

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **DISEÑO DE UNA RED VSAT PARA LA INTERCONEXIÓN DE LAS SUCURSALES PARA LA EMPRESA “SEGUROS COLONIAL”**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**ING. GALO DAVID CÁRDENAS CALDERÓN**

**westvid@hotmail.com**

**DIRECTOR: MSC. CARLOS EGAS.**

**kyviis@hotmail.com**

**Quito, Marzo 2011**

## **DECLARACIÓN**

Yo Galo David Cárdenas Calderón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

**Galo David Cárdenas Calderón**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Galo David Cárdenas Calderón, bajo mi supervisión.

**MSC. Carlos Egas**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco con todo mi cariño y amor, a los pilares de mi vida que me ayudaron con los obstáculos de este camino, la tranquilidad espiritual de mi Divino Niño, la comprensión de mis padres, el cariño de mi hermano, el apoyo de mi familia, el amor, la felicidad de mi esposa y la guía de mi director.

## DEDICATORIA

Para mi Divino Niño; quien me guió, y me dio la fortaleza emocional y física para culminar una meta más de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIV</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>XV</b>

## CONTENIDO

### CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO DE LAS REDES VSAT	1
1.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES VSAT	1
1.2. SATÉLITE	3
1.2.1. SERVICIOS DE SATÉLITES	3
1.2.2. TIPOS DE ÓRBITAS	4
1.2.2.1. GEO: ÓRBITAS TERRESTRES GEOSÍNCRONAS	4
1.2.2.2. MEO: ÓRBITA TERRESTRE MEDIA.	5
1.2.2.3. LEO: ÓRBITA TERRESTRE DE BAJA ALTURA	5
1.3. SATÉLITES INTELSAT	5
1.4. REDES VSAT	6
1.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES VSAT	6
1.4.2. TOPOLOGÍAS DE LAS REDES VSAT	7
1.4.2.1. RED EN ESTRELLA	8
1.4.2.2. RED EN MALLA	9
1.4.3. COMPONENTES DE LAS REDES VSAT	10
1.4.3.1. ESTACIÓN MAESTRA	10
1.4.3.1.1. UNIDAD EXTERIOR (OUTDOOR UNIT)	11

1.4.3.1.2. UNIDAD INTERIOR ( <i>INDOOR UNIT</i> )	11
1.4.4. VENTAJAS DEL USO DE LAS REDES VSAT	12
1.4.4.1. FLEXIBILIDAD	12
1.4.4.2. FIABILIDAD	12
1.5. MÉTODOS DE ACCESO	13
1.5.1. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA	13
1.5.2. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO	14
1.5.3. ACCESO MÚLTIPLE POR DISTRIBUCIÓN DE CÓDIGO	14
1.6. SOFTWARE LST 5	15
1.6.1. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PARA EL USO DEL SOFTWARE LST 5.	18

## **CAPÍTULO 2**

2. REQUERIMIENTOS DE LA RED	24
2.1. ESTADO ACTUAL DE RED DE SEGUROS COLONIAL	24
2.1.1. ENLACE DE RED WAN	24
2.1.1.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA RED WAN	25
2.1.2. ENLACE DE RED LAN	26
2.1.2.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA RED LAN	26
2.2. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA RED WAN	28
2.3. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA RED LAN	30
2.4. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DEL ENLACE	31
2.5. TRÁFICO DE LA RED	33
2.6. TOTAL DE ANCHO DE BANDA PARA CADA AGENCIA	36
2.6.1. AGENCIA QUITO	36
2.6.2. AGENCIA GUAYAQUIL	36

## **CAPÍTULO 3**

3. DISEÑO DE LA RED	38
3.1. DESCRIPCIÓN DE RED VSAT	38
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CIUDADES	38
3.3. SELECCIÓN Y ARGUMENTACIÓN DEL SATÉLITE A	

UTILIZAR.	42
3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SATÉLITES	43
3.4. SELECCIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA FRECUENCIA DE TRABAJO	47
3.4.1. BANDA C	47
3.4.2. BANDA KU	47
3.5. DETERMINACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA TOPOLOGÍA A UTILIZAR.	48
3.6. DETERMINACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DEL MÉTODO DE ACCESO A UTILIZAR	49
3.7. DESCRIPCIÓN DEL ENLACE CON EL MÉTODO TDM/TDMA	52
3.8. PROVEEDOR DE EQUIPAMIENTO	52
3.8.1. SISTEMA INTERSKY	53
3.8.2. CARACTERÍSTICAS SISTEMA INTERSKY	53
3.8.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUB CENTRAL	54
3.8.2.2. CARACTERÍSTICAS DE ESTACIONES REMOTAS VSAT	55
3.8.3. CISCO VSAT	57
3.8.4. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS CISCO	58
3.8.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUB CENTRAL	58
3.8.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS EQUIPOS	62 63
3.8.6. ELECCIÓN DEL PROVEEDOR DE EQUIPOS	67
3.9. PARÁMETROS DEL ENLACE SATELITAL UTILIZANDO EL SOFTWARE LST 5	68
3.10. PLAN DE TRANSMISIÓN CON EL SOFTWARE LST 5	69
3.10.1. ENLACE PARA LA TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN	71
3.11. RESULTADOS DEL ENLACE	74

## **CAPÍTULO 4**

4. DESCRIPCIÓN DE COSTOS	80
4.1. COSTOS DE LOS EQUIPOS	80
4.2. COSTO DE INSTALACIÓN	82

4.3. COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL A UTILIZAR	82
4.4. TASAS Y TARIFAS QUE HAY QUE PAGAR A CONATEL	83
4.4.1. TASAS	84
4.4.2. TARIFAS	84
4.5. COSTO TOTAL PARA EL ENLACE	84
<b>CAPÍTULO 5</b>	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1. CONCLUSIONES	85
5.2. RECOMENDACIONES	87
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	89
<b>ANEXOS</b>	91

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

TABLA 1.1	LISTADO DE SATÉLITES	3
TABLA 1.2	TIPOS DE POLARIZACIÓN	19

### CAPÍTULO 2

TABLA 2.1	EQUIPOS MATRIZ "QUITO"	26
TABLA 2.2	RESUMEN DE ELEMENTOS DE RED	31
TABLA 2.3	AGENCIAS DE SEGUROS COLONIAL	32
TABLA 2.4	USUARIOS DE CADA AGENCIA	35
TABLA 2.5	RESUMEN DE TRÁFICO	35
TABLA 2.6	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE CADA AGENCIA	37

### **CAPÍTULO 3**

<i>TABLA 3.1</i>	<i>UBICACIÓN DE LAS SUCURSALES</i>	<i>42</i>
<i>TABLA 3.2</i>	<i>GRUPO DE SATÉLITES PRESELECCIONADOS POR LA ZONA DE COBERTURA</i>	<i>43</i>
<i>TABLA 3.3</i>	<i>TOPOLOGÍAS</i>	<i>48</i>
<i>TABLA 3.4</i>	<i>COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE</i>	<i>50</i>
<i>TABLA 3.5</i>	<i>COMPONENTES ODU</i>	<i>62</i>
<i>TABLA 3.6</i>	<i>CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA VSAT</i>	<i>63</i>
<i>TABLA 3.7</i>	<i>FRECUENCIAS DE TRABAJO</i>	<i>63</i>
<i>TABLA 3.8</i>	<i>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ANTENA</i>	<i>64</i>
<i>TABLA 3.9</i>	<i>CARACTERÍSTICAS DE POTENCIA</i>	<i>65</i>
<i>TABLA 3.10</i>	<i>RELACIÓN BER/(Eb/No) EQUIPO</i>	<i>65</i>
<i>TABLA 3.11</i>	<i>RELACIÓN BER/(Eb/No) ESTANDAR</i>	<i>66</i>
<i>TABLA 3.12</i>	<i>COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE PROVEEDORES</i>	<i>67</i>
<i>TABLA 3.13</i>	<i>UBICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ENLACE</i>	<i>69</i>
<i>TABLA 3.14</i>	<i>DATOS DEL ENLACE</i>	<i>71</i>

### **CAPÍTULO 4**

<i>TABLA 4.1</i>	<i>COSTO DEL MÓDULO DE RED</i>	<i>80</i>
<i>TABLA 4.2</i>	<i>COSTO DEL ROUTER</i>	<i>81</i>
<i>TABLA 4.3</i>	<i>COSTO DEL HUB</i>	<i>81</i>
<i>TABLA 4.4</i>	<i>COSTO DE ANTENAS</i>	<i>81</i>

<i>TABLA 4.5.</i>	<i>ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL</i>	82
<i>TABLA 4.6</i>	<i>TARIFAS PARA EL ALQUILER NO INTERRUMPIBLE DE TRANSPONEDORES EN CAPACIDAD ESTÁNDAR (MILES DE USD).</i>	83
<i>TABLA 4.7</i>	<i>COSTO TOTAL PARA EL ENLACE</i>	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

<i>FIGURA 1.1</i>	<i>RED VSAT</i>	7
<i>FIGURA 1.2</i>	<i>RED VSAT EN ESTRELLA</i>	8
<i>FIGURA 1.3</i>	<i>RED VSAT EN MALLA</i>	9
<i>FIGURA 1.4</i>	<i>ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN TERRENA</i>	10
<i>FIGURA 1.5</i>	<i>UNIDAD INTERIOR</i>	11
<i>FIGURA 1.6</i>	<i>PANTALLA INICIAL</i>	15
<i>FIGURA 1.7</i>	<i>PARÁMETROS DE ENLACE DE SUBIDA Y BAJADA</i>	16
<i>FIGURA 1.8</i>	<i>ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA</i>	17
<i>FIGURA 1.9</i>	<i>ESTACIÓN TERRENA</i>	17
<i>FIGURA 1.10</i>	<i>TIPOS DE POLARIZACIÓN</i>	20

### CAPÍTULO 2

<i>FIGURA 2.1</i>	<i>RED ACTUAL DE SEGUROS COLONIAL</i>	24
<i>FIGURA 2.2</i>	<i>UBICACIÓN DE SERVIDORES</i>	27
<i>FIGURA 2.3</i>	<i>FIBRA ÓPTICA</i>	27

<i>FIGURA 2.4</i>	<i>SALIDA A INTERNET</i>	28
<i>FIGURA 2.5</i>	<i>RED VSAT</i>	29
<i>FIGURA 2.6</i>	<i>RACK ORGANIZADO CON SUS EQUIPOS</i>	30
<i>FIGURA 2.7</i>	<i>TRÁFICO DE LA RED</i>	33
<i>FIGURA 2.8</i>	<i>ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO AGENCIA QUITO (HUB)</i>	34
<i>FIGURA 2.9</i>	<i>ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO AGENCIA GUAYAQUIL (ESTACIÓN VSAT)</i>	34

### **CAPÍTULO 3**

<i>FIGURA 3.1</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD QUITO</i>	38
<i>FIGURA 3.2</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD GUAYAQUIL</i>	39
<i>FIGURA 3.3</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD CUENCA</i>	39
<i>FIGURA 3.4</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD AMBATO</i>	40
<i>FIGURA 3.5</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD IBARRA</i>	40
<i>FIGURA 3.6</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD RIOBAMBA</i>	41
<i>FIGURA 3.7</i>	<i>UBICACIÓN CIUDAD MANTA</i>	41
<i>FIGURA 3.8</i>	<i>HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-1R</i>	43
<i>FIGURA 3.9</i>	<i>HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-805</i>	44
<i>FIGURA 3.10</i>	<i>HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-705 BANDA KU</i>	44
<i>FIGURA 3.11</i>	<i>HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-705 BANDA C</i>	45
<i>FIGURA 3.12</i>	<i>HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-14 BANDA C</i>	45
<i>FIGURA 3.13</i>	<i>CARACTERÍSTICAS DETALLADAS DEL SATELITE</i>	46
<i>FIGURA 3.14</i>	<i>ENLACE TDM/TDMA</i>	52

<i>FIGURA 3.15</i>	<i>TIPOS DE HUB</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 3.16</i>	<i>TIPOS DE VSAT</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 3.17</i>	<i>TECNOLOGÍA INTERSKY</i>	<i>57</i>
<i>FIGURA 3.18</i>	<i>TIPOS DE HUB CISCO</i>	<i>59</i>
<i>FIGURA 3.19</i>	<i>CONEXIÓN DE RED CON EQUIPO CISCO</i>	<i>60</i>
<i>FIGURA 3.20</i>	<i>TARJETA PARA ENLACE VSAT CISCO</i>	<i>60</i>
<i>FIGURA 3.21</i>	<i>TARJETA VSAT VISTA FRONTAL</i>	<i>61</i>
<i>FIGURA 3.22</i>	<i>CONEXIÓN FÍSICA</i>	<i>61</i>
<i>FIGURA 3.23</i>	<i>RELACIÓN BER/(Eb/No)</i>	<i>66</i>
<i>FIGURA 3.24</i>	<i>PARÁMETROS DEL ENLACE DE SUBIDA Y BAJADA</i>	<i>71</i>
<i>FIGURA 3.25</i>	<i>ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA VSAT-HUB</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 3.26</i>	<i>ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA HUB-VSAT</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 3.27</i>	<i>ESTACIÓN TERRENA EN QUITO</i>	<i>73</i>
<i>FIGURA 3.28</i>	<i>ESTACIÓN TERRENA EN GUAYAQUIL</i>	<i>73</i>
<i>FIGURA 3.29</i>	<i>RESULTADO DEL ENLACE</i>	<i>74</i>

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1</b>	<b>REGLAMENTO DE SERVICIO FIJO Y MÓVIL POR SATÉLITE</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>AUTORIZACIÓN DE USO DE FRECUENCIAS</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 3</b>	<b>REGISTRO DE FRECUENCIAS</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 4</b>	<b>COSTOS Y CARÁCTERÍSTICAS DE EQUIPOS</b>	<b>109</b>

## RESUMEN

SEGUROS COLONIAL requiere de una red WAN confiable y segura, pero presenta limitaciones por la ubicación geográfica de algunas de sus sucursales lo que impide tener una red cableada de datos, debido a estas limitaciones existe la necesidad de crear una red VSAT.

Las redes VSAT son la mejor opción para comunicar lugares remotos o imposibles llegar por su distancia y por su compleja geografía, las ventajas del uso de esta tecnología son: calidad, seguridad, adaptabilidad, escalabilidad.

El Proyecto de la red satelital permite mejorar la conexión entre la matriz y las sucursales de SEGUROS COLONIAL, la eficiencia en la transmisión y la seguridad de la información.

Otro aspecto fundamental para SEGUROS COLONIAL es la necesidad de tener una red e infraestructura propia, para poder definir políticas de seguridad acorde a la información que se maneja.

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo es un estudio y diseño de una red VSAT para la interconexión de las sucursales para la empresa SEGUROS COLONIAL.

En el primer capítulo se realiza una introducción teórica de las redes VSAT que abarca un resumen general de esta tecnología, ventajas, flexibilidad, adaptabilidad, escalabilidad y todos los beneficios al utilizarla, además se realiza la descripción completa de todos los parámetros del software LST 5.0.

En el segundo capítulo se analiza la situación actual de la red de SEGUROS COLONIAL detallando las falencias y necesidades de la misma, dando a éstas soluciones prácticas para tener una red en óptimas condiciones, una vez con toda la información acerca de la red, se realiza el análisis del tráfico que cursa por la matriz y sucursales de SEGUROS COLONIAL con datos proporcionados por el Departamento de Sistemas.

A partir del estudio realizado de la situación actual de SEGUROS COLONIAL, en el tercer capítulo se procede al diseño en sí de este proyecto, con la elección de todos los parámetros que intervienen en la red, esto también se desarrollará a nivel de equipos para tener confiabilidad de la red y brindar los servicios de una manera rápida y optimizando recursos.

Con los datos de tráfico se realiza el diseño de la red satelital con el software de INTELSAT LST 5, introduciendo todos los parámetros que éste requiera.

En el cuarto capítulo se realiza una descripción de costos general de equipos, proveedor satelital, etc.

Para finalizar con el proyecto se describe un conjunto de conclusiones y recomendaciones necesarias para la implementación de la red VSAT.

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO DE LAS REDES VSAT

En este capítulo se presenta una introducción general de la tecnología VSAT, ventajas, flexibilidad, adaptabilidad, escalabilidad y todos los beneficios al utilizar esta tecnología

### 1.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES VSAT <sup>[1]</sup>

El primer satélite de comunicaciones fue el Echo 1, el cual reflectaba las señales que recibía, enviándolas de vuelta a la Tierra.

El primer satélite retransmisor Telstar, fue lanzado en 1962, convirtiéndose en el primer satélite que retransmitió imágenes en vivo a todo el mundo, con motivo de la ceremonia de apertura de los Juegos Olímpicos de Tokio de 1964.

En 1965 fue lanzado el Intelsat 1, también conocido como "Early Bird", fue el primer satélite de comunicaciones comercial. Posicionado sobre el Atlántico, el Early Bird transmitió señales de televisión bi-direccionales entre Europa y Norteamérica por primera vez.

En la tabla 1.1 se indica el nombre del satélite, el país y año de lanzamiento.

País	Año del lanzamiento	Satélite
Unión Soviética	1957	Sputnik 1
Estados Unidos	1958	Explorer 1
Canadá	1962	Alouette 1
Italia	1964	San Marco 2
Francia	1965	Astérix
Australia	1967	WRESAT
Alemania	1969	Azur
Japón	1970	Osumi
China	1970	Dong Fang Hong I

<b>Reino Unido</b>	<b>1971</b>	<b>Prospero X-3</b>
<b>Polonia</b>	<b>1973</b>	<b>Intercosmos Kopernikus 500</b>
<b>Países Bajos</b>	<b>1974</b>	<b>ANS</b>
<b>España</b>	<b>1974</b>	<b>Intasat</b>
<b>India</b>	<b>1975</b>	<b>Aryabhata</b>
<b>Indonesia</b>	<b>1976</b>	<b>Palapa A1</b>
<b>Checoslovaquia</b>	<b>1978</b>	<b>Magion 1</b>
<b>Bulgaria</b>	<b>1981</b>	<b>Intercosmos 22</b>
<b>Brasil</b>	<b>1985</b>	<b>Brasilsat A1</b>
<b>México</b>	<b>1985</b>	<b>Morelos I</b>
<b>Suecia</b>	<b>1986</b>	<b>Viking</b>
<b>Israel</b>	<b>1988</b>	<b>Ofeq 1</b>
<b>Luxemburgo</b>	<b>1988</b>	<b>Astra 1A</b>
<b>Argentina</b>	<b>1990</b>	<b>Lusat 1</b>
<b>Pakistán</b>	<b>1990</b>	<b>Badr-1</b>
<b>Corea del Sur</b>	<b>1992</b>	<b>Kitsat A</b>
<b>Portugal</b>	<b>1993</b>	<b>PoSAT-1</b>
<b>Tailandia</b>	<b>1993</b>	<b>Thaicom 1</b>
<b>Turquía</b>	<b>1994</b>	<b>Turksat 1B</b>
<b>Chile</b>	<b>1995</b>	<b>Fasat-Alfa</b>
<b>Malasia</b>	<b>1996</b>	<b>MEASAT</b>
<b>Noruega</b>	<b>1997</b>	<b>Thor 2</b>
<b>Filipinas</b>	<b>1997</b>	<b>Mabuhay 1</b>
<b>Egipto</b>	<b>1998</b>	<b>Nilesat 101</b>
<b>Singapur</b>	<b>1998</b>	<b>ST-1</b>
<b>Dinamarca</b>	<b>1999</b>	<b>Ørsted</b>
<b>Sudáfrica</b>	<b>1999</b>	<b>SUNSAT</b>
<b>Arabia Saudita</b>	<b>2000</b>	<b>Saudisat 1A</b>
<b>Emiratos Árabes Unidos</b>	<b>2000</b>	<b>Thuraya 1</b>
<b>Argelia</b>	<b>2002</b>	<b>Alsat 1</b>

Grecia	2003	Hellas Sat 2
Colombia	2007	Libertad 1
Nigeria	2003	Nigeriasat 1
Irán	2005	Sina-1
Kazajistán	2006	KazSat 1
Vietnam	2008	VINASAT-1
Venezuela	2008	VENESAT-1
Letonia	2009	Venta-1
China	2010	Beidou-2 G1
Rusia	2010	Meridian 3

**TABLA 1.1 LISTADO DE SATÉLITES<sup>1</sup>**

## 1.2. SATÉLITE <sup>[2]</sup>

Artefacto artificial enviado desde la tierra al espacio con el fin de enviar y recibir información mediante frecuencias de radio y microondas, a grandes distancias independiente de la zona geográfica. Muchos de ellos están en órbitas geosincronizadas o geoestacionarias, aunque algunos sistemas recientes usan orbitas más bajas.

### 1.2.1. SERVICIOS DE SATÉLITES

**Satélites científicos:** Tienen como principal objetivo estudiar la Tierra: superficie, atmósfera, entorno y los demás cuerpos celestes. Estos aparatos permitieron que el conocimiento del Universo sea mucho más preciso en la actualidad.

**Satélites de comunicación:** Constituyen la aplicación espacial más rentable y a la vez más difundida en la actualidad, se dedican exclusivamente al servicio de las comunicaciones.

**Satélites de meteorología:** Son aparatos especializados que se dedican exclusivamente a la observación de la atmósfera en su conjunto.

**Satélites de navegación:** Desarrollados originalmente con fines militares al marcar el rumbo de misiles, submarinos, bombarderos y tropas, ahora se usan como sistemas de posicionamiento global para identificar locaciones terrestres

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite\\_artificial](http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_artificial)

mediante la triangulación de tres satélites y una unidad receptora manual que puede señalar el lugar donde ésta se encuentra y obtener así con exactitud las coordenadas de su localización geográfica.

**Satélites de teledetección:** Permite localizar recursos naturales, vigilar las condiciones de salud de los cultivos, el grado de deforestación, el avance de la contaminación en los mares y un sin fin de características más.

**Satélites Militares:** Apoyan las operaciones militares de ciertos países, bajo la premisa de su seguridad nacional.

### 1.2.2. TIPOS DE ÓRBITAS <sup>[3]</sup>

Los satélites están posicionados en diferentes tipos de órbitas las cuales influyen en el número de satélites que deben estar en órbita para lograr la cobertura de todo el planeta. Dado cierto ancho de haz, el área de cobertura será mucho menor estando en una órbita baja que en otra de mayor altura. Por otro lado la potencia necesaria para emitir desde órbitas bajas es menor, con los inconvenientes que ello conlleva. Por lo que uno de los compromisos a cumplir es alcanzar una buena zona de cobertura y una baja potencia de transmisión.

#### 1.2.2.1. GEO: Órbitas Terrestres Geosíncronas

También conocida como órbita de Clarke, en honor al escritor Arthur Clarke, que escribió en 1945 por primera vez de esta posibilidad. La órbita GEO está situada a 35848 Km de altura, con una latitud de 0 grados, es decir, situada sobre el Ecuador. El período de esta órbita es de exactamente 24 horas y por lo tanto estará siempre sobre la misma posición relativa respecto a la Tierra. La mayoría de los satélites actuales son GEO. Los satélites GEO (satélites que viajan en órbitas GEO) precisan menos cantidad de ellos para cubrir la totalidad de la superficie terrestre, pero poseen un retardo de 0,24 seg por día, de ahí que no tardan exactamente un día en cubrir una vuelta entera a la Tierra, debido al camino de ida y de vuelta que debe recorrer la señal. Los satélites GEO necesitan también obtener unas posiciones orbitales específicas alrededor del Ecuador para

mantenerse lo suficientemente alejados unos de otros (unos 2 grados aproximadamente) para evitar posibles interferencias intersatélite.

#### **1.2.2.2. MEO: Órbita Terrestre Media.**

Se encuentran a una altura de entre 10075 y 20150 Km. A diferencia de los GEO su posición relativa respecto a la Tierra no es fija. Debido a su menor altitud se necesitarán más satélites para cubrir la superficie terrestre. En la actualidad no existen muchos MEO, y se utilizan principalmente para posicionamiento.

#### **1.2.2.3. LEO: Órbita Terrestre de Baja altura.**

Los satélites ubicados en este tipo de órbitas son de tres tipos, LEO pequeños (centenares de Kbps) destinados a aplicaciones de bajo ancho de banda, LEO grandes (miles de Kbps) albergan las aplicaciones de los anteriores y otras como telefonía móvil y transmisión de datos y finalmente los LEO de banda ancha (megaLEO) que operan en la banda de Mbps.

### **1.3. SATÉLITES INTELSAT <sup>[4]</sup>**

INTELSAT es el mayor proveedor de servicios de comunicaciones por satélite del mundo. Su sistema global de satélites lleva telefonía, televisión, y servicios de distribución de datos a billones de personas en todos los continentes. INTELSAT fue la primera, y sigue siendo la única organización que proporciona una extensa cobertura global de satélites y conectividad para un amplio abanico de servicios de telecomunicaciones.

INTELSAT posee y opera un sistema de satélites que proporciona grandes servicios principalmente, para usuarios en más de 200 países en todos los continentes. Estas categorías son: servicio público de telefonía conmutada, línea privada (red de servicios para negocios), servicios de retransmisión (Audio y video), servicios nacionales y regionales.

INTELSAT establece una serie de estándares para las estaciones terrestres que cualquier usuario de INTELSAT debe cumplir. Miles de estaciones terrestres, que van desde los 30 metros hasta las más pequeñas de medio metro acceden al

sistema INTELSAT. Debido a sus extensos recursos de satélites y espectro de uso, INTELSAT ofrece una conectividad global única, con la posibilidad de unir dos o más puntos en cualquier lugar del mundo.

INTELSAT tiene más satélites operativos que cualquier otra organización comercial, una flota de más de 65 satélites de alta potencia, técnicamente avanzados en órbita geoestacionaria.

## **1.4. REDES VSAT**

Las VSAT (Very Small Aperture Terminal), son estaciones pequeñas con diámetros de antenas menores a los 3 metros, utilizadas para comunicaciones a grandes distancias a bajo costo, ofrece adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario.

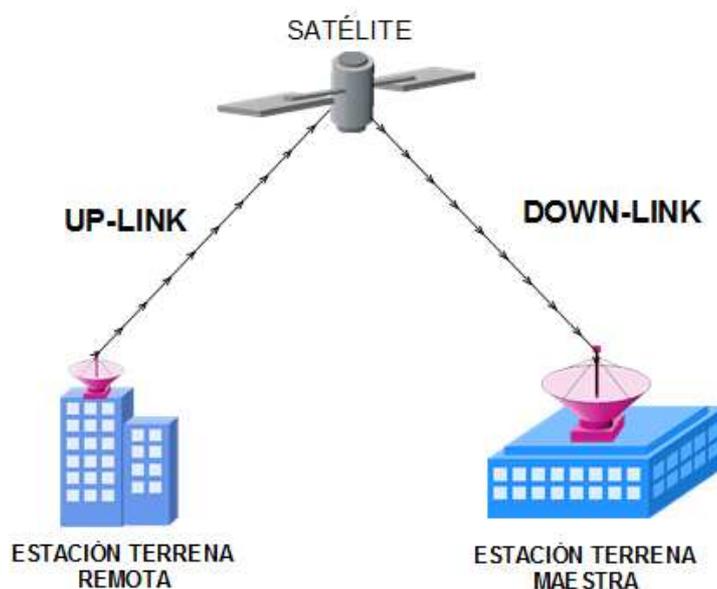
### **1.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES VSAT**

- Las estaciones remotas tienen antenas pequeñas (0.8 a 2.4 metros de diámetro). Son estaciones terrenas satelitales compactas, confiables y económicas.
- Bajo costo de instalación y operación.
- Alta calidad de audio.
- Alta confiabilidad.
- Control y monitoreo a distancia.
- Operación simple.
- Muy bajo consumo.
- Movilidad.

- La estación terrena maestra tiene una antena entre 4.5 - 7 metros de diámetro, conmutador de paquetes (los paquetes son la forma en que son transmitidos los datos entre terminales) y control computarizado de red.
- Transmisión bidireccional de datos, audio y video entre terminales remotas y una terminal central que procesa la información.

#### 1.4.2. TOPOLOGÍAS DE LAS REDES VSAT <sup>[5]</sup>

Las VSAT son conectadas por enlaces mediante frecuencias de radio y microondas vía satélite llamados uplink desde la estación al satélite y downlink desde el satélite a la estación. Ver figura 1.1.



**FIGURA 1.1 RED VSAT**

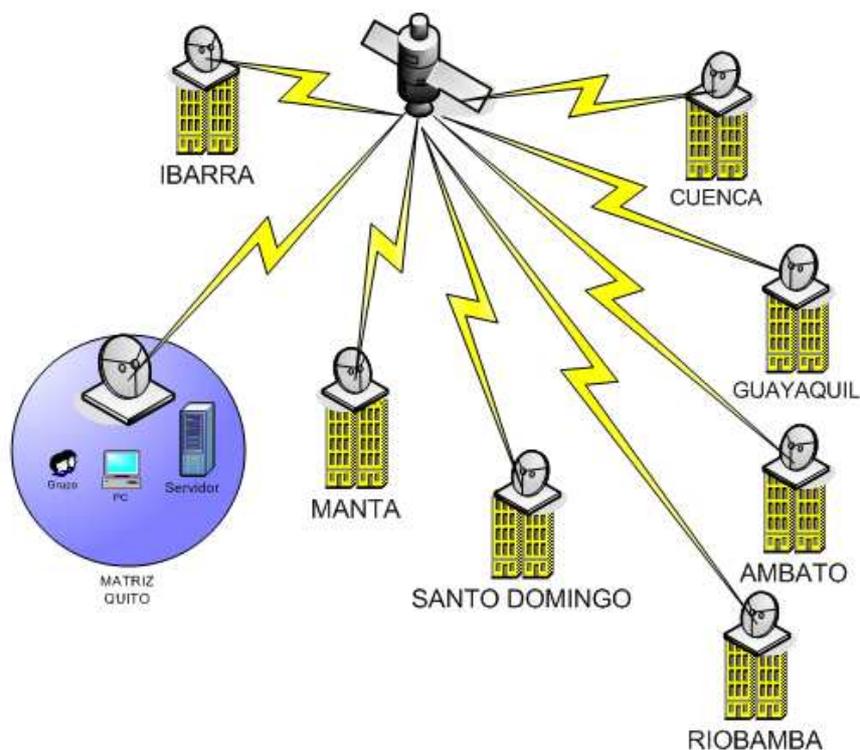
Los satélites permiten comunicar a grandes distancias, recibiendo las portadoras del enlace uplink desde las estaciones terrenas transmisoras, las cuales están

dentro de la zona de cobertura del satélite, la antena receptora del satélite las amplifica y cambia su frecuencia a una banda más baja, y las transmite amplificadas.

#### 1.4.2.1. Red en estrella

En la topología en estrella cada estación VSAT solamente tiene un enlace punto a punto dedicado con el controlador central (HUB), habitualmente llamado concentrador. Las estaciones VSAT no están directamente enlazados entre sí.

La topología en estrella no permite el tráfico directo entre estaciones VSAT. El controlador actúa como un intercambiador, si una estación VSAT quiere enviar datos a otra, envía los datos al controlador, que los retransmite a la estación VSAT final. En la figura 1.2 se indica la red satelital tipo estrella para la empresa SEGUROS COLONIAL.



**FIGURA 1.2 RED VSAT EN ESTRELLA**

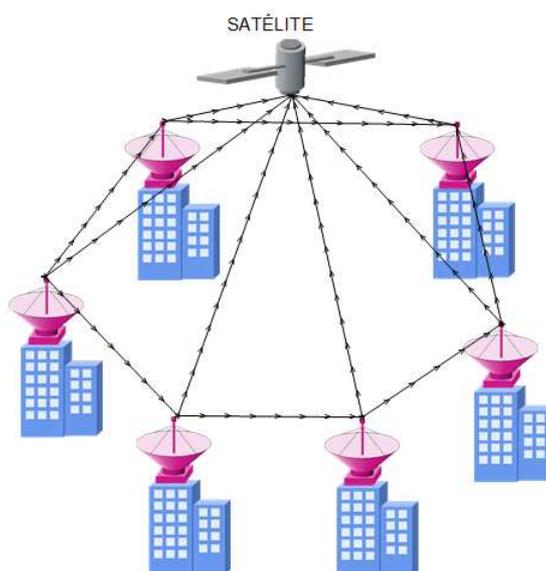
### 1.4.2.2. Red en malla

En una topología en malla, cada estación VSAT tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otra estación VSAT. El término dedicado significa que el enlace conduce el tráfico únicamente entre las estaciones VSAT que conecta.

Por tanto, una red en malla completamente conectada necesita  $n(n-1)/2$  canales físicos para enlazar  $n$  dispositivos. Para acomodar tantos enlaces, cada estación VSAT de la red debe tener sus puertos de entrada/salida (E/S).

Una malla ofrece varias ventajas sobre otras topologías de red, en primer lugar, el uso de los enlaces dedicados garantiza que cada conexión sólo debe transportar la carga de datos propia de las estaciones VSAT conectadas, eliminando el problema que surge cuando los enlaces son compartidos por varias estaciones VSAT. En segundo lugar, una topología en malla es robusta. Si un enlace falla, no inhabilita todo el sistema.

Otra ventaja es la privacidad o la seguridad. Cuando un mensaje viaja a través de un enlace dedicado, solamente lo ve el receptor adecuado. Las fronteras físicas evitan que otros usuarios puedan tener acceso a los mensajes. En la figura 1.3 se indica la red satelital tipo malla para la empresa SEGUROS COLONIAL.



**FIGURA 1.3 RED VSAT EN MALLA**

### 1.4.3. COMPONENTES DE LAS REDES VSAT

#### 1.4.3.1. Estación Maestra (HUB).

Estación tradicional satelital terrena con conmutación de paquetes y equipo de banda base.

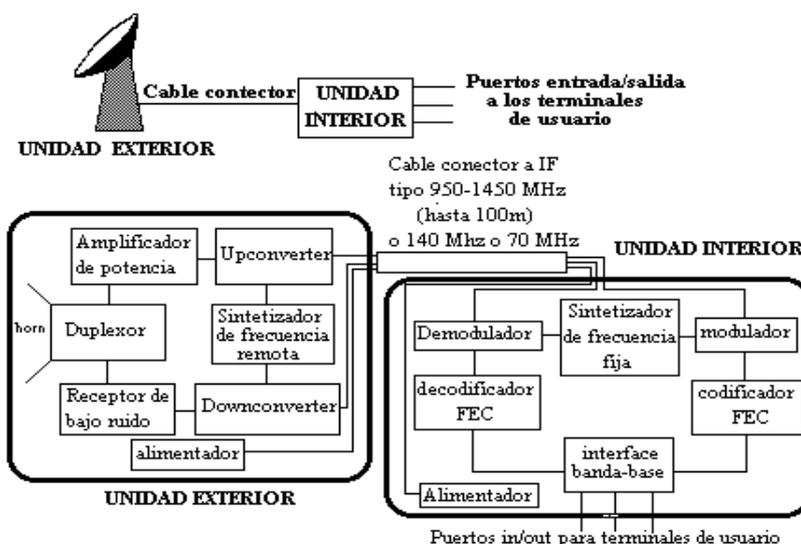
La estación maestra es otra estación dentro de la red pero con la particularidad de que es más grande (la antena típicamente mide 4 a 10 metros y maneja más potencia de emisión PIRE).

Habitualmente la estación maestra está situada en la sede central de la empresa que usa la red o en su centro de cálculo.

En la figura 1.4 se indica en diagrama de bloques los componentes de la estación maestra.

#### Estructura

- Unidad Exterior
- Unidad Interior



**FIGURA 1.4 ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN TERRENA<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> <http://www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm>

### 1.4.3.1.1. Unidad Exterior (Outdoor Unit)

Es el interfaz entre satélite y VSAT

Básicamente la Unidad Exterior se compone de los siguientes elementos:

- Antena.
- Sistemas electrónicos.
- Amplificador de transmisión.
- Receptor de bajo ruido.
- Sintetizador de frecuencia.
- Osciladores para variar la frecuencia.
- Duplexor.

### 1.4.3.1.2. Unidad Interior (Indoor Unit)

Es el interfaz entre el VSAT y el terminal de usuario o LAN. En la figura 1.5 se indica los componentes de la unidad interna.

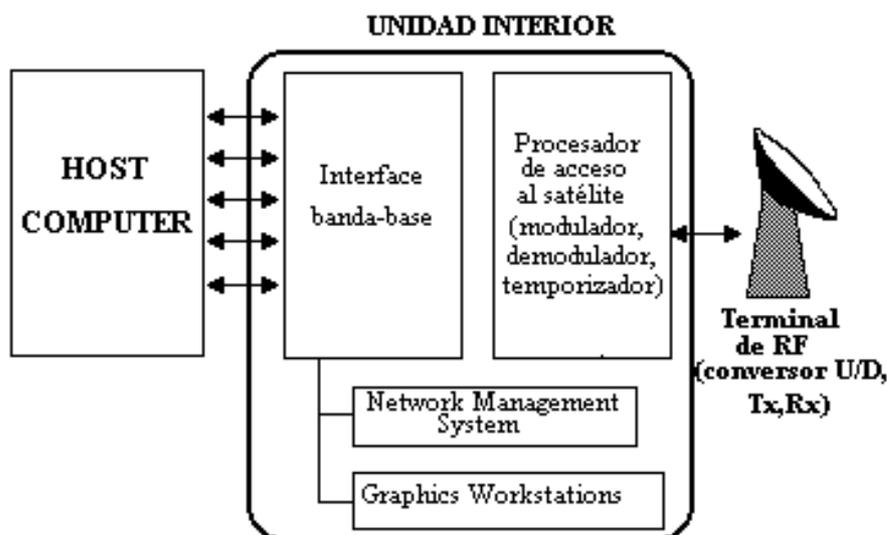


FIGURA 1.5 UNIDAD INTERIOR<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://www.teltelematica.freesevers.com/VSAT.htm>

Los parámetros necesarios para especificar al Unidad Interior son:

- Número de puertos.
- Tipo de los puertos:
  - Mecánicos.
  - Eléctricos.
  - Funcionales.

Velocidad de los puertos. Es la máxima velocidad (bps) del flujo de datos entre el terminal de usuario y la unidad interior de VSAT en un puerto dado.

#### **1.4.4. VENTAJAS DEL USO DE LAS REDES VSAT<sup>4</sup>**

##### **1.4.4.1. Flexibilidad**

- Fácil gestión de la red.
- Servicio independiente de la distancia.
- Cobertura global e inmediata.
- Fácil y rápida implantación en lugares de difícil acceso.
- Debido a la gran variedad de configuraciones que puede adoptar una red VSAT estas se pueden adaptar a las necesidades propias de cada compañía.
- Los enlaces asimétricos se adaptan a los requerimientos de transferencia de datos entre una estación central que transmite mucha información a estaciones lejanas que responden con poca información.
- Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red. El uso de un satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena. Del mismo modo, la introducción de un nuevo terminal no afecta al funcionamiento de los demás.

##### **1.4.4.2. Fiabilidad**

- Se suele diseñar para tener una disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una BER de  $10^{-7}$ .

---

<sup>4</sup> <http://comunicacionesvsat.wordpress.com/2010/11/08/redes-vsats/>

- Estabilidad de los costes de operación de la red durante un largo periodo de tiempo. Una empresa puede ser propietaria de prácticamente todos los segmentos de la red. Esto hace que el presupuesto dedicado a comunicaciones se pueda establecer con gran exactitud.
- Evita las restricciones que impone una red pública en cuanto a costes y puntos de acceso.
- Aumento de la productividad de la organización, al haber un centro de monitorización y control de la red el tiempo medio entre fallos de la red aumenta considerablemente y la duración de los fallos suele ser corta. Por lo tanto la organización puede responder rápidamente a las peticiones de sus clientes gracias a un medio de comunicación fiable, lo que repercute en un aumento de la satisfacción de los mismos y optimización de recursos.
- Se puede implantar una red corporativa insensible a fluctuaciones de las tarifas

## **1.5. MÉTODOS DE ACCESO<sup>5</sup>**

La técnica de acceso múltiple da la posibilidad de que varias estaciones terrenas transmitan simultáneamente sus portadoras sin interferirse mutuamente.

Existen varias técnicas de acceso al satélite, las más importantes son:

- Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)
- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- Acceso múltiple por distribución de código (CDMA)

### **1.5.1. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)**

El uso simultáneo del transpondedor por varias estaciones terrenas, estén o no situadas en la misma ciudad, recibe el nombre de acceso múltiple por división de frecuencia o FDMA, ya que el espectro radioeléctrico del transpondedor se divide en secciones o ranuras de frecuencias asignadas a cada una de ellas. La configuración es rígida e invariable, pues cada estación debe transmitir siempre

---

<sup>5</sup> <http://html.rincondelvago.com/fdma.html>

con la misma frecuencia central o portadora y es válida cuando se puede garantizar que durante la mayor parte del tiempo, cada una de ellas ocupará activo ese ancho de banda que se le asignó; por esta razón, también se le llama acceso múltiple con división de frecuencia con asignación fija.

### **1.5.2. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA)**

El acceso múltiple por división de tiempo o TDMA es una técnica totalmente digital mediante la cual varias estaciones terrenas ocupan un transpondedor o parte de él. A diferencia del acceso múltiple por división en frecuencia, en donde cada estación transmisora tiene asignada una ranura de frecuencias dentro del transpondedor, normalmente con un ancho de banda diferente, en esta nueva técnica todo un grupo de estaciones tiene asignada una misma ranura, con cierto ancho de banda fijo, y se comparte entre ellas secuencialmente en el tiempo; es decir, cada estación tiene asignado un tiempo  $T$  para transmitir lo que guste dentro de la ranura, y cuando su tiempo se agota debe dejar de transmitir para que lo hagan las estaciones que le siguen en la secuencia, hasta que le toque nuevamente su turno.

### **1.5.3. ACCESO MÚLTIPLE POR DISTRIBUCIÓN DE CÓDIGO (CDMA)**

Además de las técnicas de acceso múltiple FDMA y TDMA, que son las de mayor uso en los satélites comerciales de comunicaciones existe una tercera alternativa en la que el transpondedor completo es ocupado por varias estaciones que transmiten a la misma frecuencia y al mismo tiempo. Esta técnica, denominada acceso múltiple por diferenciación de código o CDMA, es particularmente útil en transmisiones confidenciales o altamente sensitivas a la interferencia, al igual que TDMA, es totalmente digital, y que presenta la ventaja de que las antenas terrenas transmisoras y receptoras pueden ser muy pequeñas, sin importar que sus ganancias sean bajas y sus haces de radiación muy amplios. Por otra parte, presenta el inconveniente al ocupar mucho ancho de banda (un transpondedor completo), pues cada bit de información como los que se transmiten en modalidad TDMA se transforma en un nuevo tren de bits muy largo, de acuerdo con un código determinado previamente.

## 1.6. SOFTWARE LST 5

El software LST 5 está diseñado en lenguaje de programación gráfica sobre Visual Basic, el cual posee una interfaz amigable con el usuario en ambiente Windows, programa que puede ser utilizado para determinar los requisitos y recursos de alquiler del transpondedor. LST5 incorpora los datos de rendimiento actuales de satélites Intelsat para generar planes de transporte, para determinar HPA óptima y los requisitos de tamaño de las estaciones en tierra.

A continuación se describe el funcionamiento del programa, el menú de inicio (figura 1.6) tiene la opción para inicializar el programa, luego de esto se despliega una nueva ventana (figura 1.7) en donde se ingresan los datos para el enlace, junto a cada parámetro se adjunta un número referencial, el mismo que permite explicar la función de cada parámetro en la sección 1.6.1.



**FIGURA 1.6 PANTALLA INICIAL**

**FIGURA 1.7 PARÁMETROS DE ENLACE DE SUBIDA Y BAJADA.**

En la figura 1.8 y 1.9 se indican los requerimientos de la portadora y estación terrena respectivamente, junto a cada parámetro se adjunta un número referencial, el mismo que permite explicar la función de cada parámetro en la sección 1.6.1.

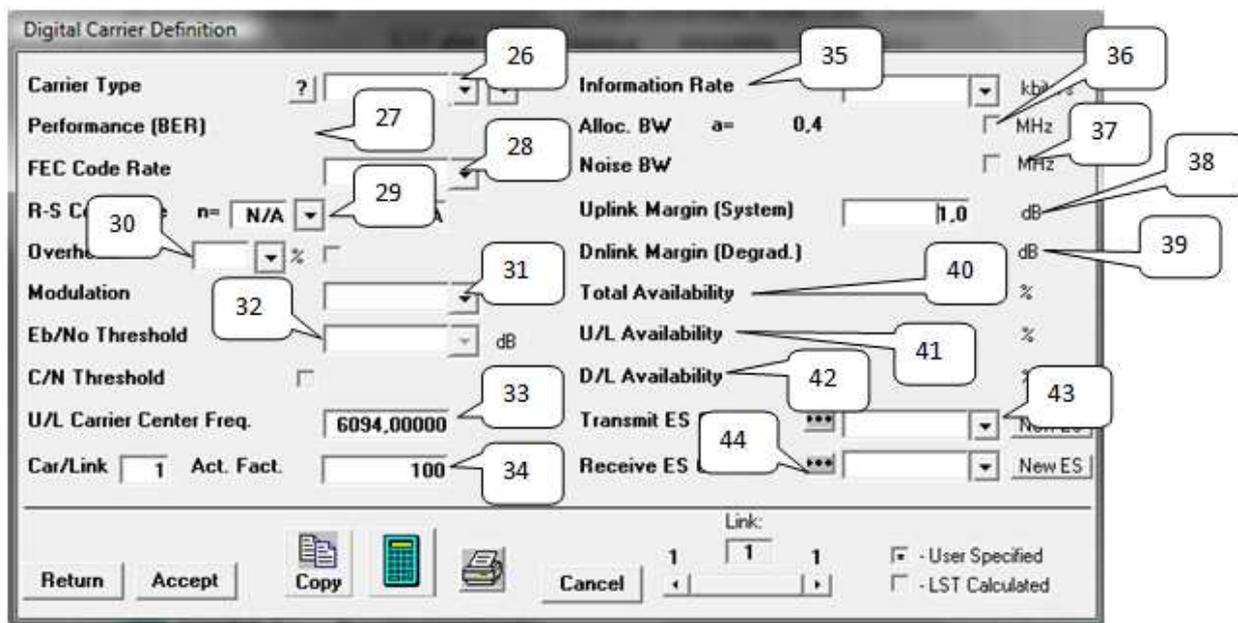


FIGURA 1.8 ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA.

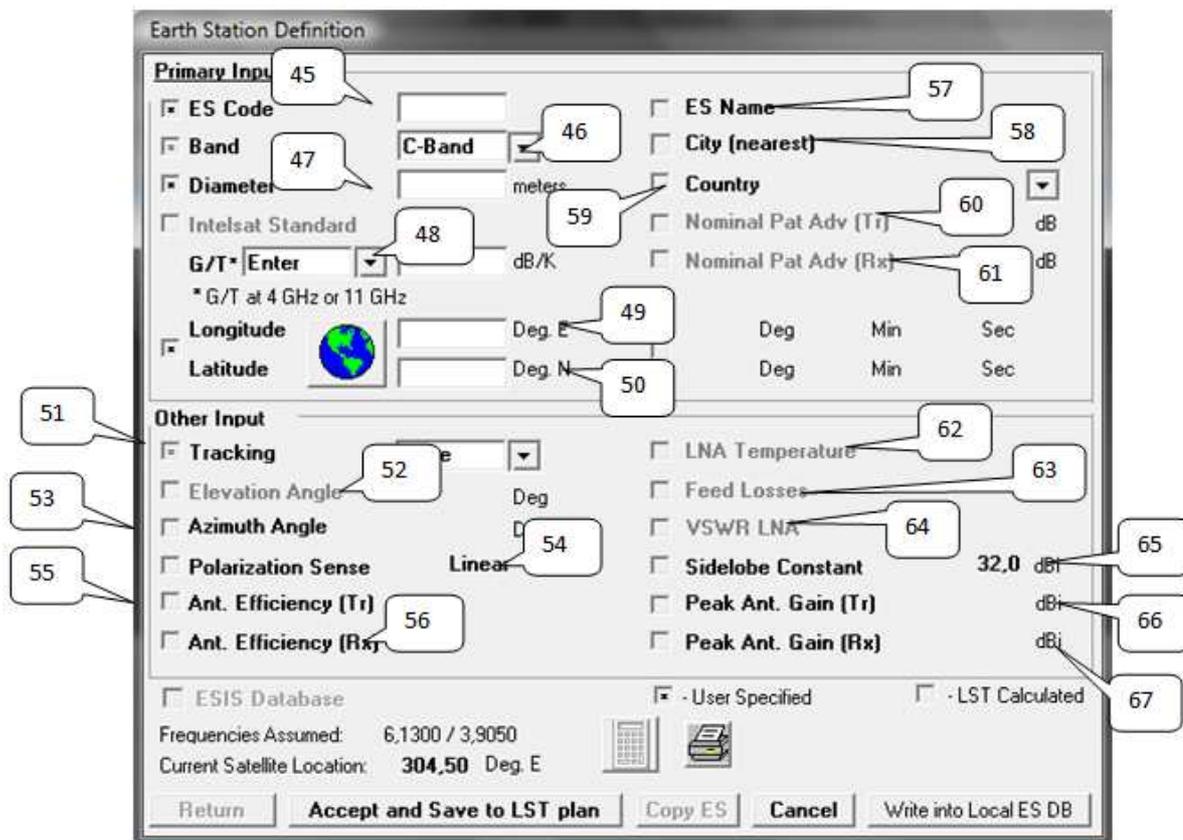


FIGURA 1.9 ESTACIÓN TERRENA.

### 1.6.1. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PARA EL USO DEL SOFTWARE LST 5.

Información detallada de todos los parámetros que intervienen en el plan de transmisión visualizados en la figura 1.7, figura 1.8 y figura 1.9.

**(1-2) NOMBRE Y NÚMERO DEL PROYECTO.-** Código referencial del sistema VSAT utilizado por INTELSAT.

**(3) TIPO DE SATÉLITE.-** Permite elegir el satélite que presenta la mejor cobertura para el enlace, el cual es previamente seleccionado.

**(4) POSICIÓN ORBITAL DEL SATÉLITE.-** Ubicación que ocupa un satélite geoestacionario en el espacio, en determinada longitud en grados (este u oeste).

**(5) MODO DE OPERACIÓN.-** Modo de operación del satélite, generalmente éste operada en modo normal.

**(6-7) ENLACE DE SUBIDA Y BAJADA.-** Permite seleccionar el haz a utilizar, hay que tomar en cuenta la disponibilidad.

Por lo general existen tres tipos de transpondedores: De 72 MHz, 36 MHz en la banda C y de 54 o 108 MHz para banda Ku.

**(8-13) FRECUENCIA DEL TRANSPONDEDOR.-** Son las frecuencias de transmisión y recepción desde la estación terrena transmisora hacia el satélite y desde el satélite a la estación terrena receptora respectivamente, dada en MHz o GHz.

**FRECUENCIAS DE BANDA MEDIA.-** Es el valor de frecuencia intermedio a los 500 MHz disponibles para su uso en los cálculos de enlace del servicio fijo. Para nuestro sistema, las frecuencias de banda media son 3.950 GHz a la bajada y 6.175 GHz a la subida. En banda Ku 11.950 GHz a la bajada y 14.250 GHz a la subida.

**(9-10) ESTADO Y ENERGÍA DE AMPLIFICADOR.-** Modo de operación del amplificador, nivel de energía.

**(11-21-36) BANDWIDTH.- ANCHO DE BANDA** Gama útil de frecuencias de comunicación usado para calcular qué porcentaje en ancho de banda ocupará la portadora con respecto al transpondedor.

FM = factor de modulación

$$AB = V_{inf} \times (FEC)^{-1} \times FM \times (1 + ROLLOFF) \text{ (Hz)}$$

**LEASE BW:** Ancho de banda contratado

**ALLOC BW:** Asignación de ancho de banda

**NOISE BW:** Ruido

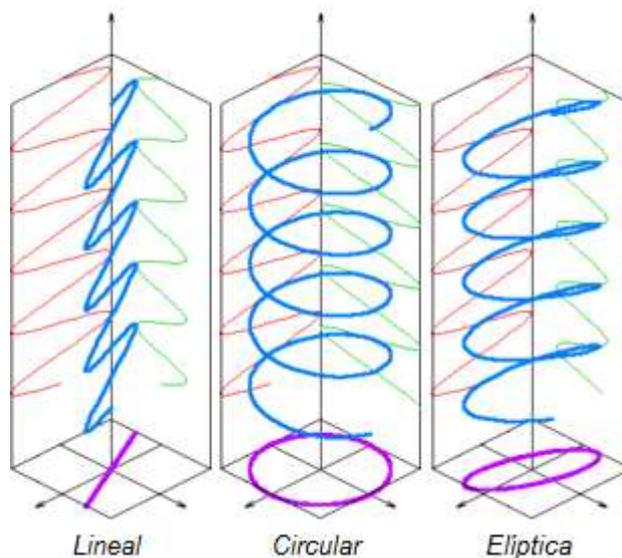
**(12-54) POLARIZACIÓN.-** Polarizar una onda o señal, significa dar una orientación determinada al campo eléctrico de esa onda o señal determinada. Con ello se logra enviar un mayor número de canales, sin salirse de la banda asignada.

**Polarización lineal:** Las variaciones del vector de campo eléctrico están contenidas en una única dirección. La polarización Vertical y la Horizontal con una diferencia angular entre ellas de 90°.

**Polarización circular:** El vector de campo eléctrico describe una trayectoria circular. Si rota en el sentido de las agujas del reloj, la polarización es a derechas. Si lo hace en sentido contrario, la polarización es a izquierdas.

Tipo de Polarización	Plano de vibración de las ondas	
Polarización lineal	Horizontal	Vertical
Polarización circular	Derecha	Izquierda

**TABLA 1.2 TIPOS DE POLARIZACIÓN**



**FIGURA 1.10 TIPOS DE POLARIZACIÓN<sup>6</sup>**

**(14) G/T: FIGURA DE MÉRITO DEL SATÉLITE  $(G/T)_{SAT}$ .**- Relación ganancia /temperatura del sistema de comunicaciones del satélite, este valor se toma de las tablas propias del diseño del satélite y varía dependiendo de la ubicación de la estación terrena transmisora ya que es una función directa de la ganancia de recepción de la antena del satélite.

**(15-17-33-41-42) U/L.-** Enlace Ascendente **D/L.-** Enlace Descendente

**(16-23) PIRE (POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EQUIVALENTE).**- Una medición de potencia normalizada generada desde una antena.

**(19) IBO (INPUT BACK-OFF).**- Cantidad en potencia en dBW que se le resta a la potencia de entrada del transpondedor en su punto de saturación.

**(20) OBO (OUTPUT BACK-OFF).**- Potencia en dBW que se le resta a la potencia de salida del transpondedor debido a la transmisión de portadoras múltiples para su operación en un punto óptimo.

**(24) D.F.S. DEL SATÉLITE (DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACIÓN DEL SATÉLITE).**- Es la cantidad de flujo de energía de la señal por unidad de área que incide en la antena del satélite, necesaria para saturar el amplificador SSPA

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Polarizaci%C3%B3n\\_electromagn%C3%A9tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Polarizaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica)

(Amplificador de Potencia de Estado Sólido) del satélite, éste es un dato de las especificaciones del fabricante del satélite.

**(26) TIPO DE PORTADORA.-** Elección del tipo de portadora a ocupar, ésta puede ser analógica o digital.

**(27) BER (BIT ERROR RATE).-** Se define como; la cantidad de bits erróneos que podrían ocurrir en la transmisión de datos, evalúa la calidad de la información recibida y se refiere a la relación entre número de bits erróneos que se reciben y el número total de bits que se transmiten en un determinado de tiempo.

Un BER de  $1 \times 10^{-3}$  significa 1 bit erróneo de cada mil bits recibidos.

**(28) FEC (FOWARD ERROR CORRECTION).-** Se define como la razón de bits de información con respecto a la cantidad de bits transmitidos para corrección de errores.

El parámetro FEC indica cuántos bytes de mensajes se codifican y cuantos bytes se transmiten.

Un FEC de 1/2 significa que 1 byte de cada 2 se usa para control de errores, un FEC de 7/8 significa que 7 de cada 8 se usan para corregir esos errores.

En una transmisión digital, un FEC de 1/2 da la posibilidad de una transmisión casi perfecta y sin fallas de recepción porque cada byte de la señal, es controlado por otro byte que la corrige.

Mientras más bajo el nivel de FEC, mejor equipo de recepción se necesita, que sea más sensible, un mejor LNB y una buena antena.

**(29) FACTOR DE MODULACIÓN (N° DE HERTZ/BITS).-** Es la relación entre la amplitud de la señal y la amplitud de la portadora

Es igual a 1 (uno) si la modulación es BPSK y es igual a 0.5 (un medio) si la modulación es QPSK.

**(30) OVERHEAD.-** Número de bits adicionales que se añaden a la información para garantizar la transmisión sin errores al destino.

**(31) MODULACIÓN.-** Las técnicas de modulación digital más usadas son:

QPSK (Modulación Cuadrifásica).

BPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase Bivalente).

Al utilizar QPSK se consigue el mismo rendimiento de potencia utilizando únicamente la mitad del ancho de banda que BPSK.

**(32)  $E_b/N_o$ .-** Relación de la cantidad de energía contenida en un bit con respecto a la densidad de ruido de recepción. Parámetro que indica la calidad de un modem a la recepción.

**(35) VELOCIDAD DE INFORMACIÓN.-** Razón de bits por unidad de tiempo que son transmitidos como información.

**(38-39-40) UPLINK- DOWNLINK MARGIN.-** Uso porcentual del enlace de subida y bajada

**(43-44) ESTACIÓN TERRENA.-** Nombre de la estación que transmite y que recibe para el enlace.

**(46) BANDA DE OPERACIÓN.-** Se refiere a la banda de radiofrecuencia en la que el satélite brinda el servicio de comunicación: banda C, L y Ku.

**(47) DIÁMETRO DE ANTENA.-** Diámetro (en metros) de las antenas (parabólicas) correspondientes a las estaciones transmisora y receptora de comunicaciones.

**(48) FIGURA DE MÉRITO DE LA ESTACIÓN TERRENA  $(G/T)_{ET}$ .-** Relación ganancia/temperatura del sistema para la estación terrena a la recepción. Es también conocida como factor de calidad de la estación terrena. Se obtiene de los manuales del fabricante.

**(49-50) LATITUD Y LONGITUD DE LA ESTACIÓN TERRENA.-** Coordenadas geográficas de ubicación de la estación terrena transmisora y receptora.

**(51) TRACKING.-** Seguimiento (vuelo espacial), capacidad que tiene la antena para realizar el seguimiento de satélites desde una estación de seguimiento.

**(52) ÁNGULO DE ELEVACIÓN.-** Inclinación en grados entre el plano horizontal (sobre el horizonte) de referencia y la prolongación en dirección del apuntamiento de la antena hacia el satélite.

**(53) AZIMUTH.-** Longitud en grados que forma la prolongación en dirección del apuntamiento de la antena hacia el satélite y la prolongación del norte geográfico con respecto a la proyección perpendicular del satélite sobre el Ecuador.

**(55-56) ANT. EFFICIENCY TX-RX.-** Eficiencia de la antena en transmisión y recepción

**(58-59) LOCALIDADES.-** Lugares de emplazamiento de las estaciones terrenas de transmisión y recepción en el enlace de comunicaciones vía satélite.

**(60-61) NOMINAL PAT ADV TX-RX.-** Ganancia en transmisión y recepción para cada estación terrena por la ubicación geográfica.

**(62) TEMPERATURA TOTAL DEL SISTEMA.-** Temperatura en grados Kelvin a la cual está operando el sistema antena-LNA.

**(63) FEED LOSSES:** Pérdidas en el canal

**(64) SWR LNA:** Relación de voltaje de onda estacionaria; sirve para indicar el grado de desajuste de la onda estacionaria en el radio enlace.

Indica la calidad de la transmisión; se expresa en porcentaje, 0% representa el mejor caso mientras que 100% el peor, el 100% se da cuando la línea de transmisión está abierta, lo que significa que no hay receptor.

**(65) SIDELobe CONSTANT:** Constante de lóbulos laterales

**(66-67) PEAK ANT GAIN (TX-RX):** Ganancia pico de la antena en transmisión y recepción

## CAPÍTULO 2

### REQUERIMIENTOS DE LA RED

Los requerimientos previos al diseño de la red son esenciales para lograr solucionar los problemas actuales de conectividad y satisfacer los requerimientos administrativos, económicos, geográficos, que se presenten en el enlace.

#### 2.1. ESTADO ACTUAL DE RED DE SEGUROS COLONIAL

##### 2.1.1. ENLACE DE RED WAN

SEGUROS COLONIAL cuenta con una red WAN no segura para el envío de información confidencial desde sus agencias hacia la matriz en Quito, en la figura 2.1 se describe la red de SEGUROS COLONIAL, ésta cuenta con una red WAN mediante el proveedor TELCONET y CNT, éste presta un servicio de red, que permite comunicar la matriz con algunas sucursales para el intercambio de información.

SEGUROS COLONIAL utiliza una VPN, Virtual Private Network, la cual es una red privada de datos, cuyo transporte se realiza mediante una infraestructura pública de telecomunicaciones.

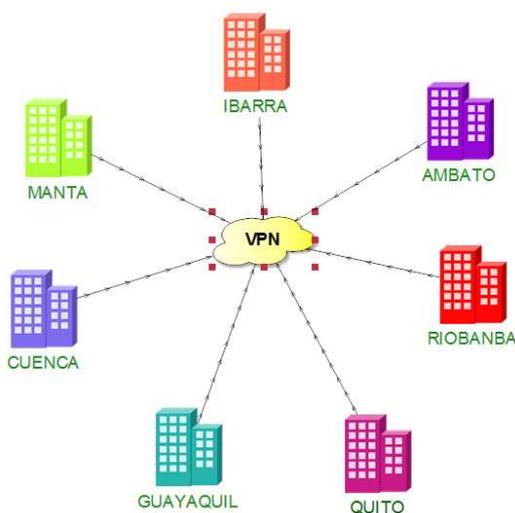


FIGURA 2.1 RED ACTUAL DE SEGUROS COLONIAL

### **2.1.1.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA RED WAN**

El análisis de la red WAN de SEGUROS COLONIAL está enfocado a la seguridad, calidad, confiabilidad y costo de todos los elementos que conforman la misma.

#### **Calidad y Confiabilidad**

El tiempo de respuesta no está garantizado y por lo tanto no son recomendables para aplicaciones críticas.

Si eventualmente el ISP de algunos de los puntos pierde la conexión, la conectividad del enlace deja de existir, lo cual hace crítico el enlace entre las sucursales de SEGUROS COLONIAL.

El ancho de banda real es inferior al contratado, pues no existe calidad en el servicio debido a que el enlace es compartido, por lo tanto el enlace no es confiable.

Debido a que no tienen una red propia los enlaces son contratados con diferentes proveedores dependiendo de la ubicación geográfica de cada sucursal y matriz, lo que impide el buen funcionamiento de la red.

#### **Seguridad**

La red no tiene el nivel de seguridad suficiente, las VPN resultan ser puertas traseras para los atacantes, quienes fácilmente se pueden infiltrar a los dispositivos de los usuarios de la red.

#### **Ubicación Geográfica**

SEGUROS COLONIAL cuenta con sucursales en provincias donde no existe un buen proveedor de Internet, este motivo complica el enlace de estas sucursales con la matriz Quito.

## Costo

SEGUROS COLONIAL debe cubrir un costo económico por cada enlace que necesita para que cada sucursal pueda comunicarse con la matriz, el costo es elevado debido a la ubicación geográfica de las sucursales.

### 2.1.2. ENLACE DE RED LAN

Se realiza un breve estudio de la red LAN para brindar una conectividad óptima.

En la tabla 2.1 se describe la marca, modelo y características de los equipos existentes en la Agencia Quito.

TIPO	MARCA	MODELO	PUERTOS
Switch	Netgeart	GS724T	16
Switch	3COM	4500	26
ROUTER	CISCO	851	4 ETHERNET 1 SERIAL

**TABLA 2.1 EQUIPOS MATRIZ “QUITO”**

#### 2.1.2.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA RED LAN

El análisis de la red interna de Seguros Colonial está enfocado en la ubicación, seguridad y mantenimiento de todos los elementos que conforman la misma.

#### UBICACIÓN

Como se observa en la figura 2.2 los equipos de red como los servidores no se encuentran aislados en un área segura para que solo el administrador tenga acceso a los mismos, se encuentran en una zona estrecha y poco accesible.

En el área actual de los equipos se encuentra otros objetos que no pertenecen al área del cuarto de comunicaciones.

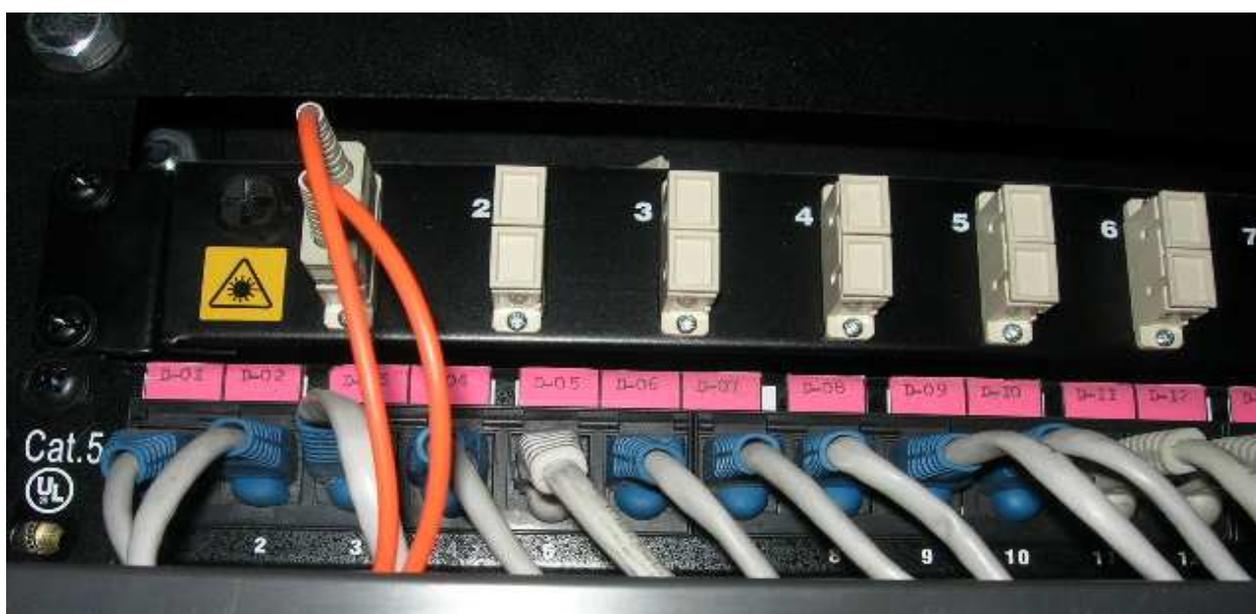


**FIGURA 2.2 UBICACIÓN DE SERVIDORES**

### **SEGURIDAD**

La red se encuentra en riesgo de cualquier tipo de daño sea éste causado por factores externos o por causas del sistema.

En la figura 2.3 se visualiza el enlace de fibra óptica, cualquier individuo puede acceder a ésta, causando daños al enlace.



**FIGURA 2.3 FIBRA ÓPTICA**

## MANTENIMIENTO

En la figura 2.4 se puede observar que los equipos requieren de un mantenimiento correctivo y preventivo para que la comunicación no se vea afectada.



**FIGURA 2.4 SALIDA A INTERNET**

### 2.2. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA RED WAN

Uno de los problemas más críticos en la red WAN actual de SEGUROS COLONIAL es la ubicación geográfica de algunas sucursales y la seguridad, la mejor solución para estos problemas es implementar una red WAN Satelital, que permita tener conectividad con todas las sucursales sin importar su situación geográfica y que los enlaces sean confiables con alta calidad.

#### **Calidad y Confiabilidad**

La red satelital ofrece alta eficiencia ya que presenta cobertura global e inmediata y excelente calidad para el envío de información debido a que presenta disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una BER de  $10^{-7}$ , además adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario.

#### **Seguridad**

La red satelital brinda y estructura una red propia, por lo tanto las políticas de seguridad las maneja la empresa.

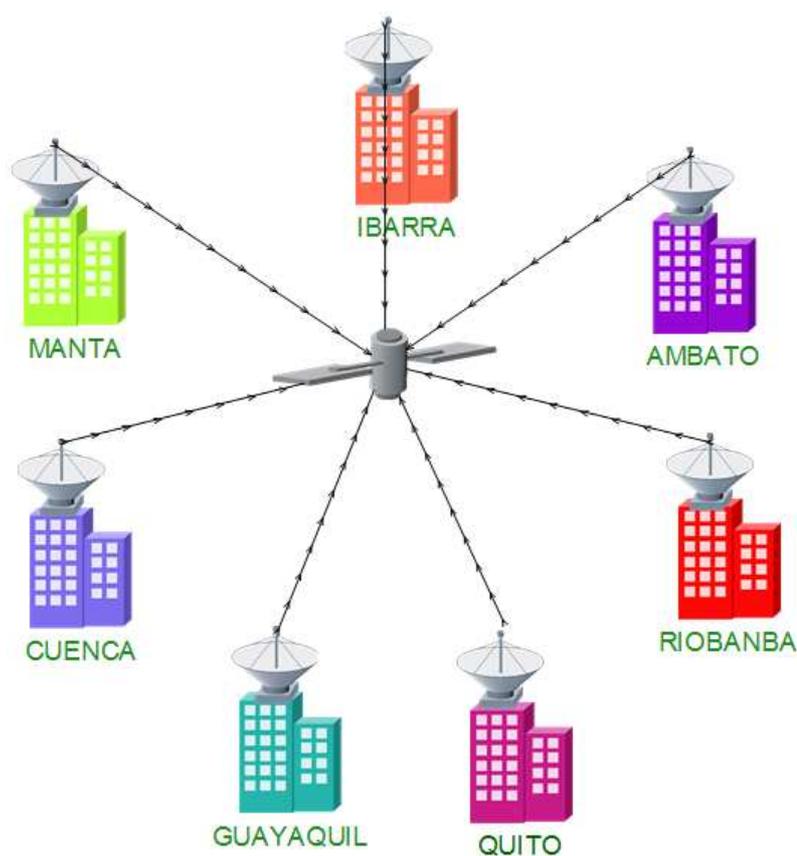
## Costo

Se realiza una inversión fija en equipos y el costo es independiente de la distancia entre enlaces.

## Ubicación Geográfica

Con la red satelital, la disponibilidad del servicio básicamente se puede desplegar en cualquier parte del mundo y acceso total a zonas geográficamente complicadas.

Todas las sucursales interconectadas en estrella mediante el sistema VSAT punto - multipunto (ver figura 2.5)



**FIGURA 2.5 RED VSAT**

### 2.3. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA RED LAN

Se presenta sugerencias para la solucionar los problemas antes mencionados en la sección 2.1.2.

#### UBICACIÓN

Se recomienda la creación de un cuarto específico para la zona del rack como se indica en la figura 2.6, con aire acondicionado para mantener en buen estado los equipos.



**FIGURA 2.6 RACK ORGANIZADO CON SUS EQUIPOS**

#### SEGURIDAD

Se debe crear políticas de seguridad como la adquisición de firewalls, proxy, etc.

#### MANTENIMIENTO

En la tabla 2.2 se indica el estado y la solución para cada elemento de la red.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>ESTADO</b>	<b>TRABAJO</b>
<b>Cables UTP</b>	Regular	Mantenimiento
<b>Rack</b>	Mal ubicado	Limpieza y Traslado
<b>Conectores RJ45</b>	Desgastado	Reemplazo
<b>Servidores</b>	Acceso	Seguridades

<b>Router</b>	Ubicación	Traslado
<b>Switch</b>	Ubicación	Traslado

**TABLA 2.2 RESUMEN DE ELEMENTOS DE RED**

## **2.4. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DEL ENLACE**

Para determinar los requerimientos de la red se realizan algunas preguntas al administrador de la red actual de SEGUROS COLONIAL, este conjunto de preguntas junto al estudio del tráfico de la red de SEGUROS COLONIAL nos guiarán para el diseño de la red.

### **¿Requiere contratar un enlace satelital?**

Es una prioridad para comunicar sucursales de difícil acceso

### **¿Requiere invertir en la red satelital?**

Es una inversión necesaria para una buena conectividad

### **¿Desea administrar la red?**

Se debe manejar internamente toda la información.

### **¿Por qué utilizar INTELSAT?**

Alta calidad y muy buenas referencias.

### **¿Qué servicio utilizará el enlace satelital?**

Se necesita que las agencias de la empresa SEGUROS COLONIAL estén interconectadas entre sí. La transmisión de información debe ser de voz y datos.

### **¿Dónde desea que se encuentre la agencia principal?**

En Ecuador – Quito, sucursal que presenta el mayor tráfico de información que abarca la empresa.

**¿Hay alguna limitación geográfica?**

Al ser satelital, el servicio está disponible en todo el país. Lo importante es tener despejado (tener línea de vista) el sector donde estará ubicada la estación. La antena debe mirar al norte y no puede haber árboles ni edificios por delante.

**¿El sistema VSAT se va implementar con equipos nuevos o con los existentes?**

SEGUROS COLONIAL no cuenta con equipamiento satelital para esto se los va adquirir posteriormente

**¿Si el servicio no funcionara cómo obtengo ayuda?**

El soporte técnico telefónico está disponible las 24 horas los 365 días del año.

**¿Cuántas agencias de la empresa se desea que estén comunicadas?**

En la tabla 2.3 se indica el número de agencias que intervienen en el enlace

PAÍS	EMPRESA	AGENCIA
ECUADOR	SEGUROS COLONIAL	QUITO
		GUAYAQUIL
		CUENCA
		AMBATO
		RIOBAMBA
		IBARRA
		MANTA

**TABLA 2.3 AGENCIAS DE SEGUROS COLONIAL**

## ¿La información a manejarse se considera confidencial?

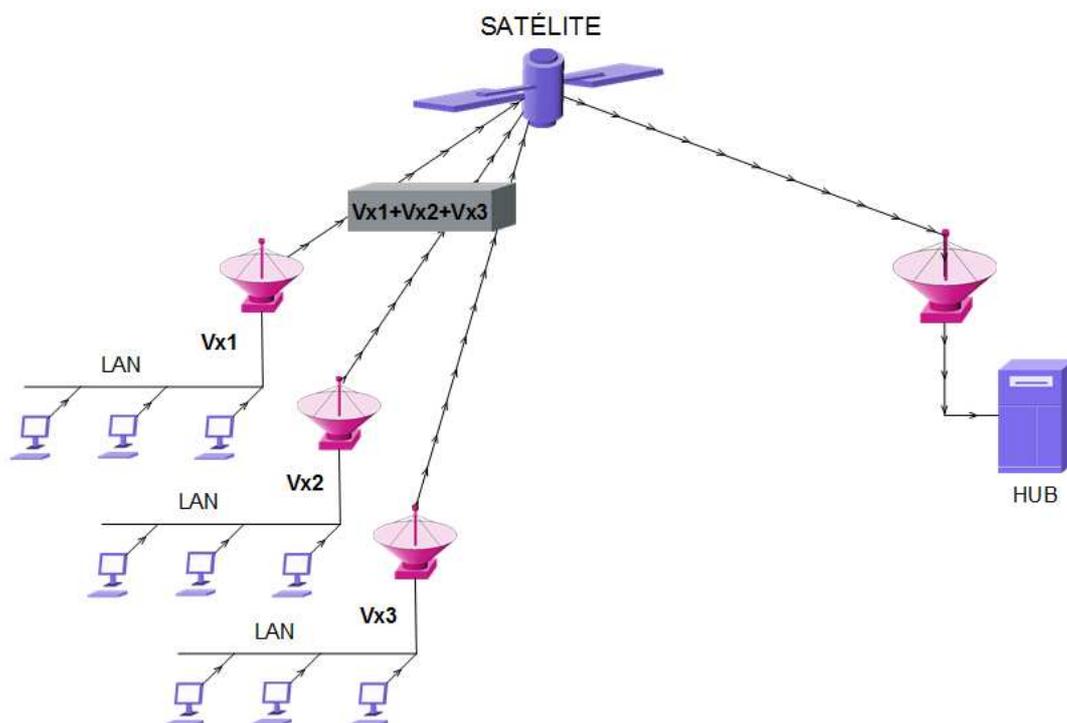
La información que va a ser transmitida debe ser confidencial ya que se enviarán datos del cliente.

## 2.5. TRÁFICO DE LA RED

El cálculo del tráfico se obtuvo de las estadísticas diarias proporcionadas por el Departamento de Sistemas (SEGUROS COLONIAL).

En la figura 2.7 se indica la forma de transmisión de las sucursales hacia la matriz.

En la figura 2.8 y 2.9 se indican las estadísticas de transmisión de 9 usuarios de la red en la Agencia Quito y Agencia Guayaquil respectivamente, con esta información podemos dar un valor aproximado del tráfico en hora pico que cursa por cada red.



**FIGURA 2.7 TRÁFICO DE LA RED**



# NETGEAR GS724T Smart Switch

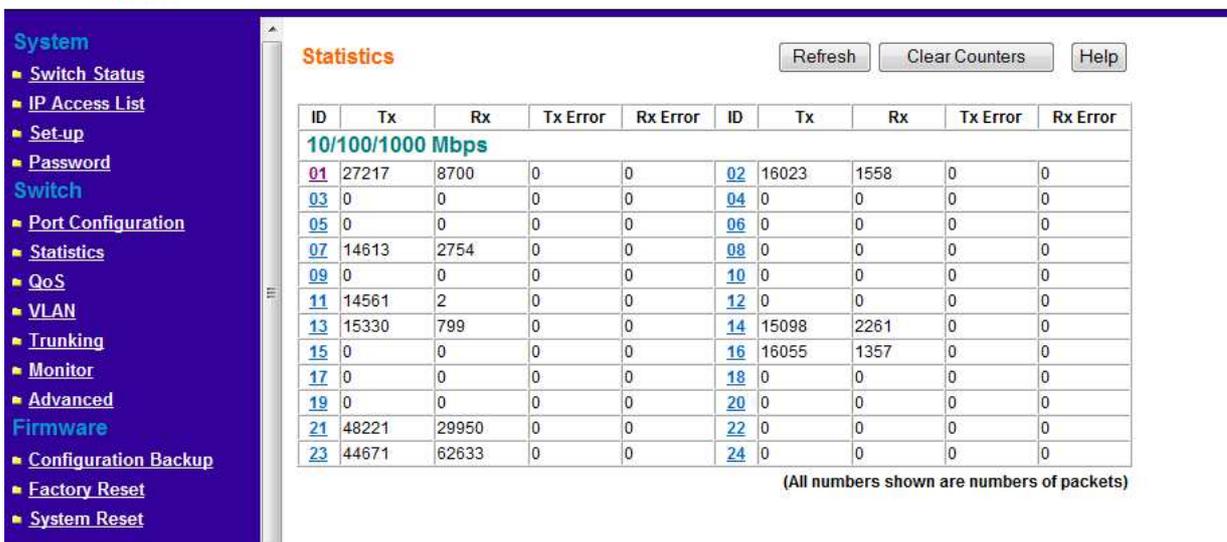


FIGURA 2.8 ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO AGENCIA QUITO (HUB)



# NETGEAR GS724T Smart Switch

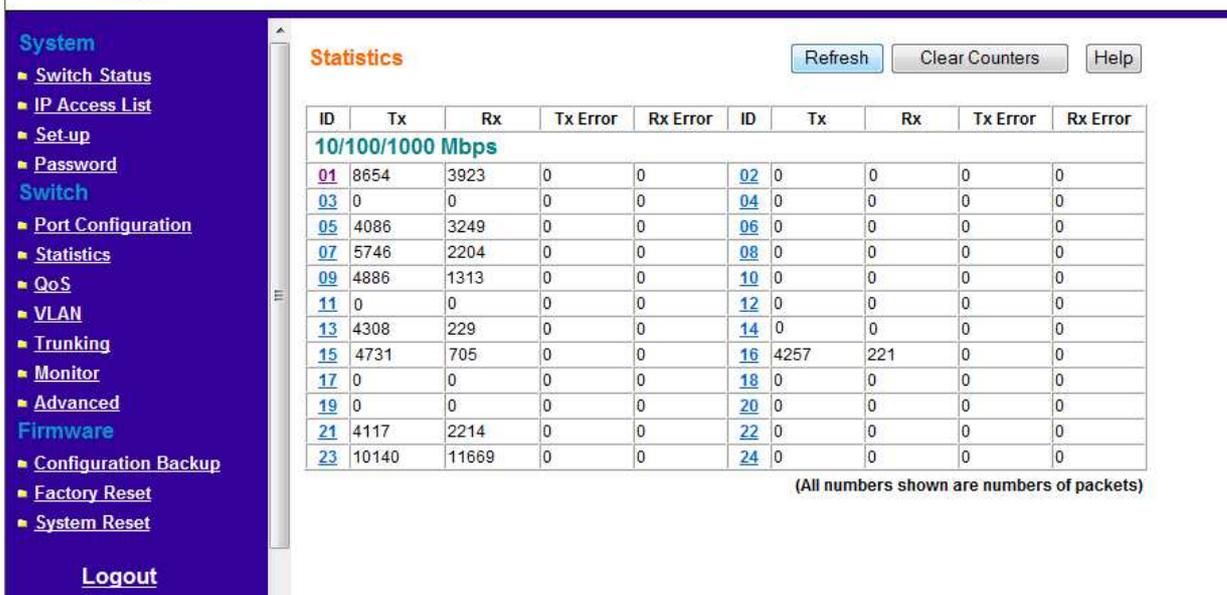


FIGURA 2.9 ESTADÍSTICAS DE TRÁFICO AGENCIA GUAYAQUIL (ESTACIÓN VSAT)

En la tabla 2.4 se indica el número de usuarios en cada agencia, esta información permite determinar el tráfico aproximado para la red.

HUB	NÚMERO DE USUARIOS
MATRIZ AGENCIA QUITO	120
<b>ESTACIONES VSAT</b>	
AGENCIA GUAYAQUIL	100
AGENCIA CUENCA	20
AGENCIA AMBATO	10
AGENCIA RIOBAMBA	20
AGENCIA IBARRA	19
AGENCIA MANTA	15

**TABLA 2.4 USUARIOS DE CADA AGENCIA**

En la tabla 2.5 se indica el resultado de la velocidad de transmisión de cada usuario.

ESTADÍSTICAS DE TRANSMISIÓN		
USUARIO	HUB (KB)	VSAT (KB)
1	27,217	8,654
2	14,613	4,086
3	14,561	5,746
4	15,330	4,886
5	48,221	4,308
6	44,671	4,731
7	16,023	4,717
8	15,098	10,140
9	16,055	4,257
<b>TOTAL (KB)</b>	211,789	51,525

**TABLA 2.5 RESUMEN DE TRÁFICO**

## 2.6. TOTAL DE ANCHO DE BANDA PARA CADA AGENCIA

Con la información de las tablas 2.3 y 2.4 se puede dar un valor aproximado de cada agencia de la siguiente manera.

<b>Vu</b>	=	Velocidad de transmisión de 9 usuarios (ver tabla 2.4)
<b>N</b>	=	Número de usuarios (ver tabla 2.3)
<b>Vp</b>	=	Velocidad de transmisión promedio de cada usuario
<b>Vtotal</b>	=	Velocidad de transmisión total

### 2.6.1. Agencia Quito.

Para obtener la **velocidad de transmisión promedio** de cada usuario (**Vp**) se divide la velocidad de transmisión de 9 usuarios (**Vu**) para 9

$$\mathbf{Vu} = 211,789 \text{ Kbps}$$

$$\mathbf{Vp} = Vu/9$$

$$\mathbf{Vp} = 211,789/9$$

$$\mathbf{Vp} = 23,532 \text{ Kbps}$$

Para obtener la **velocidad de transmisión total** se multiplica la velocidad de transmisión promedio de cada usuario (**Vp**) por el número de usuarios de cada agencia (**N**)

$$\mathbf{Vtotal} = Vp * N$$

$$\mathbf{Vtotal} = 23,532 * 120$$

$$\mathbf{Vtotal} = 2.8 \text{ Mbps}$$

### 2.6.2. Agencia Guayaquil.

Para obtener la **velocidad de transmisión promedio** de cada usuario (**Vp**) se divide la velocidad de transmisión de 9 usuarios (**Vu**) para 9

$$V_u = 51,525 \text{ Kbps}$$

$$V_p = V_u/9$$

$$V_p = 51,525 /9$$

$$V_p = 5,725 \text{ Kbps}$$

Para obtener la **velocidad de transmisión total** se multiplica la velocidad de transmisión promedio de cada usuario (**Vp**) por el número de usuarios de cada agencia (**N**)

$$V_{total} = V_p * N$$

$$V_{total} = 5,725 * 100$$

$$V_{total} = 572,5 \text{ Kbps}$$

Para el diseño de la red se toman los datos del HUB (Agencia Quito) y de la estación VSAT (Agencia Guayaquil) de mayor tráfico, se escoge las peores condiciones para realizar los cálculos del enlace, en la tabla 2.6 se indica la velocidad de transmisión de cada agencia en hora pico donde se registra el mayor consumo de ancho de banda, la agencia con más tráfico es Guayaquil.

HUB	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (Kbps)
MATRIZ AGENCIA QUITO	2048
<b>ESTACIONES VSAT</b>	
AGENCIA GUAYAQUIL	1024
AGENCIA CUENCA	512
AGENCIA AMBATO	384
AGENCIA RIOBAMBA	512
AGENCIA IBARRA	512
AGENCIA MANTA	384

**TABLA 2.6 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE CADA AGENCIA**

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DE LA RED

A partir del estudio realizado de la situación actual de SEGUROS COLONIAL y de sus requerimientos, en este capítulo se procede al diseño en sí de este proyecto, esto también se especifica a nivel de equipos para tener confiabilidad de la red y brindar los servicios de una manera rápida y optimizando recursos.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE RED VSAT

La red satelital a implementar tiene como objetivos la transmisión de voz y datos consta de 7 agencias ubicadas en distintas localidades que a continuación detallaremos en la tabla 3.1.

#### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CIUDADES

Se debe ubicar geográficamente cada ciudad para obtener su latitud y longitud necesarias para el enlace. Desde la figura 3.1 hasta la figura 3.7 se indica la ubicación de todas las agencias que intervienen en el enlace.



**FIGURA 3.1 UBICACIÓN CIUDAD QUITO<sup>7</sup>**

<sup>7</sup> <http://maps.google.es/>



**FIGURA 3.2 UBICACIÓN CIUDAD GUAYAQUIL<sup>8</sup>**



**FIGURA 3.3 UBICACIÓN CIUDAD CUENCA<sup>9</sup>**

<sup>8</sup> <http://maps.google.es/>

<sup>9</sup> <http://maps.google.es/>



**FIGURA 3.4 UBICACIÓN CIUDAD AMBATO<sup>10</sup>**



**FIGURA 3.5 UBICACIÓN CIUDAD IBARRA<sup>11</sup>**

<sup>10</sup> <http://maps.google.es/>

<sup>11</sup> <http://maps.google.es/>



**FIGURA 3.6 UBICACIÓN CIUDAD RIOBAMBA<sup>12</sup>**



**FIGURA 3.7 UBICACIÓN CIUDAD MANTA<sup>13</sup>**

<sup>12</sup> <http://maps.google.es/>

<sup>13</sup> <http://maps.google.es/>

En la tabla 3.1 se indica la ubicación geográfica de la matriz y sucursales de SEGUROS COLONIAL.

	<b>CIUDAD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
1	QUITO	0° 11' S	78° 29' O
2	GUAYAQUIL	2° 12' S	79° 53' O
3	CUENCA	2° 53' S	79° 00' O
4	AMBATO	1° 14' S	78° 37' O
5	RIOBAMBA	1° 40' S	78° 38' O
6	IBARRA	0° 21' N	78° 07' O
7	MANTA	0° 56' S	80° 43' O

**TABLA 3.1 UBICACIÓN DE LAS SUCURSALES**

### **3.3. SELECCIÓN Y ARGUMENTACIÓN DEL SATÉLITE A UTILIZAR.**

Para escoger el satélite se debe tomar en cuenta la cobertura, sobre todo en las ciudades donde se encuentran las sucursales, es decir todo el territorio ecuatoriano.

Se utiliza los servicios satelitales de propiedad de la compañía INTELSAT, ya que estos nos proporcionan un servicio dirigido a redes para transmisión de datos los cuales poseen características que se acoplan a nuestros requerimientos, como las siguientes:

INTELSAT brinda aplicaciones de transmisión de voz, datos y videoconferencia, ofrece transpondedores alquilados por unidades de segmento espacial de 0,1 MHz y múltiplos de la misma hasta segmentos de 9, 18, 36 y 72 MHz en las tres regiones oceánicas por las bandas C y Ku.

En la tabla 3.2 se indican los satélites preseleccionados por su cobertura que pueden ser de utilidad en el enlace.

SATÉLITE	BANDA	POTENCIA EN LA ZONA
IS-1R at 315°E	Ku	ALTA
IS-805 at 304.5°E	Ku	ALTA
IS-1705 at 310°E	Ku y C	Ku_BAJA y C_ALTA
IS-14 at 315°E	C	ALTA

**TABLA 3.2 GRUPO DE SATÉLITES PRESELECCIONADOS POR LA ZONA DE COBERTURA**

### 3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SATÉLITES

El satélite IS-1R tiene una cobertura sobre toda la zona del Ecuador con una potencia máxima de 52 dBW, en banda Ku (ver figura 3.8).



**FIGURA 3.8 HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-1R<sup>14</sup>**

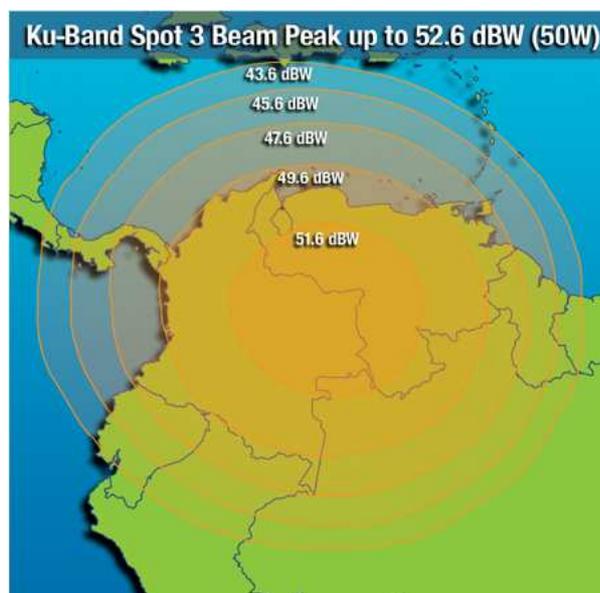
El satélite IS-805 tiene una cobertura sobre toda la zona del Ecuador con una potencia máxima de 52,7 dBW, en banda Ku (ver figura 3.9).

<sup>14</sup> SATELITE IS-1R <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>



**FIGURA 3.9 HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-805<sup>15</sup>**

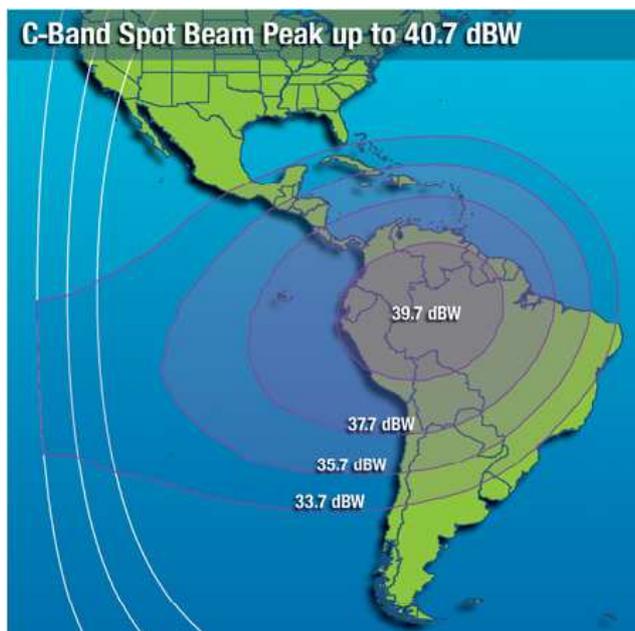
El satélite IS-705 tiene una cobertura sobre toda la zona del Ecuador con una potencia máxima de 45,6 dBW, en banda Ku y 39,7 dBW en banda C (ver figura 3.10 y 3.11).



**FIGURA 3.10 HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-705 BANDA KU<sup>16</sup>**

<sup>15</sup> SATELITE IS-805 <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>

<sup>16</sup> SATELITE IS-705 BANDA KU <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>



**FIGURA 3.11 HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-705 BANDA C<sup>17</sup>**

El satélite IS-14 tiene una cobertura sobre toda la zona del Ecuador con una potencia máxima de 42,4 dBW en banda C (ver figura 3.12).



**FIGURA 3.12 HAZ DE COBERTURA SATÉLITE IS-14 BANDA C<sup>18</sup>**

<sup>17</sup> SATELITE IS-705 BANDA C <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>

<sup>18</sup> SATELITE IS-14 BANDA C <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>

Con la información recopilada de los satélites que se ubican en la zona de cobertura requerida se selecciona el sistema satelital **INTELSAT IS-805 at 304.5° E**, el cual opera en la banda Ku y su potencia máxima es la más alta (52,7 dBW) entre el grupo de satélites escogidos.

### ARGUMENTOS PARA LA SELECCIÓN DEL SATÉLITE INTELSAT IS-805

Tiene cobertura en toda Sudamérica y su principal haz de cobertura está apuntando a Ecuador, Colombia, Perú y Venezuela.

El haz zonal del satélite cubre perfectamente al Ecuador, lo que concentra la potencia del mismo sobre éste, facilitando que el enlace obtenga mayor calidad.

Gracias a la potencia que ofrece sobre esta zona y a que la atenuación es mínima, optimiza el tamaño de las estaciones terrenas así como de las antenas de transmisión y recepción.

Es capaz de actualizar y reconfigurar en tiempo real sus haces de cobertura.

En la figura 3.13 se indica las características del satélite Intelsat IS 805.

Steerable Beam Key Parameters		
<b>Total Transponders</b>	C-Band:	up to 36 (in equiv. 36 MHz units)
	Ku-Band:	up to 6 (in equiv. 36 MHz units)
<b>Polarization</b>	C-Band:	Linear - Horizontal or Vertical
	Ku-Band:	Linear - Horizontal or Vertical
<b>e.i.r.p. (Edge of Coverage to Beam Peak)(C-Band)</b>	Hemi Beam:	37.5 up to 43.0 dBW
<b>Uplink Frequency</b>	C-Band:	5850 to 6650 MHz
	Ku-Band:	14.00 to 14.25 GHz
<b>Downlink Frequency</b>	C-Band:	3400 to 4200 MHz
	Ku-Band:	12.50 to 12.75 GHz
<b>G/T (Edge of Coverage) (C-Band)</b>	Hemi Beam:	-8.0 up to -3.4 dB/K
<b>G/T (Beam Peak) (Ku-Band)</b>	Spot 1:	Up to 6.2 dB/K
<b>Edge of Coverage SFD Range</b>	C-Band:	-89.0 to -70.0 dBW/m <sup>2</sup>
	Ku-Band:	-96.0 to -74.0 dBW/m <sup>2</sup>

**FIGURA 3.13 CARACTERÍSTICAS DETALLADAS DEL SATELITE <sup>19</sup>**

<sup>19</sup> CARACTERÍSTICAS DETALLADAS DEL SATELITE <http://www.intelsat.com/flash/coverage-maps/index.html>

### **3.4. SELECCIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA FRECUENCIA DE TRABAJO<sup>[9]</sup>**

La frecuencia de trabajo depende de la disponibilidad de la zona de cobertura donde va a instalarse la red y que disponga de la banda deseada (ver haz de cobertura figura 3.9)

Hay que tener en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de estas bandas.

#### **3.4.1. Banda C:**

##### **Ventajas**

Disponibilidad mundial

Tecnología barata

Robustez contra atenuación por lluvia

##### **Desventajas**

Antenas grandes (1 a 3 metros)

Susceptible de recibir y causar interferencias desde satélites adyacentes y sistemas terrestres que compartan la misma banda (Se necesitaría en algunos casos recurrir a técnicas de espectro ensanchado y CDMA).

#### **3.4.2. Banda Ku:**

##### **Ventajas**

Uso más eficiente de la capacidad del satélite ya que al no estar tan influenciado por las interferencias, se puede usar técnicas de acceso más eficientes como FDMA o TDMA frente a CDMA que hace un uso menos eficaz del ancho de banda.

Antenas más pequeñas (0.6 a 1.8 m)

### Desventajas

Hay regiones donde no está disponible.

Más sensible a las atenuaciones por lluvia.

Tecnología más cara.

### ARGUMENTOS PARA LA ELECCIÓN DE LA BANDA KU

Para el diseño, se utiliza un satélite que trabaja en la banda Ku, además una ventaja significativa es el uso de antenas de menor tamaño y mejor uso de la capacidad del satélite.

### 3.5. DETERMINACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DE LA TOPOLOGÍA A UTILIZAR.

Las topologías se describen en la sección 1.4.2, en la tabla 3.3 se indica las ventajas y desventajas de cada topología.

TOPOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>ESTRELLA</b>	Si el enlace entre una estación y el HUB cae, las demás estaciones permanecen enlazadas. Solamente necesita de un enlace punto a punto.	Si el HUB cae, la red pierde comunicación Si el enlace de la estación al HUB cae, la estación queda incomunicada
<b>MALLA</b>	Garantiza la conexión Permite tráfico directamente entre dispositivos	Necesita de enlaces punto a punto con cada estación Costo elevado

**TABLA 3.3 TOPOLOGÍAS<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> TOPOLOGÍAS [http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo7\\_99.00/redest.htm](http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo7_99.00/redest.htm)

## ARGUMENTOS PARA LA ELECCIÓN DE LA TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

Para el sistema a implementar se escoge la topología tipo **ESTRELLA**, ya que las comunicaciones se deben centralizar en la matriz QUITO, cada sucursal tiene un enlace punto a punto dedicado con la matriz, no se necesita comunicación directa entre sucursales.

### 3.6. DETERMINACIÓN Y ARGUMENTACIÓN DEL MÉTODO DE ACCESO A UTILIZAR

Se realiza una descripción breve de cada técnica de acceso, con esta información se realiza una comparación entre estos métodos. (ver tabla 3.4) <sup>[7]</sup>

MÉTODO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FDMA	<p>Asignación de Frecuencias, acceso continuo y controlado del canal. Se recomienda cuando existen pocos nodos con mucho tráfico, con poco ancho de banda a velocidades bajas (menores que 128 Kbps).</p> <p>SCPC/FDMA tiene una capacidad del 100% (cero retardos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Disponibilidad fija del canal</li> <li>-No se requiere control centralizado</li> <li>-Terminales de bajo costo.</li> <li>-Usuarios con diferentes capacidades pueden ser acomodados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Requiere back off de intermodulación(bandas de guarda), esto reduce el caudal eficaz del transponder.</li> <li>-Sistema muy rígido, cambios en la red hace difícil el reasignamiento.</li> <li>-El ancho de banda se incrementa conforme el número de nodos aumenta.</li> </ul>

TDMA	<p>Asignación de ranuras de tiempo. Cada portadora ocupa diferente ranura. Se recomienda para muchos nodos con tráfico moderado. DAMA se recomienda para muchos nodos con poco tráfico. TDMA tiene una capacidad del 60% al 80%.</p>	<p>-Optimización del ancho de banda -La potencia y ancho de banda del transpondedor es totalmente utilizado.</p>	<p>-Tiempos de guarda y encabezados reducen el caudal eficaz. -Requiere de sincronización centralizada. -Terminales de alto costo</p>
CDMA	<p>Asignación de códigos a cada usuario. CDMA Capacidad del canal del 10%.</p>	<p>-Se trasmite a baja potencia -Control no centralizado, canales fijos. -Inmune a la interferencia.</p>	<p>- Requiere de gran ancho de banda. - Existe un número limitado de códigos ortogonales. - Trabajan solo eficientemente con velocidades preseleccionadas.</p>

### TABLA 3.4 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE <sup>21</sup>

#### ARGUMENTOS PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE ACCESO.

El método de acceso elegido es TDMA, por la optimización de ancho de banda asignado a cada estación, se adapta a la topología tipo estrella, además solo se utiliza una portadora para el enlace.

TDMA consiste en el acceso al medio por división de tiempo. Al Instante de Tiempo (slot) dentro de la trama asignado a cada usuario puede accederse en forma aleatoria (random), en forma preasignada (localización determinista) o por

<sup>21</sup> COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE [HTTP://WWW.EVELIUX.COM/MX/VIA-SATELITE-ANTENAS-ENLACE-SATELITAL-METODOS-DE-ACCESO.PHP](http://www.eveliux.com/mx/via-satelite-antenas-enlace-satelital-metodos-de-acceso.php)

demanda. En este caso las estaciones accederán por demanda. En TDMA sobre el satélite se forma una secuencia de tramas compuestas de slot. El Burst contiene un tiempo de guarda inicial, un preámbulo, el paquete de datos y un post-ámbulo. El paquete de datos se compone de una bandera inicial y final, el campo de direcciones, el control de enlace, los datos de usuario y el control de errores.

Además es económico porque se usa de forma óptima el ancho de banda y no se deben pagar los altos costos de un ancho de banda dedicado, que puede estar ocioso (sin uso).

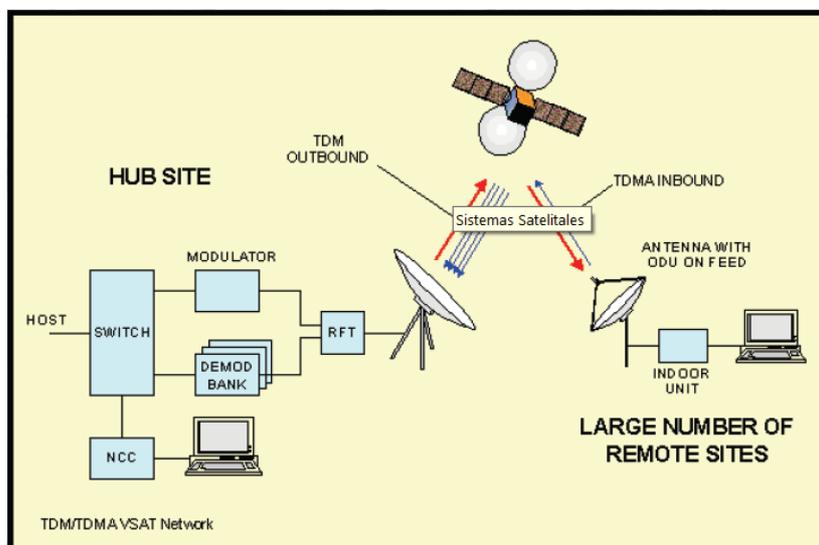
En cada instante sólo está presente una portadora, por lo que no existen problemas de intermodulación y se puede hacer trabajar al amplificador del transponder en saturación, obteniéndose un máximo de rendimiento. El inconveniente de esta técnica de acceso es que requiere una temporización estricta y una gran capacidad de almacenamiento y procesamiento de la señal.

El esquema TDMA requiere una sincronización única para identificación de los límites de trama y ráfaga. Por esta razón, el HUB envía información sobre el retraso de ida y vuelta real en el HUB a cada VSAT. Las VSAT usan estos datos y la información pertinente a la localización geográfica para ajustar el tiempo de transmisión dentro de la trama TDMA.

Si una VSAT pierde sincronización al utilizar TDM, se deshabilita la transmisión, pero automáticamente comienza un nuevo proceso de inicialización readquiriendo sincronización.

### 3.7. DESCRIPCIÓN DEL ENLACE CON EL MÉTODO TDM/TDMA

El tráfico se divide en dos, enlace de subida inbound (utiliza TDMA) y enlace de bajada outbound (TDM) (referenciado al HUB). (Ver figura 3.14)



**FIGURA 3.14 ENLACE TDM/TDMA<sup>22</sup>**

El outbound lo utiliza el HUB y se realiza a una tasa de transferencia alta utilizando TDM, generalmente lo hace en forma de broadcast para todas las estaciones remotas

Las terminales utilizan el inbound, éstas comparten el ancho de banda para la transmisión, una vez conseguido el medio transmiten con la técnica TDMA, los slots para transmitir pueden estar previamente establecidos o asignarse dinámicamente.

### 3.8. PROVEEDORES DE EQUIPAMIENTO

Se debe buscar una tecnología que cumpla con los requerimientos de la empresa, como características de desempeño y disponibilidad de la nueva red. Para ello se cuenta con varios distribuidores de equipos, se ha seleccionado entre dos empresas con tecnología de punta y confiables.

<sup>22</sup> [http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes\\_Satelitales\\_v2.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes_Satelitales_v2.pdf)

## **Tecnología INTERSKY VSAT**

### **Tecnología CISCO VSAT**

#### **3.8.1. SISTEMA INTERSKY <sup>[10]</sup>**

El sistema Shiron, InterSKY de comunicación satelital de banda ancha, provee Internet rápido y efectivo, multimedia Interactivo y una amplia gama de aplicaciones IP. InterSKY es innovador y costo-efectivo, brinda acceso IP banda ancha de alta calidad hasta en los lugares más remotos.

InterSKY permite a proveedores de servicio y empresas conectar clientes, negocios, oficinas remotas, telecentros rurales, ISP's regionales, colegios e instituciones gubernamentales, todas las opciones de redes IP. El sistema integra triple play al Internet: servicio de voz, data y video a clientes en cualquier lugar incluso en regiones que no tienen infraestructura terrestre. El sistema está libre de congestión que es frecuente en comunicación terrestre.

InterSKY funciona en su capacidad total en cualquier condición de ambiente climático, proveyendo conexión de alta calidad en todos los climas. Como está diseñado a prueba de lluvias, el sistema otorga a los proveedores de servicio la oportunidad de ofrecer mayor velocidad sin cambiar los equipos o agregar ancho de banda adicional.

#### **3.8.2. CARACTERÍSTICAS SISTEMA INTERSKY<sup>[10]</sup>**

La tecnología comprobada de Ancho de Banda por Demanda (BOD), basada en característica de BM-FDMA/MF-TDMA de InterSKY, provee mejoras de 30%-50% en eficiencia del segmento satelital, junto a alta calidad de conectividad.

El sistema InterSKY permite la configuración independiente de niveles de datos en la entrada y salida (inbound y outbound)

InterSKY cuenta con la más alta relación bits/Hertz que cualquier otro sistema en el mercado con 8PSK turbo bi-direccional. Esto significa mejor conectividad de

banda ancha satelital, a razón de 30%-50% menos ancho de banda que otras tecnologías de competencia.

InterSky fue diseñado para proveer servicio de alta calidad en toda condición climatológica. Cuenta con Control de Energía Automático (APC), Control de Nivel de Tráfico (TRC) y Automatic Uplink Power Control (AUPC), Variable Coding & Modulation (VCM) y Adaptive Coding & Modulation (ACM), el sistema ofrece conectividad de alta calidad que es virtualmente a prueba de lluvias.

### **3.8.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUB CENTRAL <sup>[10]</sup>**

La familia de estaciones centrales InterSKY de Shiron, comprende una serie de soluciones para HUB, flexibles, escalables y modulares, con la más alta calidad de servicio de banda ancha satelital, de la manera más óptima.

El diseño modular y la flexibilidad inherente de InterSKY permiten que una estación central brinde soporte a diferentes satélites y transpondedores, aprovechando a su vez el segmento espacial. Los clientes de InterSKY pueden comenzar inicialmente con una estación central PAMA (Asignación Permanente de Acceso Múltiple o 'Permanent Assignment Multiple Access', por sus siglas en Ingles), para pequeñas redes e invertir según se expanden. La estación central PAMA de InterSKY puede transformarse en un MacroHub completo, que soporta una red de miles de salidas remotas. Con la arquitectura escalable de InterSKY su inversión crece junto con su red.

En la figura 3.15 se indica los diferentes tipos de HUB con tecnología InterSKY.

PAMA	Compacto	Mini	Ultra
			
Inicio para enlaces dedicados	Tamaño compacto – para servicios dedicados y compartidos.	Tamaño Mediano – para servicios dedicados y compartidos.	Comprehensivo – para servicios dedicados y compartidos.
estación Central sin manejo directo	estación Central manejada	estación Central manejada	estación Central manejada
Enlaces DVB-S o DVB-S2 / SCPC	DVB-S o DVB-S2 BoD & CC (Clear Channel)	DVB-S o DVB-S2 BoD & CC (Clear Channel)	DVB-S o DVB-S2 BoD & CC (Clear Channel)
Star, Multi-Star, Multi-satelite, Multi-Transponder y Mesh	Star, Multi-Star, Multi-satelite, Multi-Transponder y Mesh	Star, Multi-Star, Multi-satelite, Multi-Transponder y Mesh	Star, Multi-Star, Multi-satelite, Multi-Transponder y Mesh
Modular y escalable	Modular y escalable	Modular y escalable	Modular y escalable
8PSK Turbo en ambos: outbound e inbound	8PSK Turbo en ambos: outbound e inbound	8PSK Turbo en ambos: outbound e inbound	8PSK Turbo en ambos: outbound e inbound
Hasta 30 Usuarios	Hasta 50 Usuarios	Hasta 300 Usuarios	Hasta 10,000 Usuarios

**FIGURA 3.15 TIPOS DE HUB<sup>23</sup>**

### 3.8.2.2. CARACTERÍSTICAS DE ESTACIONES REMOTAS VSAT

InterSKY ofrece una amplia selección de estaciones remotas para proveer servicios de banda ancha satelital IP bi-direccional.

- Acceso a Internet de Múltiples PC's
- Múltiples líneas de Voz sobre IP (VoIP)

<sup>23</sup> [http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes\\_Satelitales\\_v2.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes_Satelitales_v2.pdf)

- Redes corporativas
- Aplicaciones de 'Trunking' como acceso inalámbrico
- Telefonía.

En la figura 3.16 se indica los diferentes tipos de estaciones terrenas VSAT con tecnología InterSKY.

iRG15	iRG20	iRG-S2
		
Versión de mesa con enganches de pared de 19" (opcional), y Cable de Alimentación de Energía externo <b>SALIDA 'OUTBOUND' / RECIBIR</b>		
DVB-S	DVB-S	DVB-S & DVB-S2
Recibidor Sencillo	Recibidor Sencillo	Recibidor Sencillo
Transpondedor de Alta Capacidad	Transpondedor de Alta Capacidad	Transpondedor de Alta Capacidad
<b>ENTRADA 'INBOUND' / TRANSMISION</b>		
Capacidad BoD	Capacidad BoD	Capacidad BoD
Capacidad Clear Channel	Capacidad Clear Channel (opcional)	Capacidad Clear Channel (opcional)
Capacidad SCPC	Capacidad SCPC	Capacidad SCPC
Funciona en redes Star y Mesh	Funciona en redes Star y Mesh	Funciona en redes Star y Mesh
Hasta 512Kbps	Expandible 2Mbps	Expandible 2Mbps
<b>CONEXIÓN LAN</b>		
Routed	Routed	Routed
10/100 BaseT Ethernet	10/100 BaseT Ethernet	10/100 BaseT Ethernet
<b>AVANZADO</b>		
VLAN Tagging / MPLS	VLAN Tagging / MPLS	VLAN Tagging / MPLS
Cliente QoS (Opcional)	Cliente QoS (Opcional)	Cliente QoS (Opcional)

**FIGURA 3.16 TIPOS DE VSAT<sup>24</sup>**

<sup>24</sup> [http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes\\_Satelitales\\_v2.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes_Satelitales_v2.pdf)

En la figura 3.17 se indica la red satelital con tecnología Intersky.



**FIGURA 3.17 TECNOLOGÍA INTERSKY<sup>25</sup>**

### 3.8.3. CISCO VSAT<sup>[11]</sup>

El Cisco IP por satélite VSAT es un módulo de red WAN, dispone de banda ancha vía satélite para la conectividad de dos sitios remotos y sucursales. Utilizando la red de satélites altamente confiable y disponible en todas partes, el módulo IP de Cisco VSAT puede proporcionar copias de seguridad de la configuración del equipo, del enlace WAN para sucursales de empresas, en caso de fallo de conexión primaria, aumentando así la confiabilidad de la red.

El módulo NM-VSAT por satélite permite tener servicios WAN para sitios remotos, mejora la confiabilidad de la red WAN y proporciona conectividad de banda ancha a lugares remotos donde los servicios terrestres de banda ancha no están disponibles.

<sup>25</sup> <http://www.shiron.com/spanish/products.htm>

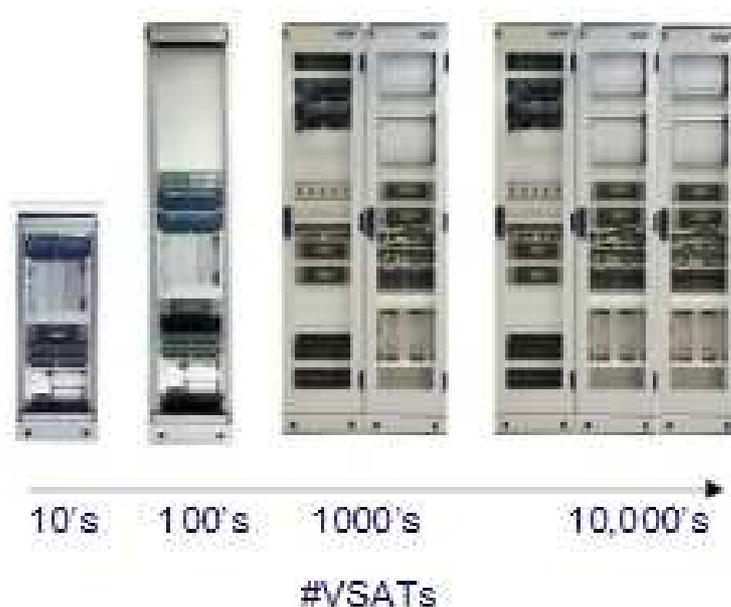
### **3.8.4. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS CISCO<sup>[11]</sup>**

#### **3.8.4.1. CARACTERÍSTICAS DEL HUB CENTRAL**

Las estaciones centrales comprenden una serie de soluciones para HUB, flexibles, escalables y modulares, con la más alta calidad de servicio de banda ancha satelital, de la manera más óptima.

- Outbound rates: 384kb/sec - 8MB/Sec
- Inbound rates: 64kb/sec - 2Mb/sec
- Óptima encapsulación
- Turbo codificación FEC
- 8PSK modulación
- Sistema de acceso flexible
- Dos opciones de redundancia
- Excelente desempeño

En la figura 3.18 se indica los diferentes tipos de HUB con tecnología CISCO.

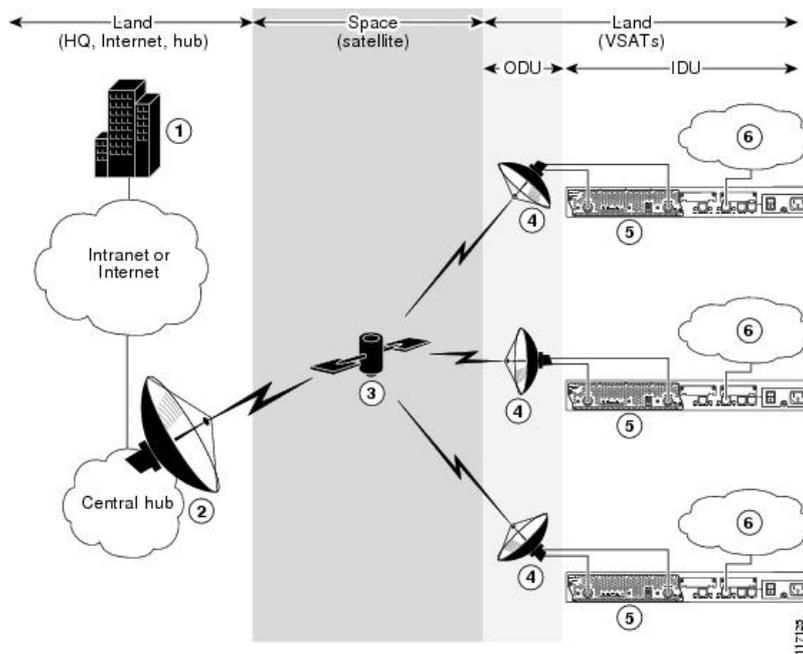


**FIGURA 3.18 TIPOS DE HUB<sup>26</sup>**

#### **ADAPTADOR FÍSICO PARA EL ENLACE SATELITAL<sup>[10]</sup>**

La NM-1VSAT es un módulo de red (ver figura 3.19) que se incorpora al router Cisco. El módulo conforma la unidad interior (IDU) de una VSAT o la estación terrena de una red de comunicaciones por satélite. El NM-1VSAT módulo de red GILAT sirve como interfaz entre la ODU y la LAN VSAT. La ODU recibe y envía señales a un satélite, y el satélite envía y recibe señales de un eje central ligado a la tierra, que controla toda la operación de la red de satélite. En la figura 3.20 se da una descripción de la forma de integración de equipos Cisco con la red satelital.

<sup>26</sup> <http://www.scribd.com/doc/6927226/22-SkyEdge-Basic-Hub-Product>



**FIGURA 3.19 CONEXIÓN DE RED CON EQUIPO CISCO<sup>27</sup>**

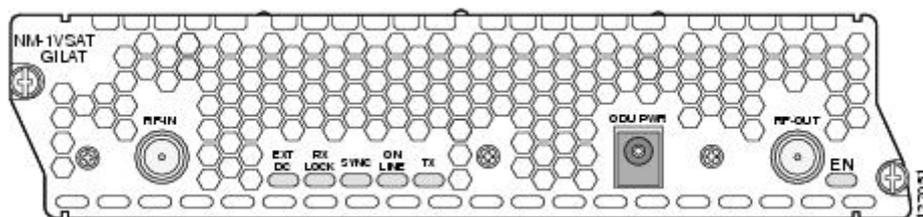


**FIGURA 3.20 TARJETA PARA ENLACE VSAT CISCO<sup>28</sup>**

En la figura 3.21 se indica la tarjeta VSAT de la parte frontal

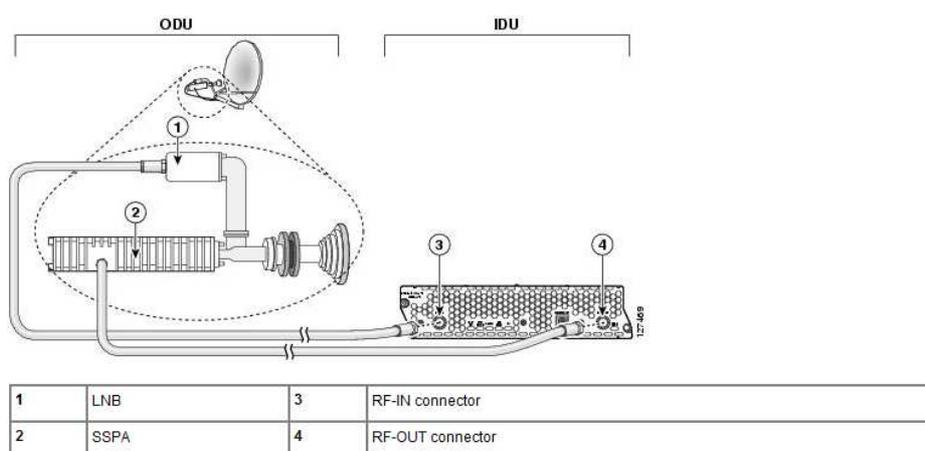
<sup>27</sup> [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_3t/12\\_3t14/feature/guide/gtstltnm.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t14/feature/guide/gtstltnm.html)

<sup>28</sup> [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_3t/12\\_3t14/feature/guide/gtstltnm.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t14/feature/guide/gtstltnm.html)



**FIGURA 3.21 TARJETA VSAT VISTA FRONTAL<sup>29</sup>**

En la figura 3.22 se indica la conexión física entre la unidad interior y la unidad exterior.



**FIGURA 3.22 CONEXIÓN FÍSICA<sup>30</sup>**

**Unidad interior (IDU)**, que en general sirve para conectar la red local a través del enlace satelital.

**Unidad exterior (ODU)**, que incluye una "pequeña" antena de 2 a 6 pies [0.5 a 2 m] de diámetro y sus componentes, que se muestra en la tabla 3.5 La ODU es típicamente montado en un techo del edificio o de la pared exterior, o se colocan en el suelo.

<sup>29</sup> [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_3t/12\\_3t14/feature/guide/gtstltnm.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t14/feature/guide/gtstltnm.html)

<sup>30</sup> [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_3t/12\\_3t14/feature/guide/gtstltnm.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t14/feature/guide/gtstltnm.html)

<b>COMPONENTES ODU</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Bloque de Bajo Ruido Low noise block converter (LNB)	Amplifica y convierte las señales del satélite de alta frecuencia en señales de más baja frecuencia.
Filtro	Filtra las señales transmitidas de manera que sólo las señales recibidas del satélite entran en el LNB.
Antena	Captura de señales y transmite la energía en el reflector.
Transductor Ortomodal Orthomode Transducer (OMT)	Separa las señales de transmisión de las señales recibidas, que tienen diferentes tipos de polarización y frecuencia.
Convertido de estado sólido y amplificador de potencia. (SSPA)	Amplifica y convierte las señales de baja frecuencia de la UDI a las señales de alta frecuencia para la transmisión a través del enlace satelital.
Reflector	De superficie plato cóncavo que concentra la energía recibida del satélite para la región de alimentación y que transfiere la energía transmitida de alimentación del satélite.

**TABLA 3.5 COMPONENTES ODU<sup>31</sup>**

### **3.8.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS EQUIPOS**

En la tabla 3.6 se indica los parámetros del router Cisco

<sup>31</sup> [http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12\\_3t/12\\_3t14/feature/guide/gtstltnm.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_3t/12_3t14/feature/guide/gtstltnm.html)

<b>PARÁMETRO</b>	<b>SISTEMA VSAT</b>
	<b>CISCO</b>
FORMATO	MF-TDMA
FRECUENCIA DE TRANSMISIÓN	950-1525 MHz
MODULACIÓN	QPSK
PROTOCOLOS	TCP/IP, UDP, IP, IGMP, RIP
INTERFACES FÍSICAS	IP
PROTOCOLO DE RED	TCP/IP, UDP, IP
RANGO DE TEMPERATURA	5° - 50° C
HUMEDAD	95% sin condensar de 0° a 50°C
	95% sin condensar a 65°C
DATOS	DATOS, VIDEO O VOZ
TASA DE SIMBOLO	2,5 HASTA 58 Mbps

**TABLA 3.6 CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA VSAT<sup>32</sup>**

En la tabla 3.7 se indica las frecuencias para cada banda en las que trabaja el HUB y las VSAT

<b>ITEM</b>	<b>HUB</b>	<b>VSAT</b>
BANDA DE FRECUENCIA	14-14,5 GHz en banda Ku	14-14,5 GHz en banda Ku
PARA TRANSMISIÓN	5,925-6,425 GHz en banda C	5,925-6,425 GHz en banda C
BANDA DE FRECUENCIA	10,7-12,75 GHz en banda Ku	10,7-12,75 GHz en banda Ku
PARA TRANSMISIÓN	3,625-4,2 GHz en banda C	3,625-4,2 GHz en banda C

**TABLA 3.7 FRECUENCIAS DE TRABAJO<sup>33</sup>**

<sup>32</sup> CISCO SYSTEM (2009), CISCO VSAT

<sup>33</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite\\_de\\_comunicaciones](http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_de_comunicaciones)

En la tabla 3.8 se indica las características técnicas para las estaciones terrestres del HUB y las VSAT.

ITEM	HUB	VSAT
<b>Tipo de antena</b>	Reflector doble Cassegrain	Reflector simple offset
<b>Diámetro</b>	2-5 m en hub pequeño 5-8 m en hub medio 8-10 m en hub grande	1,8 - 3,5 m en banda C  1,2 - 1,8 m en banda Ku
<b>Aislamiento TX/RX</b>	30 dB	35 dB
<b>Polarización</b>	Lineal ortogonal en banda Ku	Lineal ortogonal en banda Ku
	Circular ortogonal en banda C	Circular ortogonal en banda C
<b>Relación de onda estacionaria</b>	<1,25	<1,3
<b>Ajuste de polarización</b>	90° para polarización lineal	90° para polarización lineal
<b>Nivel de lóbulo secundario</b>	25-29 dB	25-29 dB
<b>Excursión en azimut</b>	120°	160°
<b>Excursión en elevación</b>	3°-90°	3°-90°
<b>Viento</b>	Estación en operación: hasta 70 Km/h  Soporta: hasta 180 Km/h	Estación en operación: hasta 100 Km/h  Soporta: hasta 210 Km/h
<b>Deshielo</b>	Eléctrico	Opcional

**TABLA 3.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ANTENA<sup>34</sup>**

<sup>34</sup> <http://www.ts2.pl/?gclid=CICcqdfawaMCFRCenAod4EQ5Zw>

En la tabla 3.9 se indica las características técnicas de potencia estaciones terrestres del HUB y las VSAT.

ITEM	HUB	VSAT
Potencia	<p><b>En amplificadores SSPA:</b> 3-15 W en banda Ku 5-20 W en Banda C</p> <p><b>En amplificadores TWT:</b> 50-150W en banda Ku 100-200 W en banda C</p>	<p><b>En amplificador SSPA:</b> 0,5-5 W en banda Ku 3-30 W en banda C</p>
Escalones de frecuencia	100 Khz a 500 Kz	100 Khz

**TABLA 3.9 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIA<sup>35</sup>**

En la tabla 3.10 se indica las especificaciones de BER para el equipo cisco.

Especificaciones del equipo			
BER	1/2 Rate	3/4 Rate	7/8 Rate
10(-3)	4.2 dB	5.2 dB	6.4 dB
10(-4)	4.8 dB	6.0 dB	7.2 dB
10(-5)	5.4 dB	6.7 dB	7.9 dB
10(-6)	6.0 dB	7.5 dB	8.6 dB
10(-7)	6.6 dB	8.2 dB	9.2 dB

**TABLA 3.10 RELACIÓN BER/(Eb/No) EQUIPO<sup>36</sup>**

En la tabla 3.11 se indica las especificaciones de BER estándar.

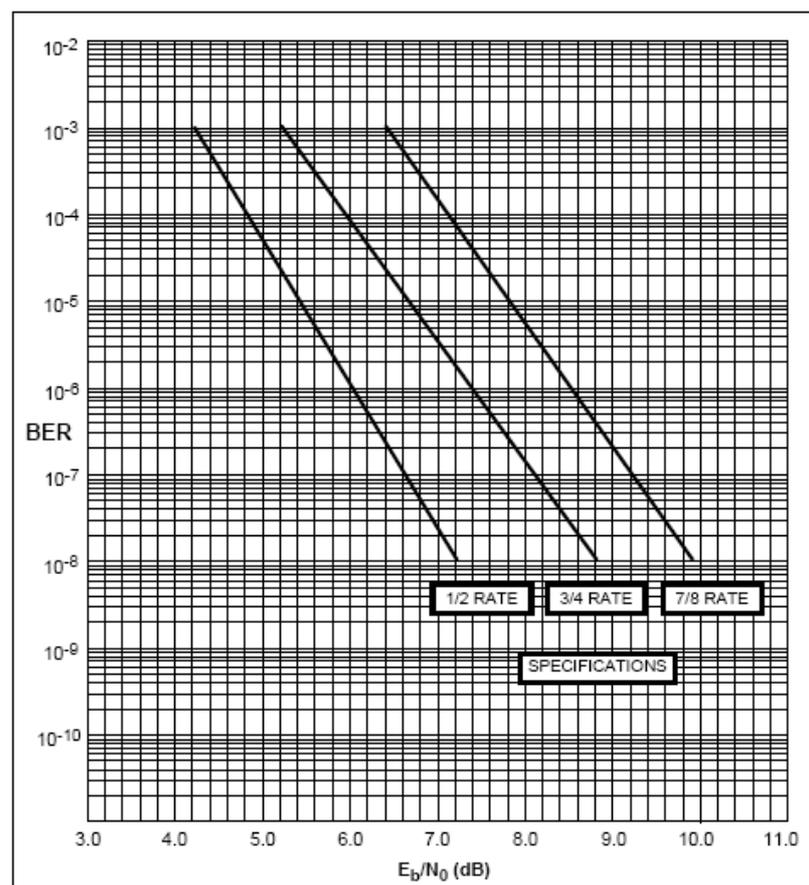
<sup>35</sup> <http://www.ts2.pl/?gclid=CICcqdFawaMCFRCenAod4EQ5Zw>

<sup>36</sup> <http://www.ts2.pl/?gclid=CICcqdFawaMCFRCenAod4EQ5Zw>

Especificaciones Estándar			
BER	1/2 Rate	3/4 Rate	7/8 Rate
10(-3)	3.8 dB	4.8 dB	6.0 dB
10(-4)	4.2 dB	5.5 dB	6.6 dB
10(-5)	4.9 dB	6.1 dB	7.3 dB
10(-6)	5.5 dB	6.7 dB	8.0 dB
10(-7)	6.1 dB	7.6 dB	8.6 dB

**TABLA 3.11 RELACIÓN BER/(Eb/No) ESTÁNDAR<sup>37</sup>**

En la figura 3.23 se indica relación BER/(Eb/No).



**FIGURA 3.23 RELACIÓN BER/(Eb/No)<sup>38</sup>**

### 3.8.6. ELECCIÓN DEL PROVEEDOR DE EQUIPOS

<sup>37</sup> <http://www.ts2.pl/?gclid=CICcqdfawaMCFRCenAod4EQ5Zw>

<sup>38</sup> <http://www.ts2.pl/?gclid=CICcqdfawaMCFRCenAod4EQ5Zw>

En tabla 3.12 se realiza una comparación entre las características técnicas de los proveedores de equipos a utilizar.

	<b>CISCO</b>	<b>LINKSTAR</b>
<b>TOPOLOGÍA</b>	Dos vías topología de estrella	Estrella y malla
<b>BANDAS DE FRECUENCIA</b>	Banda Ku C-Band	Banda Ku C-Band
<b>PORTADORA</b>	TDMA combinada, FDMA, DAMA	MF-TDMA
<b>PROTOCOLOS</b>	IP	IP
<b>FEC</b>	1/2, 3/4, 7/8	1/2, 3/4, 7/8
<b>Modulación</b>	GMSK y MSK	FSK Y PSK
<b>SSPA</b>	10 W, 20 W, 30 W y 40 W.	10 W, 20 W, 30 W y 40 W
<b>Velocidad de Tx.</b>	60 Kbps a 10 Mbps	Hasta 4 Mbps
<b>Interfaz Ethernet</b>	IEEE 802.3	IEEE 802.3
<b>Interfaces digitales</b>	E1, T1	E1, T1
<b>RUTEO</b>	SI	NO

**TABLA 3.12 COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE PROVEEDORES<sup>39</sup>**

El proveedor de equipos seleccionado es CISCO que cuenta con la mejor tecnología para implementar el sistema, además es un módulo incorporado al router, el cual nos ayuda para el ruteo de la red, cuenta con mayor velocidad de transmisión, y soporta el método de acceso TDMA seleccionado para el enlace, la capacidad del HUB se elige para diez estaciones terrenas VSAT, debido a que existen 7 estaciones terrenas que se requiere comunicar.

### **3.9. PARÁMETROS DEL ENLACE SATELITAL UTILIZANDO EL SOFTWARE LST 5**

<sup>39</sup> CISCO SYSTEM (2009), CISCO VSAT

Para el diseño se toma el enlace ascendente desde la estación terrena de transmisión hacia el satélite INTELSAT 805 y desde éste hacia la estación terrena de recepción se conforma el enlace descendente.

Para realizar el cálculo mediante el software LST 5, se determina la procedencia de cada uno de los parámetros que intervienen en el enlace (ver tabla 3.13) los datos provenientes del satélite, datos provenientes del equipo y los datos por requerimiento del enlace.

<b>PARÁMETROS</b>	<b>SATÉLITE</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>USUARIO</b>	<b>DISEÑO</b>
<b>Ubicación del Satélite</b>				<b>X</b>
<b>Modo de Operación</b>	<b>X</b>			
<b>Enlace de Subida</b>	<b>X</b>			
<b>Enlace de bajada</b>	<b>X</b>			
<b>Frecuencia de Transpondedor</b>	<b>X</b>			
<b>Nivel de Amplificador de Potencia</b>	<b>X</b>			
<b>Amplificador de Potencia</b>	<b>X</b>			
<b>SFD</b>	<b>X</b>			
<b>Ancho de Banda Contratado BW</b>	<b>X</b>			
<b>IBO</b>	<b>X</b>			
<b>OBO</b>	<b>X</b>			
<b>ATP</b>	<b>X</b>			
<b>BER</b>			<b>X</b>	
<b>Tipo de Portadora</b>			<b>X</b>	
<b>FEC</b>		<b>X</b>		

Overhead		X		
Modulación		X		
EB/No		X		
C/n		X		
Velocidad de Información			X	
Descripción de ES en Transmisión				X
Descripción de ES en Recepción				X
Banda de Operación	X			
Diámetro	X			
Longitud de ES			X	
Latitud de ES			X	
Ganancia de antena TX		X		
Ganancia de antena RX		X		
Pire de Saturación	X			

**TABLA 3.13 UBICACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL ENLACE**

### 3.10. PLAN DE TRANSMISIÓN CON EL SOFTWARE LST 5

Una vez ubicados los parámetros se procede a recopilar la información y características técnicas del equipo, satélite y requerimiento del enlace (ver tabla 3.14).

PARÁMETROS	SATÉLITE	EQUIPO	USUARIO	DISEÑO
Ubicación del Satélite				INTELSAT VIII 805

<b>Ubicación del Satélite</b>				304,5 E
<b>Modo de Operación</b>	NORMAL			
<b>Enlace de Subida</b>	S1			
<b>Enlace de bajada</b>	S1			
<b>Frecuencia de Transpondedor</b>	1--2			
<b>Nivel de Amplificador de Potencia</b>	NORMAL			
<b>Amplificador de Potencia</b>	135 w			
<b>SFD</b>	(-)8,3 dBw/m2			
<b>Ancho de Banda Contratado BW</b>	19,3 MHz			
<b>IBO</b>	5,4 dB			
<b>OBO</b>	3.0 dB			
<b>ATP</b>	6.0 dB			
<b>BER</b>			10(-3)	
<b>Tipo de Portadora</b>			DIGITAL	
<b>FEC</b>		0.5		
<b>Overhead</b>		10%		
<b>Modulación</b>		QPSK		
<b>EB/No</b>		4,6 dB		
<b>C/n</b>		4,6 dB		
<b>Velocidad de Información</b>			VALOR REF	
<b>Descripción de ES en Transmisión</b>				VALOR REF
<b>Descripción de ES en Recepción</b>				VALOR REF
<b>Banda de Operación</b>		K		
<b>Diámetro</b>		1,8 m		
<b>Longitude ES</b>			VALOR REF	
<b>Latitude ES</b>			VALOR REF	

<b>Ganancia de antena TX</b>		46,6 dBi		
<b>Ganancia de antena RX</b>		46,6 dBi		
<b>Pire de Saturación</b>	39,7 dBW			

**TABLA 3.14 DATOS DEL ENLACE**

VALOR REFERENCIAL: Este valor cambia según cada estación terrena.

### 3.10.1. Enlace para la transmisión y recepción

En primera instancia, se define el plan de transmisión de VSAT-HUB, indicando el satélite, transponder, SFD, (ver figura 3.24).

The screenshot shows the 'Lease Transmission Plan' window for file 'SC\_TESIS.LP5'. It is divided into several sections:

- Spacecraft Parameters:** Lease Name (SC\_tesis), SVO-L Number (1), Satellite Flight (805), Satellite Location (304.50 Deg. E, 55.50 Deg. W), Operating Mode (Normal), Uplink Beam (S1), Downlink Beam (S1), Transponder Freq. Slot (1-2), Amplifier Power Level (Normal), Amplifier Power (135.0 watts), and VSAT Optimized Transponder (unchecked).
- Total Transponder Beam Edge Parameters:** Intelsat (VIII A(805)), 61/361, Bandwidth (77.0 MHz), Polarization (Linear/Linear), Center Freq. (Up/Down) (14.0425 / 12.5475 GHz), G/T (2.7 dB/K), U/L Meas. Improve. Factor (.0 dB), EIRP (49.7 dBW), D/L Meas. Improve. Factor (.2 dB), Oper. Mode (MultiCarrier Txpdr Lease), IBO (-5.4 dB), and OBO (-3.0 dB).
- Available Beam Edge Lease Resource:** Bandwidth (9.5 MHz), Operating FD (-102.5 dBW/m2), and EIRP (37.9 dBW).
- SFD Beam Edge:** SFD (OMA) (-88.3 dBW/m2), Lease BW (LST Calculated).
- Summary:** Number of Active Carriers (2), Link Budget Analysis Successful.

The interface includes an 'Accept' button, a printer icon, and the Intelsat logo with the tagline 'Inspiring connections'.

**FIGURA 3.24 PARÁMETROS DEL ENLACE DE SUBIDA Y BAJADA**

Después de ingresar todos los datos, se hace el cálculo de las características del enlace, se hace tomando en cuenta objetivos como: portadoras tipo DIGITAL, modulación QPSK, FEC de 1/2, BER de 10<sup>-3</sup>, etc. En la figura 3.25 y 3.26 se

indican las especificaciones de la portadora entre VSAT-HUB Y HUB-VSAT respectivamente.

The screenshot shows the 'Digital Carrier Definition' dialog box with the following settings:

Carrier Type	DIGITAL	Information Rate	4096,0 kbits/s
Performance (BER)	10-3	Alloc. BW a=	.40 6,3078 MHz
FEC Code Rate	1/2 .5000	Noise BW	4,5056 MHz
R-S Code Rate	n= N/A k= N/A	Uplink Margin (System)	1,0 dB
Overhead	10,0 % 409,6000 kbits/s	Dnlink Margin (Degrad.)	2,0 dB
Modulation	QPSK	Total Availability	95,752 %
Eb/No Threshold	4,6 dB	U/L Availability	97,827 %
C/N Threshold	4,6 dB	D/L Availability	97,925 %
U/L Carrier Center Freq.	14004,0000C MHz	Transmit ES Code	VSAT Edit ES
Car/Link	1 Act. Fact. 100 %	Receive ES Code	HUB Edit ES

Additional options at the bottom right include: Link: 1, 2;  - Default IESS Quality;  - User Specified;  - LST Calculated.

**FIGURA 3.25 ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA VSAT-HUB**

The screenshot shows the 'Digital Carrier Definition' dialog box with the following settings:

Carrier Type	DIGITAL	Information Rate	2048,0 kbits/s
Performance (BER)	10-3	Alloc. BW a=	.40 3,1539 MHz
FEC Code Rate	1/2 .5000	Noise BW	2,2528 MHz
R-S Code Rate	n= N/A k= N/A	Uplink Margin (System)	1,0 dB
Overhead	10,0 % 204,8000 kbits/s	Dnlink Margin (Degrad.)	2,0 dB
Modulation	QPSK	Total Availability	95,776 %
Eb/No Threshold	4,6 dB	U/L Availability	97,803 %
C/N Threshold	4,6 dB	D/L Availability	97,974 %
U/L Carrier Center Freq.	14004,0000C MHz	Transmit ES Code	HUB Edit ES
Car/Link	1 Act. Fact. 100 %	Receive ES Code	VSAT Edit ES

Additional options at the bottom right include: Link: 1, 2;  - Default IESS Quality;  - User Specified;  - LST Calculated.

**FIGURA 3.26 ESPECIFICACIONES DE LA PORTADORA HUB-VSAT**

Luego se ingresa datos de estaciones terrenas, como ubicación geográfica, diámetro de antena, etc. En las figuras 3.27 y 3.28 se indican las especificaciones de las estaciones terrenas de Quito y Guayaquil respectivamente.

Earth Station Definition

**Primary Input**

<input checked="" type="checkbox"/> ES Code	HUB	<input checked="" type="checkbox"/> ES Name	HUB
<input checked="" type="checkbox"/> Band	K-Band	<input checked="" type="checkbox"/> City (nearest)	Quito
<input checked="" type="checkbox"/> Diameter	5.0 meters	<input checked="" type="checkbox"/> Country	Ecuador
<input type="checkbox"/> Intelsat Standard		<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Tr)	2.9 dB
G/T* Calculate	32.3 dB/K	<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Rx)	2.8 dB
* G/T at 4 GHz or 11 GHz			
<input checked="" type="checkbox"/> Longitude	281,5000 Deg. E	<input type="checkbox"/>	281 Deg 30 Min 0 Sec
<input checked="" type="checkbox"/> Latitude	-2,000 Deg. N	<input type="checkbox"/>	0 Deg -1 Min 0 Sec

**Other Input**

<input checked="" type="checkbox"/> Tracking	Auto	<input type="checkbox"/> LNA Temperature	75.0 K
<input type="checkbox"/> Elevation Angle	63.1 Deg	<input type="checkbox"/> Feed Losses	.3 dB
<input type="checkbox"/> Azimuth Angle	89.5 Deg	<input type="checkbox"/> VSWR LNA	1.3
<input type="checkbox"/> Polarization Sense	Linear	<input type="checkbox"/> Sidelobe Constant	32.0 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Tr)	.65	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Tr)	55.5 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Rx)	.70	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Rx)	54.8 dBi

ESIS Database       - User Specified       - LST Calculated

Frequencies Assumed: 14,0425 / 12,5475       

Current Satellite Location: 304.50 Deg. E

Return    Accept and Save to LST plan    Copy ES    Cancel    Write into Local ES DB

FIGURA 3.27 ESTACIÓN TERRENA EN QUITO

Earth Station Definition

**Primary Input**

<input checked="" type="checkbox"/> ES Code	VsAT	<input checked="" type="checkbox"/> ES Name	Vsat
<input checked="" type="checkbox"/> Band	K-Band	<input checked="" type="checkbox"/> City (nearest)	Guayaquil
<input checked="" type="checkbox"/> Diameter	1.8 meters	<input checked="" type="checkbox"/> Country	Ecuador
<input type="checkbox"/> Intelsat Standard		<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Tr)	1.8 dB
G/T* Calculate	22.9 dB/K	<input type="checkbox"/> Nominal Pat Adv (Rx)	1.8 dB
* G/T at 4 GHz or 11 GHz			
<input checked="" type="checkbox"/> Longitude	280,1000 Deg. E	<input type="checkbox"/>	280 Deg 6 Min 0 Sec
<input checked="" type="checkbox"/> Latitude	-2,2000 Deg. N	<input type="checkbox"/>	-2 Deg 12 Min 0 Sec

**Other Input**

<input checked="" type="checkbox"/> Tracking	Auto	<input type="checkbox"/> LNA Temperature	65.0 K
<input type="checkbox"/> Elevation Angle	61.3 Deg	<input type="checkbox"/> Feed Losses	.3 dB
<input type="checkbox"/> Azimuth Angle	85.2 Deg	<input type="checkbox"/> VSWR LNA	2.2
<input type="checkbox"/> Polarization Sense	Linear	<input type="checkbox"/> Sidelobe Constant	32.0 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Tr)	.65	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Tr)	46.6 dBi
<input type="checkbox"/> Ant. Efficiency (Rx)	.65	<input type="checkbox"/> Peak Ant. Gain (Rx)	45.6 dBi

ESIS Database       - User Specified       - LST Calculated

Frequencies Assumed: 14,0425 / 12,5475       

Current Satellite Location: 304.50 Deg. E

Return    Accept and Save to LST plan    Copy ES    Cancel    Write into Local ES DB

FIGURA 3.28 ESTACIÓN TERRENA EN GUAYAQUIL

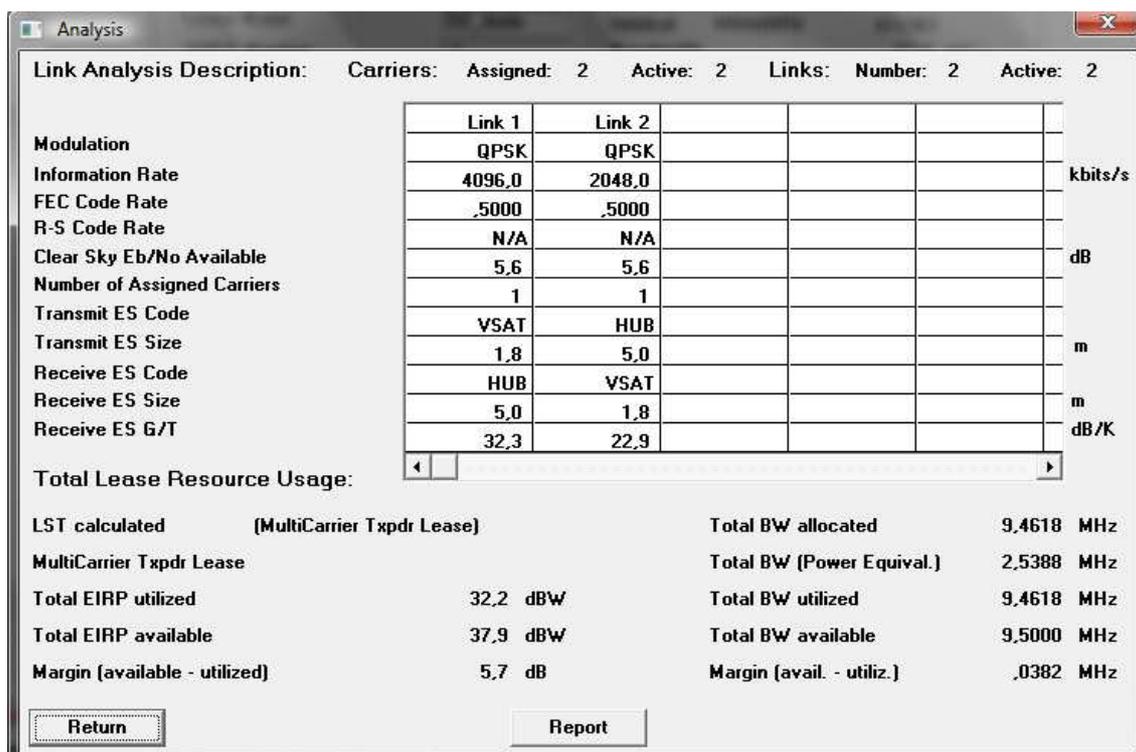
3.11.

RESULTADOS DEL ENLACE

Finalmente, del cálculo respectivo de los enlaces, el LST5 presenta la información calculada en formato Excel de Microsoft Office.

Debido a que se trata de una red en estrella, es necesario hacer el cálculo de cada una de las estaciones hacia el HUB y del HUB hacia las estaciones, esto se hace con la finalidad de verificar que todos los enlaces se encuentren dentro de un rango de parámetros.

En la figura 3.29 se indica el resultado del enlace satelital.



**FIGURA 3.29 RESULTADO DEL ENLACE**

Con TDMA se utiliza una única portadora, por lo tanto se escoge la estación terrena más crítica para realizar el enlace.

La información detallada de las características de los enlaces de todas las estaciones terrenas que forman parte de la red, incluyendo el software utilizado, se describe a continuación.

La característica más importante de este cálculo es el resultado arrojado del ancho de banda que es de 9,4618 Mhz (transmisión más recepción) el cual se debe alquilar al proveedor, un umbral de C/N de 4,6 dB y un umbral de Eb/No

igual a 4,6 dB, el cálculo de la ganancia de las antenas que va de acuerdo a las especificaciones técnicas de las antenas.

El enlace presenta una gran confiabilidad al tener disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una BER de  $10^{-7}$ , una de las ventajas al tener un enlace dedicado es que no se comparte el medio de transmisión el ancho de banda contratado es únicamente para la empresa.

A continuación se indica en detalle todas las características técnicas del enlace tanto en transmisión como en recepción.

<b>INTELSAT</b>	<b>SVO-L Number</b>	<b>: 1</b>
<b>805 at 304,50 Deg E</b>	<b>Tr. Beam Number</b>	<b>: 61/361</b>
<b>LST-plan</b>	<b>Slot</b>	<b>: 1-2</b>
	<b>Tr. Cen. Freq. (GHz)</b>	<b>: 14,0425 / 12,5475</b>

Beam Uplink (Geog.) : S1	Beam Downlink (Geog.) : S1	Tr BW (MHz) : 77,0
Beam Uplink (Phys.) : S1	Beam Downlink (Phys.) : S1	Tr BW; (MHz; IESS-410) : 72,0
Tr. SFD (dBW/m2 ; BP) : TBD	Tr. IBO (dB) : -5,4	Lease BW usage (MHz) : 9,5
Tr. SFD (dBW/m2 ; BE) : 88,3 *	Tr. OBO (dB) : -3,0	Lease OFD (dBW/m2 ; BE) : -102,5
Tr. G/T (dB/K ; BE) : 2,7	Tr. EIRP (dBW ; BE) : 49,7	Lease EIRP (dBW ; BE) : 37,9

### Link Analysis

#### Description:

MultiCarrier Txpr Lease Number of links: <input type="text" value="2"/> Modulation	<b>Link 1</b>	<b>Link 2</b>
	QPSK	QPSK

Information Rate	4096,0	2048,0	kbit/s
FEC Code Rate	,5000	,5000	
R-S Code Rate	N/A	N/A	
Clear Sky Eb/No Available	5,6	5,6	dB
Number of Assigned Carriers	1	1	
Transmit ES Code	VSAT	HUB	
Transmit ES Size	1,8	5,0	m
Receive ES Code	HUB	VSAT	
Receive ES Size	5,0	1,8	m
Receive ES G/T	32,3	22,9	dB/K

Total Leased Resource Usage:				
<b>LST calculated</b> (MultiCarrier Txpdr Lease)			Total BW allocated	9,4618 MHz
			Total BW PEB	2,5368 MHz
Total EIRP utilized	32,2	dBW	Total BW utilized	9,4618 MHz
Total EIRP available	37,9	dBW	Total BW available	9,5000 MHz
Margin (available-utilized)	5,7	dB	Margin (available-utilized)	,0382 MHz
Notes: Pattern Advantages are User-specified				
Communications Systems Engineering			Data Source: IESS 410. Rev. 8b, May 2001.	v:1.1. 8

Carrier Information	Link 1	Link 2	
Carrier Type	DIGITAL	DIGITAL	
Performance	10-3	10-3	BER
Modulation	QPSK	QPSK	
Eb/No Threshold	4,6	4,6	dB
C/N Threshold	4,6	4,6	dB
Center Frequency	14004,0	14004,0	MHz
Information Rate (IR)	4096,0	2048,0	kbit/s
Overhead (OH)	409,6	204,8	kbit/s
Data Rate (IR + OH)	4505,6	2252,8	kbit/s
FEC Code Rate	,5000	,5000	
R-S Code Rate	N/A	N/A	
Transmission Rate	9011,2	4505,6	kbit/s
Bandwidths and Margins			
Filter Rolloff Factor	,40	,40	
Allocated Bandwidth	6,3078	3,1539	MHz
Noise Bandwidth	4,5056	2,2528	MHz
Number of Assigned Carriers Per Link	1	1	
Activity Factor	100,0	100,0	%
Total Availability	95,752	95,776	%
U/L Availability	97,827	97,803	%

D/L Availability	97,925	97,974	%
System Margin	1,0	1,0	dB
Downlink Degradation Margin	2,0	2,0	dB
<b>Transmit Earth Station Data</b>			
ES Code	VSAT	HUB	
Intelsat Standard			
Antenna Diameter	1,8	5,0	meters
Longitude	280,1	281,5	deg. E
Latitude	-2,2	-,2	deg. N
Elevation Angle	61,3	63,1	deg.
Azimuth Angle	85,2	89,5	deg.
Pattern Advantage	1,8	2,9	dB
Peak Antenna Gain @ operating freq.	46,6	55,5	dBi
Sidelobe Constant	32,0	32,0	dBi
Sidelobe Gain @ 3 degrees	20,1	20,1	dBi
Tracking	Auto	Auto	
<b>Receive Earth Station Data</b>			
ES Code	HUB	VSAT	
Intelsat Standard			
Antenna Diameter	5,0	1,8	meters
G/T of ES at 4 or 11 GHz	32,3	22,9	dB/K
Longitude	281,5	280,1	deg. E
Latitude	-,2	-2,2	deg. N
Elevation Angle	63,1	61,3	deg.
Azimuth Angle	89,5	85,2	deg.
Pattern Advantage	2,8	1,8	dB
Peak Antenna Gain @ operating freq.	54,8	45,6	dBi
Sidelobe Constant	32,0	32,0	dBi
Sidelobe Gain @ 3 degrees	20,1	20,1	dBi
Tracking	Auto	Auto	

<b>Per Carrier UL &amp; DL eirp (Clr-Sky)</b>	<b>Link 1</b>	<b>Link 2</b>	
Transmit ES elevation angle	61,3	63,1	deg.
Uplink EIRP per carrier	50,2	47,1	dBW
Pathloss at uplink frequency	206,7	206,7	dB
Gain of 1 m2 antenna	44,4	44,4	dBi
Per carrier FD @SC	-112,2	-115,2	dBW/m2
SC pattern advantage @ES	1,8	2,9	dB
Per carrier BE FD arriving @ SC	-110,4	-112,3	dBW/m2
Transponder BE SFD	-88,3	-88,3	dBW/m2
Per carrier input back-off	-22,1	-24,0	dB
Per carrier output back-off	-19,7	-21,6	dB
Transponder BE saturation EIRP	49,7	49,7	dBW
Downlink BE EIRP	30,0	28,1	dBW
<b>LINK BUDGET</b>			
<b>C/N Uplink Per Carrier</b>			
Per carrier uplink EIRP	50,2	47,1	dBW
Pathloss at uplink frequency	206,7	206,7	dB
Satellite G/T at BE	2,7	2,7	dB/K

SC pattern advantage @ES	1,8	2,9	dB
C/N uplink, thermal	10,0	11,0	dB
<b>C/N ES HPA at ES elevation angle</b>			
HPA IM at 10 degree elevation angle	8,0	8,0	dBW/4kHz
C/N ES HPA-IM per carrier at ES elev. angle	14,5	15,6	dB
<b>C/I TWTA IM at BE</b>			
Satellite TWTA IM at BE	-15,3	-15,3	dBW/4kHz
C/I TWTA IM per carrier	15,0	16,1	dB
<b>C/N Downlink Per Carrier</b>			
Receive ES elevation angle	63,1	61,3	deg.
Per carrier BE EIRP	30,0	28,1	dBW
Measured Tpd DL e.i.r.p. Improv. Factor	,2	,2	dB
SC pattern advantage @ES	2,8	1,8	dB
Pathloss at downlink frequency	205,7	205,8	dB
ES G/T at tpd downlink frequency	33,4	24,0	dB/K
C/N downlink, thermal	22,8	13,4	dB
<b>C/I Co-Channel</b>			
C/I co-channel interference, total	N/A	N/A	dB
<b>Total C/N, &amp; Eb/No (clr-sky)</b>			
C/N total per carrier	7,6	7,5	dB
Margin for ASI	1,0	1,0	dB
Margin for terrestrial losses	,5	,5	dB
Margin for other losses	,6	,5	dB
C/N total (clear-sky)	5,6	5,6	dB
Eb/No total (clear-sky)	5,6	5,6	dB

<b>Per Carrier Link Summary</b>	<b>Link 1</b>	<b>Link 2</b>	
Carrier type	Digital	Digital	
Per carrier uplink EIRP	50,2	47,1	dBW
Per carrier dnlink EIRP	30,0	28,1	dBW
Per carrier total C/N threshold required	4,6	4,6	dB
Per carrier total C/N clear sky	5,6	5,6	dB
Number of active carriers	1,0	1,0	
<b>Total Lease Resource Usage</b>			
Per carrier BE FD arriving @ SC	-110,4	-112,3	dBW/m2
Total FD @ SC per carrier type	-110,4	-112,3	dBW/m2
<b>Grand total FD arriving @ SC</b>	<b>-108,2</b>		dBW/m2
<b>Grand total FD (BE) available</b>	<b>-102,5</b>		dBW/m2
<b>Margin (*)</b>	<b>5,7</b>		dB
Per carrier BE EIRP	30,0	28,1	dBW
Total BE EIRP per carrier type	30,0	28,1	dBW
<b>Grand total EIRP utilized</b>	<b>32,2</b>		dBW
<b>Grand total EIRP available</b>	<b>37,9</b>		dBW
<b>Margin (*)</b>	<b>5,7</b>		dB
Allocated BW per carrier	6,3078	3,1539	MHz
Total BW per carrier type	6,3078	3,1539	MHz
<b>Grand total BW allocated</b>	<b>9,4618</b>		MHz
<b>Grand total BW PEB</b>	<b>2,5368</b>		MHz
<b>Grand total BW utilized</b>	<b>9,4618</b>		MHz
<b>Grand total BW available</b>	<b>9,5000</b>		MHz
<b>Margin (*)</b>	<b>,0382</b>		MHz
<b>ES Off-Axis EIRP Density</b>			

<b>Lim.</b>			
Transmit antenna diameter	1,8	5,0	meters
Per carrier uplink EIRP	50,2	47,1	dBW
Noise BW or EDF	4,5056	2,2528	MHz
Conversion to per 4 kHz	30,5	27,5	dB
Peak antenna gain	46,6	55,5	dBi
Power at antenna feed	-26,9	-35,9	dBW/4kHz
Antenna sidelobe gain @ 3,0 deg	20,1	20,1	dBi
Uplink EIRP density @ 3,0 deg	-6,9	-15,8	dBW/4kHz
Off-axis EIRP limit @ 3,0 deg	17,1	17,1	dBW/4kHz
Margin (*)	23,9	32,9	dB
<b>STD Gx ES On-axis EIRP Lim.</b>			
Per carrier uplink EIRP density	19,7	19,6	dBW/4kHz
Gx uplink EIRP density limit	38,0	N/A	dBW/4kHz
Margin (*)	18,3	N/A	dB
<b>Max. PFD @ Earth's Surface</b>			
Per carrier DL BE EIRP	30,0	28,1	dBW
Assumed angle of arrival	5,0	5,0	degrees
Pattern adv. @ angle of arrival	4,0	4,0	dB
Energy dispersal	4,5056	2,2528	MHz
Conversion to per 4 kHz	30,5	27,5	dB
EIRP density per 4 kHz	3,5	4,6	dBW/4kHz
Pathloss towards angle of arrival	207,6	207,6	dB
Gain of 1 m2 antenna	43,4	43,4	dBi
PFD arriving @ earth's surface	-160,7	-159,7	dBW/m2/4kHz
ITU radio reg. Limit (RR28)	-148,0	-148,0	dBW/m2/4kHz
Margin (*)	12,7	11,7	dB
* Negative margins indicate limits exceeded			

## CAPÍTULO 4

### DESCRIPCIÓN DE COSTOS

En este capítulo se presenta el costo referencial de los equipos, instalación, mantenimiento para el presente diseño.

#### 4.1. COSTO DE EQUIPOS

Se refiere a los costos de la parte física constitutiva de una estación terrena, para este caso será el de una VSAT es decir lo que se refiere a los costos de implementación de las antenas, de los transpondedores, de las unidades interiores, de la instalación, del equipo de monitoreo, etc.

En la estación terrena se utilizará el siguiente equipo, incluyendo sus costos:

En la tabla 4.1 se indica el costo del módulo de red satelital de Cisco.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	PRECIO
		UNITARIO	TOTAL
8	NM-1VSAT módulo de red CISCO	930,00	\$ 7.440,00
<b>Accesorios</b>	cables y accesorios	50,00	\$ 400,00
<b>SUBTOTAL</b>			\$ 7.840,00
<b>12% del IVA.</b>			\$ 940,80
<b>TOTAL DE COSTO</b>			\$ 8.780,80

**TABLA 4.1 COSTO DEL MÓDULO DE RED**

En la tabla 4.2 se indica el costo del router Cisco 3800.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	PRECIO
		UNITARIO	TOTAL
8	ROUTER CISCO 3800	1.850,00	\$ 14.800,00

<b>Accesorios</b>	cables y accesorios	60	\$ 480,00
<b>SUBTOTAL</b>			\$ 15.280,00
<b>12% del IVA.</b>			\$ 1.833,60
<b>TOTAL DE COSTO</b>			\$ 17.113,60

**TABLA 4.2 COSTO DEL ROUTER**

En la tabla 4.3 se indica el costo del HUB.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO</b>
		<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	HUB	10.000,00	\$ 10.000,00
<b>SUBTOTAL</b>			\$ 10.000,00
<b>12% del IVA.</b>			\$ 1.200,00
<b>TOTAL DE COSTO</b>			\$ 11.200,00

**TABLA 4.3 COSTO DEL HUB**

En la tabla 4.4 se indican los costos de las antenas para las estaciones terrenas y Hub.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO</b>
		<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
7	ANTENAS	2.049,00	\$ 14.343,00
1	ANTENA HUB	16.560,00	\$ 16.560,00
<b>SUBTOTAL</b>			\$ 30.903,00
<b>12% del IVA.</b>			\$ 3.708,36
<b>TOTAL DE COSTO</b>			\$ 34.611,36

**TABLA 4.4 COSTO DE ANTENAS**

En la tabla 4.5 se indica el costo total de equipamiento de hardware.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
CONVERTIDOR DE SUBIDA U/D/C	8	\$20,00	\$160,00
HPA 50W	8	\$22.450,00	\$179.600,00
LNA	8	\$120,00	\$960,00
RECEPTOR de beacom	8	\$1.250,00	\$10.000,00
ANTENAS	8	\$20.049,00	\$160.392,00
NM-1VSAT módulo de red GILAT	8	\$930,00	\$7.440,00
ANTENA HUB	1	\$16.560,00	\$16.560,00
LNB	8	\$1.800,00	\$14.400,00
ALIMENTADOR Y FILTRO	8	\$225,00	\$1.800,00
ROUTER CISCO 3800	8	\$1.850,00	\$14.800,00
TOTAL			\$406.112,00

**TABLA 4.5. ANÁLISIS DE COSTOS GENERAL <sup>40</sup>**

## **4.2. COSTO DE INSTALACIÓN**

El costo de la instalación depende de la empresa contratada aproximadamente en el mercado actual el costo para la instalación es de 10000 dólares por estación, incluido capacitación, esto puede variar dependiendo la situación geográfica de las agencias.

## **4.3. COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL A UTILIZAR**

Las tarifas vigentes para la operación en el Ecuador mediante INTELSAT, se presentan a continuación para el satélite INTELSAT VIII. Ver tabla 4.6.

<sup>40</sup> ANEXO 4

CAPACIDAD ESTÁNDAR DE TRANSPONDEDOR									
<i>Período de asignación</i>									
Haz de enlace descendente	Unidad de alquiler (MHz)	Cargo por período de asignación			Cargo por año				
		1 semana	3 mes	6 meses	1 año	2 años	5 años	7 años	10 años
Banda Ku Puntual	0,1	0,6	3.7	6.0	7,2	7	6,3	5,9	5,3
	1	5,4	31.2	50.9	61.2	59,4	53,5	50,4	46,9
	5	26.6	154.5	252.0	303.1	293,9	256,3	249,9	225,1
	9	45.0	270.0	445.0	530.0	515	470	445	400
	18	275.0	526.0	845.0	1026.0	985	890	840	780

**TABLA 4.6 TARIFAS PARA EL ALQUILER NO INTERRUMPIBLE DE TRANSPONDEDORES EN CAPACIDAD ESTÁNDAR (MILES DE USD).<sup>41</sup>**

#### **4.4. TASAS Y TARIFAS QUE HAY QUE PAGAR A CONATEL<sup>42</sup>**

Se considerarán las tasas y tarifas a pagar por sistemas satelitales privados con estaciones del tipo VSAT que utilicen satélites de INTELSAT.

##### **4.4.1. TASAS**

Se pagará por concepto de tasa de autorización por cinco años el valor de (1200 USD) por cada estación terrena.

<sup>41</sup> [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=166%3Afijo-y-movil-por-satelite&Itemid=165](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=166%3Afijo-y-movil-por-satelite&Itemid=165)

<sup>42</sup> [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=166%3Afijo-y-movil-por-satelite&Itemid=165](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=166%3Afijo-y-movil-por-satelite&Itemid=165)

#### 4.4.2. TARIFAS

Se pagará mensualmente por concepto de uso de frecuencias los siguientes valores:

Estaciones terrenas de VSAT que se comuniquen a través de tele puertos instalados en el territorio nacional utilizando satélites de INTELSAT:

Por cada estación terrena transmisora receptora de la red el valor de 80 USD

Por cada estación terrena receptora de la red, el valor de 40 USD

Estaciones terrenas de VSAT que se comuniquen a través de tele puertos instalados fuera del territorio nacional utilizando satélites de INTELSAT

Por cada estación terrena transmisora receptora de la red, el valor de 120 USD

Por cada estación terrena receptora de la red el valor de 60 USD

#### 4.5. COSTO TOTAL PARA EL ENLACE.

En la tabla 4.7 se indica el costo total para el enlace a 5 años.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
COSTO DE HARDWARE	1	\$406.112	\$406.112
COSTO DE INSTALACIÓN	8	\$10.000	\$80.000
COSTO DEL SEGMENTO ESPACIAL POR 5 AÑOS	1	\$470.000	\$470.000
COSTO DE AUTORIZACIÓN CONATEL 5 AÑOS	8	\$1.250	\$10.000
COSTO CONATEL CADA ESTACIÓN TERRENA 5 AÑOS	8	\$7.200	\$57.600
TOTAL			\$1.023.712

**TABLA 4.7 COSTO TOTAL PARA EL ENLACE.**

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

La elaboración del plan de transmisión se resume en obtener el valor óptimo de C/N el mismo que se determina por las características de la estación terrena a utilizar cumpliendo con las normas y límites establecidos por los organismos internacionales de comunicaciones para lograr una adecuada utilización de la capacidad alquilada sin causar interferencias o molestias en otros servicios de comunicaciones terrestres o espaciales.

El hecho de elegir adecuadamente la técnica de acceso al satélite, tiene gran importancia pues de esto depende explotar al máximo la capacidad del satélite.

Trabajar con el satélite INTELSAT VIII representa una ventaja pues se aprovecha sus posibilidades de potencia y cobertura.

La principal ventaja de trabajar en la banda escogida es la posibilidad de contar con estaciones terrenas más pequeñas. Sin embargo la desventaja es que la señal tiene mayor degradación por propagación.

La calidad del enlace la elige el usuario, pues el valor de C/N está directamente relacionado con las características de los equipos de la estación terrena, así como la velocidad de transmisión y el ancho de banda a utilizar, parámetros que definitivamente dependen de los requerimientos particulares de cada red y no del tipo de satélite o de la banda de frecuencia de trabajo.

No se debe olvidar que el plan de transmisión constituye solamente una alternativa inicial que INTELSAT evaluará si es o no conveniente. Por esta razón se debe esperar la decisión de INTELSAT, sobre todo en lo referente al número de transpondedor a utilizarse y al paso de ganancia más apropiado.

Una red como la propuesta en este trabajo no implica un costo elevado en lo que se refiere al servicio, comparado con la gran utilidad que presta.

La verdadera gran inversión está en la implementación del equipo terrestre, cuando se decide implementar una red de este tipo, el plan de transmisión se debe presentar a INTELSAT con la mayor antelación posible a la fecha de iniciación del servicio ya que cualquier cambio en dicho plan como resultado del

proceso de examen podría afectar considerablemente a los costos de la estación terrena.

Es importante que los equipos de las estaciones terrenas estén en capacidad de ofrecer flexibilidad de frecuencia y capacidad de ajuste de potencia para evitar cualquier molestia en lo que se refiere a la calidad del enlace y para agilizar la coordinación entre sistemas.

No cabe duda que el servicio diseñado es el idóneo para las comunicaciones empresariales sobre todo para aquellos sistemas que se supone tendrán un crecimiento, pues el costo incremental de un nodo adicional reflejaría una cantidad pequeña correspondiente al costo de una VSAT.

En un enlace por satélite se tiene limitaciones por la potencia del enlace ascendente de la estación terrena, el ruido del satélite, la terminal terrestre y los efectos de la propagación atmosférica.

Los satélites son elementos muy útiles en la implementación de redes para diferentes aplicaciones como en este caso, la interconexión de agencias, también son muy utilizadas para brindar muchos otros servicios como en seguridad como el rastreo satelital, también son utilizados en meteorología, aplicaciones militares y en especial para las comunicaciones constituyéndose como una aplicación muy rentable y a la vez, muy difundida en la actualidad. Las transmisiones en directo vía satélite ya son parte de nuestra cotidianeidad, por lo que no tienen ningún carácter especial. Para la difusión directa de servicios de televisión y radio, telefonía y comunicaciones móviles sólo son necesarios sencillos receptores y antenas parabólicas cada día más pequeñas.

En el trabajo se puede apreciar que es muy importante seleccionar el satélite adecuado a los requerimientos de nuestra red ya que no todos los satélites se utilizan para la transmisión de voz, datos y video y tampoco no todos trabajan en las mismas bandas de frecuencia.

En la conexión en estrella es muy importante tener una estación central (HUB) ya que de esta manera toda la información puede ser controlada por una estación

base, de esta manera información confidencial no puede ser vista por cualquier persona.

Las redes VSAT son muy utilizadas a nivel mundial ya que su instalación y su tamaño son apropiados para cualquier aplicación de transmisión de información de una manera rápida y eficaz.

Para nuestro estudio es importante conocer aspectos básicos de funcionamiento y conformación de este tipo de redes; ya que están vinculadas estrechamente con el campo de las telecomunicaciones el cual es fundamental para nuestra carrera.

Es importante poder realizar videoconferencias en nuestra aplicación ya que de esta manera se puede tener comunicación personalizada a tiempo real y de manera continua ahorrando a la empresa mucho dinero, ya que, todas las personas que tiene acceso al sistema para comunicarse deberían pagar transportación, alojamiento, alimentación lo cual sería muy costoso.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda poner cuidado al elegir la técnica de acceso al satélite. No debemos olvidar que cada red requiere de un tratamiento particular y un programa que permita controlar el flujo de información en la red, por lo que la implementación de una técnica de acceso en los sistemas de comunicación vía satélite constituye un aspecto muy importante.

Generalmente un sistema digital por satélite es mucho más sensible a disminuciones en la calidad de funcionamiento en la parte radioeléctrica de la red, que los sistemas analógicos. Por ello al elaborar el plan de transmisión, es recomendable considerar márgenes adecuados para compensar las degradaciones que pueda sufrir el sistema, debidas principalmente al ruido de interferencia, al ruido resultante de la absorción atmosférica y a la lluvia.

Se debe tener presente, al momento de elaborar el Plan de Transmisión que la potencia disponible a bordo del satélite es muy limitada, por lo que es sumamente conveniente que al amplificador de potencia del satélite trabaje lo más cerca posible de su punto de saturación, sobre todo cuando se tiene la ventaja de

trabajar con una sola portadora, pues no debemos olvidar que en un sistema de múltiples portadoras se necesita una considerable reducción del punto de trabajo respecto al de saturación para mantener la distorsión de intermodulación en un nivel suficientemente bajo.

Cuando se diseña una red vía satélite, es muy conveniente respetar los límites y recomendaciones proporcionados por los organismos internacionales de comunicaciones, pues de esta manera, a la vez que no ocasionamos molestias a otras redes espaciales o terrestres, logramos que nuestro enlace tenga un mejor desempeño.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Smith, Delbert D. International communication control, international law and the order ring of satellite and other forms of internacional broadcasting A. W Sijthoff Leyden 1969.p.145
- [2] Rosado, Carlos. Comunicación por satélite. México. Editorial Limusa, México 1999.  
<http://www.cuentame.inegi.gob.mx/medios/satelites/artificiales/aplicaciones.htm>
- [3] Universidad Politécnica de Valencia (2003). Tipos de orbitas.  
[http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo12\\_99.00/orbitas.htm](http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo12_99.00/orbitas.htm)
- [4] Universidad Politécnica de Valencia (Mayo 2003). Tipos de orbitas. Universidad Politécnica de Valencia.  
[http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract\\_8/intelsat/intro.htm](http://www.upv.es/satelite/trabajos/pract_8/intelsat/intro.htm)
- [5] Kervin Vergara (2008), Topologías de red. Blog Informático  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [6] Telecommunications Signalling. Richard Manterfield. IEE Telecommunications Series 43. 1999.  
<http://hosting.udlap.mx/profesores/luisg.guerrero/Cursos/IE445/Apunt esie445/capitulo5home.htm>.
- [7] scribd (2007), SISTEMAS SATELITALES: VSAT  
<http://www.scribd.com/doc/7353238/10-Sistemas-Sate-Lit-Ales-Vsat>.
- [8] Augusto Guadalim ,REDES VSAT  
[http://mauriciomolina.tripod.com/Bajables/Redes\\_VSAT.pdf](http://mauriciomolina.tripod.com/Bajables/Redes_VSAT.pdf)
- [9] <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/handle/123456789/523/simple-search?query=dise%C3%B1o+vsat>

- [10] CISCO SYSTEM (2009), CISCO: CISCO VSAT  
[http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps6989/product\\_data\\_sheet0900aecd804bbf6f.html](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps2797/ps6989/product_data_sheet0900aecd804bbf6f.html)
- [11] SHIRON (2007), Shiron Satellite Communications  
<http://www.shiron.com/spanish/products.htm#top>
- [12] DOCUMENTO IEEE "Características de una Radio LAN"  
1992 LACE Inc. Chandos A. Rypinski.

# *ANEXOS*

# *ANEXO 1*

**REGLAMENTO DE SERVICIO FIJO Y MÓVIL POR SATÉLITE**

**Servicio Fijo por Satélite.-** Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites; el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial.

**Servicio Móvil por Satélite.-** Servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio; o entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.

## **2. REQUISITOS CONCESIÓN**

### **PERSONA JURÍDICA**

Para obtener el Título Habilitante para operar un sistema de radiocomunicación, el solicitante deberá presentar en la SENATEL los siguientes requisitos:

#### **Información Legal**

- Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del representante legal.
- Copia de la Cédula de Ciudadanía del Representante Legal.
- Copia del Certificado de votación del último proceso electoral del Representante Legal (para ciudadanos ecuatorianos).
- Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).
- Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
- Copia certificada de la escritura constitutiva de la compañía y reformas en caso de haberlas.

- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías o Superintendencia de Bancos, según el caso, a excepción de las instituciones estatales y del gobierno seccional.
- Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del representante legal, a excepción de las instituciones estatales y de gobierno seccional.
- En el caso de Compañías o Cooperativas de transporte, deben presentar el Permiso de Operación emitido por la autoridad de transporte competente (Resol. 632-22-CONATEL-2004). Otros documentos que la SENATEL solicite.
- Información Financiera
- Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
- Certificado de no adeudar a la SUPTEL.
- Información Técnica
- Carta de presentación de servicios otorgada por el proveedor satelital que prestará el servicio y el valor en dólares USA por ancho de banda alquilado, actualizado.
- Estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.

NOTA:

Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;

Las copias certificadas se entiende como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;

El nombramiento del representante legal debe estar inscrito en el Registro Mercantil; excepto en los casos que no exista esta dependencia, para lo cual se hará dicha inscripción en el Registro de la Propiedad, en el Libro Mercantil; y,

En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.

## **PERSONA NATURAL**

Para obtener el Título Habilitante para operar un sistema de radiocomunicación, el solicitante deberá presentar en la SENATEL los siguientes requisitos:

### **Información Legal**

- Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del solicitante.
- Copia de la Cédula de Ciudadanía.
- Copia del certificado de votación del último proceso eleccionario (para ciudadanos ecuatorianos).
- Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).
- Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del solicitante.
- Otros documentos que la SENATEL solicite.
- Información Financiera
- Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
- Certificado de no adeudar a la SUPTEL.
- Información Técnica
- Carta de presentación de servicios otorgada por el proveedor satelital que prestará el servicio y el valor en dólares USA por ancho de banda alquilado, actualizado.
- Estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.

**NOTA:**

Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;

Las copias certificadas se entienden como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;

En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.

**3. REQUISITOS RENOVACIÓN****PERSONA JURIDICA**

Renovación del Contrato de Concesión.- Es un acto administrativo mediante el cual la SENATEL, por delegación del CONATEL, suscribe un contrato de renovación de concesión de uso de frecuencias para que una persona natural o jurídica continúe operando un sistema de radiocomunicación.

Por delegación del CONATEL, la renovación de los contratos de sistemas privados y de explotación, los suscribe directamente el Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

El contrato de concesión podrá ser renovado previa solicitud del concesionario y el cumplimiento de los siguientes requisitos, siempre que no contravenga a los intereses del Estado.

**Información Legal**

- Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del representante legal.
- Copia de la Cédula de Ciudadanía del Representante Legal.
- Copia del Certificado de votación del último proceso electoral del Representante Legal (para ciudadanos ecuatorianos).
- Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).

- Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
- Copia certificada de la escritura constitutiva de la compañía y reformas en caso de haberlas.
- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías o Superintendencia de Bancos, según el caso, a excepción de las instituciones estatales y del gobierno seccional.
- Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del representante legal, a excepción de las instituciones estatales y de gobierno seccional.
- En el caso de Compañías o Cooperativas de transporte, deben presentar el Permiso de Operación emitido por la autoridad de transporte competente (Resol. 632-22-CONATEL-2004).
- Otros documentos que la SENATEL solicite.
- Información Financiera
- Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
- Certificado de no adeudar a la SUPTEL.
- Copia de la factura del último pago por uso de frecuencias.
- Información Técnica
- Actualización de datos en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL.
- Carta de presentación de servicios otorgada por el proveedor satelital que prestará el servicio y el valor en dólares USA por ancho de banda alquilado, actualizado.
- Sólo en el caso de haber modificaciones técnicas:
- Debe presentar el estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.

**NOTA:**

Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;

Las copias certificadas se entiende como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;

El nombramiento del representante legal debe estar inscrito en el Registro Mercantil; excepto en los casos que no exista esta dependencia, para lo cual se hará dicha inscripción en el Registro de la Propiedad, en el Libro Mercantil; y,

En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.

**PERSONA NATURAL**

Renovación del Contrato de Concesión.- Es un acto administrativo mediante el cual la SENATEL, por delegación del CONATEL, suscribe un contrato de renovación de concesión de uso de frecuencias para que una persona natural o jurídica continúe operando un sistema de radiocomunicación.

Por delegación del CONATEL, la renovación de los contratos de sistemas privados y de explotación, los suscribe directamente el Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

El contrato de concesión podrá ser renovado previa solicitud del concesionario y el cumplimiento de los siguientes requisitos, siempre que no contravenga a los intereses del Estado.

**Información Legal**

- Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del solicitante.
- Copia de la Cédula de Ciudadanía.
- Copia del certificado de votación del último proceso electoral (para ciudadanos ecuatorianos).
- Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).

- Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del solicitante.
- Otros documentos que la SENATEL solicite.
- Información Financiera
- Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
- Certificado de no adeudar a la SUPTEL
- Copia de la factura del último pago por uso de frecuencias.
- Información Técnica
- Actualización de datos en el formulario correspondiente disponible en la página Web del CONATEL.
- Carta de presentación de servicios otorgada por el proveedor satelital que prestará el servicio y el valor en dólares USA por ancho de banda alquilado, actualizado.
- Sólo en el caso de haber modificaciones técnicas:
- Debe presentar el estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.

**NOTA:**

Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;

Las copias certificadas se entiende como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;

En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.

## **4. TEMPORALES AUTORIZACIÓN**

### **PERSONAS NATURALES O JURIDICAS**

La SENATEL podrá autorizar el uso temporal de frecuencias a las personas naturales o jurídicas que lo soliciten para uso eventual o de emergencia, por una duración de hasta noventa (90) días, renovables por una sola vez y por un periodo igual. El valor por esta autorización temporal será pagado de acuerdo al Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico y no requiere la suscripción del contrato de concesión.

#### **Requisitos:**

- Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, suscrita por el solicitante, especificando el tiempo que requerirá para el uso de las frecuencias; nombre y dirección del solicitante (para personas jurídicas, de la compañía y de su representante legal).
- Copia de la cédula de ciudadanía (para personas jurídicas, del representante legal).
- Copia del certificado de votación del último proceso electoral (para ciudadanos ecuatorianos: para personas jurídicas, del representante legal).
- Copia certificada del nombramiento del representante legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil (para personas jurídicas).
- Copia certificada de la escritura de constitución de la compañía y su reforma en caso de haberlas (para personas jurídicas).
- Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones y existencia legal emitido por la Superintendencia de Compañías o de Bancos, según el caso (para personas jurídicas)
- Copia del Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).
- Presentación del formulario disponible en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.

## 5. TEMPORALES RENOVACIÓN

### PERSONAS NATURALES O JURIDICAS

Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, suscrita por el solicitante, especificando el tiempo que requerirá la renovación de las frecuencias; nombre y dirección del solicitante (para personas jurídicas, de la compañía y de su representante legal);

Requisitos:

Nota: La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, se reserva los derechos para modificar los requisitos antes descritos.

## 6. FORMULARIOS

Instructivo Formularios de Concesión de Frecuencias

Formulario RC-1A

Formulario RC-2A

Formulario RC-3A

Formulario RC-4A

Formulario RC-11A

Formulario RC-11B

Formulario RC-15A

Coordenadas de Referencia de los Sitios de Repetición

## 7. TARIFAS

De acuerdo al Reglamento De Derechos Por Concesión y Tarifas Por Uso De Frecuencias Del Espectro Radioeléctrico.

### Derechos De Concesión:

Se paga una sola vez por el tiempo de vigencia del título habilitante (5 años).

$$Dc = T(\text{US \$}) * Tc * Fcf \text{ (Ec. 9)}$$

Donde:

T = Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro (US\$) radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al Servicio y al Sistema en consideración.

Tc = Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

Fcf = Factor de concesión de frecuencias

Dc = Valor Derecho de concesión.

### **Del Servicio Fijo por Satélite**

Artículo 22.- El cálculo de la tarifa mensual por Estación Terrena para la prestación del Servicio Fijo por Satélite, por cada portadora, se determina de acuerdo con la ecuación 7:

$$T(\text{US \$}) = K_a * \alpha_1 * \beta_1 * A * F_s \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por Estación Terrena.

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_1$  = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo por Satélite

$\beta_1$  = Coeficiente de corrección para el Servicio Fijo por Satélite

Fs = Factor del Servicio Fijo por Satélite

A = Anchura de banda del bloque de frecuencias asignado, en kHz.

El valor mínimo de Anchura de Banda del bloque de frecuencias asignado será de 100 KHz.

El coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_7$  a aplicarse para el Servicio Fijo por Satélite, para el correspondiente ancho de banda de la portadora asignada a la Estación Terrena , se detalla en la Tabla 1.

### **el Servicio Móvil por Satélite**

Artículo 23.- El cálculo de la tarifa mensual por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Móviles y Fijas activadas en el Servicio Móvil por Satélite, se determina de acuerdo con la ecuación 8.

$$T(\text{US \$}) = K_a * \alpha_8 * \beta_8 * F_d \quad (\text{Ec.8})$$

Donde:

$T(\text{US\$})$  = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por Estaciones de Abonados móviles y fijas activadas en el sistema.

$K_a$  =Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_8$  = Coeficiente de valoración del espectro por Estaciones de Abonado móviles y fijas para el Servicio Móvil por Satélite

$\beta_8$  = Coeficiente de corrección para la tarifa por Estaciones de Abonado móviles y fijas.

$F_d$  =Factor de capacidad

Nota: El valor a pagar por imposición mensual para frecuencias temporales será de cinco veces el resultado de aplicar la formula correspondiente y por adelantado; al no firmar contrato no se pagan derechos de concesión.

## **8. REGLAMENTACIÓN**

**[http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_content&view=article&id=100:reglamento-de-radiocomunicaciones&catid=48:normas-del-sector&Itemid=103](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=100:reglamento-de-radiocomunicaciones&catid=48:normas-del-sector&Itemid=103)**

# *ANEXO 2*

**AUTORIZACIÓN DE USO DE FRECUENCIAS**



# *ANEXO 3*

**REGISTRO DE FRECUENCIAS**



# *ANEXO 4*

**COSTOS Y CARÁCTERÍSTICAS DE EQUIPOS**