si pasa de 45 metros) deberán instalarse dos (2) lámparas de 100 o 111 vatios (TIPO # 100 a 21 TS TS Y7O Tipo 111 a 21/TS respectivamente),



dentro de globos de luz de obstrucción y de color rojo aviación, colocadas de tal forma que aseguren libre visibilidad, por lo menos una de ellas, desde cualquier ángulo de aproximación aeronáutica.

c. Las luces deberán encenderse durante las doce horas de la noche y además cuando las condiciones de visibilidad se reduzcan demasiado en el día.

d. En caso de que fallen las luces deberá darse aviso inmediato al aeródromo más cercano y proceder a la reparación del daño.

f. La estructura de la antena o torre deberá pintarse en siete (7) franjas alternas de color blanco naranja (aviación), de tal manera que a las bandas del extremo superior e inferior, corresponda el color naranja.

f. El interesado dará aviso a la Aeronáutica cuando se termine la instalación o montaje, iluminación, pintura etc. de la obra para que a su costa se inspeccione por un funcionario de Aeronáutica Civil y queda en la obligación de mantenerla en las mejores condiciones.

### **4.3 CABLE COAXIAL.**

Se utilizará el RG 6 para la conexión de la antena de recepción a la unidad interior, de 75 Ohmios, de poca atenuación y buena respuesta a las frecuencias de la primera Frecuencia Intermedia que comprende la banda de 950MHz a 1750MHz, con:

Temperatura de servicio: De -15 a + 70° C.

Radio de curvatura: 35 mm.

Tensión de ensayo: 2.000 Vca.

Material aislante : Polietileno Sólido.

Revestimiento : PVC.

Velocidad de Propagación : 66,2 %.

Dieléctrico relativo (er) : 2,28.

Para la etapa de transmisión se utiliza el cable LDF4-50A, sus características son:

Impedancia: ohms  $50 \pm 1$

Máxima Frecuencia: 8,8 GHz

Material aislante : Polietileno celular FOAM.

Velocidad de Propagación (Vp): 81,5 %.

Se calcula ahora la longitud del cable coaxial, teniendo en cuenta los siguientes datos : Frecuencia de alimentación de la antena (portadora de video), 24 m de Altura de la torre, 5 m de distancia al transmisor, 81,5 %. del Factor de velocidad para el material aislante Polietileno Celular FOAM.

La longitud del coaxial debe ser múltiplo de media longitud de onda afectada por el factor de velocidad de propagación según su material aislante:

$$\frac{1}{2} \text{ longitud de onda} = \frac{150}{(\text{Portadora de video})} \times V_p \quad (4. 13)$$

La longitud del resultado de la ecuación anterior da muy corta y no llega a la antena, se busca un múltiplo del resultado anterior para poder completar la altura de la torre más la distancia al transmisor, al que se llama número múltiplo:

$$\#_{\text{múltiplo}} = \frac{(\text{Altura}_{\text{torre}} + \text{Distancia}_{\text{Tx}})}{(\frac{1}{2} \text{ longitud de onda})} \quad (4. 14)$$

Se toma el entero más cercano al  $\#_{\text{múltiplo}}$ , la longitud exacta para alimentar la antena es:

$$\text{Longitud del cable} = \frac{1}{2} \text{ longitud de onda} * \#_{\text{entero más cercano}} \quad (4. 15)$$

Para el canal 3 se procede así:

$$\frac{1}{2} \text{ longitud de onda} = \frac{150}{(61,25 \text{ MHz})} \times 0,815 = 1,99 \text{ m}$$

$$\#_{\text{múltiplo}} = \frac{(24 \text{ m} + 5 \text{ m})}{(1,99 \text{ m})} = 14,53 \text{ veces} \approx 15 \text{ veces}$$

$$\text{Longitud del cable} = 1,99 \text{ m} * 15 \text{ veces} = 29,94 \text{ m}$$

los resultados de longitud del cable para cada canal se muestran en la tabla 4.11:

canal	Portadora de video MHz	$\lambda/2 * V_p$	número aproximado	número de $\lambda/2$	Longitud del cable
3	61,25	2,00	14,53	15,00	29,94
6	83,25	1,47	19,75	20,00	29,37
7	175,25	0,70	41,57	42,00	29,30
9	187,25	0,65	44,42	44,00	28,73
11	199,25	0,61	47,27	47,00	28,84
13	211,25	0,58	50,11	50,00	28,93

**Tabla 4. 10 Longitud del cable coaxial.**

De acuerdo a la tabla anterior se aproxima la longitud de cable coaxial a 30 m para cubrir la distancia desde el sistema de transmisión hasta las antenas de emisión.

#### 4.4 CONECTORES.

A continuación se muestran los tipos de conectores requeridos para la instalación en todo el Sistema de Reemisión de Televisión.



**Figura 4. 28 Conector tipo F Hembra**



**Figura 4. 29 Conector BNC**



**Figura 4. 30 Conector BNC Macho**



**Figura 4. 31 Conector tipo N**

#### **4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.**

Las funciones principales de los sistemas de puesta a tierra en las instalaciones de comunicación son proteger al personal de radioperación y mantenimiento, así como a los usuarios de las instalaciones contra tensiones peligrosas, además de proteger a las instalaciones y los equipos de tensiones peligrosas.

**4.5.1 Clasificación de la red de tierra.** Según las normas internacionales el sistema de tierra pertenece a las clases siguientes:

- **Puesta a tierra para protección.** Porque es necesario conectar eléctricamente al suelo todas las partes de las instalaciones eléctricas que no se encuentra a tensión normalmente, pero que pueden tener diferencias de potencial a causa de fallas accidentales, los tableros eléctricos, los interruptores, las carcasas de los equipos eléctricos, las líneas de transmisión y en general todos los componentes metálicos de equipos y aparatos.
- **Puesta a tierra para funcionamiento.** Para Mejorar el funcionamiento, brindar una mayor seguridad o una mejor regularidad de operación, por ejemplo en la conexión a tierra de los pararrayos de los cables de guarda.

**4.5.2 Disposición de la red de tierra.** Se ha escogido el sistema de mallas, consistente en una malla formada por cables de cobre calibre 4/0 AWG (#4) sin cubierta, enterrada a 500 mm bajo el nivel del terminado, el cable a su vez es conectado a electrodos de varilla “cooperweld” de 15.8 mm (5/8”) de diámetro por 1,50 m de longitud, enterradas verticalmente en las esquinas de un cuadrado de 4 x 4 metros. Para el cuarto de equipos se ha escogido una jaula de faraday con toma de tierra anular, como se explicará más adelante.

#### **4.5.3 Elementos de la red de tierra.**

- Conductores. Cables de cobre electrolítico suave, por su mejor conductividad eléctrica y térmica, sin aislamiento, calibre 4/0 AWG (#4), por razones mecánicas y su resistencia a la corrosión.
- Electrodo. Varillas “cooper weld” completamente de cobre.
- Puntas de pararrayos. Conjunto de electrodos de tubo de hierro galvanizado de 38.1 mm (1 1/2”) de diámetro por 3000 mm de longitud, atornillados a las estructuras y cortados en bisel en su parte superior para producir el efecto punta, que se instalarán sobre la parte más elevada de la torre, completando la red de cables de guarda que se extiende desde la cúspide, para proporcionar un camino de menor resistencia que el aire hacia tierra, protegiendo contra las posibles descargas atmosféricas.
- Conectores. Para unir a la red de tierra los electrodos, las estructuras, los neutros, interruptores etc. Soportan la corriente de la red de tierra en forma continúa; tienen alta resistencia mecánica, son resistentes a la corrosión y proporciona una conducción segura ante cualquier falla.

**4.5.4 Clasificación del sistema según la puesta a tierra y protecciones.** Por ser instalaciones expuestas a rayos que requieren gran confiabilidad son del tipo A, exactamente A1, que son estaciones repetidoras y/o terminales de radio ubicados en lugares elevados o expuestos a las descargas atmosféricas.

**4.5.5 Puesta a tierra y protecciones para estaciones AI.** Las estaciones de radio y televisión, por su ubicación en sitios altos están fundamentalmente expuestas a las descargas atmosféricas.

**4.5.5.1 Protección y puesta a tierra de la torre.** A fin de drenar rápidamente el suelo de las grandes corrientes producto de impactos directos en la base de la torre, se debe construir una toma de tierra con las características descritas en el numeral 4.5.2 y se deben soldar a la toma de tierra de la torre, los siguientes elementos:

- La estructura metálica de la torre: Por ser metálica esta autoprotegida y solo se debe garantizar que las 4 patas de la torre estén conectadas a tierra.
- El pararrayos de la torre: Al menos debe existir uno, considerando que la altura es menor o igual a 30 metros, mientras que cuando es para alturas mayores es necesario colocar a media altura otro, para protección contra descargas laterales. El pararrayos que debe utilizarse es del tipo varilla de Franklin. Se debe disponer de un cable de bajada en cobre no menor a 2/0 AWG (#2), sin seccionamiento que implique empalmes. Este cable se conectara a la torre, mínimo cada 3 metros y al final se debe soldar a la toma de tierra de la torre, en el caso de torres mayores a 30 metros, los bajantes van por caras opuestas.
- La estructura metálica de las antenas: Se debe unir el marco de soporte de las antenas al cable de bajada del pararrayos por medio de un cable de cobre no menor a 2/0 AWG (#2). El tendido desde el conductor de antena al bajante del pararrayos debe hacerse por el recorrido mas corto.
- Los cables coaxiales: Los conductores externos de los cables coaxiales se deben conectar a la toma y bajante de pararrayos como mínimo en dos puntos. En la parte superior donde se conectan a la antena y en la parte inferior del recorrido de la torre.
- Los cables de alumbrado y luces de obstrucción: Los cables de alimentación hacia el alumbrado o luces de obstrucción deben ser blindados y su tierra se debe conectar a la torre y al bajante del pararrayos como mínimo en la parte superior e inferior del recorrido.

**4.5.5.2 Protección y puesta a tierra del cuarto de equipos.** Se debe conformar una jaula de Faraday, con un anillo conductor en el techo y además de bajantes por las paredes se debe utilizar como bajante la armazón metálica de las columnas. Este enrejado se conecta a una toma de tierra anular debajo de la construcción soldando entre sí todos los nodos de forjado y de los pilares de la estructura de la caseta. La toma de tierra anular se tiende debajo de la caseta de equipos, enterrando a una profundidad no menor a 0.6 metros, un cable de cobre sin seccionar, de calibre no inferior a 2/O AWG (#2), a este anillo paralelo al plano del terreno se conectan cuatro electrodos de varilla “cooperweld” de 15.8 mm (5/8”) de diámetro por 1,5 m de longitud, distribuidos uniformemente en el anillo y enterrados verticalmente.

#### **4.6 CUARTO DE EQUIPOS.**

El salón donde quedarán ubicados los equipos transmisores y los equipos asociados al sistema de recepción, debe tener el área necesaria para la instalación de gabinetes tamaño nevera. Debe contar con área de circulación que permita abrir las puertas delanteras y traseras de los gabinetes como también la libre circulación del personal de mantenimiento.

El área mínima recomendada de 5 m \* 5 m, con una altura de 3 m. El salón de equipos debe tener instalaciones eléctricas con polo a tierra, adecuada iluminación, ventanas de aireación, extractores de aire, puertas de acceso seguras, sistema de tierra adecuado según la conductividad del terreno.

## 5. ESTUDIO ECONOMICO.

### 5.1 SISTEMA DE RECEPCIÓN SATELITAL.

Los precios de los equipos necesarios para la instalación del sistema de recepción satelital se listan en la tabla 5.1.

Los precios tienen incluido el IVA. A los equipos que necesitan ser importados se les ha sumado el valor de Aranceles y Fletes. En el momento de efectuar la importación se deben tener en cuenta adicionalmente, los costos de nacionalización como son el servicio de intermediación que tiene un valor de \$197.000, la elaboración de formularios por la cual se deben pagar \$11.000 y el bodegaje que tiene un costo mensual de \$8'028.074,31 para el total de equipos que se ha considerado importar. Los costos de nacionalización de los equipos suman \$8'236.074.3.

Equipo	Referencia	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Antena	SAMI 12 Pies	\$4372606,2	2	\$ 874.5212,4
LNB Dual	Harvard Dual Feed	\$255492,6	1	\$ 255.492,6
LNB Sencillo	Eagle Aspen Modelo SLT120	\$372672,6	1	\$ 372.672,6
Switch	Trunkline Modelo 35-Tr4ws	\$222816,6	1	\$ 222.816,6
Receptor	CSR-820	\$11844000	1	\$ 11'844.000
Receptor	Alteia 940	\$11676600	5	\$ 58'383.000
<b>Total Sistema de Recepción Satelital</b>				<b>\$ 79'823.194,2</b>

**Tabla 5. 1 Costos Sistema de Recepción Satelital**

## 5.2 SISTEMA DE RECEPCIÓN POR RADIOENLACE

El costo de los equipos necesarios para la implementación del sistema mediante radio enlace por línea de vista se ha consignado en la tabla 5.2. Los precios tienen incluido el IVA, aranceles y fletes pero no los costos de nacionalización.

Equipo	Referencia	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Antena	VHF BTY-LP-BB	\$ 1`096.381,22	2	\$2`192.762,44
Switch	Trunkline Modelo 35-Tr4ws	\$217.864,12	1	\$217.864,12
Receptor	CSR-820	\$11`317.939,9	1	\$11`317.939,9
Receptor	Alteia 940	\$11`158.055,1	5	\$55`790.275,3
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 69`518.841,8</b>

**Tabla 5. 2 Costos Sistema de Recepción por Radioenlace**

## 5.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El costo de los equipos necesarios para el sistema de transmisión se describe en la tabla 5.3. El único equipo que es necesario importar para la implementación de este sistema es el combinador y para él deberán tenerse en cuenta los costos de importación y nacionalización de equipos ya descritos en el inicio de este capítulo.

Equipo	Referencia	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Transmisor	IGTV – 25W	\$8`660.300	6	\$51`961.800
Combinador.	PICO/Macom CHC-16U	\$457.548,908	1	\$457.548,908
Antenas Transmisoras	IGAR-4E VHF	\$1`541.299,99	4	\$6`165.199,96
<b>Total</b>				<b>\$58`584.548,9</b>

**Tabla 5. 3 Costos Sistema de Transmisión**



#### 5.4 TORRE.

En la tabla 5.4 se encuentran los valores de la construcción de la torre, pero no solamente se han tenido en cuenta los costos que implica la construcción física en si, sino también valores como el permiso de la Aerocivil y el costo de su diseño estructural, diseño que tiene que ser llevado a cabo por un ingeniero civil preferiblemente especializado en estructuras.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	V/UNIT	VR TOTAL
1	<b>PREELIMINARES</b>				
1,1	PERMISO AEROCIVIL	GLOBAL	1	206.000	206.000
1,2	DISEÑO DE TORRE	GLOBAL	1	300.000	300.000
2	<b>CIMENTACIÓN DE TORRE</b>	M <sup>3</sup>			
2,1	CIMENTACIÓN DE ZAPATAS	M <sup>3</sup>	6,042	540`152,13	3.263.599,15
3	<b>CONSTRUCCIÓN TORRE</b>	M <sup>3</sup>			
3,1	CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA METALICA	M	24	107.291,67	2`575.000,08
3,2	PINTURA ANTICORROSIVA	M	24	6.725	161.400
4	<b>INSTALACIÓN DE TORRE</b>				
4,1	LEVANTAMIENTO DE TORRE	M	24	62.500	1`500.000
4,2	PINTURA DE ACUERDO A AEROCIVIL	M	24	6.725	161.400
4,3	OSCILADOR DE LUCES	GLOBAL	1	100000	100.000
<b>TOTAL TORRE</b>					<b>\$8.267.399,23</b>

Tabla 5. 4 Costos de la instalación de la Torre

#### 5.5 CABLE COAXIAL.

Los costos de los dos tipos de cable coaxial que se utilizan en el proyecto son :

El costo por metro del cable coaxial RG 6 es de \$ 2.000, de este cable se ha presupuestado utilizar 20 m para un total de \$40.000.

El costo por metro del cable LDF4-50A es de \$35.000, de este cable se ha calculado utilizar 30 m, para un total de \$1`050.000.

#### 5.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

En la tabla 5.5 están incluidos los costos de los materiales para instalar el sistema de puesta a tierra.

Equipo	Referencia	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Conductor	AWG2/0	\$4.760	128,8 m	\$613.088
Conductor	AWG4/0	\$2.650	40 m	\$106.000
Pararrayos	Tipo Franklin	\$200.000	1	\$200.000
Químicos	Fravigel	\$2.650	280 Kg	\$742.000
Varillas	Cooper weld	\$20.500	8	\$164.000
<b>Total Sistema Puesta a Tierra</b>				<b>\$1`825.088</b>

**Tabla 5. 5 Costos Sistema de Puesta a Tierra**

### 5.7 CUARTO DE EQUIPOS.

En la tabla 5.6 están detallados los precios de los materiales y obras civiles necesarios para la construcción del cuarto de equipos.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	V/UNIT	VR TOTAL
1	Excavación en Material común	m <sup>3</sup>	4,300	\$12.000	\$51.600
2	Concreto ciclopeo para cimentación	m <sup>3</sup>	4,300	\$380.000	\$1`634.000
3	Viga de cimentación (0,2x0,2) 4 varillas de 1/2 y flejes #3/0,15	m	0,800	\$45.000	\$36.000
4	Columnas de Confinamiento (0,15x0,20) 4 varillas de 1/2 y flejes #3/0,15	m	0,360	\$40.000	\$14.400
5	Viga de amarre (0,15x0,2) 4 varillas de 1/2 y flejes #3/0,15	m	0,600	\$45.000	\$27.000
6	Losa Macisa 5x5x0,10	m <sup>3</sup>	2,500	\$380.000	\$950.000
7	Manposteria soga ladrillo común	m <sup>2</sup>	100,000	\$25.000	\$2`500.000
8	Piso Primario (e = 0,08)	m <sup>3</sup>	2,000	\$380.000	\$760.000
9	Repellos Paredes	m <sup>2</sup>	100,000	\$18.000	\$1`800.000
10	Puerta Metálica (2 m x 1 m)	Global	1,000	\$140.000	\$4140.000
11	Luceta (3 m x 0,30m )	Gobal	1,000	\$60.000	\$60.000
<b>Total Cuarto de Equipos</b>					<b>\$7.973.000,00</b>

**Tabla 5. 6 Costos Cuarto de Equipos**

### 5.8 PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA

En la tabla 5.7 se encuentra el presupuesto total del sistema con recepción satelital y con recepción por radioenlace.

	<b>Sistema satelital</b>	<b>Sistema Radioenlace</b>
Sistema de Rx	79.823.194,20	69.518.841,80
Sistema de Tx	58.584.548,90	58.584.548,90
Nacionalización de Equipos	8.236.074,30	8.236.074,30
Sistema de Tierra	1.825.088,00	1.825.088,00
Cuarto de Equipos	7.973.000,00	7.973.000,00
Torre	8.267.399,23	8.267.399,23
Cables	1.090.000,00	1.090.000,00
Conectores	150.000,00	150.000,00
Instalación Eléctrica	500.000,00	500.000,00
<b>Total</b>	<b>\$166.449.304,63</b>	<b>\$156.144.952,23</b>

**Tabla 5. 7 Presupuesto total del sistema.**

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 CONCLUSIONES.**

Este proyecto contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de esta región, beneficiando a la comunidad del apartado municipio. Además permite la participación de la Universidad Del Cauca en su compromiso con el entorno regional.

El sistema de transmisión para el sistema de reemisión debe ser de manera radiodifundida.

Debido a la difícil topografía del municipio hay sectores en tres veredas, de las doce que corresponden a este proyecto, los Árboles, Cuchilla el Hato y El Placer donde teóricamente se espera que la señal será interferida por obstáculos naturales, dificultando su recepción.

Se ha seleccionado para la transmisión el sitio Loma El Campo, debido a que cumple con las características necesarias y posee la infraestructura para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema.

En el sistema de recepción satelital siempre existe línea de vista entre el transmisor satelital y el receptor, al contrario de lo que sucede en el sistema por línea de vista.

Los satélites retransmiten la señal digital a las antenas parabólicas ubicadas en el sitio de reemisión terrenal.

La calidad de la imagen y el audio que se recibe en el punto de reemisión, es equivalente a la calidad de la versión original del programa. La señal digital, brinda mejor calidad de señal que cualquier otro sistema, con la claridad y nitidez de una imagen de un disco láser y la pureza de audio de un disco compacto y admite menos

interferencia que otros tipos de transmisión, lo que garantiza que la señal reemitida pueda alcanzar gran calidad.

La mayor diferencia en cuanto costo entre el sistema de recepción satelital y el sistema de recepción por radioenlace está en el costo de las antenas, las parabólicas son más costosas.

Los satélites Panamsat 9 y NSS 806 reenvían la señal de los canales de interés en la Banda C, por tanto esta es la que se utilizará para la recepción de la señal. Para la transmisión se utilizará la Banda I y la Banda III de VHF, debido a que en estas bandas se encuentran frecuencias que legalmente se pueden utilizar para la transmisión radiodifundida de televisión.

Para el tendido de un sistema de transmisión por cable, no existe la infraestructura mínima necesaria y resulta económicamente impensable para la zona de tipo rural que atañe a este proyecto.

## **6.2 RECOMENDACIONES.**

En cualquier proyecto de radiodifusión, para el uso del espectro radioeléctrico se debe solicitar permiso. En especial para este proyecto se le debe solicitar a la Comisión Nacional de Televisión (CNTV), diligenciando el formato que se requiere y que se adjunta en el Anexo D.

Considerando que en un repetidor la mejor señal que se puede lograr a la salida es la mejor señal que se obtenga en la entrada y que la señal que se puede lograr en el punto de reemisión Loma el Campo mediante el sistema de radio enlaces por microondas es muy deficiente. Para el sistema de recepción, se recomienda emplear el sistema satelital, aunque implica un costo mayor, la señal que llega es de la más alta calidad que se pueda obtener para sistemas de televisión.

Se recomienda tener en cuenta que se puede aprovechar que la señal de INRAVISION a través del satélite NSS 806 incluye los canales TELEANTIOQUIA y TELECARIBE y que técnicamente es posible agregar estos canales al sistema de reemisión.

Para la parte de transmisión, el sistema que se recomienda es el sistema radiodifundido, el sistema de transmisión por cable no tiene aplicación para el tipo de zona rural que comprende el proyecto.

Los precios que se listan en el Capítulo V, Estudio Económico, deberán ser actualizados en el momento en que el proyecto se ejecute.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ROSADO**, Carlos. “Comunicación Por Satélite”. 1999

**TOMASI**, Wayne. “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas”. 1996

**NET FONT**, Francisco Javier. “Teoría Básica de Radiación y Propagación Electromagnética”.

**SALMERON**, María José . “Radiación, Propagación y Antenas”

**RECOMENDACIONES E INFORMES DE LA CCIR**, Volumen 5, Volumen 11.

**RECOMENDACIONES DE LA ITU-R** , Serie BT

**GUERRERO**, Luis Alfredo. “Manual para Aplicaciones de las Normas Técnicas que Rigen la Radio y la Televisión en Colombia”. Universidad del Cauca . P.I. 2000

**CADENA**, Luis Felipe “Radiopropagación”. Universidad del Cauca. P.I. 1996

**ROMO**, Harold. “Fundamentos de Radiopropagación para Onda Terrestre y Línea de Vista”. Universidad del Cauca .P.I. 2000

**ERAZO**, Harold J y **BALANTA**, Nestor R. “Estudio Técnico y Recomendaciones legales para el Montaje de un Sistema Radiador de Señales Internacionales de Televisión”. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. 1994

**LÓPEZ RICO**, Dany Ruth y **LÓPEZ**, Yury Marino. “Diseño del Canal de Televisión para la Universidad del Cauca”. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. 2001

## REFERENCIAS EN INTERNET

[www.venturelo.com](http://www.venturelo.com)

[www.picomacom.com](http://www.picomacom.com)

[www.blondertongue.com](http://www.blondertongue.com)

[www.cntv.gov.co](http://www.cntv.gov.co)

[www.ingetcolombia.com](http://www.ingetcolombia.com)

[www.iaf.es](http://www.iaf.es)

[www.edinec.com](http://www.edinec.com).

[www.daga-sa.com](http://www.daga-sa.com)

[www.raicom.com.ar](http://www.raicom.com.ar)

[www.picomacom.com](http://www.picomacom.com)

[www.todoantenas.cl](http://www.todoantenas.cl)

[www.multiradio.com.ar](http://www.multiradio.com.ar)

[www.satco.com.mx/parabolicas](http://www.satco.com.mx/parabolicas)