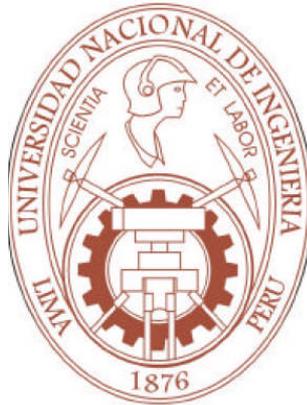


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE LA INTRANET EN LA RED DE
COMUNICACIÓN CON LAS GUARNICIONES DE LA
ZONA SUR DEL PAIS DEL EJÉRCITO PERUANO**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

LUIS MIGUEL PALOMINO RUIZ

PROMOCIÓN

1983-II

LIMA – PERU

2009

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I

GENERALIDADES

- 1.1. Introducción
- 1.2. Generalidades
 - 1.2.1. Requerimientos de comunicación de las guarniciones del ejército
 - 1.2.2. Situación actual de zonas de enlace
 - 1.2.3. Diagnóstico actual del entorno de las guarniciones
 - 1.2.4. Consideraciones iniciales para el diseño de enlaces de microondas
 - 1.2.5. Conceptos para el diseño red de enlaces de microondas
 - 1.2.6. Aspectos que se deben tomar en cuenta en las comunicaciones en el medio rural
 - 1.2.7. Partes que conforman en diseños de enlace de microondas
 - 1.2.7.1. Pérdida de propagación
 - 1.2.7.2. Diseño de selección del sitio
 - 1.2.7.3. Evaluación de la calidad del sistema

CAPITULO II

ESTUDIO TOPOGRAFICO DE LA ZONA

- 2.1. Introducción
- 2.2. Levantamiento topográfico de las localidades donde se ubican las guarniciones.

CAPITULO III

FUNDAMENTOS DE LA PLESIOCRONA DIGITAL (PDH)

- 3.1. Generalidades
- 3.2. Comunicaciones digitales
 - 3.2.1. Conversiones
 - 3.2.2. Multiplexado y sincronización

- 3.3. Jerarquía Digital Plesiocrona
 - 3.3.1. Historia
 - 3.3.2. Principios de operación
 - 3.3.3 Estándares PDH
- 3.4. Ventajas

CAPITULO IV

ESTUDIO DE GABINETE Y CAMPO

- 4.1 Introducción
- 4.2 Estudio de gabinete
 - 4.2.1. Alternativas de enrutamiento
- 4.3. Estudio de campo
 - 4.3.1. Pruebas de visibilidad y resultados

CAPITULO V

EQUIPO DE COMUNICACIÓN UTILIZADO

- 5.1. Introducción
- 5.2. Configuraciones
- 5.3. El Multiplexor Primario
- 5.4 Muldem (Multiplexing Secundario y Servicio)
- 5.5. MODEM
- 5.6. Transceivers
- 5.7 Ramificaciones
- 5.8 Características del Equipo
- 5.9 Consumo de Potencia
- 5.10 Compatibilidad Electromagnética
- 5.11 Certificaciones de los Equipos
- 5.12 Sistema de Tierra
- 5.13 Sistema Eléctrico de Energía
- 5.14 Protección eléctrica de los equipos

CAPITULO VI

DISEÑO DE RED RADIAL EN ENLACE DIGITAL

- 6.1. Introducción
- 6.2. Consideraciones en el diseño
- 6.3. Cálculos de radio
 - 6.3.1. Perfiles definitivos
 - 6.3.2. Cálculo de la altura de torres y antenas
- 6.4. Diseño de repetidoras

CAPITULO VII

RED PROPUESTA Y CONEXIÓN A LA RED ACTUAL DE MICROONDAS

- 7.1. Introducción
- 7.2. Plan de enrutamiento
- 7.3. Configuración de la red
- 7.4. Plan de frecuencias
- 7.5. Plan de canalización
- 7.6. Red actual de microondas
- 7.7. Determinación del equipo necesario para la red
 - 7.7.1. Equipamiento Recomendado
 - 7.7.2. Altura de Torres
 - 7.7.3. Antenas Recomendadas

CAPITULO VIII

IMPLEMENTO DEL PROYECTO INTRANET EN LAS GUARDICIONES DEL EJERCITO

- 8.1. Introducción
- 8.2. Características técnicas
- 8.3. Escenario y caso práctico
 - 8.3.1. Presentación de la organización
 - 8.3.2. Situación actual
 - 8.3.3. Solución
 - 8.3.4. Beneficio

8.3.5. Infraestructura

8.3.5.1. Software

8.3.5.2. Hardware

8.3.5.3. Comunicaciones

8.4. Metodología de desarrollo de aplicaciones para Internet

CONCLUSIONES

ANEXOS

ANEXO A

Localización geográfica de las guarniciones

ANEXO B

Perfiles topográficos

ANEXO C

Especificaciones técnicas

BIBLIOGRAFIA

PROLOGO

La finalidad de esta investigación es dar a conocer los últimos avances tecnológicos en el campo de las telecomunicaciones, a través de la implementación de un enlace que permite interconectar diferentes zonas geográficas, capaz de soportar diversas aplicaciones y servicios. La red propuesta en este informe ha sido elaborada considerando distintos factores que deberán ser considerados para cualquier escenario.

Finalmente, se agradece a las personas que han colaborado para que se haga posible la investigación.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Introducción.

En la actualidad las comunicaciones juegan un papel muy importante en el desarrollo del país, no solo para el aspecto de la seguridad, sino también integrando a pueblos alejados o desconectados con la modernidad, por esta razón considero que en Tacna y Puno existen localidades que cuentan con servicio telefónico, pero en forma limitada, con ciertas deficiencias técnicas y por que además el número creciente de la demanda por tener servicio telefónico en la población, justifica la necesidad de ampliar la capacidad de este servicio, lográndose con la aplicación de redes inalámbricas digitales por un lado y por otro la aplicación de Intranet mejorar la comunicación interna de la seguridad que es el propósito de esta investigación.

Esta preocupación del Ejército se da en el año 2000 donde se comenzó el estudio para el desarrollo y la implementación del proyecto que abarca las comunicaciones de radioenlaces a favor de los pueblos cercanos a las guarniciones, y por otro la Intranet como instrumento que permitan a las Unidades y dependencias del Ejército contar con el acceso a la Intranet del Ejército, la cual brinda Servicios de Acceso al Portal Institucional del Ejército, por donde se canaliza entre otros mensajería electrónica privada y pública.

Además del servicio que se da a la seguridad, permite al Comando disponer de un medio para la difusión en tiempo real de eventos de video conferencias, publicaciones de emergencia, etc. y por consiguiente estimulará el crecimiento de las Redes Telemáticas por parte de las Unidades y Dependencias incluidas en el presente proyecto.

De manera que el estudio tiene por objetivos:

1. Diseñar una Red de Microondas Digital como soporte de transmisión que logre satisfacer los requerimientos de comunicación de los departamentos de Tacna y Puno.

2. Fomentar el desarrollo de los pueblos alejados de la ciudad, generando con ello nuevas fuentes de trabajo, apoyando de esta forma al desarrollo de los pueblos y del país.
3. Desarrollar un instrumento básico de consulta para el diseño de redes que pueden ser utilizados en aplicación a otras regiones del país.

1.2. Generalidades

1.2.1. Requerimientos de comunicación de las guarniciones del Ejército.

Dada la demanda de comunicaciones que requiere el Ejército para mantener un enlace dinámico que permita el desarrollo logístico en áreas estratégicas que determine la seguridad y los intereses del país, en tal sentido y dentro del proyecto estratégico de comunicaciones 2000- 2005 el ejército ha considerado para el diseño una capacidad de circuitos similares a sus requerimientos de comunicación.

Estos circuitos servirán para enlazar al equipamiento y conmutación de las localidades con la central PAMPUTA, que será la sede principal de la administración del Ejército y desde la cual se establecerán los enlaces de coordinación con las demás guarniciones, que se hayan ubicadas según se muestra en la Tabla N° 1.1:

Tabla N° 1.1 Ubicación de zonas a interconectar			
Guarnición	Lugar	Altitud.(m)	Distancia(Km)
Departamento de Tacna:			
1	Colopa	2,560	-0 -
2	Ovejuyo	3,200	52.0
3	Cueva	3,330	7.5
4	Farisaraya	3,540	6.0
5	Challaypi	3,640	13.5
6	Chontacollo	3,870	7.5
Departamento de Puno:			
7	Desaguadero	4,100	-0 -
8	Parcullo	3,960	51.0
9	Cuytaco	4,200	33.0
10	Patalaca	3,980	11.0
11	Nazaparco	4,060	31.0
12	Pamputa.	3,890	11.5

La implementación de esta red permitirá a la zonas grandes beneficios económicos y sociales dado que no solamente su Diseño Estratégico apunta a garantizar la seguridad de la frontera, sino que la Red será muy significativa para la población ya que facilitará el tránsito de una economía de subsistencia a una de desarrollo, promoviendo también la integración de estas zonas las cuales ganarán eficiencia económica dado que al aperturarse el servicio a la población estos ahorrarían con la inmovilización cuando se trata de comunicarse de un punto con otro.

Es decir se pretende que la estrategia de comunicaciones cumpla un doble rol: en tiempo de guerra, y en tiempo de paz. Es por ello que el proyecto para que sea rentable para el Ejército, también debe tomar en cuenta su costeo y mantenimiento que se puede lograr con su apertura a la población. En tal sentido el objetivo será:

Implementar un sistema de RED de enlace con las doce guarniciones del Ejército Peruano de la Zona Sur Este del Perú que comprende los departamentos de Tacna y Puno. Dichas guarniciones se hayan entre las coordenadas: Longitud entre 69°00' y 69°45' y Latitud entre 16°30' – 17°30'.

En la Figura N° 1.1. Se muestra el plano preliminar sobre la ubicación de las guarniciones: Como se puede apreciar en estos lugares las guarniciones están alejadas de los poblados.



Figura N° 1.1 Ubicación de las Guarniciones

1.2.2. Situación actual de zonas de enlace.

Para poder implementar una RED de telecomunicaciones en los lugares señalados no solamente se guarda la reserva de las comunicaciones, sino que también se logre integrar el entorno de las localidades de cada guarnición que permita que también la población pueda comunicarse no solo a nivel local sino a nivel nacional y mundial.

Por lo anterior y considerando lo agreste de la geografía de la sierra del departamento de Tacna-Puno en donde se encuentran ubicadas las guarniciones y poblados aledaños, es preciso la implementación de una red de microondas que permita interconectar sistemas de mayor capacidad sean estos alámbricos o inalámbricos y que brinden además servicios de valor agregado como acceso a Internet, correo electrónico, etc.

1.2.3. Diagnóstico actual del entorno de las guarniciones.

El plan estratégico de Comunicaciones en lo que respecta a la ZONA SUR, tomó en cuenta el costo - beneficio que determina la implementación de una RED de telecomunicaciones en las áreas referidas.

Se tiene que partir de un diagnóstico de las necesidades reales del ejército y de su entorno social al cual se le atenderá con el servicio, así mismo para poder dimensionar la RED y proyectarla hacia el futuro es necesario describir a cada localidad recabándose la información más completa socio económicas comprendiéndose también las actividades que se desarrollan, datos técnicos sobre demografía, actividades productivas, comerciales y sociales, sistemas de comunicaciones existentes y otros servicios que sirvan para dimensionar las necesidades de comunicación del ejército y de la población.

En la Tabla N° 1.2 se muestra Población y viviendas de las localidades del proyecto. Dicha información ha sido tomada del INEI y que están relacionadas a la actividad económica, población y número de viviendas.

Tabla N° 1.2.				
Población y viviendas del entorno de las guarniciones				
Localidad	Provincia	Actividad Económica	Población	N° de viviendas
PUNO:				
Parcullo	Chuquito	Ganadería y agricultura	5,940	1,280
Desaguadero	Yunguyo	Turismo	10,570	2,100
Cuytac o	Chuquito	Ganadería agricultura	4,200	960
Patalaca	Chuquito	Agricultura	5,420	1,100
Nazaparco	Chuquito	Agricultura	6,095	1,250
Pamputa	Chuquito	Agricultura	8,250	1,420
TACNA:				
Colipa	Tarata	Agricultura	4,630	1,052
Ovejuyo	Tarata	Agricultura	5,340	1,011
Cueva	Tarata	Agricultura	4,120	982
Farisaraya	Tarata	Agricultura	5,890	1,196
Challaypi	Tarata	Agricultura	6,200	1,215
Chontacollo	Tacna	Ganadería.	4,200	913

Fuente: Datos tomados del último Censo de Población y vivienda del año 1993.

1.2.4. Consideraciones iniciales para el diseño de enlaces de Micro-ondas.

Una de las consideraciones que se debe tener en cuenta cuando se diseña una red de Microondas, es definir inicialmente el área de aplicación del sistema, pudiendo darse en zonas urbanas o en zonas rurales. Es importante también determinar la capacidad de los radio enlaces a implementar ya que por este se va a cursar toda la comunicación, el no dimensionar adecuadamente esta parte llevaría a tener un bajo rendimiento del sistema de comunicación.

La banda de frecuencia a utilizar deberá cumplir con el plan de asignación de frecuencias para tipo de servicio fijo el cual es asignado por el MTCVC (Ministerio Transportes Comunicaciones Vivienda y Construcción) en función de la disponibilidad de frecuencias libres en la zona donde trabajará la red de radiocomunicaciones.

1.2.5. Conceptos para el diseño red de enlaces de microondas.

a. Planificación de Redes Rurales.

Para poder llevar a cabo un trabajo de diseño o implementación de una red de telecomunicaciones hay que tener en cuenta una serie de actividades que se realizan antes de su implantación. En el presente trabajo se abordarán con generalidades lo relacionado al tema de planificación y daré más importancia a los aspectos que tengan que ver con la parte que corresponde al tema de transmisión que sin duda es el tema principal e importante del presente proyecto.

La estrategia para llevar adelante un plan rural debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Determinar el medio de transmisión y concentración más adecuado para cada caso.
- La demanda de servicio de telecomunicaciones rurales de empresas de servicios conexos como: luz, agua, polos industriales, agrícolas, residenciales, turísticos, etc., para determinar los lugares y/o poblados a quienes se dotará de servicio telefónico.

- Realizar en cada sitio estudios de demanda para determinar la instalación de: Teléfono público monedero, teléfono privado, móvil, facsímil, transmisión de datos, servicios de televisión, etc.
- Realizar cálculos económicos de factibilidad
- Realizar las especificaciones técnicas de los equipos a utilizar
- Realizar los procesos de adquisiciones e implantación correspondiente.

Complementariamente a lo anteriormente anunciado se consideran en la planificación lo siguiente:

1. Estimación y previsión de la demanda, según la cual es necesario conocer el número y distribución de los abonados, para ello se tendrá que disponer de algún método de previsión, como pueden ser los cronológicos y los econométricos, los primeros están basados en la experiencia acumulada y resultan poco fiables cuando existen fluctuaciones de la economía, cambios sociales o a la evolución de las telecomunicaciones. Los econométricos son más complicados pero se ajustan más a la realidad.
2. Previsión del tráfico: Es muy importante el volumen y distribución del tráfico que cursa el conjunto de abonados. Este tráfico será el que condicione las etapas de distribución de las centrales de conmutación, así como las rutas y el número de enlaces a instalar en cada nodo.
3. Criterios: En el sentido que en este aspecto habrá que tener presente lo siguiente:

a. Sociales y Económicos

Toda actividad económica se ve acondicionada por los criterios de rentabilidad que afecta a los mismos. No obstante, la característica de prestación social que califica el servicio telefónico lleva a la necesidad de implantarlos en todas las entidades. Esto da origen al concepto de Servicio Universal.

b. Técnicos

Está en función de cómo está agrupada la demanda si es para poblaciones concentradas o dispersas o soluciones radioeléctricas de mayor capacidad.

1.2.6. Aspectos que se deben tomar en cuenta en las comunicaciones en el Medio Rural.

Para este proyecto se toma en cuenta los estudios efectuados por la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones AHCIET que elaboró el Manual de Telecomunicaciones Rurales, donde se consideran: numeración, encaminamiento, conmutación, señalización transmisión, tarificación y sincronización:

- **Numeración:** Esta debe tener una vigencia del orden de 50 años para evitar inconvenientes que se derivan de un cambio de numeración.
- **Encaminamiento:** El plan de encaminamiento viene a ser el conjunto de reglas para la elección de tramos de red por donde va a pasar una comunicación. Esto obliga a tener una estructura jerárquica la que obliga a que las comunicaciones sigan la ruta final en su establecimiento, razones de tipo económico y de optimización de servicio pueden llevar a la creación de rutas directas.
- **Conmutación:** Se puede determinar la mejor estructura de conmutación teniendo en cuenta las características específicas del ambiente en forma de distribución geográfica de la población, densidad geográfica, evolución de la demanda telefónica, configuración de la orografía del terreno, grado de atenuación que se pretende dar, etc.

El equipamiento de conmutación debe ser preferentemente digital pues una de las ventajas de la conmutación digital es posibilitar la familia de aplicaciones definida como en conjunto que tienen en común.

Características básicas de funcionamiento

- Características básicas de funcionamiento.
- Lenguajes De programación hombre – máquina.
- La metodología y el diseño de sus elementos funcionales de forma que un sistema de conmutación pueda ser aplicable a todo tipo de centrales.

Un modelo de arquitectura que normalmente se establece en una zona rural en el sistema de comunicación digital, es el que se muestra en la Fig.

1.1

En la cual se basa en una estructura descentralizada y tiene el nombre de central principal, unidad satélite y unidad remota.

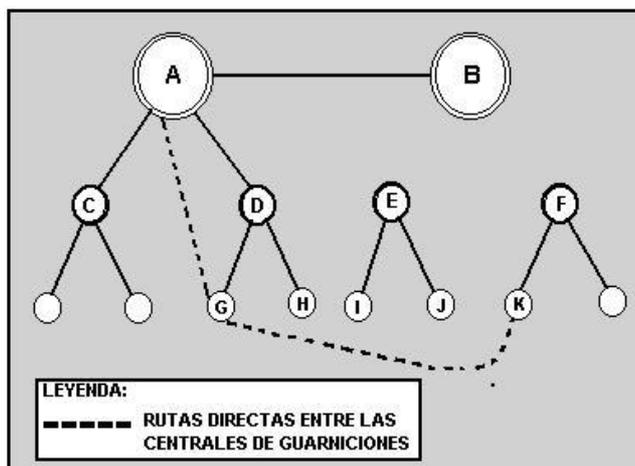


Figura 1.1. Estructura básica de los sistemas de comunicaciones de la zona rural

CENTRAL PRINCIPAL

Permite el tránsito para y desde el cual es posible controlar y operar otros Elementos de conmutación geográficamente alejados de él.

UNIDAD SATÉLITE

Se conecta con la central principal por medio de enlaces digitales, que permite a través de delegaciones de conmutación promover servicios a zonas alejadas de la central principal, pudiéndose servir hasta 200 líneas de abonados como mínimo aprovechando la infraestructura de enlaces.

UNIDAD REMOTA

Su misión primordial consiste en brindar el servicio telefónico además de la misión misma del proyecto aprovechar esa infraestructura para cubrir zonas geográficamente alejadas de la central principal y de baja densidad de abonados, pudiendo estar separadas varios kilómetros.

SEÑALIZACIÓN

Al momento de que se establezca su funcionamiento en la red de telecomunicaciones se hace necesario elaborar este plan ya que a través de él se regulan los procedimientos de intercambio de información precisa para el diálogo entre las centrales que conforma la red, así como entre éstas y los abonados.

TRANSMISIÓN

En la transmisión hay que tomar en cuenta algunos factores que afectan la calidad de la transmisión de las comunicaciones pudiéndose señalar las siguientes:

- **Equivalente de referencia**

A la hora de realizar la planificación y despliegue de un sistema inalámbrico punto a multipunto existen varios factores que deben tenerse en cuenta: zona geográfica y orografía del terreno, densidad de abonados y consumo de tráfico, calidad de servicio requerida, balance de potencias del enlace radio, tamaño y número de celdas, emplazamiento de estaciones base, reutilización de frecuencias, coste del sistema, etc. Este factor fundamentalmente está relacionado al volumen sonoro proporcionado a la cápsula del terminal telefónico

- **Distorsión de atenuación.**

Ocurre cuando las altas frecuencias pierden potencia con mayor rapidez que las frecuencias bajas durante la transmisión, lo que puede hacer que la señal recibida sea distorsionada por una pérdida desigual de sus frecuencias componentes. La pérdida de potencia está en función del método y medio de transmisión. Además, la atenuación aumenta con la frecuencia e inversamente con el diámetro del alambre. Este problema se evita con estaciones repetidoras que refuercen la señal cuando sea necesario.

- **Distorsión por retraso:**

Ocurre cuando una señal se retrasa más a ciertas frecuencias que a otras. Si un método de transmisión de datos comprende datos transmitidos a

dos frecuencias distintas, los bits transmitidos a una frecuencia pueden viajar ligeramente más rápido que los transmitidos en la otra. Existe un dispositivo llamado igualador (o ecualizador) que compensa tanto la atenuación como la distorsión por retraso.

- **Tiempo de propagación**

Perjudica el ritmo de las conversaciones, aumenta el eco sonoro.

- **Distorsión de retardo de grupo.**

Debido a que el tiempo de propagación no sea el mismo para todas las frecuencias componentes de la señal telefónica ocasiona esta característica que afecta a la señal, sobre todo a las señales de datos por lo que se debe fijar unos márgenes para esta diferencia.

- **Ruido.**

Con respecto a esto se produce en el equipamiento de conmutación y transmisión y en circuitos por donde transcurre la señal telefónica.

- **Diafonía.**

El concepto de diafonía o atenuación transversal, tal como su nombre lo indica, significa dos fonías. Esto quiere decir que la señal transmitida por un par logra ultrapasar a los demás pares adyacentes del cable, produciendo de esta forma interferencias entre las líneas del cable.

Es frecuente cuando se está hablando por teléfono, escuchar otras conversaciones ajenas a la propia. Este efecto que se produce en la comunicación telefónica, se reconoce con el nombre de diafonía.

Las principales causas que generan la diafonía, son los desequilibrios capacitivos y la baja aislación entre los pares del cable, lo que normalmente son producidos al realizar los empalmes.

Es importante llamar la atención en este punto, dado que la diafonía, a diferencia de otros defectos, son muy difíciles de localizar y reparar, por lo tanto los técnicos encargados de realizar las uniones en los cables deberán tomar todas las medidas pertinentes, con el objeto de evitar que se

produzcan desequilibrios capacitivos (pares split) o baja aislación en los cables.

Este problema genera además acoplamiento de señales en pares usados en transmisión de datos, y disminución de velocidad de propagación de la señal.

La diafonía se define como la relación de potencia o voltaje que existe entre el par interferido y el par interferente. Esta relación se expresa con una potencia de 1mW la cual corresponde a 0dBm.

Se entiende por par interferente al que lleva la señal y el par interferido donde se escucha la señal.

- **Distorsión de Cualificación**

La cual es una degradación introducida en el proceso de conversión analógico-digital.

El desarrollo del presente proyecto establece objetivos de calidad que se deben cumplir en las comunicaciones y son aquellas que se ajustan a las normas de la ITU-R relativas a las conexiones internacionales.

TARIFICACIÓN

Orientado a la empresa operadora del servicio. Debe cumplir lo siguiente:

- **Debe producir una rentabilidad razonable.**

Debe cubrir los gastos corrientes de su operatividad, así como el pago de amortización y de intereses.

- **Deben ser de fácil comprensión.**
- **Debe ser técnicamente viable.**

La normatividad establece que ésta no debe ser más de 6 a 8 tarifas distintas.

SINCRONIZACION

En el proyecto se hace necesario para evitar la degradación de la calidad provista para la red. Los relojes de las centrales pueden funcionar de un

modo completamente libre o bien con un control automático de su frecuencia dando lugar a la redes plesiócronicas y a las redes síncronicas.

Una red plesiócrona es aquella en la que los relojes de control de las distintas centrales son independientes entre sí. Una red síncrona es aquella en la que los relojes están controlados en su funcionamiento, manteniéndose su frecuencia idealmente idéntica. En la práctica, lo que ocurre es que los desplazamientos relativos de la fase entre los relojes están limitados en márgenes muy estrechos.

1.2.7. Partes que conforman un Diseño de enlace de microondas.

El diseño de sistemas de microondas digital se divide en dos partes fundamentales:

- La selección del sitio, referida a la ubicación de las estaciones de las guarniciones, y
- La evaluación de la calidad del sistema.

Para la planificación adecuada de los sistemas terrenales con visibilidad directa es necesario disponer de métodos de predicción y datos de propagación adecuados por ello se recomienda que para la planificación de los sistemas terrenales con visibilidad directa se considere lo siguiente:

- Pérdida de propagación
- Diseño de selección del sitio
- Evaluación de la calidad del sistema.

1.2.7.1. Pérdida de propagación.

La pérdida de propagación, para un trayecto terrenal con visibilidad directa, respecto a las pérdidas en el espacio libre (Rec. UIT-RP-525) es la suma de las contribuciones siguientes:

- Atenuación debida a los gases atmosféricos,
- Desvanecimiento por difracción a consecuencia de la obstrucción parcial o total del Trayecto.
- Desvanecimiento a consecuencia de la propagación por trayectos múltiples, la dispersión del haz y el centello,
- Atenuación debida a la variación de los ángulos de llegada y de salida,

- Atenuación debida a las precipitaciones,
- Atenuación ocasionada por las tormentas de arena y polvo.

Cada una de estas contribuciones tiene sus características propias en función de la frecuencia, la longitud del trayecto y la ubicación geográfica. A continuación se da un procedimiento de cálculo y más adelante se describen otros puntos de interés.

a. Pérdida de Espacio Libre (Γ_o)

$$\Gamma_o = 10 \text{Log} \left(\frac{4\pi d f}{\lambda} \right)^2 = 20 \text{Log} d + 20 \text{Log} f + 32.4 \quad (\text{dB}) \quad \text{Ec. (1.1)}$$

Donde:

- d = distancia del tramo en Km.
f = frecuencia en MHz.

b. Nivel de la Potencia a la entrada del receptor.

b.1. En el caso de que no se use repetidores pasivos:

En caso que no se use repetidores pasivos:

$$Pr = Pt + (Gt + Gr) - \Gamma_o - (L_{ft} + L_{fr}) \quad (\text{dBm}) \quad \text{Ec. (1.2)}$$

Donde:

- Pt = Potencia de salida del transmisor, en dBm.
Gt, Gr = Ganancias de las antenas de txr o rx en dB.
 $L_{ft} + L_{fr}$ = Pérdida del alimentador de tx o rx en dB.

b.2. En el caso de que en el tramo se use un repetidor pasivo.

$$Pr = Pt + (Gt + Gr) - \Gamma_{o1} + \Gamma_{o2} + 2Gp - (L_{ft} + L_{fr}) \quad (\text{dBm}) \quad \text{Ec. (1.3)}$$

Donde:

G_p = es ganancia de las antenas en el repetidor pasivo.

Atenuación debida a los gases atmosféricos

Para frecuencias superiores a unos 10 GHz siempre está presente una cierta atenuación debida a la absorción del oxígeno y del vapor de agua, por lo que debe incluirse en el cálculo de la pérdida total de propagación. La atenuación a lo largo de un trayecto de longitud d (km) viene dada por la fórmula:

$$A_a = \gamma_a d \quad dB \quad \text{Ec. (1.4)}$$

La atenuación específica γ_a (dB/km) se obtiene de la Recomendación UIT-RP.676. En trayectos largos, para frecuencias superiores a unos 20 GHz, puede ser conveniente tener en cuenta las estadísticas conocidas sobre la densidad del vapor de agua y la temperatura en las proximidades del trayecto. En la Recomendación UIT-R P.836 aparece cierta información sobre densidad de vapor de agua.

Desvanecimiento por difracción

Las variaciones de las condiciones de refracción de la atmósfera pueden modificar el radio efectivo de la tierra, es decir el factor k , con respecto a su valor mediano que es aproximadamente de $4/3$ para una atmósfera normal (véase la Recomendación UIT-R P.310). Cuando la atmósfera es suficientemente subrefractiva (grandes valores positivos del gradiente del índice de refracción, valores reducidos del factor k), los rayos se curvan de forma que la tierra obstruye el trayecto directo entre el transmisor y el receptor, lo que da lugar a un tipo de desvanecimiento llamado desvanecimiento por difracción. Este desvanecimiento es el factor que determina la altura de las antenas.

Las estadísticas del factor k para un punto pueden determinarse a partir de medidas o predicciones del gradiente del índice de refracción en los

primeros 100 m. De la atmósfera (véase la recomendación UIT-R P.453 sobre los efectos de la refracción). Estos gradientes deben promediarse para obtener el valor efectivo de k correspondiente a la longitud del trayecto en cuestión, k_e . Los valores de k_e que se exceden durante el 99.9% del tiempo se examinan en el apartado siguiente en función de los criterios de trayecto despejado.

Radio propagación a frecuencias milimétricas

En la región de microondas y de ondas milimétricas, donde la frecuencia varía desde 1 GHz hasta 300 GHz, la ionosfera puede considerarse transparente a la propagación de las ondas electromagnéticas. Esto se debe a que el efecto del campo magnético terrestre sobre los electrones es despreciable para frecuencias por encima de 10 MHz, y la frecuencia del plasma que está directamente relacionada con el fenómeno de refracción/reflexión ionosférica también es mucho menor. La propagación de ondas en este rango de frecuencias se produce generalmente con visión directa entre las antenas. Los principales factores que afectan a la propagación de señales de radio en este rango de frecuencias se resumen a continuación.

Lluvia

Las ondas de radio que se propagan a través de una región de lluvia se atenúan como consecuencia de la absorción de potencia que se produce en un medio dieléctrico con pérdidas como es el agua. Adicionalmente, también se producen pérdidas sobre la onda transmitida debido a la dispersión de parte de la energía del haz que provocan las gotas de lluvia, aunque son menores. Desde el punto de vista de un ingeniero de comunicaciones que va a diseñar un radioenlace, lo que se necesita es una fórmula sencilla para relacionar la atenuación específica con parámetros tales como la tasa de lluvia, la frecuencia o la temperatura. Afortunadamente esta fórmula existe, y es de la forma: Atenuación específica (dB/km) = $k \cdot R^{\text{alfa}}$, donde R es la tasa de lluvia en mm/h, y k y alfa son constantes que dependen de la frecuencia y de la temperatura de la lluvia.

La dependencia con la temperatura se debe a la variación de la constante dieléctrica del agua con la temperatura. Los valores exactos de las constantes k y α han sido obtenidos por Olsen, Rodgers y Hodge, quienes han establecido fórmulas empíricas para una temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a partir de datos experimentales. Como es lógico, se observa que la atenuación crece con R y es mayor para frecuencias superiores. Dado que las longitudes de los tramos de visión directa suelen ser de 10 a 20 km, atenuaciones por lluvia del orden de 1 dB/km o superiores conducen a disminuciones apreciables en el nivel de señal. Para compensarlo es necesario aumentar la ganancia de las antenas o la potencia transmitida, lo cual resulta bastante costoso en el caso de incrementos de 20-30 dB.

Finalmente, conviene indicar que las pérdidas por lluvia son sensibles a la polarización de la señal transmitida, siendo algo mayores en el caso de polarización horizontal. Esto se debe a la forma adoptada por las gotas de lluvia al caer, e implica que en el caso de libertad en el diseño del sistema suela escogerse la polarización vertical. Algunos valores de las constantes k y α en función de la frecuencia y de la polarización se listan en la siguiente

Tabla: 1.3

Tabla 1.3 Valores en función a la frecuencia de propagación				
Frecuencia (GHz)	k_H	k_V	α_H	α_V
1	0,0000387	0,0000352	0,912	0,880
2	0,000154	0,000138	0,963	0,923
4	0,000650	0,000591	1,121	1,075
8	0,00454	0,00395	1,327	1,310
10	0,0101	0,00887	1,276	1,264
12	0,0188	0,0168	1,217	1,200
15	0,0367	0,0335	1,154	1,128
20	0,0751	0,0691	1,099	1,065
30	0,187	0,167	1,021	1,000
40	0,350	0,310	0,939	0,929
60	0,707	0,642	0,826	0,824

Fuente: Tomado de Albert Dennis (1998). Radiopropagación a frecuencias Milimétricas. 2da.ed. Barcelona: Edit Pirámide. P.121-125.

Niebla

La atenuación por niebla de las microondas y de las ondas milimétricas está gobernada por las mismas ecuaciones que en el caso de la lluvia. La principal diferencia es que la niebla puede modelarse como un conjunto de gotas de agua muy pequeñas en suspensión con radios variables entre 0,01 y 0,05 mm. Para frecuencias por debajo de 300 GHz la atenuación producida por la niebla es linealmente proporcional al contenido total de agua por unidad de volumen para cada frecuencia. Una concentración de $0,032 \text{ g/m}^3$

corresponde a un nivel de niebla que permite visibilidad a unos 700 m. Por otro lado, una concentración de $0,32 \text{ g/m}^3$ permite visibilidad a algo más de 100 m. El nivel máximo de contenido de agua se sitúa en torno a 1 g/m^3 , con densidades considerablemente menores para la mayor parte de las nieblas. Para una frecuencia de 100 GHz, la atenuación en el caso de niebla densa es de tan sólo 1 dB/km. Por lo tanto, en el diseño de radioenlaces con suficiente margen de señal para evitar la atenuación por lluvia, la niebla no constituirá un factor de limitación.

Hielo y nieve.

Cuando el agua se solidifica formando cristales de hielo o nieve se produce un cambio significativo en el valor de la constante dieléctrica compleja. En el caso del hielo, la parte real de la constante dieléctrica es prácticamente constante e igual a 3,17 para el rango de temperaturas de $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ en la banda de frecuencias microondas/milimétricas. La parte imaginaria, por otro lado, es muy pequeña y casi independiente de la frecuencia en dicha banda. Precisamente este reducido valor de la parte imaginaria de la constante dieléctrica indica que los cristales de hielo introducen poca atenuación. No obstante, la nieve y el granizo consisten en una combinación de cristales de hielo y agua en muchos casos, por lo que la atenuación es muy dependiente de las condiciones meteorológicas. Además, las formas de los cristales de hielo y de nieve son tan variadas que el cálculo de la absorción producida por una única partícula es una tarea muy complicada.

La atenuación de las microondas al atravesar nieve "seca" es al menos un orden de magnitud inferior que para la lluvia considerando la misma tasa de precipitación. No obstante, la atenuación para la nieve "húmeda" es comparable a la de la lluvia e incluso superior en la banda de frecuencias milimétricas. Medidas experimentales han mostrado valores de atenuación en torno a 2 dB/km para 35 GHz y una tasa de precipitación de 5 mm/h. Para nieve "seca" la atenuación es dos ordenes de magnitud inferior. Debido a la gran cantidad de variables involucradas, en particular el contenido de agua

relativo, resulta difícil especificar la atenuación en función de la tasa de precipitación de una forma simple.

Gases atmosféricos

Los vapores de agua y de oxígeno no condensados poseen líneas de absorción en la banda de frecuencias de microondas y de ondas milimétricas. Por ello existen frecuencias donde se produce unas grandes atenuaciones separadas por ventanas de transmisión donde la atenuación es mucho menor. En el caso del vapor de agua, se producen fuertes líneas de absorción para longitudes de onda de 1,35 cm, 1,67 mm e inferiores. En el caso del oxígeno, las longitudes de onda de los picos de absorción son 0,5 y 0,25 cm. La atenuación debida al efecto conjunto de los vapores de agua y oxígeno es aditiva. Por ejemplo, para 0,5 cm la atenuación debida únicamente al oxígeno supera los 10 dB/km. En aquellas bandas donde los valores de atenuación exceden los 10 dB/km el alcance de las comunicaciones se encuentra enormemente limitado. Pero escogiendo adecuadamente las frecuencias de trabajo es posible obtener niveles de atenuación mucho menores: por ejemplo, a 30 GHz la atenuación es inferior a 0,1 dB/km. Para frecuencias por encima de 300 GHz, en cambio, la atenuación mínima es todavía elevada (6 dB/km o más) e impone una gran restricción en el caso de enlaces terrestres con visión directa. Sin embargo, determinadas aplicaciones especializadas tales como comunicaciones secretas de corto alcance (entornos "indoor" a 60 GHz) o enlaces entre satélites (no afecta la atenuación atmosférica) se aprovechan del uso de la banda de frecuencias milimétricas.

Estas longitudes de onda cortas posibilitan el uso de antenas de alta ganancia muy compactas que compensan parte de las pérdidas introducidas.

Vegetación

Un factor importante de degradación en sistemas que operan a frecuencias milimétricas, como por ejemplo el servicio LMDS (local multipoint distribution service), lo constituye la vegetación (árboles, arbustos, etc.)

existente en las inmediaciones del radioenlace. Estos sistemas se caracterizan por emplear enlaces cortos (2-6 km) con visión directa entre las antenas, pero en ciertas ocasiones el radioenlace puede verse accidentalmente obstruido por árboles o incluso techos de edificios en entornos urbanos. En esta situación, el campo electromagnético presente en la antena receptora puede modelarse como la suma de la onda proveniente directamente del transmisor, y multitud de pequeñas ondas dispersadas por los edificios adyacentes y por las hojas de los árboles cercanos. Dado que las fases de estas ondas son aleatorias, las señales resultantes pueden estimarse mediante análisis estadístico. El resultado final de sumar todas estas pequeñas contribuciones es un proceso Gaussiano cuya amplitud (potencia instantánea) sigue una distribución de Rayleigh. Si a continuación se añade la contribución del rayo directo, entonces la estadística de la amplitud de la señal se modela por medio de una distribución de Nakagami-Rice.

Otros artículos sobre propagación.

La pérdida por difracción dependerá del tipo de terreno agreste y de vegetación. Para un determinado despejamiento del trayecto del rayo, la pérdida por difracción variará desde un valor mínimo en el caso de un obstáculo único en arista hasta un valor máximo en el caso de una tierra esférica lisa.

Las pérdidas por difracción en un terreno medio pueden aproximarse para pérdidas mayores de unos 15 dB, mediante la fórmula:

$$A_d = \frac{-20h}{F_1} + 10 \quad dB \quad \text{Ec. (1.5)}$$

h es la altura (m) del obstáculo más importante del trayecto por encima de la trayectoria de éste (h es negativa si la parte superior del obstáculo en

cuestión está por encima de la línea de visibilidad directa), y F_1 es el primer radio elipsoide de Fresnel, indicando por:

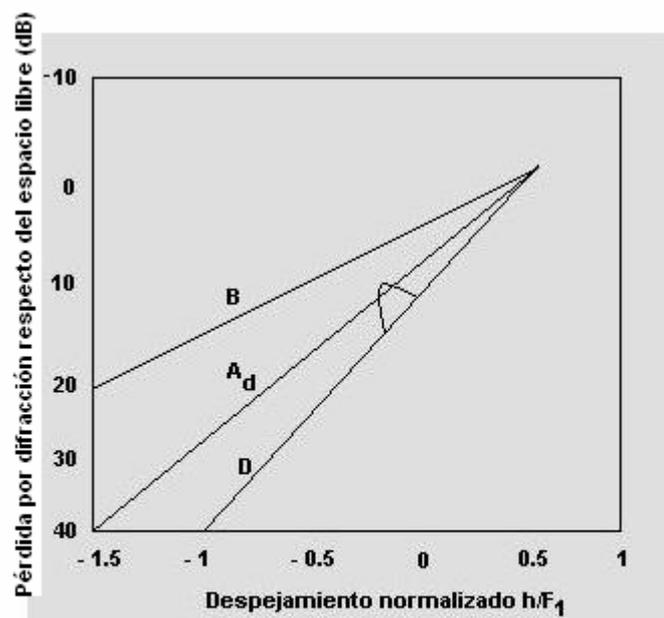
$$F_1 = \left[\frac{\lambda \times d_1 \times d_2}{d_1 + d_2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots(m) \quad \text{Ec. (1.6)}$$

λ : longitud de onda.

D : longitud de trayecto ($d_1 + d_2$)

d_1 y d_2 : distancias entre los terminales y la obstrucción del trayecto.

En la Figura 1.2. Se muestra una curva, denominada A_d . Esta curva es solamente válida para pérdidas superiores a 15 dB, se ha extrapolado hasta una pérdida de 6 dB para satisfacer la necesidad de los diseñadores de enlaces.



- B: Curva teórica de pérdida por difracción en obstáculos en filo de cuchillo
- D: Curva teórica de pérdida sobre la tierra esférica lisa a 6.5 GHz y $k_e = 4/3$
- A_d : Curva empírica de la pérdida por difracción basada en la ecuación (1.5) terreno intermedio.
- h : Magnitud del despejamiento del trayecto radioeléctrico respecto de la superficie de la tierra.
- F_1 : Radio de la primera zona de Fresnel.

Fig 1.2

Criterios de planificación para el despejamiento del trayecto

El despejamiento por difracción en este tipo de frecuencias por encima de unos 2 GHz se aliviaba instalando antenas a altura suficiente para que, en condiciones de curvatura muy acentuada de los rayos, el receptor no se ubique en la región de difracción cuando el radio efectivo de la tierra es inferior a su valor normal. De acuerdo a los fundamentos teóricos sobre la difracción indica que el trayecto directo entre el transmisor y el receptor debe estar libre de obstáculos, a partir de una altura por encima del suelo en 60% del radio de la primera zona de Fresnel para que se cumplan las condiciones de propagación en el espacio libre. Últimamente, disponiendo de más información sobre este mecanismo y de los valores estadísticos de k_e , que se requieren para realizar predicciones estadísticas, algunas administraciones están instalando antenas a alturas que producirán algunas pequeñas interrupciones conocidas. A falta de un procedimiento general que permita obtener una cantidad previsible de pérdidas por difracción para diversos porcentajes de despejamiento del trayecto, generalmente se recomienda utilizar los siguientes procedimientos en los climas templados y tropicales:

- **Configuración de la antena sin diversidad**
 - a. Se determinan las alturas de antenas necesarias para obtener un valor mediano apropiado del factor k en el punto (ante ausencia de datos se utiliza $k=4/3$) y un despejamiento del trayecto equivalente a $1,0 F_1$ por encima del obstáculo más alto (para casos de climas templados y tropicales).
 - b. Se obtiene el valor de k_e (99,9%) a partir de la Figura 1.2.7.1a para la longitud del trayecto en cuestión.
 - c. Se calcula las alturas de antenas necesarias para el valor de k_e obtenido en el apartado b) y los siguientes radios de despejamiento de la zona de Fresnel:

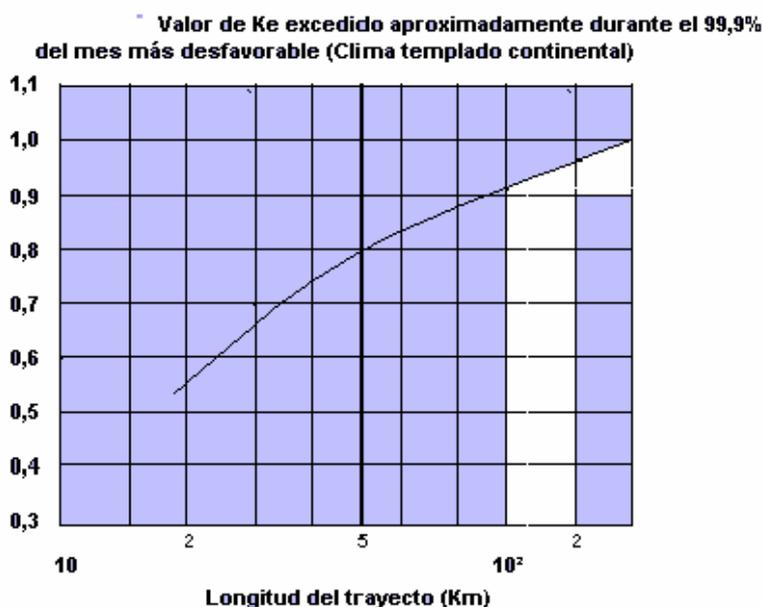
Tabla 1.4. Zona de Fresnel

<u>Clima templado</u>	<u>Clima tropical</u>
0,0 F_1 (incidencia razante) si sólo existe una obstrucción aislada del trayecto.	0,6 F_1 para longitudes de trayecto superiores a unos 30 km.
0,3 F_1 Si la obstrucción del trayecto se extiende a lo largo de una parte de éste.	

d. Se recomienda las mayores alturas para las antenas obtenidas en los apartados a, y c.

En los casos de incertidumbre sobre el tipo de clima, debe seguirse la regla de despejamiento más conservadora para climas tropicales o, al menos, una regla basada en los valores medios del despejamiento para climas templados y tropicales.

Fig. 1.2.7.1a



En los pasos a) y c) anteriores puede que sea necesario utilizar las fracciones más pequeñas de F_1 para frecuencias inferiores a unos 2 GHz con objeto de evitar antenas de altura excesivamente elevada.

En el paso c) quizá haya que utilizar las fracciones más grandes de F1 para frecuencias superiores a unos 10 GHz a fin de reducir el riesgo de difracción en condiciones subrefractivas.

1.2.7.2. Diseño de selección del sitio

En esta etapa se realiza el diseño de la ruta, diseño de antenas y el análisis de interferencia. A continuación se explica cada tema mencionado.

DISEÑO DE LA RUTA DE PROPAGACIÓN

En este caso se realizan los cálculos de las alturas de antenas, el estudio de onda reflejada y el análisis de interferencia.

a. Cálculo de la altura de la antena:

El cálculo de las alturas de las antenas se hace usando los datos del perfil del trayecto:

$$ha_1 = \frac{d}{d_2}(h_o + h_1) - \frac{d_1}{d_2}(hg_2 + ha_1) + \frac{d_1 \cdot d}{2ka} - hg_1(m) \quad \text{Ec. (1.7)}$$

$$h_o = \frac{\lambda d_1 x d_2}{d_1 + d_2} \dots \dots \dots (m)$$

- ho = Radio de la primera zona de Fresnel
- hs = Altura del obstáculo sobre el nivel del mar
- hg₁, hg₂ = Altura de las estaciones sobre el nivel del mar.
- ha₁, ha₂ = Altura de las estaciones sobre el nivel del suelo.

Un parámetro que también debe conocerse para estar seguro de la no pérdida de la señal por atenuación de obstáculo es el margen de claridad en el punto crítico, esta se calcula como sigue:

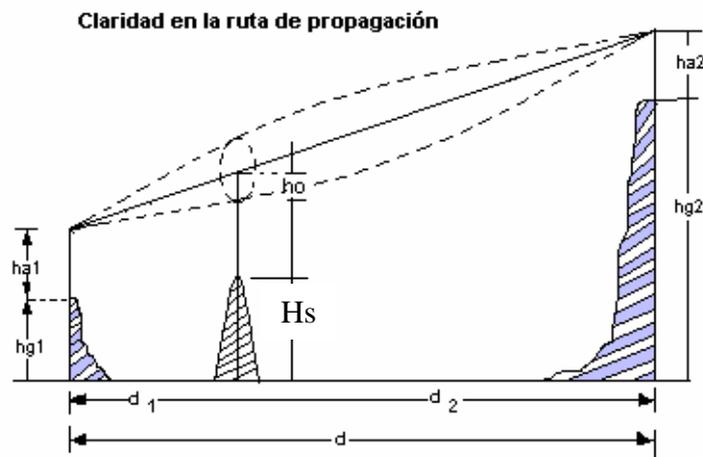
$$H_c = hp - hs \quad \text{Ec. (1.8)}$$

Donde:

$$Hc = h_1 - \left(\frac{d_1}{d}\right) * (h_1 - h_2) - 0.0588 * d_1 * d_2 - hs$$

h_1 y h_2 son alturas de las antenas en m.s.n.m.

Fig. 1.4



El valor del margen de claridad debe ser mayor o igual a cero, para que los valores de las alturas de las antenas sean apropiadas. Ver la figura siguiente donde se muestra el significado de las letras

H_s =altura sobre el nivel del mar del obstáculo en un punto dado en metros

H_c =altura de libramiento o de claridad en metros

H_p =altura sobre el nivel del mar del haz radioeléctrico en metros

d_1 =distancia de la estación 1 al obstáculo en km

d_2 =distancia del obstáculo a la estación 2 en km

d =distancia total del radioenlace

b. Estudio sobre la onda reflejada.

Para poder examinar la ruta de la onda reflejada lo primero que debe hacerse es conocer la posición del punto de reflexión, luego determinar la pérdida de potencia que éste causa para poder evaluar de esta manera la posible o no interferencia de este fenómeno.

- **Posición del Punto de reflexión**

Usando el perfil y el mapa se determina el punto de reflexión y su altura aproximada. Para el efecto se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} H_{10} &= h_1 - h_r \\ H_{20} &= h_2 - h_r \end{aligned} \quad \text{Ec. (1.9)}$$

Donde:

Hr: es la altura del punto de reflexión sobre el nivel del mar (al inicio se asume ubicado en la parte de menor altura y cerca al Rx)

Luego se calcula los parámetros c y m. Utilizando la figura 1.5 se obtiene el valor de b:

$$C = \frac{(h_{10} - h_{20})}{(h_{10} + h_{20})} \quad \text{Ec. (1.10)}$$

$$m = \frac{1/2 \times 1/2ka.d^2}{(h_{10} + h_{20})}$$

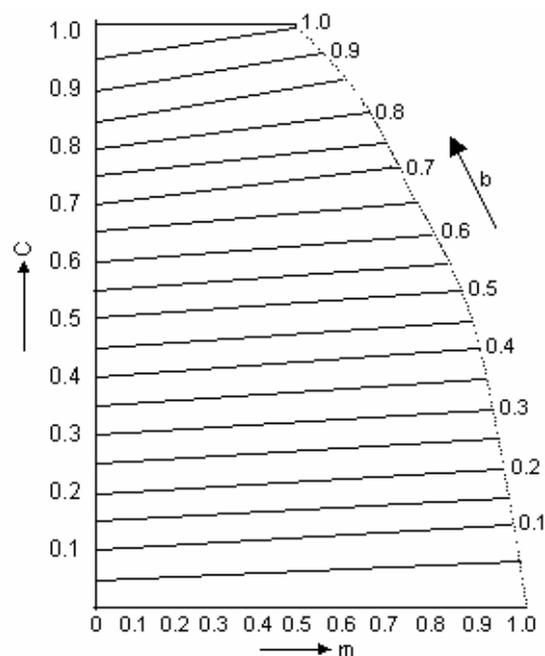
Donde:

k = factor del radio efectivo de la tierra (4/3, 2/3, etc.)

a = radio medio de la tierra

$$\begin{aligned} d_{r1} &= \frac{d}{2}(1+b) \\ d_{r2} &= d - d_{r1} \end{aligned} \quad \text{Ec. (1.11)}$$

Figura 1.5 :



Obtención de b con escala paramétrica

Análisis de la Pérdida de potencia de la onda reflejada

i. Pérdida en el punto de reflexión (L_r)

Los valores de las pérdidas dependen de las condiciones de la superficie terrestre.

Se muestra las pérdidas en dB, para cada tipo de superficie:

Tabla 1.5

Frecuencia	Atenuación en la superficie (dB)			
	Agua	Papal	campo	Ciudad bosque montaña
2GHz	0	2	4	10
4GHz	0	2	6	14
6GHz	0	2	6	14
11GHz P	2	8	16	16

ii. Pérdida por la directividad de la antena se puede determinar mediante los ángulos entre la onda directa y la onda reflejada(θ) que son calculados a partir de los datos del perfil de la manera siguiente:

$$\theta_1 = \frac{h_{10}}{dr_{20}} - \frac{(h_{10} h_{20})}{d} - \frac{dr_2}{2ka} \quad \text{Ec. (1.12)}$$

$$\theta_2 = \frac{h_{20}}{dr_2} - \frac{(h_{20} - h_{10})}{d} - \frac{dr_1}{2ka}$$

- **Pérdida de potencia de la onda reflejada**

$$\left(\frac{D}{U}\right)_r = Lr + D\theta_1 + D\theta_2 \quad (dB) \quad \text{Ec. (1.13)}$$

Donde:

$D0_1$ y $D0_2$ son valores que dependen de las características de las antenas a utilizar (transmisora y receptora).

Si este valor es inferior a 10 dB, hay que adoptar la diversidad, para evitar desvanecimiento de tipo k.

c. Diseño del sistema de antena

Para decidir el tipo de antena a utilizar, se debe determinar la ganancia necesaria para mantener la potencia estándar a la entrada del receptor.

$$G_{ts} + G_{rs} = Pr_s + \Gamma_0 + L_f - Pt \quad (dB) \quad \text{Ec. (1.14)}$$

Donde:

Pr_s : Potencia standard a la entrada del receptor.

Γ_0 : Pérdida de espacio libre

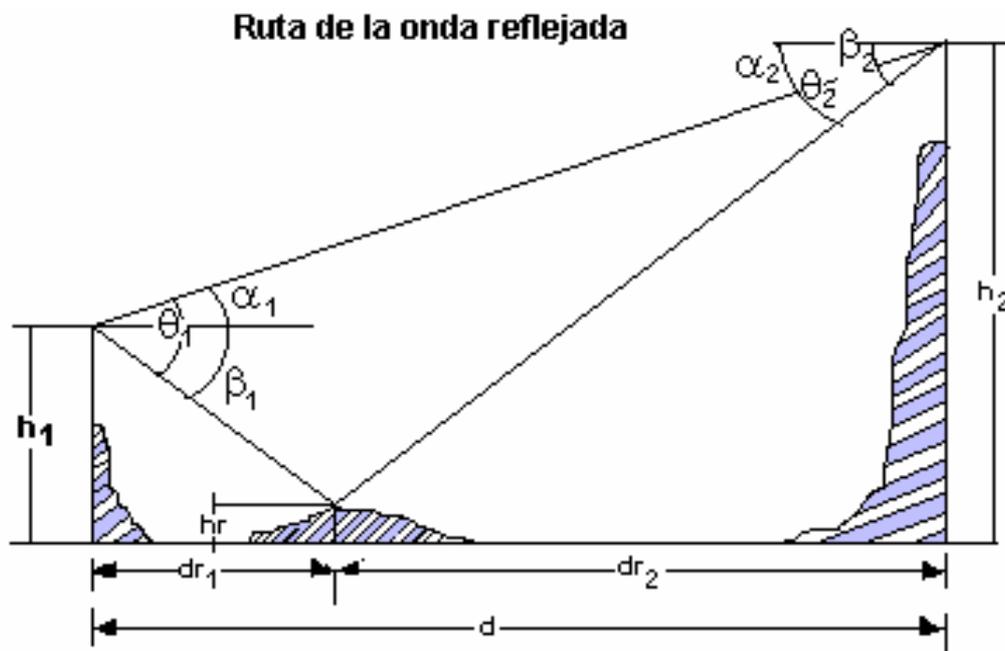
L_f : Pérdida en los alimentadores del tx y rx

Pt : Potencia a la salida del transmisor

G_{ts}, G_{rs} : Ganancia de las antenas del transmisor y receptor.

Con G_{ts}, G_{rs} se determina el diámetro de las antenas.

Fig.1.6.



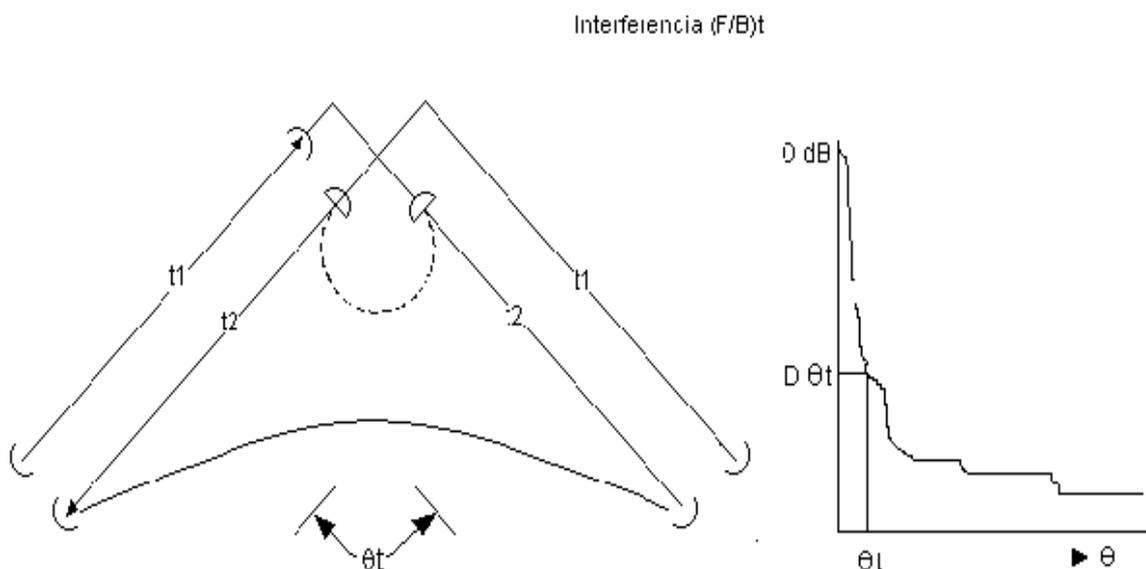


Fig. 1.7

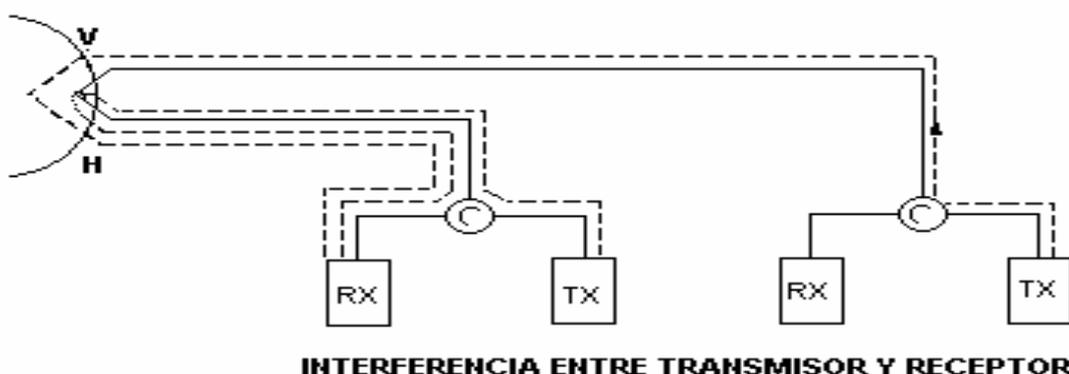
ANÁLISIS DE INTERFERENCIA

Para poder realizar este análisis se debe tener en cuenta los factores que a continuación se explican:

- Interferencia F/B (Front to Back Ratio) de la antena en transmisión. Esta interferencia ocurre en el caso en que la onda deseada y la onda no deseada pasan por la misma ruta, y son al mismo tiempo influidos por el desvanecimiento. Como se muestra en la Figura 1.7, la magnitud de esta interferencia es determinada por la directividad de la antena de transmisión. Y el factor de mejora debido a diferencia de polarización XPD(o).
- Interferencia F/B (Front to Back ratio) de la antena en recepción. Esta interferencia ocurre en los tramos adyacentes que emplean la misma frecuencia. Este tipo de interferencia cuando la onda deseada se encuentra bajo los efectos del desvanecimiento. La relación C/N de esta interferencia se determina por la directividad de la antena en recepción, como se muestra en la Figura 1.7

- Interferencia por interpolarización. Esta interferencia ocurre cuando las polarizaciones vertical y horizontal se usan al mismo tiempo y en la misma frecuencia.
- El ruido es determinada por la característica de directividad de interpolarización.
- Interferencia por canales adyacentes. La magnitud de este ruido dependen de la asignación de las frecuencias.
- Interferencia entre transmisión y recepción. Esta interferencia ocurre cuando el transmisión y el receptor están conectados en la misma estación tal como se muestra en la figura N° 1.8.

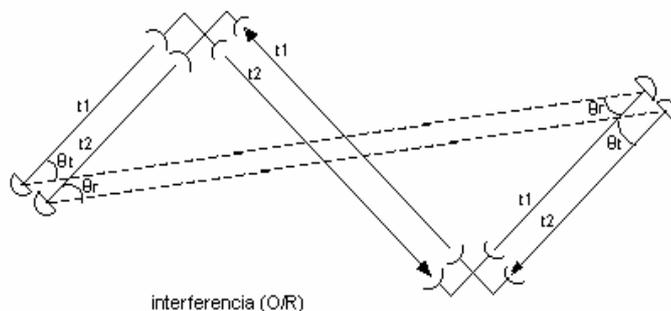
Fig N° 1.8.



- Interferencia O/R (over reach – sobre alcance). Si se sobrepasan dos estaciones, la frecuencia emitida por la primera estación interfiere a la misma frecuencia de recepción de la última.

La figura N° 1.9. Se muestra la ruta de esta interferencia. El valor de la relación C/N es determinada por la directividad de las antenas de transmisión y recepción. Además es necesario tener presente la pérdida por obstáculos que pueda existir entre las dos estaciones correspondientes.

Fig N° 1.9.



- Interferencia por otra ruta. Es una interferencia producido por otras rutas PCM o FDM cercanas al sistema.

1.2.7.3 Evaluación de la calidad del sistema.

En la evaluación el objetivo es obtener la calidad del sistema donde se busca confirmar si el sistema satisface los criterios de la calidad a partir de los datos determinados en el diseño de selección del sitio. En los sistemas TDM, los ruidos generados en el círculo de transmisión influyen directamente en las señales transmitidos y empeoran la calidad del sistema. Por eso se evalúa la calidad con la relación portadora a ruido (C/N). Además si los ruidos no alteran el número o la posición de los pulsos, la calidad del sistema no esta empeorada por ellos esta probabilidad de esta conversión es definida como tasa de errores o BER (Bit Error Rate).

Por otro lado en el desarrollo de la etapa del diseño del sistema no se puede saber directamente la tasa de errores. Sin embargo, se puede determinar teóricamente la relación entre la tasa de errores y la relación C/N (proporción entre el nivel de la portadora al ruido) sobre cada proceso de modulación y demodulación.

Otro concepto a tener en cuenta es El Desvanecimiento (fading) o atenuación no constante que es una caída de la propagación de las señales cuyos principales factores son:

Desvanecimientos selectivos, debido a multitrayectorias y absorción de los obstáculos, y

Desvanecimientos planos, debido a la lluvia (más notorio a frecuencias de más de 8-10 GHz), follaje, conductos atmosféricos y niebla.

El margen de desvanecimiento, que es la diferencia entre el nivel de señal recibida sin desvanecimiento y la sensibilidad del receptor, suele calculársele en función de la disponibilidad buscada. Por ejemplo 20 dB para disponibilidad del 99.99%, o sea 52 minutos a lo largo de un año.

Una de los valores que debe considerarse en el análisis para el buen funcionamiento de un sistema viene a ser el tiempo de interrupción este tiempo debe estar en los límites establecidos por la UIT-R.

Tiempo de interrupción por desvanecimiento. Este valor se calcula como sigue:

A. Nivel de Umbral P_{th}

$$P_{th} = 10 \log(KTBF) \quad (dBm) \quad \text{Ec. (1.15)}$$

Donde:

K: Constante de Boltzman, ($k = 1.38 \times 10^{-23}$ joule/°K)

T: Temperatura absoluta (°K), ($0^\circ K = 273^\circ C$)

B: Anchura de pasabanda

F: Factor de ruido del receptor

B.: Profundidad de desvanecimiento (fd)

$$fd = 10 \log(PR/T) \quad (dB) \quad \text{Ec. (1.16)}$$

Donde:

PR: Probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento tipo Rayleigh

T: Probabilidad de tiempo permisible de interrupción

i. Probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento Tipo Rayleigh

$$PR = \left(\frac{f}{4}\right)^{1.2} \cdot Q \cdot d^{3.5} \quad \text{Ec. (1.17)}$$

Donde:

f: frecuencia, en GHz

d: Distancia del tramo, en km.

Q: coeficiente de la trayectoria

Q: 2.1×10^{-9} zona montañosa

Q: 5.2×10^{-9} zona plana

Q: $3.8 \times 10^{-7} \times (1/h)^{1/2}$ zona costera

h: $h_1 + h_2$ Altura media del trayecto en m.

ii. Probabilidad del tiempo permisible de interrupción

$$T = t \times d/D \quad \text{Ec. (1.18)}$$

t: Probabilidad del tiempo de interrupción en el círculo de referencia (%).

D: Longitud del circuito de referencia (2.500 km).

d: Longitud del tramo (km)

V: Relación C/N por ruido térmico.

Sin desvanecimiento:

$$(C/N)_o = \text{Pro} - 10 \log KTBF \quad (\text{dB}) \quad \text{Ec. (1.19)}$$

Con desvanecimiento:

$$(C/N)_o = \text{Prd} - 10 \log KTBF = \text{Pro} - f_d \cdot 10 \log KTBF \quad (\text{dB}) \quad \text{Ec. (1.20)}$$

CAPITULO II

ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA

1.1. Introducción

En el presente capítulo se trata con mayor profundidad lo concerniente a los criterios específicos para poder seleccionar la ubicación de las estaciones tanto terminales como repetidoras, teniendo en cuenta las consideraciones del capítulo I.

El estudio parte de efectuar los cálculos de las dimensiones para luego implementar una red de telecomunicaciones que permita cursar tráfico telefónico a una o varias zonas rurales de interés para el desarrollo de la zona.

DEPARTAMENTO DE TACNA

a) REGIONES

El departamento de Tacna contiene las siguientes áreas:

1. Región Marítima.

Tiene un área de 44 448 km² que abarca la zona del litoral desde el límite con Chile (Línea de la Concordia) hasta el límite con la Región Moquegua en 120 Km. y desde la costa hasta las 200 millas mar adentro.

2. Región Costa.

Ocupa 7 767.7 Km² (48,3% de la superficie regional). Tiene dos áreas definidas: Zona de Costa Baja y Zona de Costa Alta.

La Región Costa está comprendida desde 0 hasta los 2 000 m.s.n.m., se caracteriza por ser desértica, con extensas pampas de amplitud agrícola, donde se identifican tres valles importantes: Caplina, Sama y Locumba; sobresaliendo en el valle del Caplina las irrigaciones de “La Yarada” y “Los Palos”, con 600 ha de cultivo que son irrigadas con agua subterránea.

3. Región Andina.

Ocupa un área de 8 308 Km² (51,7% de la superficie regional). También tiene dos áreas definidas: Zona Interandina y Zona Altoandina. La Sierra comprendida desde los 2 000 hasta más de 5 000 m.s.n.m. se caracteriza

por presentar 2 zonas: la Interandina (desde los 2 000 hasta los 4 000 m.s.n.m.), conformado por valles intermedios y la Altoandina (comprendida desde los 4 000 hasta más de 5 000 msnm) dedicada a la crianza de camélidos sudamericanos y en menor proporción a los ovinos a través del pastoreo en bofedales. Región muy accidentada por la presencia de la Cordillera Occidental Volcánica.

b) CLIMA

El clima de Tacna no es uniforme, debido a sus diferentes regiones naturales. La temperatura promedio en la década de los 90 fue de 16,06 °C, y durante el 2001 fue de 19°C. La estación de Candarave registra la temperatura promedio mas baja (11,5 °C) y la de Locumba registra la temperatura promedio más alta (20,4 °C). Con referencia a las lluvias estas son muy escasas en la costa, ocurriendo generalmente entre los meses de Julio a Octubre.

c) CUENCAS

Se estructuran en la Región, básicamente tres cuencas hidrográficas: Locumba, Sama y Caplina-Uchusuma. Además se dispone de recursos hídricos superficiales y subterráneos, siendo limitados y escasos.

Mapa. 2.1



d) AGUAS

Río Locumba

El río Locumba se forma de la unión de los ríos Curibaya e Ilabaya. Está ligado a la explotación de la laguna Aricota, irrigando los valles de Locumba e Ite.

Río Sama

El río Sama debe su embalse a los ríos Jarumas y Quequesani. Sus excedentes son del orden de los 40 m³ anuales en la época de verano debido a las precipitaciones de las partes altas.

Río Caplina

Se origina de los nevados del Barroso, vertiente del lado sur, el recorrido es de NE a SO, riega el valle viejo de Tacna. Se considera dentro de este sistema al canal Uchusuma que recoge agua del río del mismo nombre y quebradas de Vila Vilani.

Río Maure

Sus aguas se originan en la Laguna de Vilacota y su recorrido es de NO a SE y llegan hasta Chile. Las descargas medias mensuales fluctúan entre 1,363 m³/s y una máxima de 9,963 m³/s.

Laguna Aricota

Se encuentra ubicada en el distrito de Quilahuani, a una altura de 2 814 m.s.n.m; con un volumen de 140 000 000 m³ (2001). Tiene un área de 15 Km² (8 Km. de largo y 1,3 de ancho). Recibe el aporte de los ríos Callazas y Salado, su lecho está constituido por rocas volcánicas de la Formación Toquepala. Sus aguas se utilizan para generar energía eléctrica que se consume en la región y es aprovechada con fines agrícolas.

Laguna Suches

Se ubica en el extremo norte del departamento de Tacna, distrito de Candarave, Pampa de Huaytire, a 4 452 m.s.n.m. de forma rectangular, recibe las aguas de los ríos Huaytire y Livicalani, además de los bofedales de la Pampa de Huaytire. Tiene una capacidad de almacenamiento de 106

000 000 m³ y una profundidad máxima de 17 m. Sus aguas son usadas en gran parte por la Comunidad de Huaytiri con fines piscícolas.

Laguna Vilacota

Se ubica en la frontera con Puno, entre los distritos Susapaya y Candarave, a 4 422 m.s.n.m., hacia el este de la cadena volcánica. Sus aguas provenientes del río Quillvire se extinguen por evaporación y filtración. Hacia el Sur Este se observa la proyección de una comunicación entre esta laguna y las lagunas de Ancocata y Taccata. Tiene una área de 216 km², una capacidad de almacenamiento de 9 000 000 m³ y una descarga promedio anual de 0,71 m³/s.

Laguna Condorpico

Ubicada en el distrito de Palca a 4 700 m.s.n.m. Tiene una área de 48 265 m² y una capacidad de almacenamiento de 800 000 m³, su represamiento se produjo en 1 932. Contribuye al Río Uchusuma de 100 a 120 l/s durante la época de estiaje.

Laguna-Represa Paucarani

Está ubicada al Este de la Cordillera del Barroso, a 4 600 m.s.n.m; forma parte de la represa del mismo nombre que fue construida en el período 1981-1986, tiene una capacidad de almacenamiento de 8 500 000 m³ y aporta al río Uchusuma 228 l/s anual.

Recibe las aguas de los bofedales de la zona, la misma que es muy lluviosa con precipitaciones sólidas. Da origen al río Uchusuma

Represa Jarumas

Se ubica en la cuenca del río Tala a 4 475 m.s.n.m, en Tarata. Su capacidad de almacenamiento es de 10 000 000 de m³, lo que es aprovechado para el desarrollo de la agricultura de los valles Ticaco y Tarata

Otras Lagunas Pequeñas

Laguna Blanca, Laguna Condorpico (en Palca), Laguna Taccata, Caparaja y Ancocata (en Tarata). Actualmente la Laguna Blanca no almacena agua en forma permanente, lo que hace suponer que se encuentra en la última

fase de su existencia.

Aguas Subterráneas

El acuífero de La Yarada tiene un promedio de explotación de 54 000 000 m³/año para una producción de cerca de las 6 500 ha de cultivo, cuenta con un total de 90 pozas en actividad.

En la zona alto andina del Ayro existen 05 pozas de agua subterránea con un promedio de explotación de 91,6 l/s. Además se tiene 01 pozo en Calana, 08 en Pachía y 07 en Pocollay.

PRONASTER detectó que existe intrusión marina en la zona de La Yarada antigua entre 500 a 1 000 m de la orilla del mar.

Aguas Residuales

Tacna cuenta con 02 plantas de tratamiento de agua residuales, en la zona de La Yarada. Una planta experimental ubicada a inmediaciones del aeropuerto de Tacna, que empezó sus operaciones de tratamiento del agua en el año 1 975, con cuatro lagunas de bioestabilización para la irrigación del sector Copare.

La planta de La Yarada capta el 5% del caudal de aguas servidas y se obtiene de 40 a 60 l/s y empezó a operar en 1 979.

e) POBLACIÓN

Las Organizaciones (entre ellas las empresas), son la estructura social por antonomasia del presente milenio; las mismas que se constituyen en esencia sobre la base fundamental de la propia inquietud del hombre son una expresión de la conjunción colectiva en torno a un objetivo común.

Muchas veces, se prioriza en demasía, la fortaleza física sustentada en los medios o recursos de los que disponen éstas. Sin señalar que gran parte de nuestro desarrollo se halla explicado por la mejora cualitativa de nuestro capital humano, el principal activo organizacional, sin duda alguna.

Por ello se propone que un eje temático fundamental por atender sea precisamente el referido al motor de todas nuestras acciones: La Persona.

Este comprende además una referencia obligada a:

- Potencial Humano
- Salud
- Educación, Cultura y Deportes
- Ciencia y Tecnología
- Sociedad Civil
- Seguridad Ciudadana

La población total proyectada de la Región Tacna en el año 2 002 fue de 294 214 habitantes, y la densidad poblacional es de 17,8 hab. /km².

DIVISIÓN POLÍTICA, DENSIDAD Y POBLACIÓN DE LA REGIÓN TACNA

PROVINCIA	POBLACIÓN	PORCENTAJES	DENSIDAD	DISTRITOS
Tacna	263 047	89,3%	31,71	Tacna, Alto Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, Inclán, Pachía, Palca, Pocollay, Sama.
Tarata	8 670	2,9%	3,04	Tarata, Ticaco, Sitajara, Susapaya, Chucatamani, Tarucachi, Estique Pueblo y Estique Pampa.
Candarave	9 936	3,4%	4,35	Cairani, Huanuara, Quilahuani, Curibaya, Camilaca y Candarave.
J.Basadre	12 561	4,3%	4,23	Ite, Locumba e Ilabaya

FUENTE : INEI-TACNA

Tabla 2.1.

Es importante destacar la población de Tacna de acuerdo al sexo y grupos de edad, como se aprecia en el siguiente gráfico (índices demográficos):

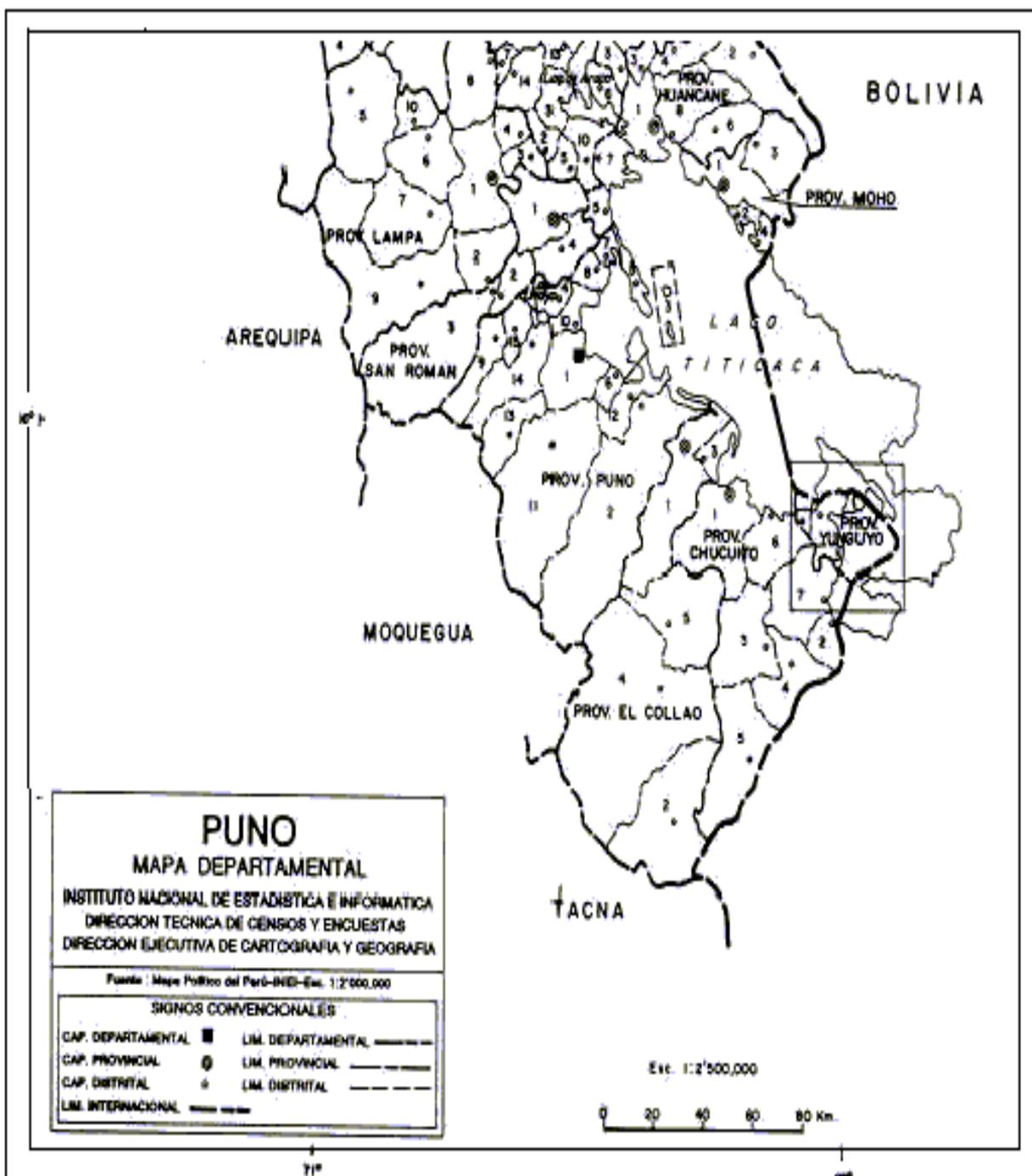
DIVISIÓN POLÍTICA Y POBLACIÓN DE LA REGIÓN TACNA

DEPART/PROV	90- 95	95- 96	96- 97	97- 98	98- 99	99- 2000
TACNA (DPTO)	3.5	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9
TACNA	3.5	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6
CANDARAVE	3.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
J. BASADRE	3.3	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7
TARATA	-3.3	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0

FUENTE: INEI TACNA

Mapa 2.2.

DEPARTAMENTO DE PUNO

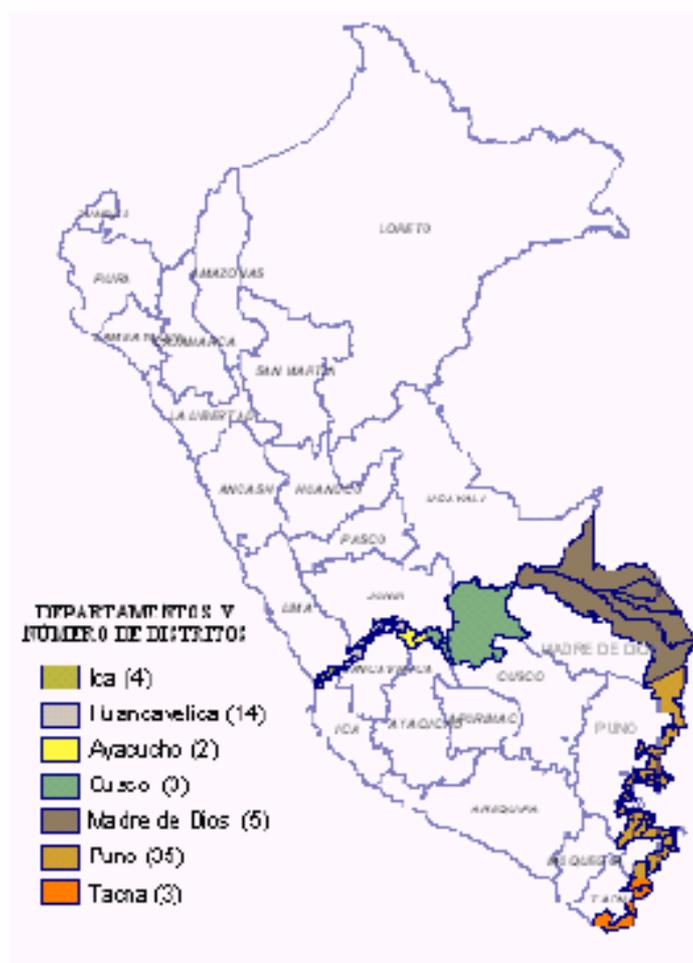


1.1. Levantamiento topográfico de las localidades donde se ubican las guarniciones

AREA DE VIGILANCIA

Mapa 2.3.

Ubicación geográfica de la Zona de Vigilancia dentro del área declarada como libre.



FUENTE: SENASA 2004.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS DE LA PLESIOCRONA

DIGITAL (PDH)

3.1 Generalidades

En éste capítulo se tratara sobre las técnicas de la comunicación digital relativas a las técnicas de transmisión la cual conjuntamente con las técnicas de conmutación, han hecho posible la evolución de la red telefónica tradicional por el cambio a la red digital integrada (RDI). La RDI no es más que el resultado de los avances tecnológicos y la demanda de los servicios, aportando una mayor velocidad y flexibilidad en la transferencia de información a un menor costo operativo.

En la técnica de transmisión digital una de las características más resaltantes es la simplicidad de su manejo para la integración de los sistemas, aumentando así la posibilidad de emplear un medio común para todas las aplicaciones en la transmisión de la información dirigiéndolas de esta manera hacia la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Por lo general los países latinoamericanos, entre ellos el Perú, adopta el estándar internacional europeo, según las recomendaciones de la CCITT y que hoy se le conoce como ITU-T, la cual agrupa (30 + 2) canales de 64 kbit/s cada uno, equivalente a 2.048 Mbit/s.

En este capítulo se detalla la relación de la Jerarquía Digital Plesiócrona (PDH); haciéndose comentarios sobre la jerarquía digital síncrona (SDH).

La Jerarquía Digital Plesiócrona, conocida como PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), es una tecnología usada en telecomunicación tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión. También puede enviarse sobre fibra óptica, aunque no está diseñado para ello y a veces se suele usarse en este caso SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

La tecnología PDH, permite la transmisión de flujos de datos que, nominalmente, están funcionando a la misma velocidad (bit rate), pero permitiendo una cierta variación alrededor de la velocidad nominal gracias a la forma en la que se forman las tramas

3.2. Comunicaciones digitales

En la transmisión de las señales digitales se recurre a la multiplexión con el fin de agrupar varios canales de comunicación en un solo canal de transmisión. En las redes de transmisión digital las velocidades se encuentran estandarizadas a 64 Kbit/s para un solo canal de comunicaciones, en cambio en el multiplexaje se forma varias jerarquías, las cuales alcanzan velocidades para el primer orden de 1,550 Kbit/s (Jerarquía americana) y otra hasta de 2.048 Kbit/s (jerarquía europea).

3.2.1. Conversiones

En un sistema de transmisión digital, la técnica más utilizada es la Modulación de Pulsos Codificados (PCM), pues estos son de longitud y amplitud fija. La modulación de Pulsos Codificados es un sistema binario que se aplica en sistemas full digital (TDM). Así con un sistema PCM-TDM se muestrean dos o más canales de banda de voz convirtiéndolos en códigos PCM y luego utilizando el proceso de canalización por División del tiempo (TDM) son transportados por un solo par de cables, por un cable de fibra óptica o por un sistema de radiocomunicaciones.

Sabemos que la voz humana es una señal continua (analógica) en el rango de frecuencias de 0 – 4 KHz. Mientras que por otro lado, la comunicación digital, que se basa en la transmisión y recepción de bits discretos (0 y 1). Por lo tanto, para transmitir tanto la voz humana como otras señales analógicas es necesario convertir las señales analógicas en un tren binario (Modulación), y para recibirlos en su estado inicial, realizar el proceso inverso (Demodulación), es por ello la importancia del estudio de la técnica PCM.

3.2.2. Multiplexado y sincronización

Para una eficaz conversión analógica a digital y su posterior transmisión es necesario lo siguiente:

- Transmitir más información por unidad de tiempo que los 64 Kbit/s estandarizados en un canal de comunicaciones.
- El receptor tiene que discernir donde empieza un nuevo numero de 8 bit, del tren binario transmitido.
- Estos dos aspectos se solucionan mediante el multiplexado y el uso de Bits de sincronización.
- Multiplexado

Para transmitir más información por unidad de tiempo, hay dos formas:

- Dedicar mas líneas de transmisión, un canal por línea, o bien
- Transmitir a mayor velocidad por las mismas líneas disponibles

La primera es una solución poco eficaz. La segunda se resuelva mediante el multiplexado. Las señales multicanalizadas en forma digital se prestan fácilmente para interconectar las facilidades para la transmisión digital con diferentes velocidades de bits de transmisión. Los multiplexores pueden manejar las conversaciones de ráfagas de bits en una única dirección y velocidad.

El Multiplexado es un procedimiento mediante el cual se reúnen o entrelazan diversas señales en otra señal de orden superior (con mayor velocidad de transmisión) con el que será posible su transmisión por el mismo canal de forma simultánea e independientemente sin que las señales agrupadas se interfieran entre si.

El Multiplexado puede ser digital por división en el tiempo TDM (Time División Múltiplex), y analógico por división de frecuencia FDM (Frequency División Múltiplex).

Para ilustrar el concepto de multiplexado, veamos lo siguiente como un ejemplo: tenemos 32 canales, cada uno de ellos con una velocidad de 64 Kbit/s, que queremos transmitir. El multiplexado toma de cada una de las 32 (líneas, un único byte y lo transmite uno detrás del otro. A continuación, toma el siguiente byte de cada uno de los canales y así con todos sucesivamente).

Con el objeto de que no se pierdan bytes, el multiplexado tiene que ser capaz de enviar todo el $32 * 8$ bits de los 32 canales sin que se manchen. Esto implica que la velocidad de salida del multiplexado tendrá que ser como mínimo de $32*64$ Kbit/s, es decir un mínimo de 2048 Kbit/s.

Este método se llama Time División Multiplexing (TDM) porque una vía común es compartida, por asignación de intervalos periódicos de tiempo, por diferentes canales.

En el ejemplo, el multiplexado asigna un intervalo de tiempo fijo, de $1/8000$ de segundos, y lo divide entre los 32 canales por el aumento de la velocidad, de tal manera que cada byte de cada canal dispondrá de $1/(8000*32)$ segundos para ser enviado.

Este método sirve para aumentar el número de canales desde los 32 a $4*32$ canales, y más. Cada aumento va, por descontado, acompañado por un aumento adecuado en la velocidad de la transmisión de bits de la línea.

A modo de explicación de la multiplexación pdh, supongamos que tenemos dos trenes de bit con su locomotora (sincronismo) y sus vagones cada uno con 8 bit o partes, para poder realizar la multiplexación y obtener un tren de mayor velocidad (un poco más del doble de la de un solo tren) es necesario sincronizar en bit estos dos trenes y a continuación ir tomando en forma alternada de cada tren una de sus partes (bits) y entrelazarlas para formar el nuevo tren de mayor velocidad, en este proceso (pdh) se requiere de una nueva locomotora para sincronizar el sistema de mayor velocidad, adicionando unos bit para control. En la Figura N° 3.1 se esquematiza este proceso.

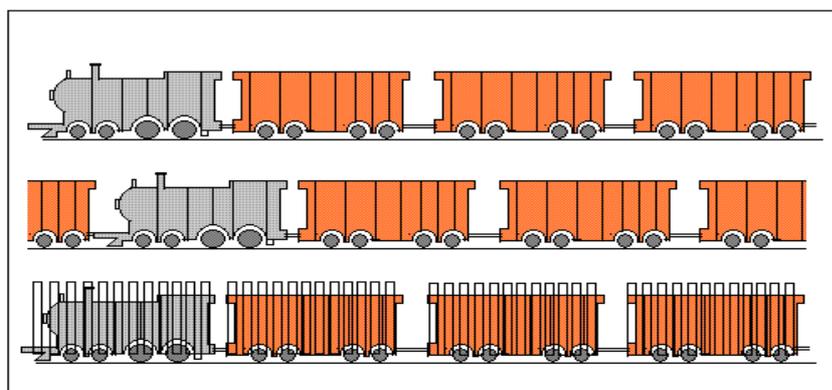
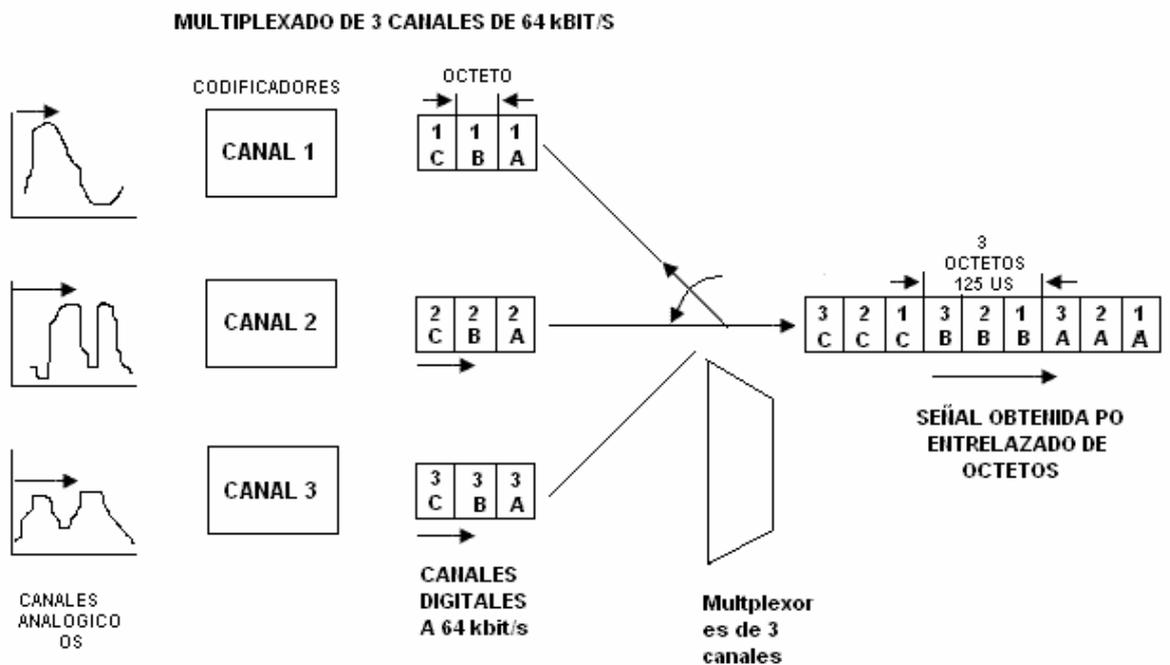


Figura 3.1.. Concepto básico de Multiplexación síncrona en bit.

En la multiplexación por entrelazamiento de octetos o bytes, el cual se aplica en la multiplexación PDH, pensemos nuevamente en dos trenes, lo primero que toca realizar es la sincronización de las tramas o locomotoras a continuación podemos entonces entrelazar los contenidos de cada octeto o vagón en la nueva estructura de trama ($s \gg a+b$) notemos como se entrelazan dos vagones en el mismo tiempo de duración para un vagón en la estructura a o b, es posible que la nueva locomotora este conformado por las dos locomotoras anteriores o si es necesario se puede definir una de mayor potencia. En la Figura 3.2. Se muestra esquemáticamente lo mencionado.

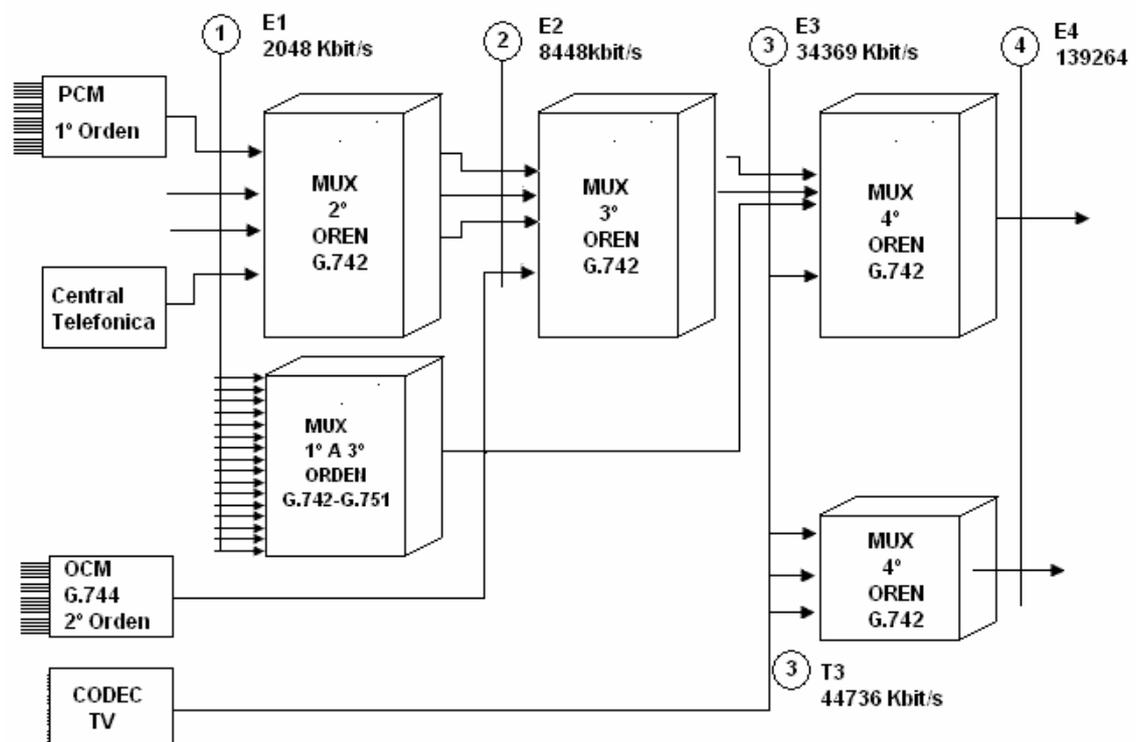
Fig 3.2.



El sistema de multiplexación europeo, el cual se aplica en el Perú, para pasar de un nivel a otro toma cuatro señales del nivel anterior y se multiplexan en forma plesiocronos para compensar las pequeñas variaciones señaladas anteriormente, principio que se muestra en la figura N° 3.2.2b y que explicara a continuación, para cada caso se da la recomendación de la UIT-T donde se define la estructura de trama correspondiente.

El multiplexor de salto por ejemplo de 1° a 3° orden (toma 16 señales de 2 Mbit/s), cumple con las estructuras de trama de 2° y 3° orden como si fuera realizado el proceso en forma individual. Los sistemas para el primer nivel de la jerarquía mas comunes son los multiplexores PCM de primer orden, las centrales de conmutación telefónicas, es posible llegar al 2° nivel directamente con una estructura de trama propia de 132 bit, con el sistema pcm de 2 orden, es importante aclarar que si utilizamos el nivel jerárquico como un canal de alta velocidad la estructura de trama es diferente para evitar que estas “señales integras” se sincronicen en trama con señales multiplexadas desde niveles inferiores, Ejemplo de este tipo de caso seria el del codec de tv el cual transmite, ya sea en el nivel de 34 Mbit/s, las señales de televisión (video y sonido) por los enlaces pdh.

FIGURA 3.3. JERARQUIA DE MULTIPLEXACION PDH

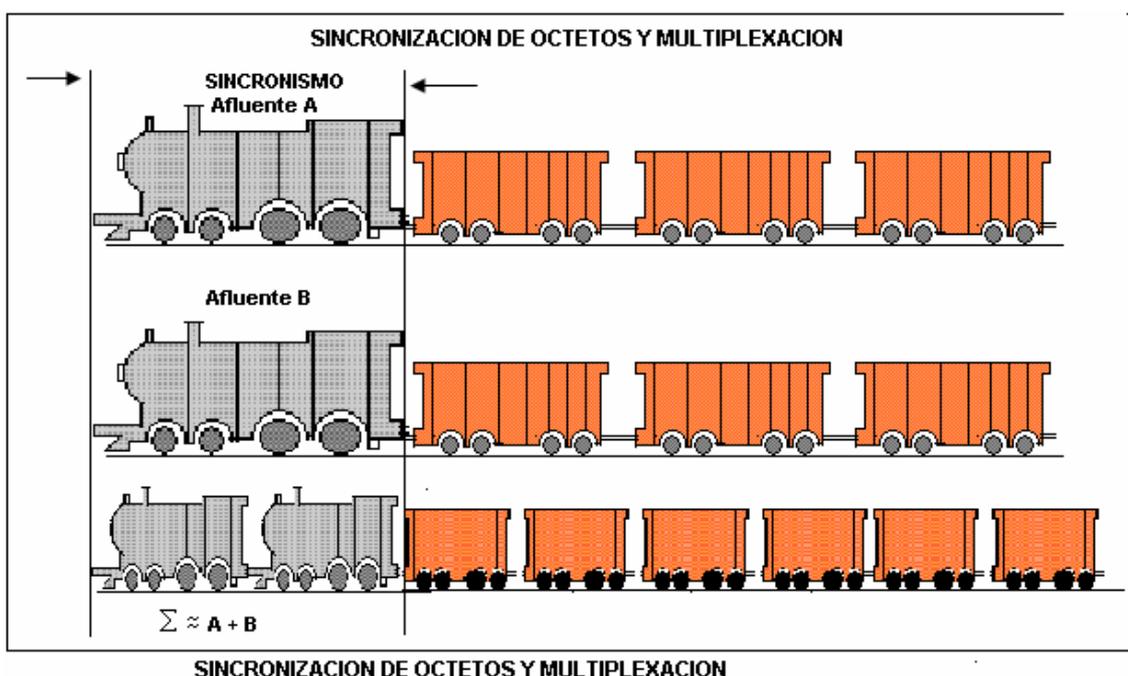


- **Sincronización**

En una red de transmisión, las jerarquías de multiplexación se encuentran involucradas con sus periodos de tiempo discretos denominados intervalos de tiempo dentro de una trama (time spot). Estas señales presentan deslizamientos temporales (clock) que se esta facilitando.

Una vez enviados diversos canales simultáneamente por una única línea, es necesario que el receptor (de multiplexor) restaure la información asignada a cada bit al canal que le corresponda. Por eso se utilizan bits especiales en el tren binario para la sincronización. Estos bits comunican al de multiplexor donde empieza un nuevo grupo de 32 bytes, de manera que si es posible separar y repartir los siguientes bits entre los canales. No es necesaria sincronización para distinguir entre cada uno de los 32 canales. Al multiplexar varios grupos de 32 canales juntos, es necesario añadir mas bits de sincronización para distinguir entre los diferentes grupos. En la Figura N° 3.4 se muestra esquema de la Sincronización de octetos.

Fig 3.4



La trama de 2 Mbit/seg tiene una duración de 125 mseg. [$125 = 1/8000$], debido al proceso 8000 o teorema de muestreo el cual es necesario realizar a una frecuencia de 8000 muestras/seg para cada canal telefónico, “estándar mundial”, luego para cada canal de voz se aplica la función cuantificación/codificación con 8 bit (un octeto) por muestra logrando transferir 64 kbit/seg por intervalo (llamado proceso pcm) y como hay 32 intervalos obtendremos una R_b velocidad de bit de 2048 kbit/seg el intervalo de tiempo 0 (it 0 o time spot ts 0) se utiliza para la sincronización y señales de mantenimiento (tara u overhead), el ts 16 se utiliza generalmente como canal para la señalización (asociada al canal o por canal común) y los demás ts transportan 30 canales de 64 kbit/seg que son utilizados para prestar diferentes tipos de servicios digitales incluyendo la telefonía a través del proceso pcm. Obsérvese que la transmisión es en forma serial como un tren de pulsos.

Se puede representar esta misma trama en forma de matriz con 16 columnas y 2 filas, pero realizando la salvedad que primero se transmite la fila uno luego la fila dos desde la columna 1 hasta la 16, la capacidad de transferencia digital o velocidad característica que tiene un ts sera $r_b = 64$ kbit/seg. (un solo bit se repite cada 125 mseg). Por ello $1/125$ mseg = 8000bit/seg. Asi para los 8 bit sera ocho veces mas.

La trama dos y las siguientes las podremos colocar en la parte inferior de nuestro grafico, conformado una matriz continua. En la Figura N° 3.5 se muestra la conformación de la trama E1.

Figura N° 3.5: Conformación de la trama E1

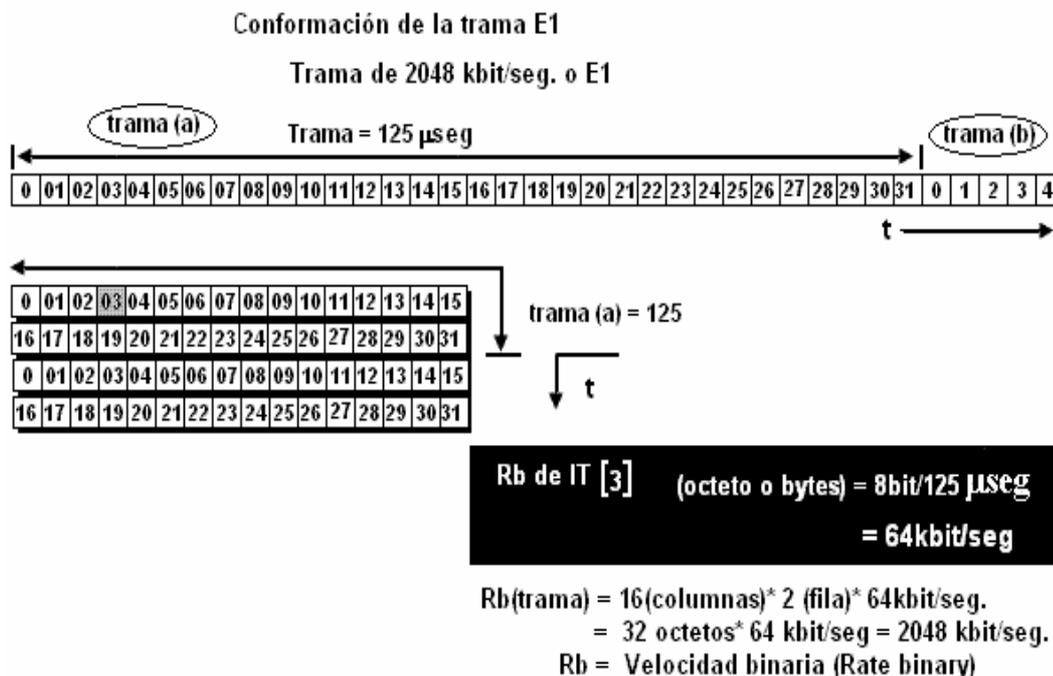


Fig. 3.5.

3.3. Jerarquía Digital Plesiocrona

3.3.1 Historia

A principios de la década de los 70, empezaron a instalarse los primeros sistemas de transmisión digital apareciendo un método conocido como PCM (Pulse Code Modulación). Este permitió representar en forma binaria las señales analógicas, como la voz humana, mediante este método se pudo representar una señal telefónica analógica estándar de 4kHz como una tren de bits digitales a 64 Kbit/s.

La arquitectura de las redes de telecomunicaciones se suelen definir conforme a un modelo de capas, bastante útil para su estudio. Las capas de circuito son portadoras de los teleservicios y se soportan por las capas de trayecto, que suministran el transporte entre las capas de circuitos; las capas del medio de transmisión suministran la transmisión entre nodos de la capa de trayecto, la evolución de la red de transporte durante los últimos años ha sido hacia su digitalización, basada en servicios portadores, isócronos y de

64 Kbit/s en la capa de circuito y la aplicación de técnicas de multiplexación plesiócrona en la capa de transporte, con una codificación de línea generalmente propietaria.

Conforme se fue incrementando la demanda de telefonía y creciendo los niveles de tráfico, la señal estándar de 2Mbit/s fue insuficiente para soportar la carga de las redes, Con el fin de evitar la utilización de un aumento del numero de líneas de 2Mbit/s, se creo un nivel de multiplexado con mayor capacidad. El estándar adoptado en Europa fue la combinación de cuatro canales de 2 Mbit/s para obtener un único canal de 8 Mbit/s.

Así como fueron creciendo las necesidades, se incorporan nuevos niveles de multiplexado, creándose estándares para 34, y 140 Mbit/s, dando lugar a una jerarquía completa de velocidades de transmisión.

La señal primaria (2 Mbit/seg en Europa y Latinoamérica) se forma mediante el entrelazado síncrono de los octetos correspondientes a los canales básicos. Esto es posible debido a que tanto los canales tributarios como agregado se constituyen con una señal de sincronismo común, la que genera el propio reloj local.

3.3.2. Principios de operación

Como ya se ha comentado, las señales tributarias se combinan por un procedimiento de entrelazado de bits. A cada señal tributaria se le añaden unos bits que se llaman de relleno o justificación y unos bits que se llaman de control de justificación, para que el extremo receptor pueda distinguir los bits que son de información y los que son de relleno.

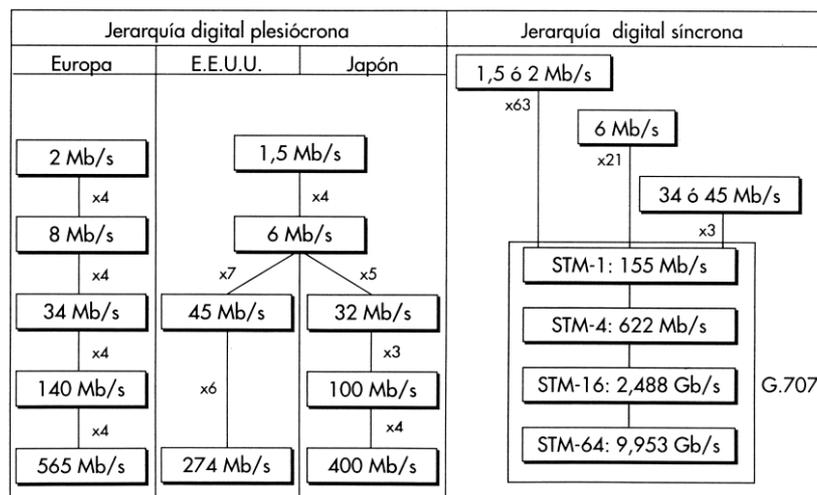
La operación plesiocrona a lo largo de toda la jerarquía ha originado el término “jerarquía digital plesiocrona”, o PDH (del inglés Plesiochronous Digital Hierarchy).

Este proceso es conocido como una operación plesiocrona, del griego, significante “casi sincronía”, y el CCITT lo define como sigue:

Dos señales son plesiocronas si sus instantes significativos correspondiente se presentan con la misma cadencia nominal y cualquier variación de esta cadencia se mantiene dentro de unos límites especificados. De esta forma, dos señales que tengan la misma velocidad digital nominal y que provengan del mismo reloj, serán generalmente plesiocronas.

3.3.3. Estándares PDH

La PDH (jerarquía digital plesiócrona) se adapta bien a la telefonía, pero las estructuras de multiplexación y las velocidades de transmisión varían de un país a otro (Europa, EEUU y Japón) como se muestra en la figura siguiente:



Comparación de la JDS (jerarquía síncrona) y la PDH (jerarquía plesiócrona).

Los estándares son necesarios para poder hacer trabajar equipamiento de diferentes fabricantes. Existen varios estándares. Los más importantes son el CEPT (o E), que se utiliza principalmente en Europa, y el DS (o T) que se utiliza principalmente en EE.UU. y en algunos países del extremo oriente.

Centrándose en los estándares europeos, la primera jerarquía de E es el E1 y esta compuesta por 32 canales haciendo un total de 32×64 Kbit/s. Dos de

estos canales no se utilizan para transmitir datos, sino para sincronización y señalización.

Las siguientes son E2, E3, y E4. La jerarquía E2 es el multiplexado de 4 sistemas E1, E3 de 16 sistemas E1, y E4 de 4 sistemas E3. Las capacidades de cada una se muestran en la tabla 3.1

En la tabla 3.1 las velocidades subrayadas son las estandarizadas en la rec. G. 702 (11/88) de la UIT-T (antiguamente llamado CCITT). Los valores sin subrayar son algunas velocidades extras empleadas por los estándares de otros países y los valores indicados v son las velocidades permitidas o afluentes para la red SDH, es importante recalcar que cada nivel jerárquico de las señales digitales (digital signal – dsn) tiene un valor permitido de variación (de allí el nombre de “plesiocrona” o casi sincronía) Valores nominales de las velocidades (Rb) jerárquicas dadas en kbit/seg. Y su tolerancia en ppm (partes por millón) en la rec. G.703 (4/91).

También se acostumbra a llamar a las velocidades {En} como europea y se aplica en casi todo el mundo, y las Tn norte americana, aplicadas principalmente en usa, Canadá y Japón, a continuación veamos el principio de multiplexación aplicado en los distintos niveles de la jerarquía digital plesiocrona (pdh).

Fig 3.5a.

	JERARQUIA DIGITAL PLESIOCRONA		
	CEPT	Norte America	Japonesa
DS 1	<u>2048</u>	<u>1544</u>	
DS 2	8448	<u>6312</u>	
DS 3	<u>34368</u>	<u>44736</u>	32064
DS 4	<u>139264</u>	274176	97728
DS 5	554992		392200
	UIT - T Rec. g.702		

Las velocidades (Rb) están en kbit/seg.

Nota: Las velocidades subrayado son las estandarizadas por UIT-T.

Los indicados podrán ser tributarios en la red SDH, pero en nuestro caso el nivel 8448 kbit/seg. no fue considerado.

Jerarquías plesiócronas europea, americana japonesa

Tabla 3.1			
Jerarquías plesiocronas europea, americana y japonesa			
NIVEL	BASE		
	BASE 1544		BASE 2048
	JAPON	USA	EUROPA (Sudamérica)
0	64	64	64
1	1544	1544	2048
2	6312	6312	8448
3	32064	44736	64368
4	97728	139264	139264

El sistema de 554992 kbit/s o 4 x 139264 no forma parte de la jerarquía PDH, pero las recomendaciones G. 954 (93) para terminales de líneas coaxial definen una estructura de trama, para algunos considerada una extensión de las normas aplicadas en la jerarquía PDH, adicional a lo anterior esta también la rec. G.955 (03/93) para terminal de fibra óptica en PDH; es así que se toma entonces un nivel E5 de la PDH.

Tabla 3.3.		
Capacidad de canales de la Jerarquía Europea		
Nombre	Canales de Información	Capacidad y variación
E1	30	3,048 Mbit/s \pm 50 ppm
E2	4 E1 = 120	8,448 Mbit/s \pm 30 ppm
E3	16 E1 = 480	34,368 Mbit/s \pm 20 ppm
E4	4 E3 = 1920	139,264 Mbit/e \pm 15 ppm

No se han estandarizado sistemas de mayor velocidad para el tipo PDH. Para velocidades mas altas, se utilizan los formatos SDH y SONET. El sistema SONET es el estándar ANSI T1x1 de los norteamericanos, la UIT a través de su comité CCITT recomendó las normas g.707, g.708 y g.709 y las denomino como normas base para la SDH.

En 1988 ETSI define al CCITT como el estándar valido para Europa, el cual adopto todos los demás países del mundo. Desde 1993 la UIT crea su

nueva estructura y el CCITT cambia a UIT-T (sector de estandarización en telecomunicaciones).

La Figura 3.6. muestra la evolución de la jerarquía digital plesiocrona hacia la jerarquía sincrónica, esta figura se complementa con la Tabla 3.4. donde se indican las velocidades de los Módulos de Transporte Sincrono (STM).

Fig: 3.6

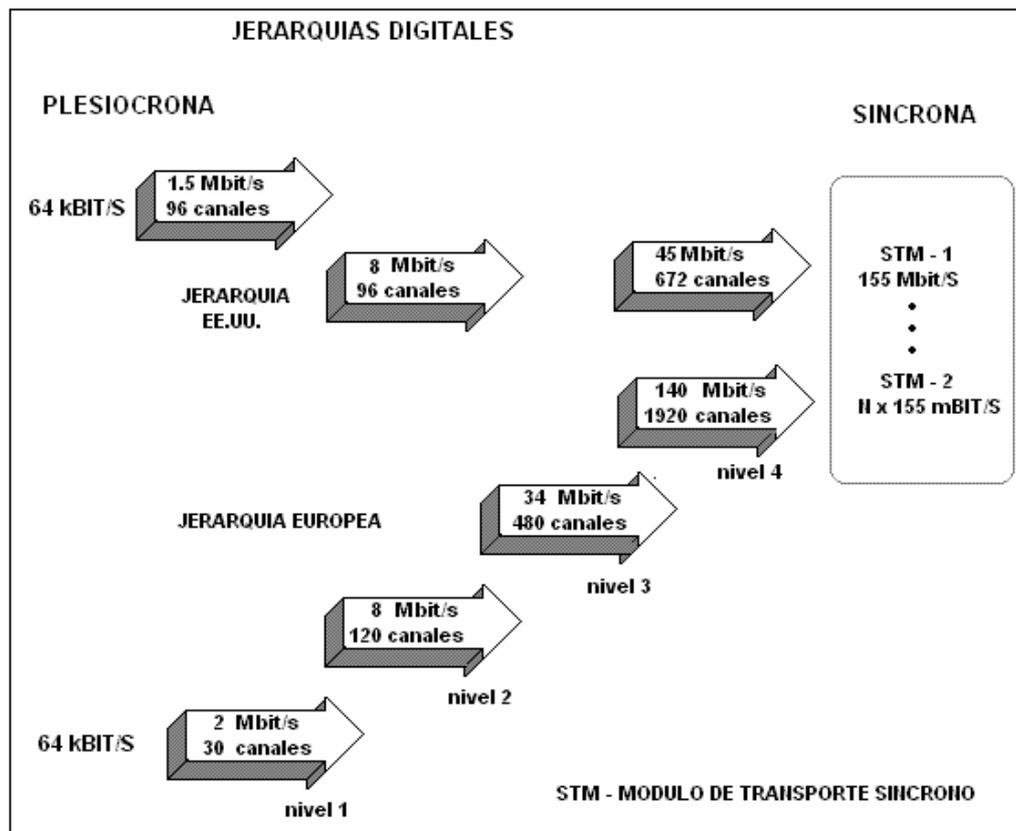


Tabla 3.4.

Tabla 3.4	
Jerarquía digital sincrónica (SDH)	
STM - 1	155520
STM - 4	622080
STM - 16	2488320
STM - 64	9953280

La recomendación mas conocida en las jerarquías digitales es la G. 703 del CCITT, que define las características físicas, eléctricas y funcionales de las interfaces digitales que funcionan desde los 64 kbit/s hasta los 140 Mbit/s, para la interconexión de los componentes de red digitales, tales como multiplexores, centrales, etc. El propósito de la interfase es transportar información digital entre dos equipos, de manera full duplex sobre pares simétricos o coaxiales, junto con la información de sincronización que permita al receptor identificar los bits. Esta interfase es por ejemplo el empleado en la que define el esquema de multiplexación en 32 canales para una trama MIC a 2.048 Mbit/s, 30 de los cuales se emplean para la información y dos para la sincronización (canal 0) y señalización (canal 16).

3.4. Ventajas

Una de las ventajas de operación técnica de la Jerarquía digital plesiocrona PDH es de ser adecuada para todo tipo y tamaño de redes, esto reside en la simplicidad de realización y la ausencia de problemas de estabilidad. Los sistemas de transmisión PDH reducen los costos, proporcionando una mayor capacidad de ancho de banda, para dar un ejemplo las redes actuales de transmisión están diseñadas para el manejo de trafico telefónico (vocal). Las tecnologías de años pasados hacían que para aplicaciones de telefonía rural proporciones canales telefónicos por un solo canal de radio un único canal telefónicos, algunas veces se utilizaban cableados físicos para tener mas circuitos telefónicos. Al proporcionar un solo canal de mayor capacidad se reducen los costos de líneas físicas.

CAPÍTULO IV:

ESTUDIO DE GABINETE Y CAMPO

4.1. Introducción

En este capítulo nos ocupamos de aplicar criterios específicos para seleccionar la ubicación de las estaciones (Terminales y repetidoras). Lo cual significa realizar los estudios sobre dimensión y la implementación de la red de telecomunicaciones que permita cursar el tráfico telefónico a una o varias zonas rurales para dar utilidad al proyecto basados en los estudios de Gabinete y de Campo.

En este capítulo también abordamos los perfiles cartográficos que permiten la ruta final de los radio enlaces, que conlleve al éxito del plan de enrutamiento del sistema de microondas.

Para el estudio de Gabinete se ha tomado la infraestructura existente en las estaciones de Telefónica del Perú, tales como Cerro Parcullo, Nazaparca, Colopa, y Chontacollo, ya que por su importancia conviene utilizarlos.

En cuanto al Estudio de Campo se elaboró un Plan de trabajo con sus respectivos objetivos, donde se captó información de cada una de las estaciones terminales de las localidades en la frontera con Chile y Bolivia. Así como las estaciones repetidoras y la decisión de la ruta final de la Red de Microondas y los radioenlaces.

4.2. Estudio de gabinete

En esta parte se considera los planes de enrutamiento en el mapa, conectándose con las localidades donde se ubican las guarniciones donde en algunos se establece las repetidoras en donde se obtenga visibilidad entre los sitios adyacentes a enlazar, estos mapas de ruta suelen dibujarse en el mapa a una escala reducida de 1/100.000.

Dentro del trabajo provisional se deben anotar y marcar informaciones como:

- Localización de los puntos a interconectar
- Posición de otra ruta que existe o que se puede colocar cerca de la ruta planeada y su frecuencia de transmisión y recepción.
- Posibles reenrutamientos.

Además, de confirmar la visibilidad directa se tendrá que analizar la posibilidad del sobre alcance, la condición del punto de reflexión y la dificultad de acceso a las estaciones repetidoras.

El análisis de las condiciones de propagación de radio, calidad de transmisión y las condiciones económicas en la construcción y el mantenimiento deben ser ejecutados tanto como sea posible en el mapa, para los planes de rutas seleccionadas.

De manera que en el Estudio de Gabinete se dan los siguientes pasos:

- Obtención de posibles puntos para estaciones repetidoras y terminales,
- Análisis cartográfico, trazando perfiles con correcciones de la curvatura de la tierra,
- Ubicación de los posibles puntos elegidos.
- Configuración preliminar de la Red.

4.2.1. Alternativas de enrutamiento

Antes de definir el enrutamiento final, se consideró varias alternativas de éstas, la que después de un análisis se determinó un enrutamiento preliminar, donde se tomó en cuenta las condiciones de propagación , y los factores económicos óptimos, así como el servicio que se puede ofrecer a las comunidades del entorno.

Las consideraciones para la elección se tomo en cuenta los posibles puntos repetidores tomando en cuenta de la infraestructura actual de las Radiocomunicaciones en las zonas existentes.

En el enrutamiento y canalización de los circuitos se han tomado todas las posibles alternativas de acceso a la Red Troncal de Microondas, considerándose en este sentido las Estaciones de Cerro Parcullo, Nazaparca, Colopa, Chontacollo. En la Figura 4.1. Se muestra la

Configuración de la Red Microondas existentes en el Departamento de Tacna.

Fig 4.1.

Topología de la Red de Microondas existente en los departamentos de Tacna y Puno

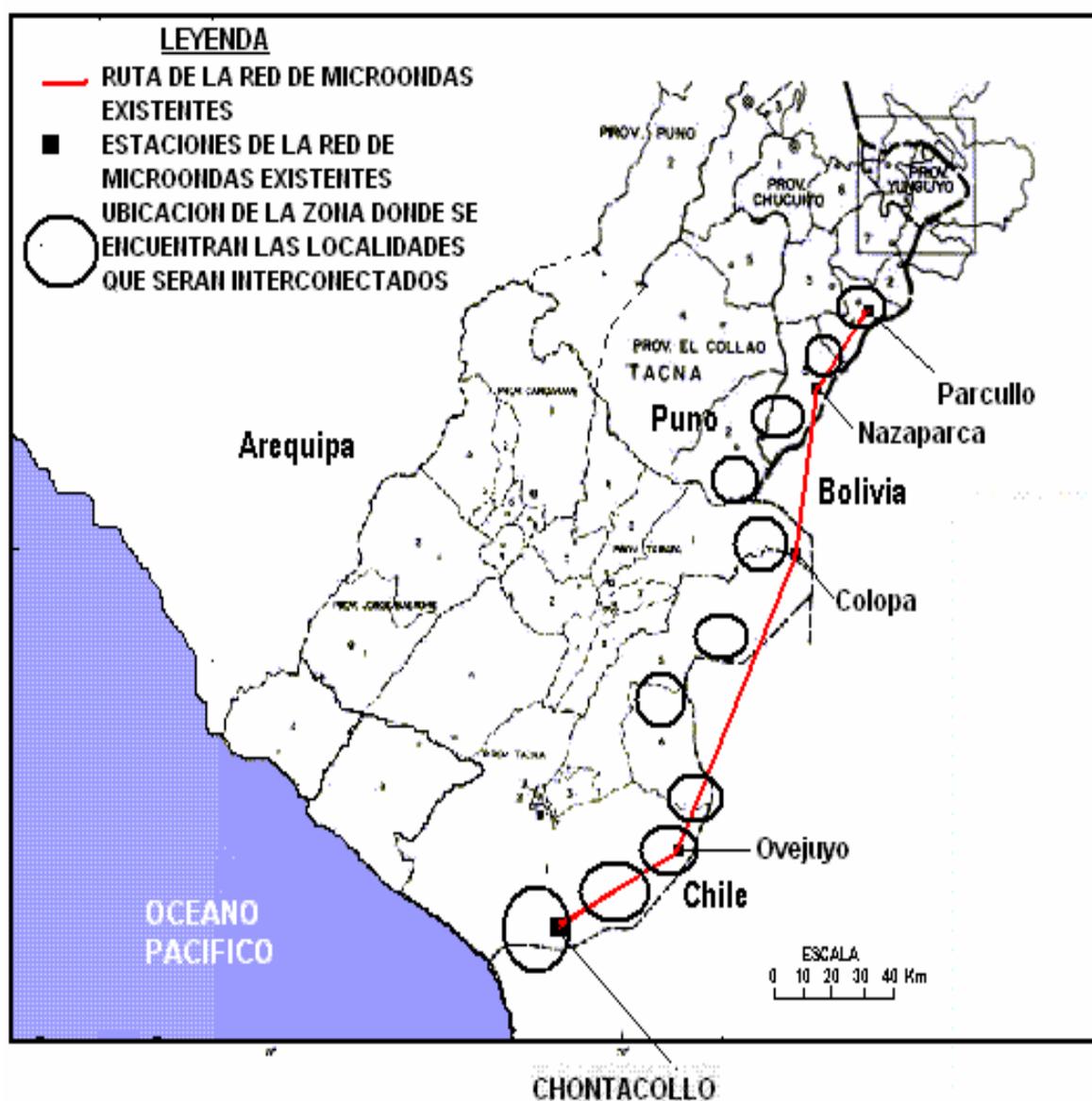
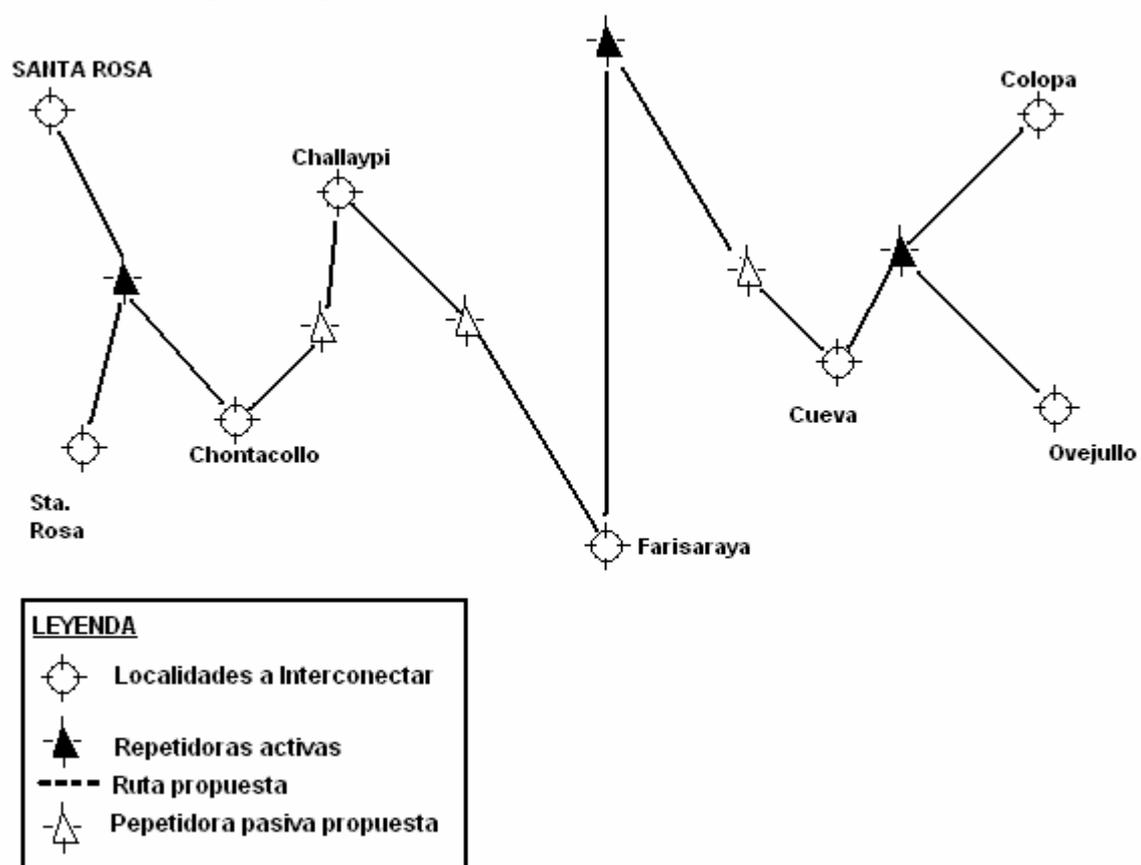


FIGURA 4.2. TOPOLOGIA DE LA RED DE MICROONDAS: ALTERNATIVA A DEPARTAMENTO DE TACNA



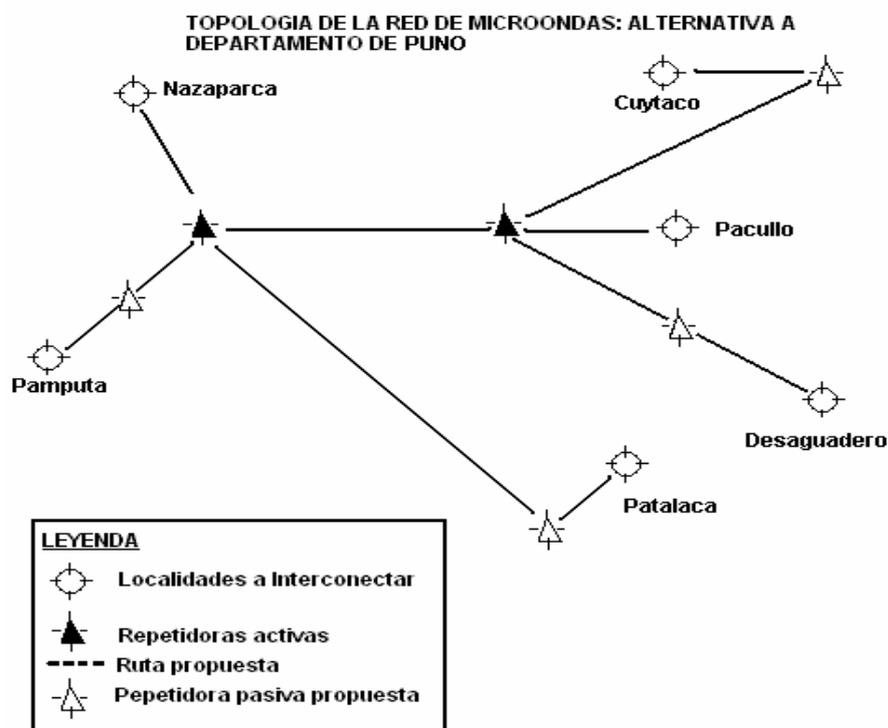


Fig. 4.3

4.3 Estudio de Campo

Para confirmar los pronósticos obtenidos en el Estudio de Gabinete, debe realizarse un estudio real en los sitios propuestos. En base a este estudio se determinara luego el plan de enrutamiento definitivo. Para ello se trataron los siguientes factores mínimos relacionados con los sitios elegidos:

a). En los sitios:

- Los sitios señalados son identificados por las coordenadas geográficas haciendo uso con el marcador que indica en la carta Geográfica utilizada y la altura respecto al nivel del mar.
- Determinación de las áreas planas y necesidad de nivelación del suelo, a fin de determinar el tipo de torre a utilizar.
- Se toma en cuenta la naturaleza del terreno
- Se debe determinar el dueño del terreno para contactarse para su compra,

- Tomar en cuenta las restricciones al construir la estación repetidora, debido a algunas regulaciones pertinentes como la regulación de parques nacionales.

b). El camino de acceso:

- Situación real del camino de acceso y tiempo empleado.
- Rutas propuestas para el camino de acceso y longitud de caminos que necesitan de nueva construcción.
- Necesidad de reparación del camino existente.

c). Suministro de energía comercial:

- Disponibilidad del suministro de energía comercial
- Punto de la conexión de la línea comercial a la línea de alimentación propia.
- Ruta propuesta y longitud de la línea de alimentación propia,
- Voltajes de la energía eléctrica de alimentación.

d). Casetas y Torres:

- Áreas de las salas utilizables y posibilidad de expansión de la zona cuando sea necesario debido al crecimiento de la población.
- Dirección del eje de la torre para el diseño del soporte de la antena,
- Resistencia

e). Propagación de radio:

- Confirmación con visibilidad directa por pruebas de espejo o pruebas de globo,
- Obstrucción cercana a la visibilidad directa o reflexión de las ondas de radio por las construcciones existentes.
- Observación visual de la situación geográfica en el punto de la reflexión si es necesario.
- Si no tiene información sobre la altura del obstáculo crítico, es necesario pruebas de descenso en uno de los puntos, manteniendo siempre la iluminación del espejo, esto permitirá estimar la altura sobre el nivel del mar del obstáculo crítico.

Construcción:

- Disponibilidad de agua para la construcción en el sitio escogido
- Dirección y velocidad del viento principal
- Facilidades cercanas de transporte
- Facilidades de mano de obra.

Guías e informaciones locales:

- Mapa de caminos al sitio elegido (camino de acceso)
- Características geográficas alrededor del sitio.
- Tiempo de acceso desde la carretera o desde el poblado más cercano.

4.2.2. Pruebas de visibilidad y Resultados.

Para las pruebas de visibilidad se emplearon espejos en los puntos entre los cuales se quería verificar la línea de vista, requiriéndose para ello condiciones atmosféricas favorables, como cielo despejado y con brillo solar, Así mismo se tuvo que contar con binoculares. El procedimiento para la realización de las pruebas fue sencillo solo bastó coordinar adecuadamente el inicio de estas pruebas y siempre teniendo en cuenta tener un plan de contingencia. La comunicación vía radios portátiles fue de mucha importancia ya que esto asegura la permanencia en los sitios y las coordinaciones durante su ejecución.

Una vez comprobada la visibilidad se procedió a obtener con fines referenciales, las alturas mínimas con las cuales, la línea de vista era rasante. (Teniendo en cuenta el brillo luminoso generado en el punto distante con el cual se requería verificar la línea de vista). Estos valores permiten hacer un mejor análisis en la obtención de las alturas de las antenas.

Para la ubicación exacta de las coordenadas geográficas se hizo uso del GPS, equipo que permite leer la ubicación de los puntos de referencia.

CAPÍTULO V: EQUIPOS DE COMUNICACIÓN UTILIZADOS

5.1. Introducción

Para el diseño de enlaces de radio, es muy importante conocer como trabajan los sistemas de radio, porque las características de los equipos afectan dramáticamente el rendimiento total de la red. Los estándares de rendimiento de un Radio-enlace son derivadas de los estándares basados en la ITU-T, que definen los límites para los enlaces ó circuitos de extremo a extremo.

Se proporcionará un entendimiento básico de lo que pasa con la señal de un usuario final a otro; por ejemplo, se ha escogido un canal de la voz para ilustrar el trayecto de un circuito de voz sobre un sistema de radio, el cual se muestra a continuación.

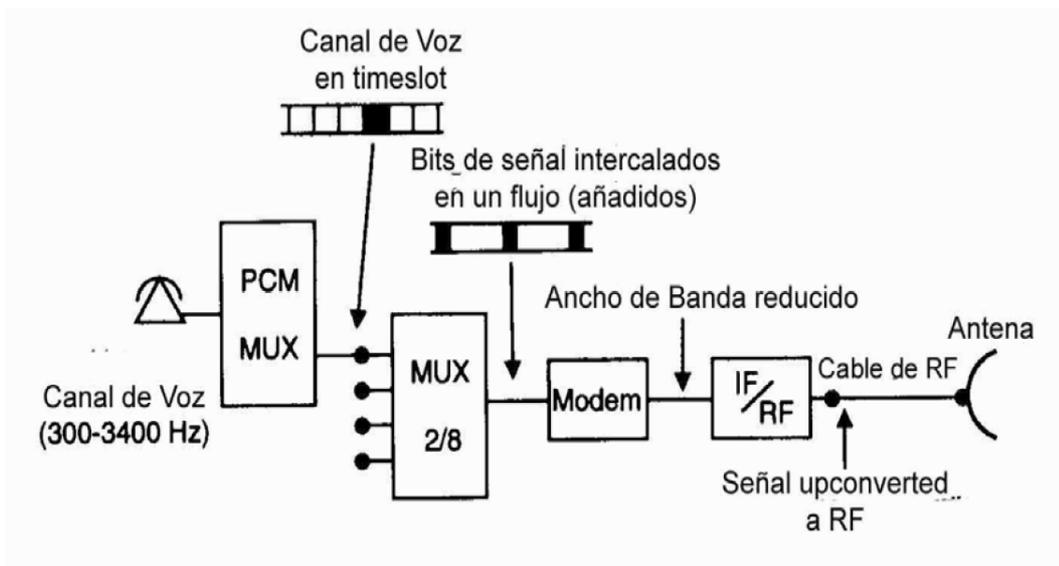


Figura 5.1. Trayectoria de transmisión de un circuito de voz.

5.2. Configuraciones

El equipo modulador de radio microonda puede ser dividido a grandes rasgos en tres categorías: interior, la unidad divisora, y todo lo externo; el multiplexor primario es usualmente externo a la radio.

Equipo para ubicación de interiores (All Indoor)

Los equipos tradicionales de microondas están albergados en un bastidor metálicos o “racks” de 19 pulgadas (21 en U.S.A.) en la sala de equipos de transmisión.

La conexión vía cable coaxial o guía de onda, transporta la señal de RF a la antena montada en una torre. El equipo es a menudo de construcción modular, con la opción de poder intercambiar componentes o tarjetas para propósitos de mantenimiento.

Diferentes diseños son normalmente requeridos para diferentes capacidades, ubicación de los puntos a interconectar, condiciones atmosféricas, ancho de banda y bandas de frecuencia.

Los equipos para ubicación en interiores son apropiados para rutas de gran distancia que requieren una alta potencia de salida y arreglos para ramificación de multi-frecuencia. Incluyen un chasis especial que permite proteger los circuitos integrados y demás componentes de partículas de polvo. Un diseño típico es mostrado en la figura 5.2.



Figura 5.2. Equipo Indoor.

La unidad divisora (RF externos)

El equipo de microonda modulador se ha puesto fuera del modelo tradicional, que consiste en estantes grandes de equipos montados en su interior. Lo abastece para el acceso de redes donde el espacio es limitado y el equipamiento comúnmente es preferido. Basado en alta frecuencia (por ejemplo 23GHz) la arquitectura del enlace que tiene el sistema de circuitos eléctricos de RF, montado externamente para evitar las propias pérdidas en la guía de onda, los equipos actuales están disponibles en más frecuencias y capacidades, para un montaje y mejor administración.

En ésta disposición la banda base y circuitería del modem es montada en una unidad interior, la cual es normalmente independiente de la frecuencia. Este equipo está conectado al exterior de la unidad que alberga a la circuitería de RF por medio de un cable coaxial de bajo costo.

El cable transporta la señal de banda base o la frecuencia Intermedia además de la energía y las señales que realizan las tareas rutinarias.

Los sistemas de modulación de fase requieren una señal de frecuencia intermedia para la conexión de subida y bajada. Mientras que los sistemas

FSK pueden transportar una señal de banda base alta y baja por el cable. La unidad exterior es a veces independiente de la capacidad.

La configuración de la unidad de división se muestra en la figura 5.3.

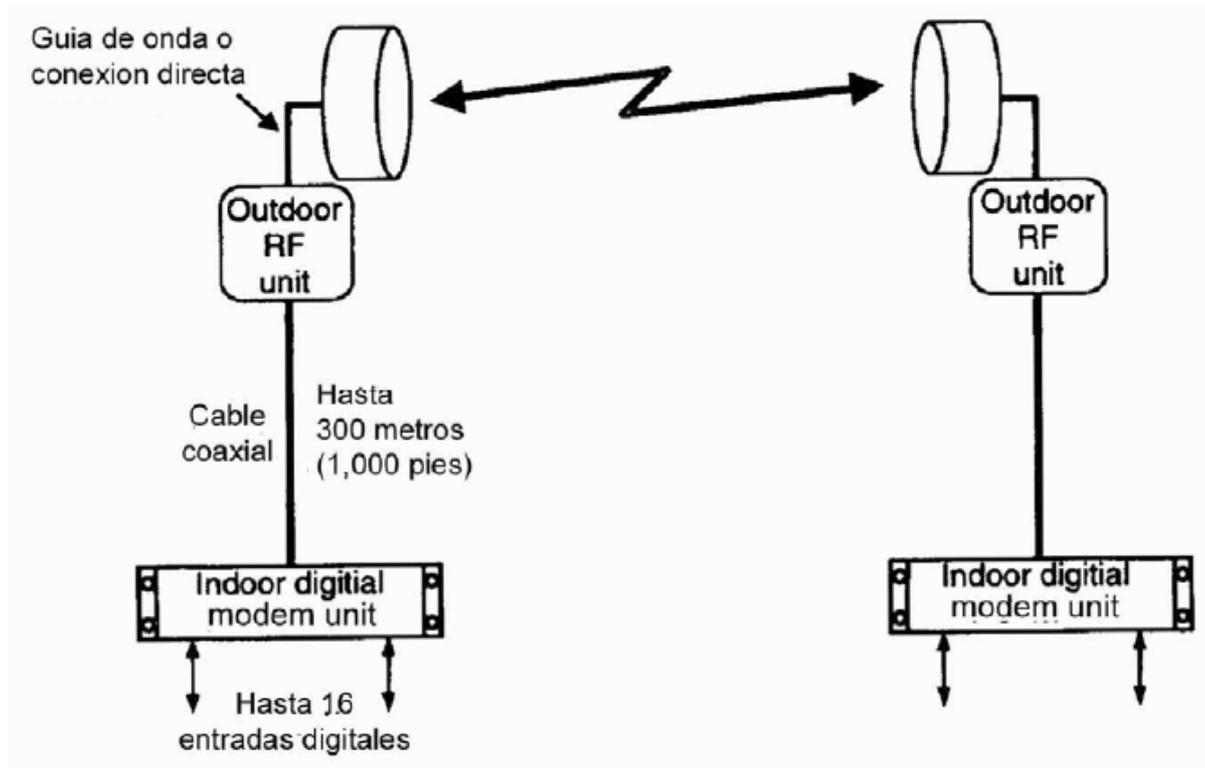


Figura 5.3. Típica configuración de unidad dividida.

Equipo de exteriores (Outdoor)

Por medio de la transmisión por radio microonda que esta siendo usada en las microceldas backhaul (concentración de transmisores en puntos de transmisión para ser emitida mas tarde) en redes celulares, hay un requerimiento para estar capacitado para montar un radio enlace en la trayectoria de borde del gabinete.

La antena necesita ser físicamente pequeña y el radio enlace no provocará mucha potencia. La operación del equipo de radio es por ejemplo: el equipo

estación con tasas de línea E1 o T1 que puede ser alimentado directamente dentro del radio y puede ser localizado en el mismo recinto.

Una obvia consecuencia de una transmisión de radio externa es que, si hay un requerimiento para extender el circuito E1 a otra localización, se requiere un cable multipar para transportar las señales de tráfico, alarma, administración, y energía. Un ejemplo de equipo total externo es mostrado en la figura 5.4.



Figura 5.4. Típica radio todo externo (outdoor).

Diagrama de bloque de un sistema básico de radio

Los diversos bloques que constituyen un sistema de radio son mostrados en figura 5.5.

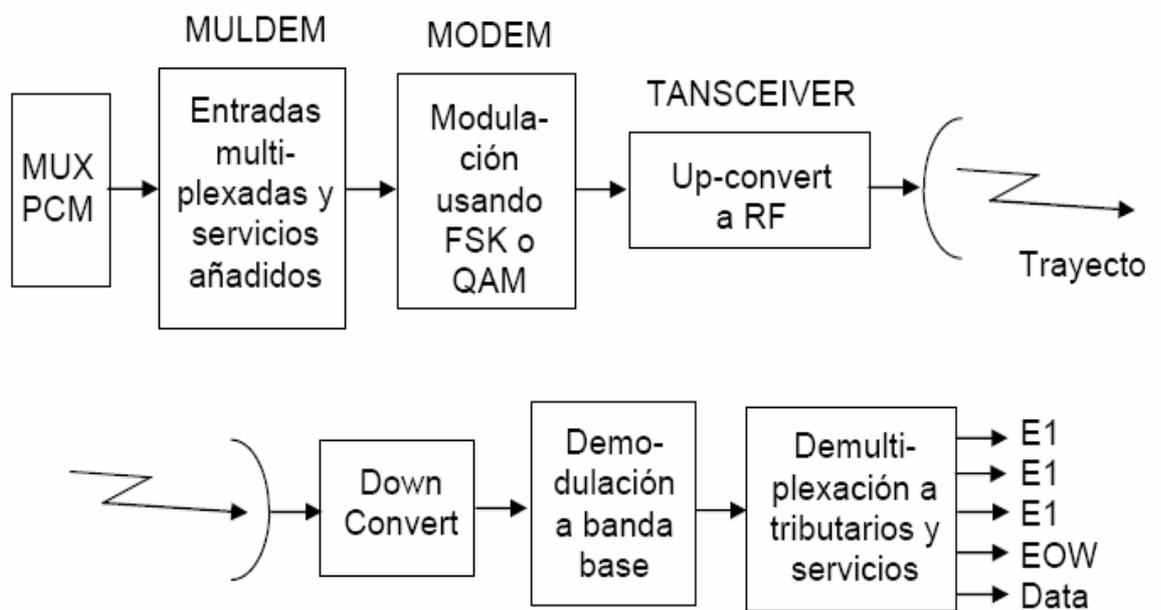


Figura 5.5. Diagrama de bloque de un sistema de radio microonda

El servicio de usuario final (voz o dato) está alimentado al multiplexor primario donde es convertido a una señal digital de 64 Kbps y multiplexado dentro de una señal E1 (o T1).

Esta señal es entonces convertida a la capacidad de transmisión global por un multi-plexor secundario. Una cabecera es adicionada a la tasa de datos de transmisión para transportar diversos servicios, y esto agrega propiedad, la señal de radio banda base es entonces modulada y convertida

a la frecuencia de portadora de RF. La señal es entonces alimentada a la entrada de la antena para transmitirla.

En la dirección de recepción la señal es capturada por la antena y filtrada por medio de una unidad de ramificación para ser alimentada al receptor donde es convertida a una señal de FI y demodulada. Los servicios son quitados de la tasa de bits de transmisión y las diversas señales demultiplexadas retornan a su forma original. El multiplexor primario convierte la información digital de regreso al dato original o señal de audio.

5.3. El multiplexor primario

Podría requerirse infinidad de anchos de banda para transmitir una voz humana sobre un sistema de transmisión sin ninguna distorsión. La voz humana no lo hace, sin embargo, tiene una igual distribución de energía. Cuanto más de esta energía es distribuido a través del espectro de frecuencia desde aproximadamente 100 Hz a 6000 Hz. La máxima densidad espectral ocurre en aproximadamente 450 Hz para la voz de un hombre y 550 Hz para una mujer de edad adulta. Se ha encontrado que limitando el ancho de banda de la señal de voz a $300 \text{ Hz} < f < 3400 \text{ Hz}$, una señal de voz de alta calidad puede ser transmitida. Esto es conocido en telefonía como un canal de audio.

En sistemas digitales nuestro objetivo es convertir la señal de voz analógica en una señal digital. El proceso que es usado es conocido como modulación de código de pulsos (PCM). El proceso PCM tiene cuatro componentes: muestreo, cuantización, codificación, y multiplexación de tiempo.

Muestreo

El proceso de muestreo es ejecutado por multiplicación de la señal analógica con una señal periódica de pulso de muestreo. El proceso es ilustrado por la figura 5.6, la cual muestra las señales de la voz analógica original y el pulso de muestreo adicionalmente así como también la señal muestreada resultante en ambos dominios del tiempo y frecuencia.

Es importante darse cuenta de que el proceso de muestreo no causa distorsión. La señal original está limitada en banda y por esto, siempre que sea muestreada lo suficientemente rápido, puede ser completamente reproducida en los pulsos analógicos. Después del muestreo la señal será presentada como las bandas superior e inferior alrededor de las armónicas de la señal muestreada. Usando un filtro pasabajo, la señal original puede ser extraída fuera. El teorema de muestreo de Nyquist dice que ningún contenido de información se destruye en una señal limitada en banda siempre y cuando la señal de muestreo sea por lo menos al doble del más alto componente de frecuencia en la señal.

Si la frecuencia de muestreo está incrementada más allá de esta, las bandas laterales sencillamente se moverán separadamente más allá, haciendo la señal original más fácil para extraerla fuera pero no aumentando la calidad de la señal.

Una frecuencia de muestreo de 8 KHz ha sido escogida por la ITU-T con una tolerancia de 50 ppm, La mayor frecuencia, asumiendo un perfecto filtro pasa bajo es de esta manera 4 KHz (la mitad de 8 KHz). Los filtros no son perfectos, por lo tanto, esta frecuencia permite para una banda de seguridad de 600 Hz. El filtro que limita la señal de audio a 3400 Hz es llamado un filtro anti-aliasing.

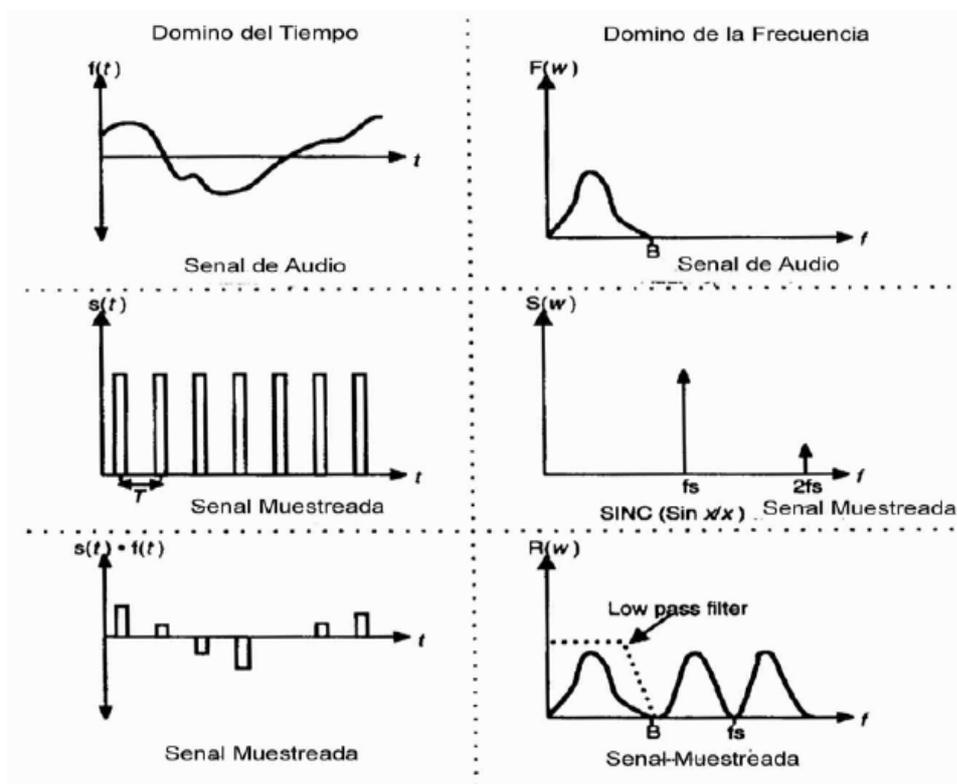


Figura 5.6. Señales muestreadas en los dominios del tiempo y frecuencia.

Cuantización

La cuantización es el proceso de obtener un valor discreto de un valor analógico. Recordar que el proceso de muestreo convierte una señal analógica de onda continua en una serie de pulsos analógicos. Estos pulsos contienen toda la información presente en la señal original de banda limitada. En el proceso de cuantización los valores de los pulsos analógicos son acotados dentro de niveles discretos. Este proceso es requerido en orden a tener un número limitado de valores muestreados para codificarlos en una palabra digital. Ocho ó 16 niveles son requeridos para un diálogo comprensible y 128 niveles son requeridos para una alta calidad de diálogo. Esto es una aproximación de dirección única y causa distorsión, una vez que el muestreo se ha sido cuantizado, es imposible reproducir una réplica de la señal original. La distorsión causada por este proceso provoca ruido de cuantización. Si fueran escogidos unos niveles de cuantización uniformes,

una señal con un valor alto podría tener una mejor relación S/N que una con un valor pequeño. En realidad lo opuesto es deseado. Pulsos de gran amplitud son fácilmente escuchados y, en consecuencia, pueden tolerar un alto nivel de ruido. Este problema es resuelto por compansión.

Compansión

Compansión es un acrónimo para comprimir y descomprimir. Un algoritmo no lineal es usado por medio del cual más valores de cuantización son adjudicados a los valores muestreados pequeños, de esta manera se esta logrando una relativa relación de error constante para todas las muestras. En la Región 1 de la ITU (Europa y África), la curva de cuantización de ley A es usada para acotar las muestras. Esto es una característica de 13 segmentos cuyas características son definidas por la ITU [1]. En la Región 2 (América), una ley de 15 segmentos llamada la ley μ es usada. La parte de valores positivos de la característica de compansión de la ley A es mostrada en la figura 5.7.

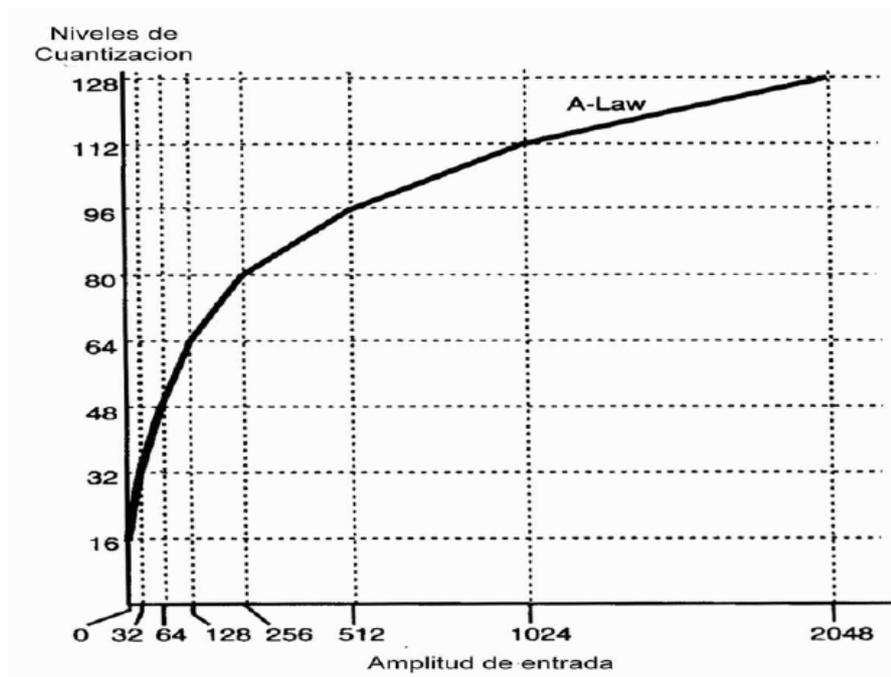


Figura 5.7. Curva de compansión de ley A.

El algoritmo de la ley A fue implementado en los 60's cuando la circuitería no podía lograr una curva logarítmica. Una aproximación lineal de esta manera

fue usada. Esto se puede ver en la figura 5.7 donde la mitad del rango de los valores de voltaje de entrada son acotados dentro de 16 niveles de cuantificación. Los siguientes ocho están determinados más allá de 16 niveles, y así sucesivamente. Los valores de amplitud pequeña son de este modo determinados con muchos más valores cuantizados, resultando en una perfeccionada relación S/N. Usando esta aproximación, la relación S/N de todas las muestras, grandes y pequeñas, está más uniforme.

Codificación

El Proceso de cuantificación usando la ley A genera un total de 256 valores (1128). Esto puede ser codificado en forma binaria usando ocho bits (256 - 28) de la curva de compansión, mostrada en la figura 5.7

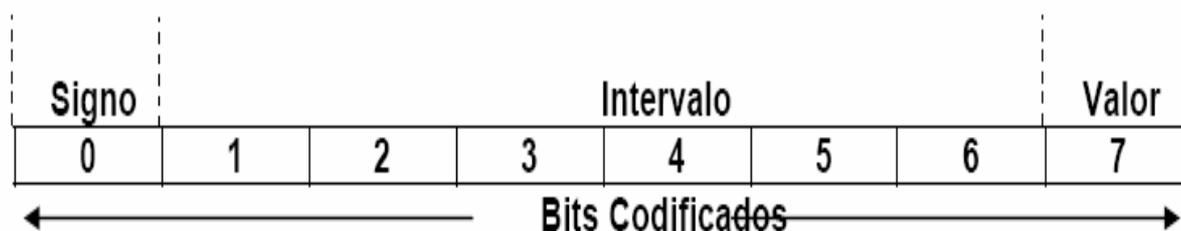


Figura 5.8. Código de bits de ley A de la curva de compansión.

El bit de signo especifica si la muestra tiene un valor de amplitud positiva o negativa. Los siguientes tres bits especifican en cual de los ocho intervalos se sitúa el valor. Los últimos cuatro bits especifican a cual de los 16 valores esta cerca al valor de la muestra actual. El proceso de codificación resulta en un código de ocho bits (byte) que es una representación de un canal de audio

Multiplexación de tiempo

El proceso final es cronometrar de manera múltiple las señales en una trama. El muestreo es hecho en 8 KHz, que es, 8000 muestras/seg para cada canal de audio. El intervalo de muestreo puede ser calculado de:

$$T = 1/f$$

$$= 1/8000$$

= 125 μ s

La duración de cada pulso es 3.9 μ s; por lo tanto, es posible transmitir muestras de otros canales de audio en el intervalo de tiempo entre varias muestras. Antes de la segunda muestra del primer canal esta disponible para transmitir, 32 muestras (125 μ s/3.9 μ s) que pueden ser intercalados en ese tiempo. Esto es conocido como multiplexación por división de tiempo.

Cada muestra consiste de ocho bits ocupados que es conocido como una porción de tiempo dentro de la trama. Con una velocidad de muestreo de 8 KHz, una porción de tiempo de 8 bits así tiene una transmisión de bit a razón de 64 Kbps. Esto es una razón fundamental dentro de los sistemas de telecomunicaciones y es conocido como E0 (Europa) o T0 (U.S.). Una trama con 32 intervalos tiene una transmisión de bit a razón de 2048 Kbps (2Mbps). Usualmente solo 30 intervalos son disponibles para uso de canales debido a que el intervalo 0 es usado para la sincronización de la trama y el intervalo 26 para señalización. Esta señal de 30 canales (o a veces 31 canales) es conocida como E1, En los Estados Unidos una tasa de trama se basa en el sistema Bell que usa canales de 2464 Kbps más una trama de bit extra que conforman una señal de 1.544 Mbps. Esto es conocido como T1 o DS-1 (señal digital, nivel 1).

Equipo multiplexor primario

Un multiplexor primario usado para los circuitos de voz es a veces llamado un banco de canal y convierte 30 (o 24) canales de voz dentro de una trama E1 (o T1). Con datos que se ponen más predominantemente en las redes, una mezcla de voz y dato es a veces requerido para ser multiplexado dentro de la tasa de la trama. Los multiplexores flexibles con un rango de interfaces de voz y dato son disponibles de esta manera. Opciones de voz o interfaces de conmutación. Las interfaces de datos incluyen opciones síncronas, asíncronas, ISDN, X.25, o ADPCM. Los más sofisticados multiplexores realizan la limpieza del circuito y permite la conexión cruzada y las características de gestión.

5.4. Muldem (Multiplexing Secundario y Servicio)

El rendimiento de E1 (o T1) normal de un multiplexor primario no es solo la señal usada en las redes de transmisión. En algunos casos un multiplexor secundario externo es requerido. La entrada a un sistema de radio es usualmente uno o más de las proporciones de líneas normales tales como E1, T1, E3, o STM-1. El sistema de radio necesita transportar estas señales transparentemente al otro extremo del enlace. En otras palabras, esto no debe manosear a la señal de cualquier manera. La primera cosa que la radio necesita hacer es crear una señal compuesta de las varias entradas, que esto puede modular y transmitir al otro extremo, esto necesita multiplexar las varias entradas y agregar cualquier cabecera que es requerida.

Multiplexación y Demultiplexación

En las radios digitales muy tempranas, multiplexación se hizo externamente a la radio. El requerimiento para transporte múltiple E1s, sin embargo, llevado a las fabricaciones de la radio incluso hacían que la multiplexación secundaria funcione en la propia radio.

Una aplicación típica es una radio de 4 por 2Mbit/s (4E1) donde multiplexar 2 a 8Mbit/s es construir en la radio. Una señal de 8Mbit/s compuesta, que no necesitan tener una interfaces de PPU normal, Así reduciendo costo y complejidad, está internamente disponible a la radio a ser modulada y transmitida al otro extremo.

En la dirección opuesta, la señal de 8Mbit/s es demultiplexada en los cuatro flujos de E1 con una interface normal según PPU G.703, donde la comparación con SDH es hecha.

Canales de cabecera

El sistema de radio tiene otras señales que necesita transmitir. Esto podría ser para uso interno de la función de manejo mismo de la radio; los canales de datos extra para datos o los sistemas de supervisión, un cableado de ingeniería (EOW), corrección de errores en adelante (FEC), como se verá más adelante. Esto hace que un canal de cabecera de radio complementaria sea usualmente agregada a la señal y que haga que exceda la frecuencia de línea de la ITU. Esta señal es una señal propietaria que podría ser diferente para cada fabricante.

Esto obviamente agrega ancho de banda a la señal banda base y por consiguiente se mantendrá tan pequeño como sea prácticamente posible para que la señal agregada se ubique dentro del ancho de banda requerido. Un ejemplo de una cabecera complementaria de radio formando una señal agregada propietaria es mostrado en la figura 5.9.

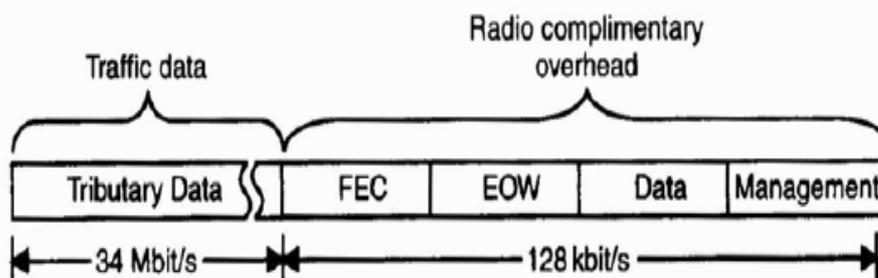


Figura 5.9. Cabecera complementaria de radio

Filtro

Filtro de banda base se hace para limitar el ancho de banda de la señal. La formación de la señal de banda base es muy importante. El ancho de banda infinito exigiría asegurar que los pulsos de la entrada no esten apagados de forma alguna, lo cual es obviamente no posible o deseable. Un filtro práctico que resulta en puntos del cruce por cero en la frecuencia de Nyquist es un filtro de cosenos levantado [2]. El ancho de banda de una señal de nivel múltiple con forma de banda base puede ser calculado de

Fórmula 5.1

$$BW = [\text{baseband bit rate}/\log_2 M] \cdot (1 + \alpha)$$

Donde α es el factor de rolloff de filtro y M es el M -ary valor de modulación (p.e.: 16-QAM, $M=16$). Como antes es importante que la filtración de la señal no resulte en interferencia ya sea llevando y/o arrastrando las colas de la señal. Un filtro de Nyquist con un factor de rolloff de 0.5 es usualmente usado y eso asegura que las colas de los pulsos adyacentes queden en demodulación durante la transmisión .

Diagrama de bloque del Muldem básico

Los varios bloques que constituyen la sección de la modulación de un sistema de la radio típica se muestran en la figura 5.10.

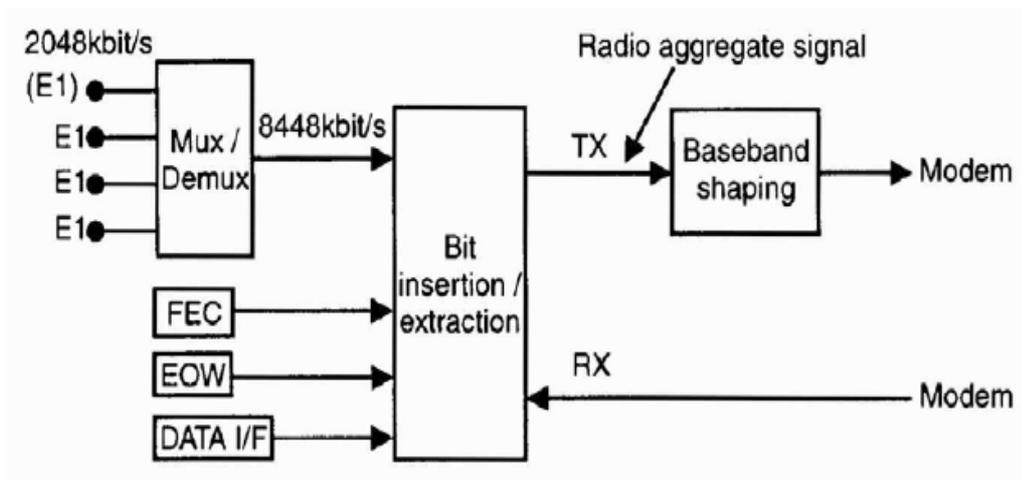


Figura 5.10. Diagrama de Bloques de la sección Muldem de un Sistema de Radio

5.5. MODEM

Un modem es un acrónimo de modulador-demodulador. La señal de banda base tiene que ser transportado sobre un portador de frecuencia de radio y esto se hace por modulación de la señal banda base hacia portadora de una IF o RF.

Moduladores

Dos tipos importantes de modulación existen para el sistema de radio digital, es decir, modulación directa y modulación indirecta. Modulación directa es cuando no existe portadora de IF. La señal banda base es directamente aplicada al modulador, así reduciendo costo y complejidad. Modulación indirecta involucra primero convertir la señal banda base, a una IF y entonces a una frecuencia de RF.

Existen tres tipos importantes de modulación digital: amplitud, fase, o frecuencia modulada. Desde que es una señal digital, esta modulación

cambia la señal entre dos estados. En modulación de amplitud, codificando on-off (OOF) es usado cuando el valor de la amplitud es cambiado entre cero y alguna amplitud predeterminada; en modulación de fase (PSK) la fase es cambiada por 180 grados; y en modulación de frecuencia la frecuencia son cabidas entre dos valores de frecuencias, los dos mas comúnmente usados métodos de modulación para los equipos de radio de microondas son basado en multilevel FSK y n-QAM.

Estos esquemas usan modulación de mutisimbolos y reducen el ancho de banda.

Demoduladores

Dos principales tipos de demoduladores son usados para detectar señales digitales: detectores de envolvente y demoduladores coherentes. Los detectores de envolvente usan un simple diodo detector para extraer la envolvente de la señal. Para sistemas basados en fase tal como PSK ó QAM no hay variación de envolvente, por consiguiente, demodulación coherente (síncrona) es requerida.

En este método la señal portadora modulada entrante es mezclada con una réplica exacta (en fase y frecuencia) de la portadora de FI. Un filtro pasa-bajo es usado luego para recuperar la señal de bandabase. La réplica de la portadora requerida es generada usando un lazo "Costas", el cual usa un PLL para estabilizar la frecuencia de la portadora extraída de la señal de RF entrante, convertida a FI. Además, para esta señal de FI recuperada, una señal de reloj de banda base es recuperada para el proceso de demodulación. Este tipo de demodulación es más costoso debido a la complejidad para obtener la sincronización de fase, pero esto da como resultado un mejor nivel de umbral para el receptor.

Diagrama de bloques básico de un MODEM

La construcción de varios bloques que forman el modelo de un sistema de radio típico es mostrada en la figura 5.5.

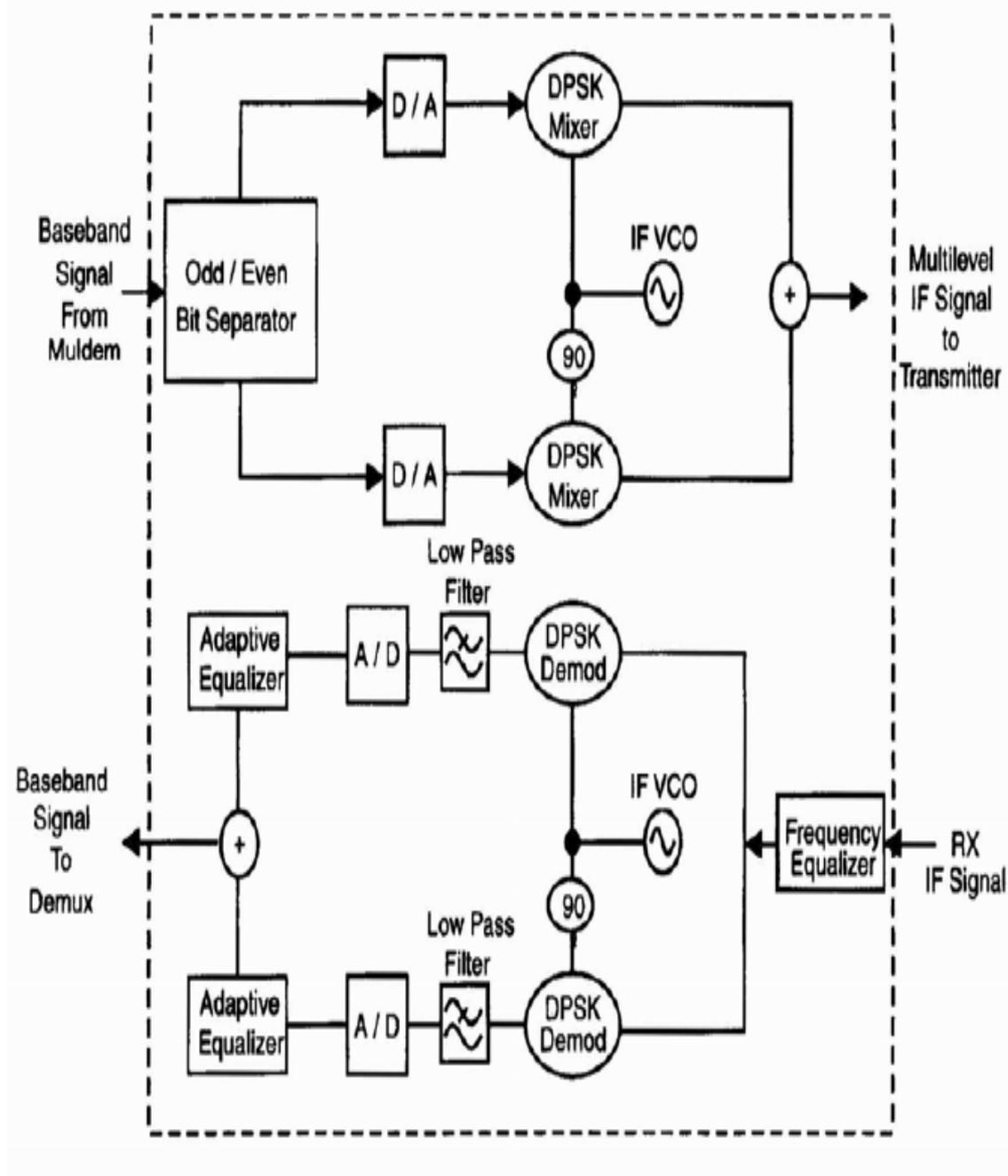


Figura 5.11. Diagrama de Bloques de la sección MODEM de un sistema de radio

5.6. Transceivers

La sección de RF que abarca el módulo de transmisor y receptor es conocido como transceiver

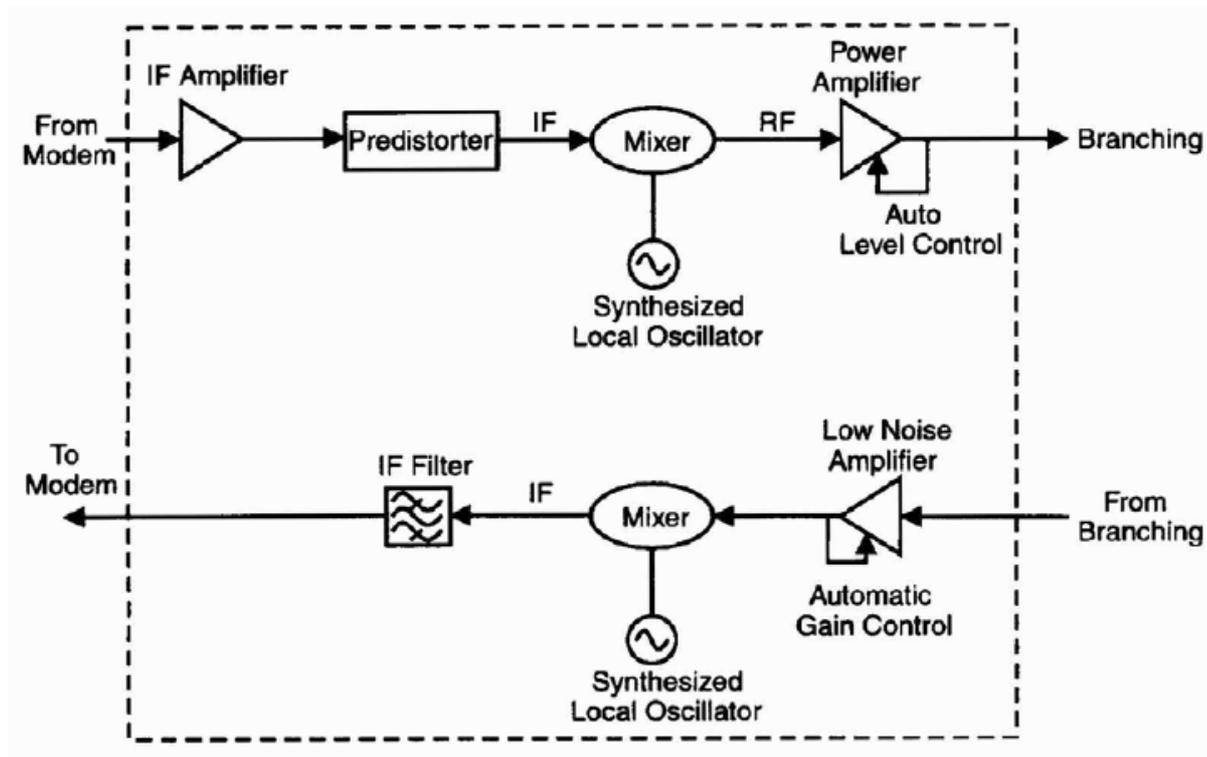


Figura 5.12. Diagrama de Bloques de la sección del Transceiver de un sistema de radio

Transmisor

Una vez que las señales entrantes son multiplexadas y combinadas con los canales de cabecera, la señal de banda base es modulada como se mencionó anteriormente, luego esta señal es convertida o subida a portadoras de RF y amplificada mediante un amplificador de potencia.

Los transceivers modernos son sintetizados, significando que un oscilador de referencia es usado para derivar la frecuencia RF usando un oscilador local que es controlado por voltaje (VCO). Usando el VCO sintetizado, las frecuencias del transceiver pueden ser seleccionadas por software a través de un amplio rango.

El amplificador de Potencia es diseñado para ser lineal tanto como sea posible.; sin embargo, de todas maneras se introducirá algo de distorsión. Para mantener la distorsión a un nivel mínimo, la señal es predistorsionada antes de la amplificación, lo que produce la cancelación de la distorsión total en el amplificador de potencia. La linealidad es importante, aunque los amplificadores de potencia pueden amplificar hasta su nivel de saturación, un transmisor “back-off” es aplicado a propósito para mejorar la linealidad y consecuentemente el umbral del receptor. El transmisor usualmente tiene además un circuito de control automático de ganancia (AGC) para mantener la potencia de salida constante ante variaciones de temperatura que puedan ocurrir.

Receptor

En la dirección del receptor, la portadora modulada es convertida o bajada a una frecuencia de FI antes de la demodulación, Esto se logra mezclando la señal de RF con la de un oscilador local VCO sintetizado.

Un circuito AGC asegura que la salida de FI se mantiene constante aunque varíe el nivel de la señal de RF. Esta señal del AGC usualmente es usada para medir la fuerza de la señal recibida.

5.7. Ramificaciones

La unidad de ramificación es un término genérico para describir la circuitería de las interfaces de la antena al transceiver. Se incluye filtros, combinadores y aisladores.

5.8. Características del Equipo

Los planificadores del enlace necesitan estar enterados de las características del equipo de radio para especificar el equipo correcto y usar los parámetros correctos en el diseño de radio enlace. Las características mas importantes que normalmente se incluye en una hoja de especificaciones son discutidas en la sección siguiente.

5.9. Consumo de Potencia

Rango de voltaje de entrada

La mayoría de equipos de telecomunicaciones de microondas operan con 48 V DC; sin embargo muchos sitios todavía tienen fuentes de poder de 24 V

DC. Algunos equipos de radio tienen un amplio rango de entrada que acepta fuentes de 24 ó 48 V en ambas polaridades.

Sin embargo, un convertidor externo de energía puede ser requerido para el equipo que no cubre este rango. El equipo instalado en áreas urbanas no tiene fuente DC, entonces se puede necesitar conversores para que el equipo opere con la fuente de energía principal. Una pequeña batería de reserva debería ser incluida en caso ocurra un corte de energía.

Consumo de potencia

Para concluir los requisitos para las fuentes de alimentación de estaciones y capacidad de batería, uno necesita agregar el consumo total de todos los equipos. Los valores de consumo de potencia necesitan ser considerados. Estos valores son dados en Watts.

5.10. Compatibilidad Electromagnética

Se está volviendo más importante el cumplir con las especificaciones del medio ambiente. En Europa, es obligatorio que el equipo cumpla estrictamente con los estándares de compatibilidad electromagnética (EMC). Además, se han fijado límites en aspectos como rango operacional de temperatura, protección (contra agua, humedad y polvo), golpes y vibración, transporte y almacenamiento.

5.11 Certificación de los Equipos

En muchos países existen entidades reguladores de telecomunicaciones (En Perú el MTC requiere que el equipo esté "homologado") quienes frecuentemente insistirán que el equipo sea aprobado antes de ser instalado en una red, esto usualmente incluye proveer conformidad de equipos para estándares internacionales, con particular énfasis en aspectos relacionados al medio ambiente, EMC (Compatibilidad Electromagnética), y espectros de transmisión. El planificador de radio debería asegurarse que el equipo que está siendo usado está aprobado ó certificado para su uso en los países que así lo demanden o soliciten.

5.11. Sistema de Tierra

Se requiere una muy buena “tierra” del orden de 2 ohmios o menos para la adecuada operación de los equipos.

5.12. Sistema eléctrico de emergencia

Se emplea grupo electrógeno con encendido automático ante la presencia de un fallo en el suministro eléctrico principal.

5.13. Protección eléctrica de los equipos

- a) Contra Transitorios
- b) Contra Descargas Atmosféricas
- c) Contra disturbios en el voltaje de alimentación
- d) UPS

CAPÍTULO VI: DISEÑO DE RED RADIAL EN ENLACE DIGITAL

6.1. Introducción

En el desarrollo del presente capítulo se desarrollan los cálculos que permitan asegurar el buen funcionamiento de la red diseñada. La metodología desarrollada es la utilizada por la NTTPC (Nipón Telegraph & Telephone Public Corporation), para el diseño de sistemas de radio por microondas. Las características de funcionamiento del equipamiento descritos en el Capítulo anterior, para luego pasar a la evaluación de la calidad del sistema.

En el capítulo IV se han determinado las ubicaciones de las estaciones repetidoras y la configuración de red adecuada. Con lo cual se busca confirmar las afirmaciones que en base a los cálculos se puede estar seguro que la topología de red planteada es factible.

Dentro de los cálculos que corresponde a la selección del sitio esta el diseño de la ruta de propagación es decir se calcula las alturas de las antenas considerando el radio de la primera zona de fresnel, alturas mínimas de antenas teniendo en cuenta la obstrucción de campo cercano y la selección de las antenas. Para la evaluación de la calidad del sistema se tendrá en cuenta el cálculo del tiempo de interrupción.

Tomando en cuenta la teoría de diseño de enlaces por microondas tratada en el Capítulo I, en lo que sigue se muestran los resultados de los cálculos aplicados para el diseño de los radio enlaces digitales. Téngase en cuenta que todos estos resultados están hechos de manera automática espoleando hojas de cálculo elaboradas para éste fin.

6.2. Consideraciones en el diseño

Para el desarrollo del diseño se han tenido en cuenta los siguientes detalles:

- a. Ubicación de los lugares en los que se instalarán las estaciones de radio, de tal forma que exista una línea de vista en cada radio enlace y que

la visibilidad en el punto crítico sea mayor al 100% de la primera zona de fresnel.

- b. Se utiliza las bandas de frecuencia entre 2 y 7 GHz.
- c. Se calcularon todos los parámetros del radio enlace, de manera que la señal de radio recibida tenga un valor por encima del nivel umbral, siendo este nivel fijado por el desvanecimiento de la señal.
- d. Utilización en cada radio enlace de antenas parabólicas iguales y de gran directividad a fin de reducir el ruido de interferencia, en cada tramo.
- e. Las alturas mínimas de las antenas se describen en el Cuadro N° 6.2 y en la figura 6.2.
- f. Se consideraron los objetivos de comportamiento según las normas de la UIT – R, descritos en el Cuadro

Altura mínima de antenas

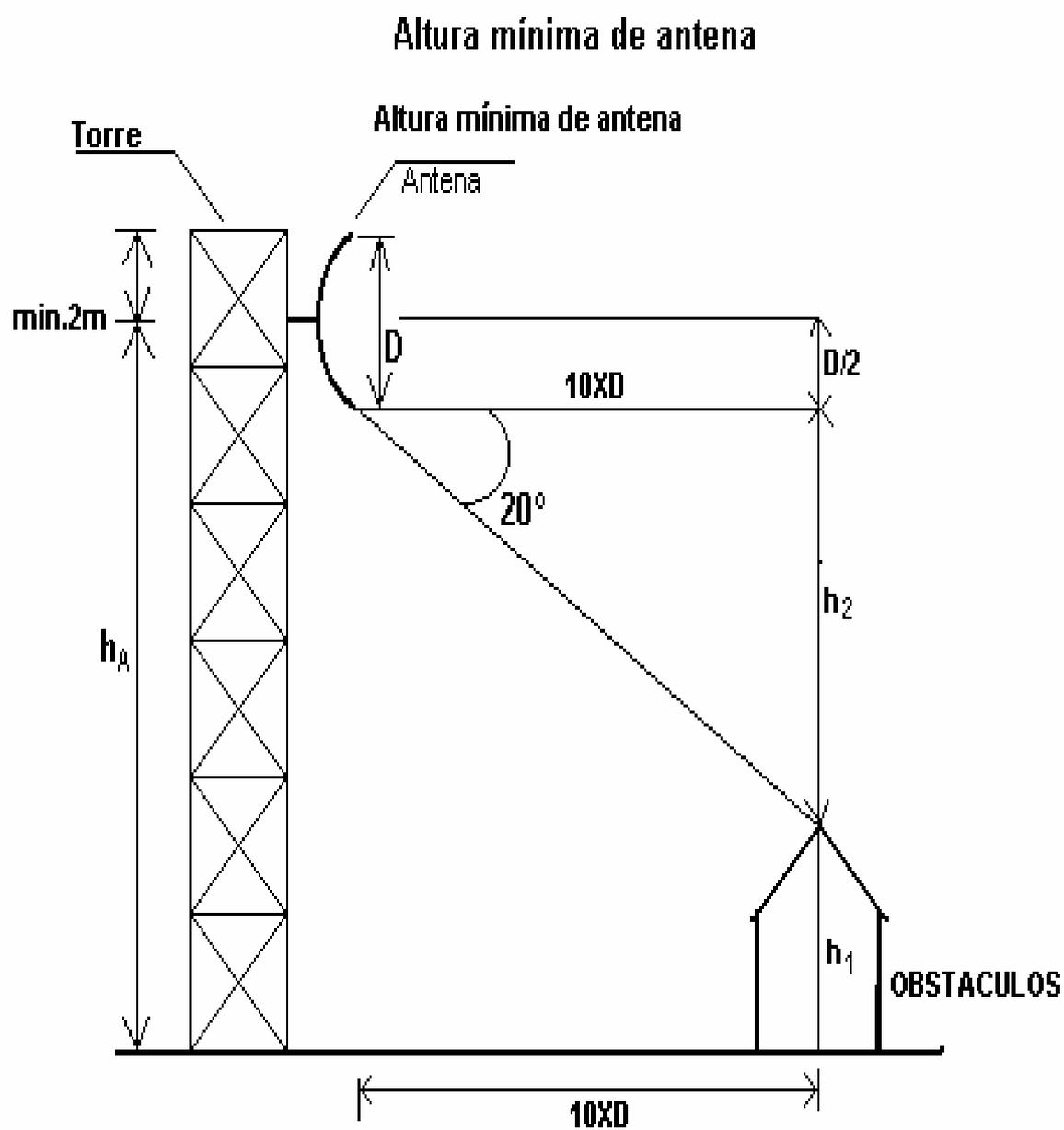
Las alturas mínimas de antena han sido determinadas por el asiguiente método.

Se considera que no debe existir obstáculo de campo cercano dentro de los 20 grados de ángulo de declinación y a una longitud de 10 veces el diámetro de la antena según se ilustra en la Fig. 6.2.

Así la altura mínima de antena (h_A) viene dada por la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 h_A &= \frac{D}{2} + h_1 + h_2 \\
 &= \frac{D}{2} + h_1 + 10D \tan 20^\circ \\
 &= 4.14D + h_1
 \end{aligned}$$

Fig. 6.1



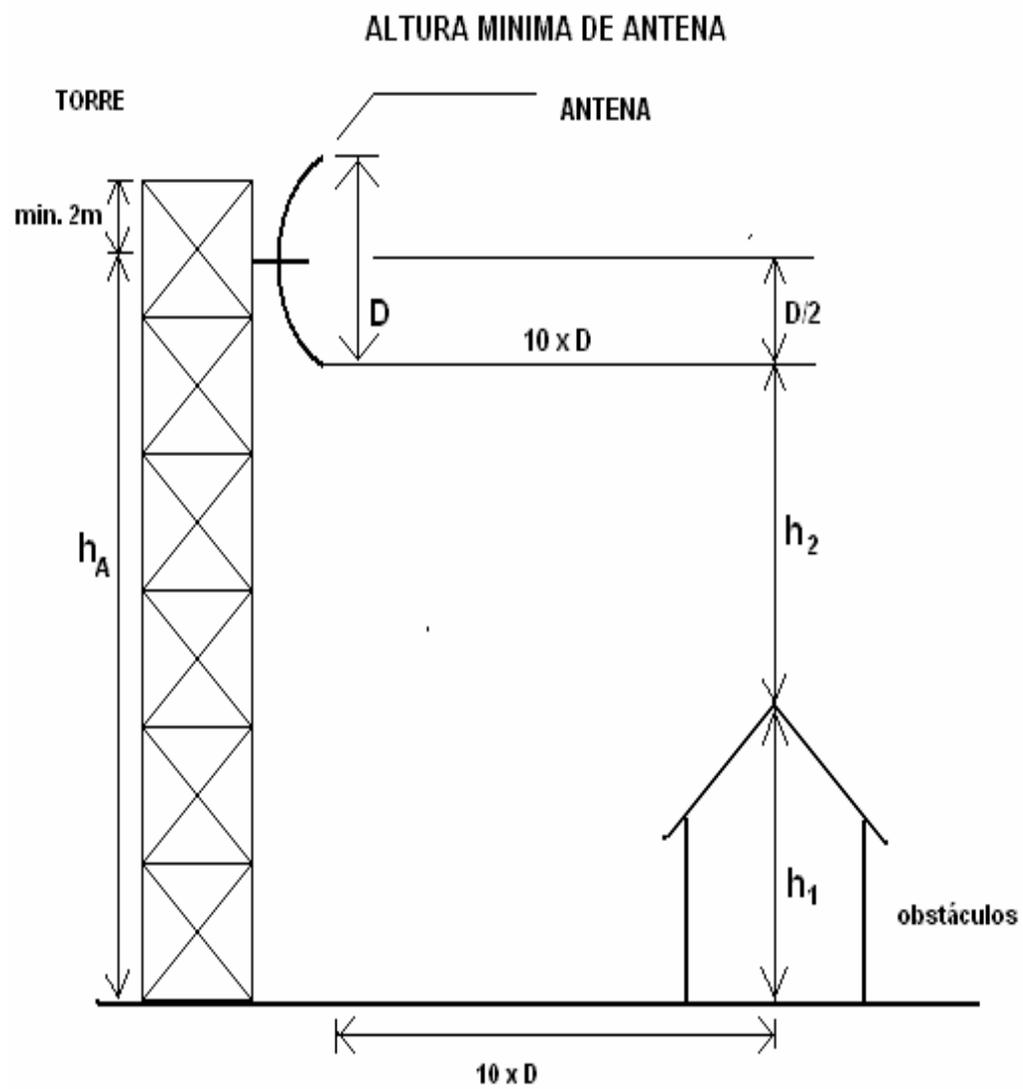


FIGURA N° 6.2 ALTURA MINIMA DE ANTENA

Tabla 6.1. Objetivos de comportamiento del Radio enlace
<p>En la norma 594-3 de la UIT-R se hacen recomendaciones para la elaboración del diseño, los objetivos de comportamiento enunciados a continuación, tomando como trayecto digital hipotético de referencia de 2500 Km con sistemas de radio para telefonía.</p> <p>➤ La proporción de bit erróneos del trayecto digital hipotético de referencia no debe exceder los valores de previsión indicados que tienen en cuenta los desvanecimientos, interferencias y todas las otras fuentes de degradación del comportamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1×10^{-6} por más de 0.4% de cualquier mes. • 1×10^{-3} por más de 0.0054% de cualquier mes: tiempo de degradación 1 segundo. <p>Los objetivos de diseño de la UIT-R indicados, son para el circuito hipotético de referencia de 2500 Km de largo-</p> <p>➤ Por consiguiente cuando se establezca un trayecto sobre un enlace comprendido entre 280 Km y 2500 Km, el porcentaje de tiempo admisible debe ser proporcional a la longitud L (Km) del enlace. En este caso la proporción de bit erróneos de 10^{-3} no debe ser excedida por más de $L/2500 \times 0.0054\%$ de cualquier mes.</p> <p>➤ Cuando se establezca un trayecto sobre un enlace menor de 2800 Km, el porcentaje de tiempo admisible debe ser a una proporción de bit erróneos de 10^{-3} no exceda más de $2800/2500 \times 0.0054\%$ de cualquier mes (0.006048%).</p> <p>Esta recomendación solo se aplica a los sistemas de radio de línea de vista aptos para el uso de la red telefónica internacional y no tiene en cuenta las consecuencias de ráfagas de errores o de contribuciones del equipo múltiplex.</p>

6.3 Cálculos de radio.

6.3.1. Perfiles definitivos

Para los perfiles definitivos se ha utilizado cartas geográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) escala 1:100,000. El factor de corrección

de tierra equivalente utilizado ha sido $k = 4/3$, este valor ha sido considerado pues es el valor adecuado para las condiciones climatológicas de la región sur del Perú.

En el Anexo II se muestra los Perfiles Topográficos de la zona realizados, en donde también se ha incluido el valor del ángulo de acimut.

6.3.2. Cálculo de la altura de torres y antenas.

El cálculo consiste en que estas alturas permitan limitar el desvanecimiento debido a las reflexiones a un valor muy bajo, de tal manera que la relación onda deseada/onda no deseada (D/U), sea igual o mayor a 10 dB. Para ello se ha considerado que la claridad en el punto crítico sea igual o mayor al radio de la Primera Zona de Fresnel (H_0), que la directividad de las antenas parabólicas sea grande y que el punto de reflexión se da en un terreno accidentado con presencia de cerros, lo cual asegura un poco interferencia de la señal reflejada.

En el desarrollo del cuadro 6.2 se ha tenido en cuenta las alturas mínimas de cada extremo del radioenlace para la determinación de las alturas, como se puede apreciar.

En él se muestran los resultados de las alturas y en cuadro 6.3 se muestran los resultados teóricos de los cálculos de altura de antenas teniendo en cuenta el análisis de los perfiles para cada banda de frecuencia en particular, sin embargo, las alturas de antenas seleccionadas considera las alturas mínimas calculadas anteriormente.

Para el caso de las alturas de antenas en los repetidores pasivos se ha considerado lo explicado en el numeral 6.3.

En las tablas 6.2. y 6.3. se muestran los requerimientos de alturas de torres y antenas para cada estación.

Tabla N° 6.2								
ALTURAS MINIMAS PARA CADA EXTREMO DE UN RADIOENLACE								
N°	ESTACIÓN A	ESTACIÓN B	ESTACION A		ESTACION B		ESTACION	
			Diámetro de antena ϕ (m)	H1 (m)	Diámetro de antena ϕ (m)	h1 (m)	A	B
							Altura Mínim. (m)	Altura Mínim. (m)
1	Desaguadero	Desaguadero	1,2	0	1,2	0	5	5
2	Cochillo	Percullo	2,4	-5	2,4	-5	5	5
3	Grande	Cuytaco	2,4	-5	2,4	3	5	13
4	Cusaski	Patalaca	2	0	2	3	8	11
5	Caripuni	Nazaparco	3,7	0	3,7	-12	15	3
6	Quchispe	Pamputa	3,7	-12	3,7	-5	3	10
7	Chico	Colopa	1,2	3	1,2	6	8	11
8	Cerro Seco	Ovejuyo	3	3	3	6	15	18
9	Rumaqui	Cueva	3	6	3	5	18	17
10	Las Piedras	Farisaraya	4,6	0	4,6	-3	19	16
11	Quispamarca	Challaypi	4,6	-3	4,6	0	16	19
12	Bellavista	Chontacollo	3	0	3	-10	12	2

Tabla 6.3.
Calculo de alturas de antenas

Nº	Estación 1	Estación 2	m.s.n.m.			Km.			Alt. Teóricas Alt. Seleccionadas					Ho(m)	MC(m)
			HA	HB	Hs	d1	dT	d2	Ha(m)	Hb(m)	Ha(m)	Hb(m)	F(MHz)		
1	Desaguadero	Desaguadero	4542	4670	4600	18,1	24	5,40	0	-13	12,0	12,0	2000	24,98	16,12
2	Cochillo	Perullo	4670	3600	4400	1,3	8	6,70	0	-510	5,0	5,0	2000	12,8	87,32
3	Grande	Cuytaco	3600	3390	3500	0,6	1,6	1,00	0	-37	5,0	15,5	2000	7,5	22,62
4	Cusaski	Patalaca	3600	3500	3560	0,4	3,5	3,10	0	-186	10,0	15,5	2000	7,3	31,76
5	Caripuni	Nazaparco	4670	4610	4560	18,7	29	10,65	0	-68	15,5	5,0	7000	17,1	40,11
6	Quchispe	Pamputa	4610	4510	4500	4,2	5,8	1,60	0	-42	5,0	10,5	7000	7,0	38,73
7	Chico	Colopa	4510	3137	3850	4,7	10	5,65	0	-34	10,0	15,0	2000	19,6	26,04
8	Cerro Seco	Ovejuyo	4510	3240	3400	32,2	37	5,2	0	8	20,0	20,0	7000	13,9	3,03
9	Rumaqui	Cueva	3240	3150	3070	1,7	2,1	0,40	0	-115	20,0	18,0	7000	3,7	111,72
10	Las Piedras	Farisaraya	4670	4660	4595	56,5	60	3,70	15	-32	20,0	17,0	2000	22,8	35,39
11	Quispamarca	Challaypi	4660	3400	4600	0,2	3,5	3,30	40	4	17,0	19,0	7000	2,8	2,19
12	Bellavista	Chontacollo	4670	4600	4665	1,15	3,6	2,45	0	-88	40,0	5,0	2000	10,8	0,29

FIGURA Nº 6.3. ALTURA Y TIPOS DE ANTENAS Y TORRES

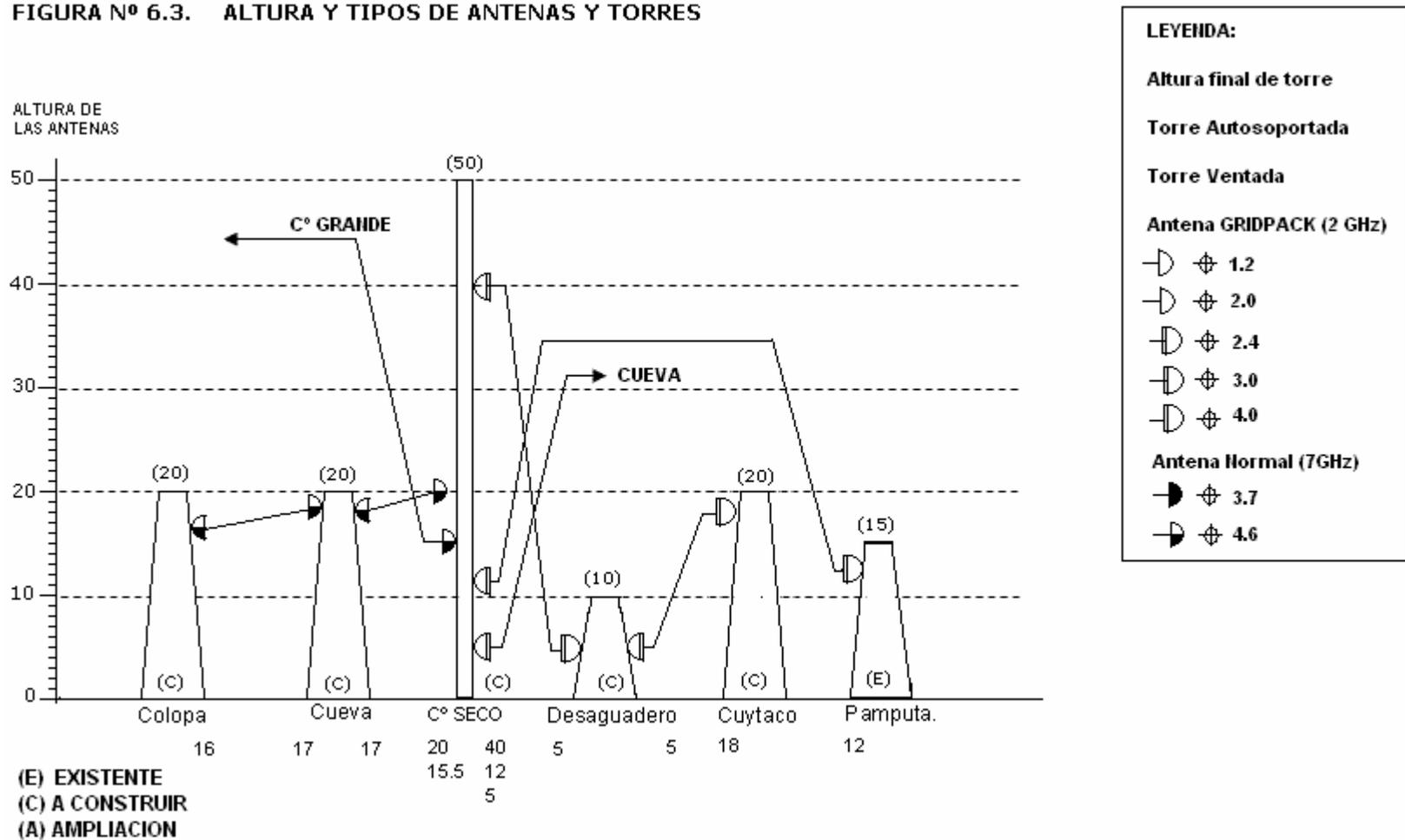
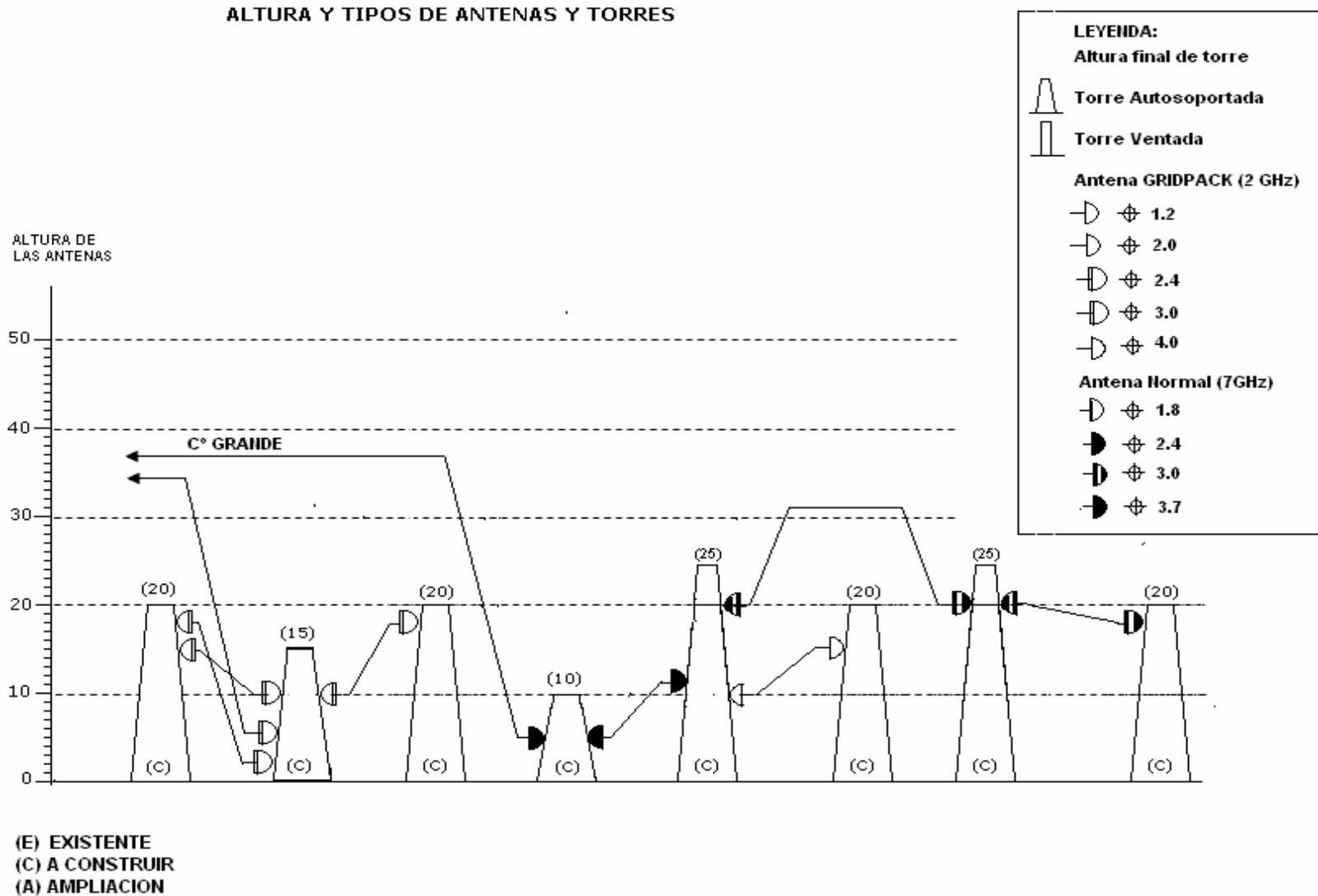


Figura 6.4.



6.4. Diseño de repetidoras.

Para el diseño de los repetidores pasivos se ha considerado lo siguiente:

- Ubicación geográfica lo más cercana posible a la localidad a interconectar, esto con el propósito de reducir los costos de implementación, pues se requiere compensar las pérdidas de espacio libre del enlace hacia la estación terminal (localidad). Una menor distancia permite tener antenas de menor ganancia y por consiguiente menores costos de adquisición e instalación.
- Ubicación de las antenas en la torre lo más cerca posible una de la otra, esto es ubicarla en la medida de lo posible a la misma altura y en espacios diferentes, esto con el propósito de tener una longitud de cable alimentador (sea coaxial o guía de onda) reducido que ocasione pocas pérdidas.
- Todas estas estaciones deberán considerar un sistema de protección contra descargas atmosféricas y puesta a tierra.

CAPÍTULO VII:

RED PROPUESTA Y CONEXIÓN A LA RED ACTUAL DE MICROONDAS

7.1. Introducción.

En el presente capítulo se expondrá sobre el plan de frecuencias a tomar en consideración pues es muy importante hacer las previsiones del caso cuando se implementan los radioenlaces.

Del mismo modo se presentará una propuesta de equipamiento típico que incluya todas las características necesarias para satisfacer las necesidades de comunicación y cumplir con los anchos de banda requeridos.

7.2. Plan de Enrutamiento.

El plan de enrutamiento está dado por la técnica a utilizar para canales de frecuencias distintas, en cada uno de los tramos de los enlaces, pero como no se cuenta con tantos canales en las bandas involucradas será necesario reutilizarlos, para ello se establecerá un plan de frecuencias que ayude a usar las mismas frecuencias en distintos enlaces.

7.3. Configuración de la red.

El sistema de radioenlaces propuesta, está conformada por enlaces punto a punto, estos a su vez estarán implementados con el uso de dos bandas de frecuencias:

- 2 GHz.
- 7 GHz.

Estas bandas a su vez contienen frecuencias que serán utilizadas tanto en la transmisión como en la recepción. Entonces se considerará la reutilización de estas frecuencias al aplicar técnicas de polarización donde se podrá rehusar frecuencias ya que estas son escasas y su disponibilidad está sujeta a regulaciones y concesiones del MTC.

Para ilustrar un caso particular, se podrá utilizar una frecuencia F1 para un enlace punto a punto en particular, utilizando una polarización horizontal de sus antenas, del mismo modo esa misma frecuencia F1 podrá ser

utilizada con una polarización vertical para implementar otro enlace punto a punto.

7.4. Plan de Frecuencias.

A pesar que existen algunas bandas de frecuencia por debajo de 1 GHz, en las cuales pueden funcionar radioenlaces de baja capacidad, las bandas por encima de 1 GHz son las que brindan los anchos de banda necesarios para la transmisión de señales digitales. La adjudicación de las bandas de frecuencia a los diversos servicios surge de una reglamentación internacional (Reglamento de Radiocomunicaciones) de la UIT-R, pero la asignación de las bandas de frecuencia entre los diferentes utilizadores de un mismo servicio, surge de un reglamento propio que es brindado por el MTC.

Es conveniente optimizar la utilización del espectro radioeléctrico, lo que equivale a encontrar métodos que permitan transmitir el máximo de información sobre un trayecto dado, con la banda más estrecha posible, y con interferencias aceptables.

Por canal radioeléctrico, se entiende la banda de frecuencia ocupada por una onda radioeléctrica modulada. Un canal está definido por el UIT-R teniendo en cuenta el ancho de banda y la frecuencia de la portadora de la onda modulada. La yuxtaposición de varios canales, constituye un plan de frecuencias. El ancho de un canal, podría ser más elevado que el estrictamente necesario para transmitir la señal. Esto proviene de la necesidad de asegurar un funcionamiento correcto cuando se yuxtaponen varios canales, dado que es necesario tener en cuenta el efecto de interferencia entre canales.

Organización de un plan de frecuencias ó de una organización de canales radioeléctricos.

A fin de asegurar coherencia en la realización de una red de transmisión sobre la recepción por acoplamiento en una misma estación, es conveniente agrupar en cada estación, de una parte todos los canales radioeléctricos de transmisión, y de otra parte todos los canales radioeléctricos de recepción, y

alejar estos dos grupos de manera que puedan separarse por filtrado. De esta forma se obtienen configuraciones de este tipo en una estación. Ver figura 7.1.

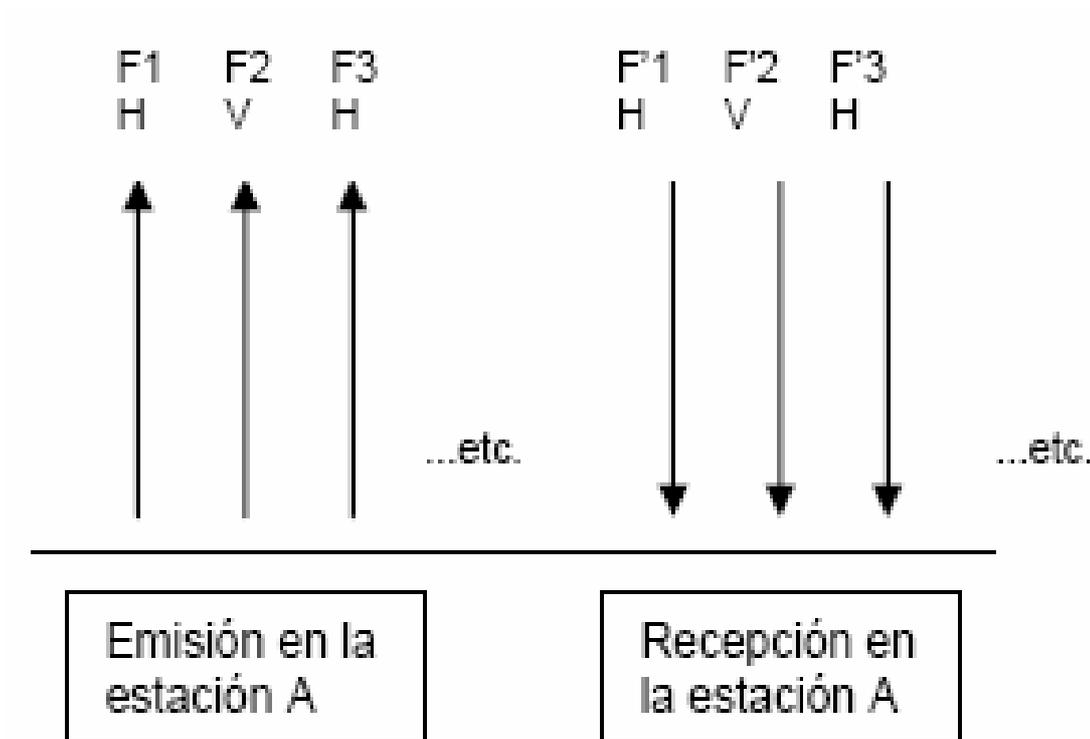


Figura 7.1. Configuración de canales en una estación.

Los canales 1, 2, 3,..., n constituyen la semibanda baja. Los canales 1', 2', 3', ..., n' constituyen la semibanda alta. Cada estación emite en una semibanda y recibe en la otra. En la estación siguiente, la situación se invierte. Geográficamente, la situación se presenta según la figura 7.2.

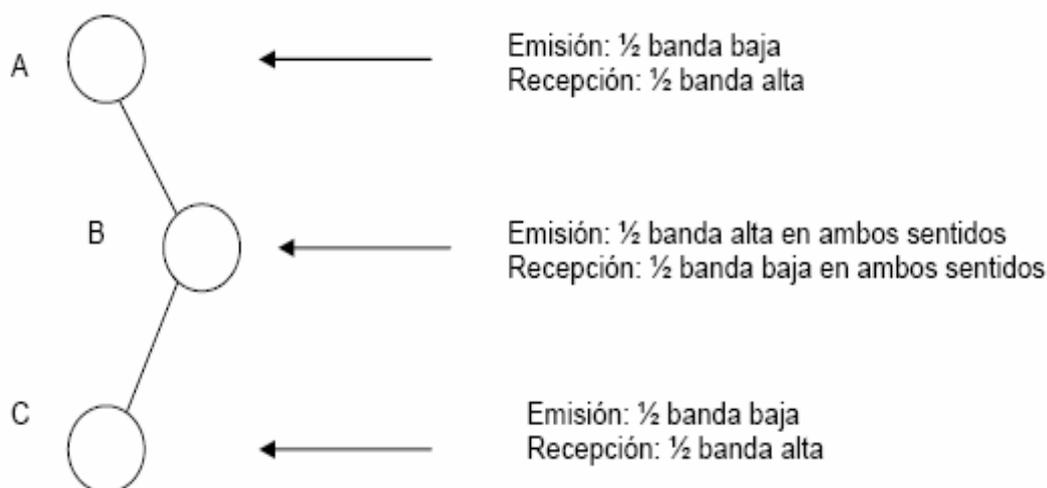


Figura 7.2. Disposición de las semibandas por estación.

La elección de las polarizaciones respectivas de las semibandas influye sobre las infraestructuras (antenas, guías de onda). Se presentan dos casos:

1. Si las polarizaciones de los canales F_n y F'_n son las mismas, la transmisión y la recepción tienen lugar sobre el mismo acceso de la antena para un par de canales dado. Hay por lo tanto un acceso de antena dedicado a los canales de rango par y otro a los de rango impar. Una sola antena con doble acceso y dos guías de onda son suficientes para conectar la antena a los equipos. Ciertos dispositivos unidireccionales como los ferrites, permiten separar los dos sentidos de transmisión encaminados por una guía.

2. Para los radioenlaces de alta capacidad, a veces es indispensable recurrir a planes de frecuencia donde las polarizaciones de los canales F_n y F'_n son diferentes. Ver figura 7.3.

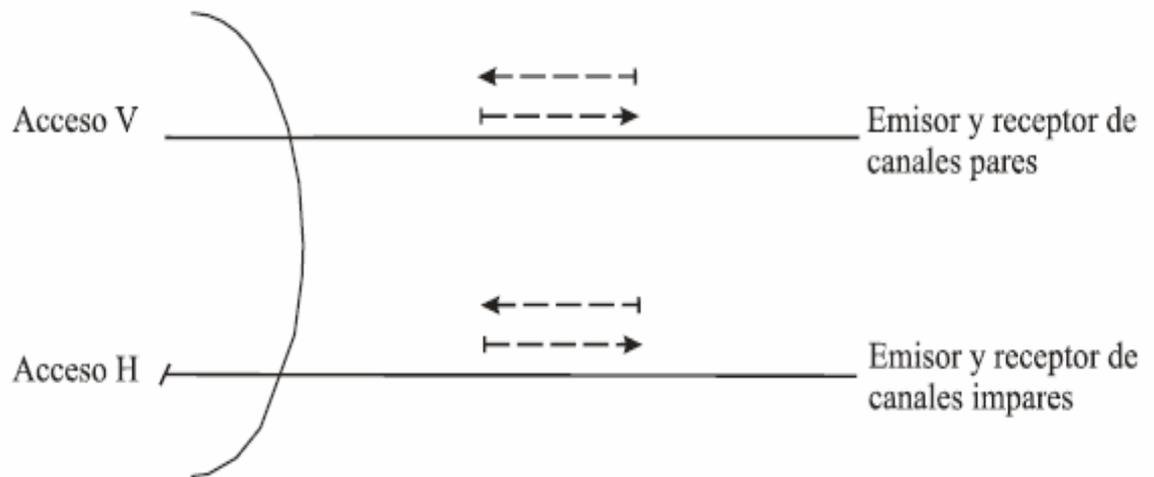


Figura 7.3. Utilización de los polarizadores

En este caso, cada guía de onda lleva un solo sentido de transmisión. Es necesario utilizar dos antenas y cuatro guías de onda por estación y por dirección.

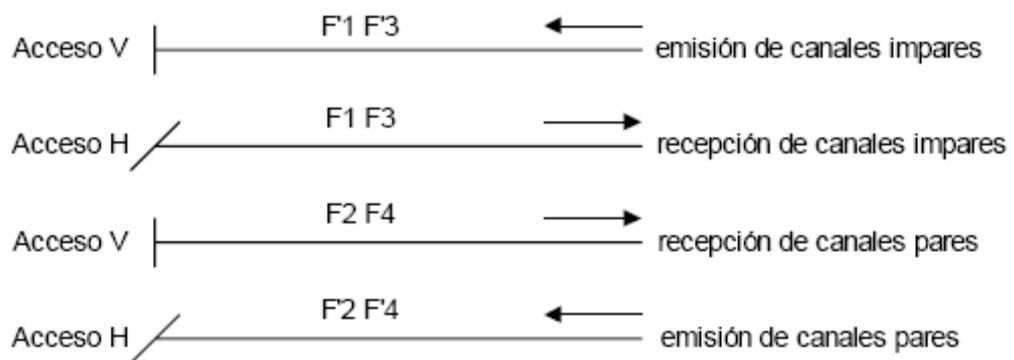


Figura 7.4. Utilización de dos antenas

Planes de frecuencia de radioenlaces.

El espaciamiento mínimo depende del ancho del espectro de la señal modulada, de las posibilidades de filtrado y de la sensibilidad de las señales a las interferencias.

Se pueden obtener excelentes resultados alternando las polarizaciones de las señales emitidas sobre un salto dado, si el canal 1 se emite en polarización horizontal, el canal 2 se emite en polarización vertical, etc.

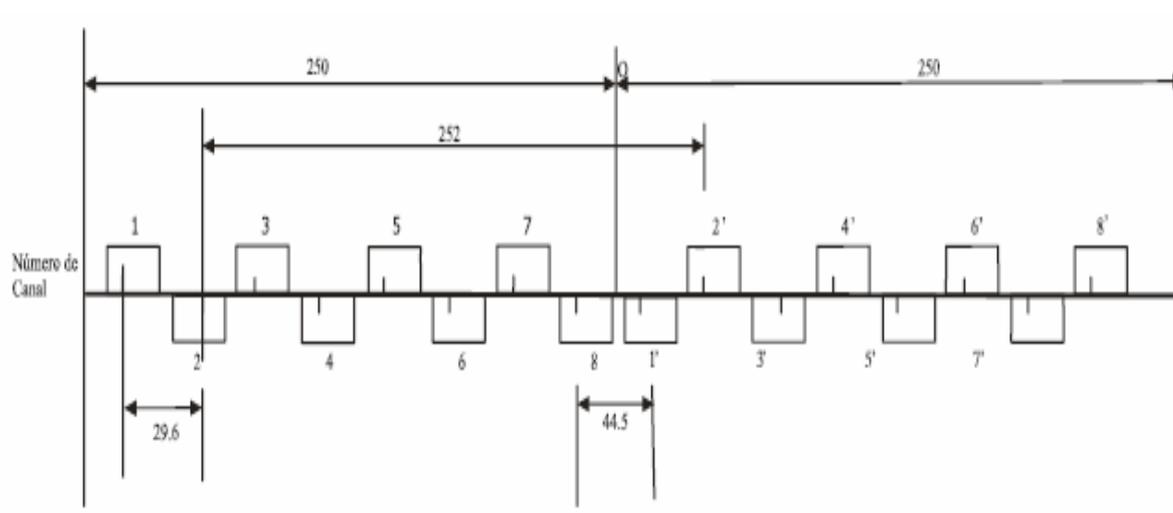


Figura 7.5. Plan de frecuencias.

Recomendación UIT-T	Banda (GHz)	Capacidad de canales telefónicos	Número de canales radioeléctricos	DF (MHz)
283	2.1 – 2.3	300	6	14
385	7,425 – 7,725	300	9	14

Tabla 7.1. Principales planes de frecuencia.

Planes de frecuencia específicos de los radioenlaces digitales.

Según el tipo de modulación utilizado, se pueden proponer varios modos de funcionamiento ligados esencialmente a las propiedades de resistencia a la interferencia de las modulaciones digitales.

Las investigaciones en configuraciones de planes de frecuencia procuran el máximo de eficacia espectral y por lo tanto el máximo de canales radioeléctricos. Se constata que hay:

Tendencia a la utilización de un plan de canales adyacentes alternados en polarización, con más o menos solapamiento de los espectros. Este caso se encuentra en las bandas de 2 a 7 GHz donde las transmisiones digitales a 34 Mb/s utilizan una modulación 4PSK, en la que el ancho teórico de espectro es de 17 MHz y el paso entre dos canales adyacentes es de 14MHz.

7.5. Plan de Canalización.

El plan de canalización está dado por el uso del número de frecuencias dadas dentro de una misma banda. Para nuestro caso estas serán otorgadas por el MTC en las bandas de 2GHz y 7GHz.

La canalización implica la utilización de frecuencias diferentes tanto para transmisión como para recepción.

7.6. Red actual de microonda.

Actualmente, la red de microondas está compuesta por radioenlaces del tipo analógico, los mismos que serán migrados y/o adicionados con radioenlaces del tipo digital, estos con mayor capacidad de transmisión de datos.

7.7. Determinación del equipo necesario para la red.

Se puede considerar como un equipo típico de baja capacidad al que funciona con un ingreso de señal digital de hasta 8x2048 kb/s. Los canales de servicio de la banda-base en general son reducidos, desde 32 a 2x64 kb/s.

Las bandas típicas en que pueden trabajar estos equipos son en bajas frecuencias (0,8; 1,5 y 2 GHz) para enlaces rurales de mediana longitud y en altas frecuencias (15; 18 y 23 GHz) para enlaces en ciudades de longitudes

cortas. Sin embargo, debe tenerse presente que la utilización de las bandas de RF bajas (0,8 y 2 GHz) para sistemas de del tipo troncal ó backbone obliga a trabajar en alta frecuencia (superior a la banda de 7 GHz).

La modulación empleada en equipos de baja capacidad es la 4PSK (QPSK), aunque se han ensayado otras modulaciones de igual eficiencia espectral y mejor rendimiento en otros aspectos. Tal es el caso de la modulación CP-FSK mencionada más adelante. Con modulación 4PSK el espaciamiento entre portadoras es de 1,75 MHz para un canal de 2 Mb/s (30 canales de 64 kb/s) y se duplica cada vez que se incrementa al doble la velocidad de transmisión. La banda típica de 1,5 GHz en nuestra región (Perú) comienza en C=1476 MHz y termina en T=1525 MHz con un centro de banda fo en 1476 MHz.

Existen algunas bandas de frecuencias que requieren menor separación entre portadoras, es decir se dispone de un ancho de banda útil inferior. Para estas bandas (2 y 7 GHz) se puede aplicar una modulación de mayor eficiencia espectral como la modulación TCM.

Se interpreta como media capacidad a los equipos que trabajan con banda-base de 34 Mb/s o sub-STM-1. Los equipos de radioenlace PDH de 34 Mb/s suelen disponer de una modulación 4PSK con un número de canales de servicio mayor, desde 2x64 kb/s a 704 kb/s (equivalente a 10+1 canales de 64 kb/s). Recurren a la codificación diferencial y aleatorización como es costumbre. No disponen, en general, de métodos para corrección de errores. La detección de errores para obtener alarmas de calidad del enlace se encuentra asegurada mediante el uso de bits de paridad.

Un equipo sub-STM-1 en cambio es de hecho mucho más complejo. Tiene una tecnología 10 años más avanzada y sus prestaciones son diferentes.

7.7.1. Equipamiento recomendado.

El equipo recomendado es uno de baja/media capacidad, puesto que deberá trabajar en promedio con 8 x 2 Mb/s. El diseño del sistema deberá incluir una

serie de tecnología y técnicas de corrección de errores (FEC a bloques y convolucional).

Sus características más importantes son:

- Son diseñados para la banda de 7 GHz y 15/18/23 GHz.
- Por trabajar en alta frecuencia de microondas su estructura cuenta con dos módulos: uno interno **IDU** (*InDoor Unit*) y otro externo **ODU** (*OutDoor Unit*).
- El IDU contiene las funciones de banda base y frecuencia intermedia IF, mientras que el ODU dispone las funciones de radiofrecuencia y antena.

Seguidamente se muestra un layout del equipo recomendado con su sección externa ODU.

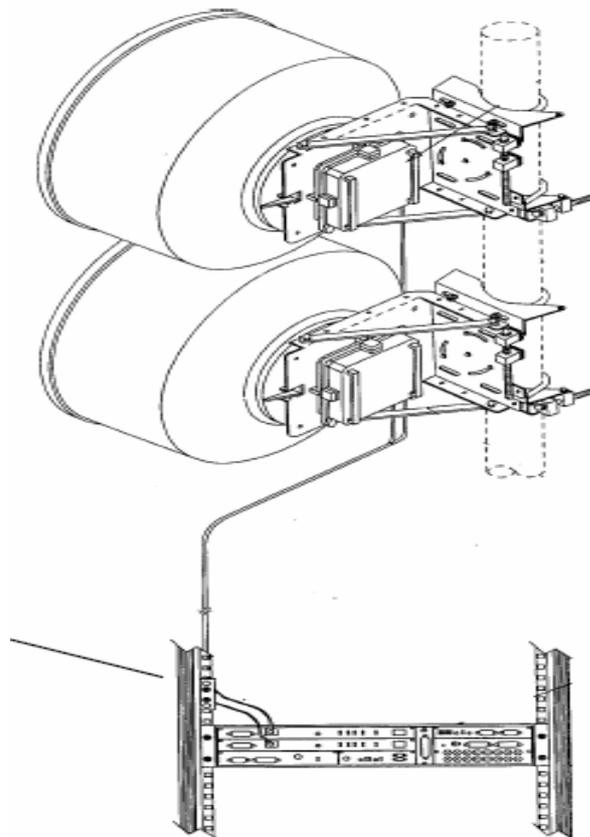


Figura 7.6. Esquema del equipo recomendado



Figura 7.7. Fotografía de la sección interna (IDU) de un equipo típico

- Un cable de unión entre IDU y ODU permite llevar las siguientes señales:
 1. Espectro de IF principal en transmisión (320 MHz) y recepción (70 MHz);
 2. Señal de servicios (gestión y comunicación vocal) entre IDU-ODU hacia arriba (6,5 MHz) y hacia abajo (7,5 MHz);
 3. Alimentación de corriente continua para el ODU.
- La gestión del sistema se realiza mediante protocolos TCP/IP con un protocolo de aplicación propietario TNMP. Este tipo de gestión es más simple que la TMN y permite una conexión hacia ella mediante una interfaz adaptadora Q con protocolos ISO normalizados.
- Trama de banda base. Por ejemplo en el caso de 4x2 Mb/s se forma una trama de 9728 kb/s. La trama contiene un total de 152 Bytes distribuidos de la siguiente forma:
 1. SW (2 Bytes) para el alineamiento de trama (11110110 00101000).
 2. B1 (46 Bytes) de los cuales 44 son de tributarios (entrelazado de bytes de tributarios)

de 2 Mb/s) y 2 bytes están disponibles para el usuario, para supervisión y gestión y como canal EOW de servicio.

3. ID (1 Byte) para identificador de enlace (*Link ID* similar al *Hop Trace*) y para ATPC.
4. B2 (46 Bytes) similar a B1.
5. P (1 Byte) para alarmas remotas FERF (falla de receptor remoto) y FEBE (recepción de error en CRC) y bits de paridad CRC-4 para detección de error.
6. B3 (46 Bytes) similar a B1.
7. FEC (10 Bytes) para código corrector de errores FEC del tipo bloques Reed-Solomon **RS (152,142)**. Este código permite la corrección de 5 bytes errados por trama.
 - Corrección de errores FEC convolucional. Se aplica una etapa de codificación Trellis y decodificador mediante el algoritmo de Viterbi.
 - Codificación Interleaver. Permite reducir los efectos producidos por las ráfagas de errores (*Burst*). Es del tipo matricial de 152x4 Bytes; es decir, trabaja con 4 tramas de 152 Bytes cada una.
 - Codificador *Scrambler*. Es del tipo autosincronizado y el polinomio generador es el $X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^2+1$.
 - Utiliza un tipo de modulación especial derivada de las CP-FSK; modulación FSK de fase continua.

7.7.2. Altura de Torres.

Con la finalidad de poder determinar la longitud de las torres donde serán instaladas las antenas fue necesario conocer las coordenadas geográficas de cada punto a interconectar; en tal sentido para los doce puntos comprendidos entre Tacna y Puno fue necesario solicitar dicha información al Instituto Geográfico.

En dicho instituto cuentan con el plano de nivel y ubicación de cada punto a interconectar. Esta información permite conocer si existe línea de vista entre cada zona, si existen cerros, picos, lagos, etc; es decir obstáculos o zonas

que puedan ocasionar interferencias o dificultades para lograr un óptimo sincronismos entre equipos RF.

En el siguiente cuadro se podrá apreciar el tamaño de las torres en función a las coordenadas para establecer un enlace confiable.

Tabla 7.2.								
ALTURA DE LAS TORRES POR CADA ZONA								
Nº	ZONA A	ZONA B	ESTACION		ESTACION		ESTACION	
			A		B		A	B
			Altura Torre para 2Ghz. (Mts.)	Altura Torre para 7Ghz. (Mts.)	Altura Torre para 2Ghz. (Mts.)	Altura Torre para 7Ghz. (Mts.)	Altura Mínim. para 2Ghz. (Mts.)	Altura Máxima. Para 7Ghz. (Mts.)
1	Desaguadero	Desaguadero	8	6	6	8	8	9
2	Cochillo	Percullo	5	4	4	5	4	6
3	Grande	Cuytaco	6	4	4	6	5	7
4	Cusaski	Patalaca	5	3	3	5	4	6
5	Caripuni	Nazaparco	6	5	5	6	5	4
6	Quchispe	Pamputa	5	4	4	5	3	6
7	Chico	Colopa	4	3	3	4	3	5
8	Cerro Seco	Ovejuyo	4	3	3	4	3	5
9	Rumaqui	Cueva	9	7	7	9	8	10
10	Las Piedras	Farisaraya	4	3	3	4	3	5
11	Quispemarca	Challaypi	5	4	4	5	4	6
12	Bellavista	Chontacollo	6	5	5	6	5	7

7.7.3. Antenas recomendadas.

En las siguientes figuras se pueden apreciar distintas alternativas en función a la ganancia y banda que será utilizada.

1.7 - 2.11 GHz

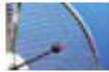
Type Number	Diameter ft (m)	RPE Number(s)	Regulatory Compliance					Gain, dBi			Beamwidth Degrees	Cross Pol. Disc., dB	F/B Ratio dB	VSWR max. (R.L., dB)
			U.S. FCC 101	U.S. FCC 74	U.S. FCC 78	ETSI Class	ETSI Gain	Low	Mid-Band	Top				
KP		GRIDPAK® Antennas – F-Series Unpressurized Single Polarized Antenna Inputs: 7/8" EIA, "F" Flange Female, Type N Female, and 7-16 DIN Female												
KP4F-17	4 (1.2)	3830	–	–	–	2	–	24.6	25.5	26.4	8.6	31	32	1.20 (20.8)
KP6F-17	6 (2.0)	4077	B	B	–	–	–	28.3	29.3	30.2	5.5	33	36	1.10 (26.4)
KP8F-17	8 (2.4)	4098	B	B	–	–	–	30.1	31.1	31.7	4.8	32	36	1.10 (26.4)
KP10F-17	10 (3.0)	2971	A	A	–	2	–	31.9	32.8	33.7	3.7	38	42	1.10 (26.4)
KP13F-17	12 (3.7)	2982	A	A	–	–	–	34.3	35.3	36.2	3.0	30	40	1.10 (26.4)

Figura 7.8. Tabla de Antenas Banda 2 GHz.

7.125 - 8.400 GHz

Antenna Inputs. All antenna VSWR values are specified with CPR and PDR flanges. Other optional flanges may result in equal or slightly higher VSWR. Contact Andrew for details.
Pressurization. Feeds are pressurizable to 10 lb/in² (70 kPa).
ValuLine® Antennas. See page 127.

Type Number	Diameter ft (m)	RPE Number(s)	Regulatory Compliance					Gain, dBi			Beamwidth Degrees	Cross Pol. Disc., dB	F/B Ratio dB	VSWR max. (R.L., dB)
			U.S. FCC 101	U.S. FCC 74	U.S. FCC 78	ETSI Class	ETSI Gain	Low	Mid-Band	Top				
HPX		High Performance/Wide Band Antennas – Dual Polarization Antenna Inputs: CPR112G and PDR84												
HPX6-71W	6 (1.8)	2860	–	–	–	2	2	39.6	40.4	41.0	1.5	30	65	1.15 (23.1)
HPX8-71W	8 (2.4)	2825	–	–	–	2	2	42.1	42.9	43.5	1.2	30	67	1.10 (26.4)
HPX10-71W	10 (3.0)	2864	–	–	–	2	2	44.1	44.9	45.5	0.9	30	70	1.10 (26.4)
HPX12-71W	12 (3.7)	1009	–	–	–	2	2	46.1	46.7	47.5	0.8	30	70	1.10 (26.4)
HPX15-71W	15 (4.6)	697	–	–	–	2	2	47.9	48.6	49.4	0.7	30	65	1.10 (26.4)

Figura 7.9. Tabla de Antenas 7GHz.

CAPÍTULO VIII

IMPLEMENTO DEL PROYECTO INTRANET EN LAS GUARNICIONES DEL EJÉRCITO

8.1. Introducción.

Intranet es el término que describe la implantación de las tecnologías de Internet dentro de una organización, más para su utilización interna que para la conexión externa. Esto se realiza de forma que resulte completamente transparente para el usuario, pudiendo éste acceder, de forma individual, a todo el conjunto de recursos informativos de la organización, con un mínimo coste, tiempo y esfuerzo. Intranet e Internet, desde nuestro punto de vista, son casi por completo distinciones semánticas, más que tecnológicas.

Para Barrit¹ el Intranet es una red de área local, o LAN (Local área Network), que utiliza tecnología basada en Web, esto es, protocolos abiertos de comunicación (TCP/IP), sistemas estándares de transferencia de ficheros (HTTP y FTP), correo electrónico (SMTP, POP3 e IMAP4), mensajería (NNTP) y otros.

Es decir, una INTRANET es una red privada que utiliza los recursos desarrollados para Internet para distribuir información y aplicaciones estratégicas a las que solo pueden tener acceso un grupo controlado de usuarios que establecen enlace entre las guarniciones. Es un sitio web que resulta accesible solamente para determinados miembros designados por la Plana Mayor del Ejército, los cuales están autorizados. El Firewall la protege contra usuarios/redes no autorizados, mediante un sistema de bloqueo de tráfico contra aquellos que pretendan ingresar al sistema secreto.

Intranet utiliza exclusivamente el modelo World Wide Web, adaptado a su situación y estructura interna, de forma que esta información quede en los límites planteados por la propia organización. Solo los miembros autorizados

¹ Barrit, Paul. (2002) Introducción a la Intranet. 2da. ed. México: Edit. Mc Graw Hill. P.21.

pueden ingresar al sistema para intercambiar informaciones entre las guarniciones ubicadas en la línea de fronteras.

Los miembros de la organización utilizarán, como es presumible, clientes web para acceder a la información. Se implantarán, por lo tanto, protocolos TCP/IP, y se utilizará el HTML para la creación de documentos. La disparidad de plataformas y sistemas informáticos existentes en una organización, y los problemas para compartir información entre ellos, fuerzan a los responsables de los sistemas de información a buscar soluciones de integración, de resultados fiables y de un coste aceptable.

La utilización de la tecnología World Wide Web, por su facilidad de implantación, su bajo coste, y la rápida aprehensión y aceptación por parte del usuario, así como por su portabilidad a las diferentes plataformas, y su capacidad para interactuar con aplicaciones diversas mediante la utilización del CGI (Common Gateway Interface), se presenta como especialmente interesante.

Los factores que están influyendo poderosamente en el despegue de Intranet pueden resumirse como sigue:

1. Coste asequible.
2. Fácil adaptación y configuración a la infraestructura tecnológica de la Organización, así como gestión y manipulación.
3. Adaptación a las necesidades de diferentes niveles: empresa, Departamento, área de negocio.
4. Sencilla integración de multimedia.
5. Disponible en todas las plataformas informáticas.
6. Posibilidad de integración con las bases de datos internas de la organización.
7. Rápida formación del personal.
8. Acceso a la Internet, tanto al exterior, como al interior, por parte de usuarios registrados con control de acceso.
9. Utilización de estándares públicos y abiertos, independientes de empresas externas, como pueda ser TCP/IP o HTML.

El oponente de Intranet en la organización, más que los sistemas operativos de red, con los que puede convivir, por el momento, son las aplicaciones identificadas bajo el concepto groupware. Es notoria la comparación, en numerosos estudios, con las funcionalidades ofrecidas por Lotus Notes, tanto a nivel de capacidad de acceso y control de la información, como de coste económico de ambas soluciones (formación, licencias, creación de recursos de información, etc.). De hecho, Lotus Notes ha puesto recientemente en el mercado una solución que integra sus características con servidores web, integrándose dentro de una Intranet. Sin embargo, no debe olvidarse que hay muchas cosas que un servidor web no puede hacer, frente a una aplicación como Lotus Notes (por ejemplo, en lo que respecta a interrogaciones complejas sobre varias bases de datos). Pronto se asistirá a la aparición de nuevas aplicaciones que extiendan las capacidades de Intranet hacia el groupware.

INTRANET

El concepto de Intranet fue estudiado inicialmente por Forrester Research en un informe con fecha 1 de Marzo de 1996. Por tanto, Intranet es un concepto relativamente novedoso y con un gran futuro dentro del mundo empresarial.

La siguiente es una definición de una Intranet, hecha por la Revista IDM "Intranet Design Magazine".

Una computadora de red conectado a un grupo de clientes usando los estándares de protocolos de internet tal como el TCP/ IP y el http.

UNA RED BASADA EN IP DE NODOS DETRAS DE UN FIREWALL, O DETRÁS DE MUCHOS FIREWALLS.

DETALLANDO ESTA DEFINICIÓN

Es una red privada en una organización, sobre redes locales sobre una wan propietaria (líneas punto a punto. p. ej) o sobre la infraestructura misma de Internet, la cual utiliza las herramientas y protocolos de Internet, nos referimos a protocolos de red (TCP 7 IP), protocolos de transferencia de información (http, FTP), servidores y browsers o visualizadores. En este

esquema lo importante es que utilizamos software desarrollado y ampliamente aprobado, y en el caso de utilizar internet como vía de comunicación, una red barata y sumamente confiable, con el objetivo de que cada individuo de la empresa tenga la información que necesita en el momento oportuno sin que haya que recurrir a terceros para conseguirla, ayudando a la toma de decisiones rápidas, oportunas y confiables. Consiguiendo notables ventajas no sólo a nivel de sistemas si no optimizando costos.

Intranet es una nueva generación de redes que acerca la versatilidad de las aplicaciones de Internet a ambientes de red cerradas. Intranet hace que todos los miembros de una comunidad determinada: clientes, proveedores, socios, directivos, alumnos y profesores obtengan y entreguen información en forma sencilla y eficiente. El servicio de Intranet se instala sobre servicios de red ya configurados o implementados al hecho de conformar una Intranet. En pocas palabras podemos definir Intranet como una sección de Internet cerrada al público común. En Intranet se manejan las mismas aplicaciones que Internet, y por lo general la vía de acceso a estas redes cerradas, generalmente empresariales, se realiza a través de la World Wide Web. De ello que todos los contenidos de una red Interna estén basados en lenguaje HTML. Lo que diferencia Internet de Intranet es un equipo intermedio denominado Firewall. Firewall no es nada más ni nada menos que una barrera, el Código HTML encriptado y que para cuyo acceso se requiere un password asignado a cada integrante de esta determinada comunidad. En las páginas de Intranet por lo general se encuentran listados de productos, informes privados o archivos propios de una empresa. El sistema de búsqueda dentro de una Intranet es sencillo como el de la Web. Por ejemplo, al entrar a la Intranet de una determinada empresa, podemos encontrarnos con un catálogo de imágenes referidas a sus productos, listados de clientes, listado de proveedores, demostraciones, detalles de los puntos de venta, balances y cualquier otra información que esta determinada empresa posea en forma sistematizada. Las estadísticas

publicadas por diversas fuentes muestran que más del 60% de las empresas de Estados Unidos ya han instalado su Intranet.

En Perú, si bien no hay estadísticas, también hay una tendencia a incorporar esta tecnología. Como Internet, Intranet también emplea el protocolo TCP/IP, y para citar algo que la diferencia de la WEB, generalmente por el tipo de información que las Intranet contienen, requieren de software servidor más orientados a las bases de datos que a las parafernalias multimedia. El software que sirve de plataforma a las Intranet se encuentra en su mayoría orientado al Sistema Windows NT, y entre ellos encontramos el IIS, el Lotus Notes, el Enterprise Server, el Winsite y el OmniHTTPD. De modo que una vez que el sistema está instalado, como cualquier otro sistema, el Web de Intranet es accedido de la misma manera que al navegar por Internet, con la diferencia de que para su ingreso, el navegante deberá contar con un Código que lo habilite a cruzar la Firewall (protección). De manera que el Password solo se brinda al jefe de la unidad de servicio de Inteligencia.

8.2. Características técnicas

CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA

Para Lorent² Internet, es la autopista de la información, la red de redes, es ya un término conocido en nuestras vidas, tanto a un nivel profesional como a un nivel personal, y cabe decir que ha producido una verdadera revolución, permitiendo a las empresas, grandes organizaciones y al público en general, exponer cualquier tipo de información al mundo entero. Como un paso lógico en la extensión del uso del Internet, surge en paralelo el término "Intranet", con el objetivo de aplicar en el interior de la empresa todo lo bueno que proporciona la red de redes.

VENTAJAS

En un reciente estudio de la Forrester Inc., demostró que de las empresas que están en el Fortune 1000 (un ranking de las empresas más

² Lorent José. Sistemas de Intranet para dar seguridades a las comunicaciones. Valparaíso Edit. Tecnología y Ciencia. P. 76.

exitosas en los EEUU) el 96% de ellas están construyendo o ya están usando una Intranet. Sólo un 4% no tienen planeado invertir en esta tecnología. Otra encuesta indica que el 65% del 90% de las corporaciones más grandes de las grandes empresas americanas habrán terminado de implementar su Intranet para fin de este año.

Entonces lo que viene es dar una explicación de este fenómeno, porque es una solución cada vez más usada a una diversidad de realidades y con tanto éxito. Desde el punto de vista de una implementación de la Intranet no creo que tengan desventajas salvo en el caso de inversión inicial, capacitación, mantenimiento. En cuanto a las ventajas o beneficios que podemos encontrar al implementar una Intranet podemos observar:

La principal ventaja es que una tecnología abierta, lo que permite integrar las nuevas soluciones de negocios, con las tecnologías de generaciones anteriores, porque usa tecnología de estándares del mercado. En cuanto al software cliente lo único necesario es un "browser" o navegador, igual que el utilizado en las conexiones a Internet, para acceder a la información, sin que sea necesario tener en cuenta el tipo de computadora o el sistema operativo que está utilizando.

- Reducir costos administrativos, menores costos de impresión, todo el sistema se basa en tecnología barata y de dominio público (como lo mencionamos en el punto anterior, lo que evita incurrir en grandes costos de instalación, en comparación con otros sistemas más complejos, con la posibilidad de utilizar el correo electrónico para la comunicación interna en la empresa, lo que permite conectar diferentes delegaciones o sucursales de la empresa a precio de llamada telefónica metropolitana.
- Menores costos y tiempos de distribución, lo que conlleva a disminución de gastos de papelería ya que no es exagerado decir que las empresas que tienen instalada una Intranet están sustituyendo, en parte, el correo interno de la organización y el uso del fax, utilizando el correo electrónico como medio de comunicación interno, rápido, fiable y barato.

- Menores tiempos de búsqueda de información específica, porque todo está organizado y existen sistemas de búsqueda interna que ayudan al usuario a agilizar su trabajo.
- Facilidad de uso con una interfaz intuitiva y universal (browser) (ahorro de entrenamiento).
- Agiliza la comunicación entre los diferentes niveles de la organización, horizontal.
- Herramienta de comunicación corporativa, disseminación de información corporativa (más información disponible a mayor cantidad de personas y a menores costos). Los webs internos permiten a los empleados buscar información relacionada con políticas de empresas, informes de clientes, normas internas, cifras de ventas, etc., generalmente de difícil acceso por su dispersión en los diferentes departamentos de la empresa.
- Coordinación grupal, ya que transforma al usuario de una computadora personal o estación de trabajo en un miembro activo de la red corporativa, mayores niveles de cooperación, acceso y distribución de la información, etc. El usuario se dota de sentido de colectividad al individuo participante. Algunos expertos opinan que se puede inculcar el espíritu a través del uso de Intranet, al permitirse el contacto entre empleados de diferentes países y culturas, difundiendo información sobre historia empresarial y su organización, con el fin de identificarse con la misión corporativa y sentirse parte de un grupo.
- Información de recursos compartidos.
- Provee información “on-demand”

APLICACIONES POSIBLES PARA IMPLEMENTAR EN UNA INTRANET

Existen multitud de aplicaciones que se le pueden dar a una intranet. Es decir no solo se le puede utilizar para asuntos de seguridad sino que también se pueden dar otros usos, con la finalidad de dar al servicio una rentabilidad para la institución. El sentido de utilidad de todo proyecto es el fundamento de su sostenibilidad.

El sentido empresarial que se debe dar a las acciones del ejército no es una excepción, debe emular al sentido que ahora se da en las actividades castrenses, que en época de paz, debe diseñar estrategias de integración y las comunicaciones es una de ellas que puede utilizar. Un caso típico lo constituye la existencia en la empresa de una base de datos sobre clientes, y proveedores que pudieran consultar diferentes usuarios desde cualquier oficina, permitiendo realizar actualizaciones de los registros por varios usuarios a la vez, implantando un sistema de claves de acceso y permisos que eviten la manipulación del mismo registro por dos usuarios al mismo tiempo.

Otra de las posibilidades de Intranet es la edición de guías, instrucciones y manuales de todo tipo que recogen las normas de funcionamiento interno de las empresas proveedoras, y que al permanecer en la red, ahorran la existencia de los mismos impresos en el papel, con el consecuente ahorro de costos, evitando la duplicidad y la existencia de diferentes versiones del mismo documento en manos de diferentes usuarios. También se pueden editar en formato electrónico los comunicados y notas de prensa, y utilizar la intranet como tablón de anuncios interno de la institución.

Corporaciones y empresas de todo el mundo están desarrollando experiencias adecuadas a sus necesidades dentro de este campo, mejorando los procesos de gestión y distribución de stocks, disminuyendo los costes de distribución de software y compartiendo información de forma eficaz.

Como experiencia concreta en este campo, podemos citar a la Universidad Oberta de Cataluña, que ha desarrollado el primer campus Virtual en España. Este campus virtual es una Intranet, es decir, una red de uso exclusivo de los alumnos y profesores, que ha sido considerado recientemente el proyecto telemático de enseñanza a distancia más avanzado de Europa.

Otro de los usos de Intranet, viene dado por su relación con el concepto de teletrabajo de manera que los empleados que habitualmente desarrollan su

trabajo en los locales de la empresa, dejan de ocupar un puesto físico en la misma y desarrollan sus cometidos en el exterior. Pero para ello, estos trabajadores necesitan estar conectados de forma constante con la empresa, y es aquí donde surge el concepto de Intranet como forma de ofrecer información al teletrabajador, el correo electrónico y la transferencia de ficheros, como medios de comunicación.

Constituye un sistema plenamente flexible, lo que permite multitud de aplicaciones así como la incorporación de los adelantos en programación tales como el lenguaje java o la posibilidad de utilizar realidad virtual con VrmI o Active X.

En la siguiente lista se muestran las posibles aplicaciones a desarrollar en una intranet, de acuerdo a la experiencia y a la investigación realizada en publicaciones y libros:

- Administración de documentos
- Publicación de procedimientos y publicaciones
 - Manuales de Productos y Procedimientos.
 - Reglamentos Internos y Códigos de conductas.
 - Manuales de Calidad
 - Proyectos
- Índices y Directorios Telefónicos.
- Servicios de Recursos Humanos.
 - Información sobre Planes de Salud y Seguros.
 - Sección Información Beneficios Usuarios
 - Informe de novedades de personal.
 - Sistema de capacitación del personal.
- Sistemas de Computación.
 - Guía de Software para usuarios.
 - Manuales de Hardware.
 - Servicios de Ayuda on-line
 - Manuales y Tutorías de Capacitación.
 - Seminarios.

- Anuncios Generales
 - Anuncios varios.
 - Calendario de Eventos.
 - Circulares y Memorándums.
- Reportes e Información de gestión.
 - Catálogo de productos.
 - Toma de pedidos de clientes.
 - Pedidos de cotizaciones.
 - Consulta de lista de precios.
 - Consulta de resúmenes de cuenta.
 - Informe de movimientos de stock (para reposición).
 - Traspaso de información a consolidar entre sucursales.
 - Reporte de ventas.
- Comunicación Interactiva con usuarios:
 - Distribución automática de Estudios e Información variada a todos los usuarios de la intranet de la Compañía.
 - Anuncios varios.
 - Distribución de memorándums, Comentarios y Respuestas.
 - Actualización de Información.
 - Bases de Datos Interactivas.

FUTURO

Para dar una idea de la importancia del momento actual, y sobre todo del futuro de la Intranet, basta decir que en 1996, el mercado Intranet tuvo ventas del orden de 476 millones de dólares en el año 1997 creció a \$ 4.000 millones de dólares y se estima que para el año 2010 será de 20 mil millones.

En una encuesta efectuada en los EE.UU en los años 1999 se pudo determinar que el 20% de las empresas norteamericanas utilizan este sistema de comunicación, y más del 50% están pensando instalarlo en el corto plazo. Dada la gran demanda de intranet, las empresa americanas,

IBM, Hewlett Packard están desarrollando aplicaciones específicas para INTRANET, lo que denota el interés que está despertando este sistema y las posibilidades de desarrollo de este nuevo mercado.

Las empresas están ya familiarizadas con los nuevos avances tecnológicos y han hecho fuertes inversiones en equipos informáticos y software, con lo que podemos considerar a Intranet como la pieza que cierra todo el sistema de comunicaciones e intercambio de información de la empresa (Por Adrienne Leeming y Raúl Márquez: Coordinadores de la Sección AECA en Internet).

Uno de los últimos términos incluido en la jerga de la red de redes es la palabra Extranet, no es más que una red privada virtual, utilizando Internet como medio de transporte de información entre los nodos de nuestra red privada. Gracias a una Extranet pueden unirse dos Intranets situadas en cualquier parte del mundo. En nuestro caso los enlaces se dan en doce estaciones de la frontera de Bolivia y Chile. Dado que lo que se trata es el hecho de compartir la información interna de la institución entre todos ellos.

Sin duda, las noticias de hackers y crackers rondando por la red pueden desanimar a cualquier empresa a utilizar Internet como medio de transporte para su información confidencial.

Los **cortafuegos (firewalls)** y los **proxies** permiten proteger las Intranets de acceso no autorizados. La encriptación se utiliza en los paquetes que cruzan Internet de una Sede a otra. También es importante la autenticación para servicios como por ejemplo, el correo electrónico.

8.3. Escenario y CASO PRÁCTICO

8.3.1. Presentación de la organización

Siendo las Fuerzas Armadas una empresa con las siguientes características: multinacionales (es decir con tramos en diversas ciudades del Perú), que cuenta con más de mil miembros que requieren información

en línea para realizar su trabajo, donde la información es el foco principal sobre el cual gira el desenvolvimiento de la institución.

Los integrantes de la organización de las Fuerzas Armadas incluyen personas capacitadas en todas las áreas como consultores, actuarios, abogados y otros especialistas en los campos de recursos humanos, prestaciones de salud, finanzas, administración de riesgos, comunicaciones y sistemas de las tres armas. La estructura jerárquica principal o el Organigrama es el siguiente.



Figura: 8.1.

8.3.2. SITUACION ACTUAL

El personal necesita un acceso expedito a las noticias del Perú, políticas de la institución y de cada región, manuales de procedimientos, leyes, listados telefónicos e información relacionada con cada región y países del entorno para lo cual las doce guarniciones cuentan con oficinas.

Actualmente, existe una intranet que está desarrollada en el lenguaje html., información estática con sistemas ya definidos como prioritario para la Intranet, pero que tiene los siguientes inconvenientes:

- La información es centralizada, es decir toda la información es canalizada por un solo punto que actualiza la información.
- La información no está segura ya que conociendo la dirección se puede ingresar.
- Existe tanta información que convertirla al html sería casi imposible. Por ejemplo en el sistema de noticias se reciben alrededor de 60 noticias diarias.
- En el caso de correo electrónico de las oficinas de cada país, la empresa cuenta con el servicio de correspondencia internacional donde las oficinas tienen su casilla que no es propiedad de la empresa, sino recurre a servicios de terceros.
- Esta intranet no está difundida entre los trabajadores que prefieren enviar sus boletines y mensajes vía el correo que con la intranet, por lo tanto no se tiene un histórico de los mismos.

8.3.3. Solución

Desarrollo de una Intranet en la Sede Central de Lima con las oficinas de las guarniciones en las fronteras se conectan con el extranjero, a través del correo electrónico, y aplicaciones que permitan el ingreso y actualización en línea a la Base de Datos corporativa por las áreas responsables quede

publicado en la intranet a todos los puntos de consulta, en línea y en forma instantánea. Es decir, actúa como abastecedores de la información.

Dicho enlace viene a solucionar la desinformación que se tenía sobre las áreas del entorno fronterizo.

8.3.4. Beneficio

- Eliminación de costos de comunicación, y demás costos indirectos de duplicación y distribución adicional que no se identifican y cuantifican en forma central.
- Eliminación de costos directos por impresión, distribución, mensajería.
- Posibilidad de publicar permanentemente el histórico de circulares que antes sólo se realizaba almacenando físicamente cada circular por los destinatarios, evitando sus respectivos costos y problemas de papeleo, almacenamiento y confiabilidad, ya que la generación y el mantenimiento de la información se realiza por la misma gente que originalmente la prepara.
- La seguridad por tratarse de una institución que maneja información relevante para el país, es un punto importante. La información se ingresará y recogerá de diferentes lugares pero está accedendo a nuestro servidor que es el que procesa toda la información.
- Posibilidad de registrar en línea la confirmación de lectura por cada uno de los usuarios responsables de recibir y aplicar los lineamientos que se indican en las circulares. Costos de oportunidad y/o desconocimiento de información vital para la operación y toma de decisiones.
- Entrega oportuna y veraz de circulares, comunicados urgentes internos, y demás información relevante a las oficinas en otros países y demás personal administrativo que se encuentra en nuestro país. Tradicionalmente los mecanismos utilizados para distribuir este tipo de información han sido: boletines o comunicados internos, memos, documentos. La elaboración de este tipo de material es un proceso costoso (tipeo, impresión, distribución, correo, etc.) y no garantiza que todas las misiones y sucursales que componen la corporación recibirán esta

información a tiempo. Además, con una estimación de que el 18% de esta información queda fácilmente desactualizada dentro de los primeros 30 días, significa que es usual el tener que revisar esta información interna varias veces al año.

8.3.5. Infraestructura

El diseño de la infraestructura de la intranet la podemos dividir en tres grandes rubros que son:

1. Software
2. Hardware.
3. Línea de comunicaciones

Los cuales detallaremos a continuación cada una de ellas:

8.3.5.1. Software

El requerimiento básico para el intranet, es el software a utilizar:

- Sistema Operativo
- Herramienta de desarrollo de aplicaciones
- Servidor de web, correo
- Navegador (Browser)
- Para la elección de cada uno de los productos que se utiliza se sigue la siguiente metodología:

1. Se Fijan Parámetros de calificación

En cada uno de los rubros a evaluar se consideran los siguientes puntos:

a. La Organización.

Se toma en cuenta la solidez de la organización que va a vender el software al Perú, el respaldo que tiene en el mercado, la cantidad de clientes que tiene y ver si los resultados son favorables en ellas.

b. El producto

- **Iteración con otros productos.-**

Esto se refiere a que si el software que escogemos puede interactuar con el de otros vendedores.

- **Volumen de venta.**

Es un servicio colateral que maximiza la infraestructura para sufragar el costo de su mantenimiento brindando servicio a la comunidad. Es decir, que parte del mantenimiento del sistema se sufraga con venta de servicios a la comunidad, para así justificar su costo de la Implementación del Intranet.

Es decir, que la misión visión no es solamente castrense, sino que se vincula a la institución a la sociedad.

c. Funcionalidad

- **Adecuación de la Institución.** Es un punto de vital importancia ya que el software debe ser justo para nuestros requerimientos.

Pero no solo para su objeto de su implementación sino también para maximizar sus momentos ociosos para en productividad de servicios en bien de la comunidad de su entorno.

d. Técnico

En este punto se puede variar dependiendo del rubro en que nos encontramos pero si existen puntos comunes como son:

- Manejo de seguridad de la información
- Interfaz de usuario (de los enlaces)
- Facilidad de manejo

e. Costo

El factor económico es importante pero varia dependiendo de la organización y de cuanto esta dispuesta a gastar en el desarrollo de su intranet.

- Productos
- Instalación en las doce guarniciones y capacitación
- Mantenimiento
- Capacitación (Un grupo de ingenieros de las Fuerzas Armadas siguen la especialidad de Ing. Electrónica en la UNFV).

Luego de tener los rubros de la evaluación (diagnóstico situacional de la realidad en sitio) ya definidos se debe fijar la importancia para cada uno

dándole pesos. Para la elección de todos los productos nos basaremos del siguiente cuadro

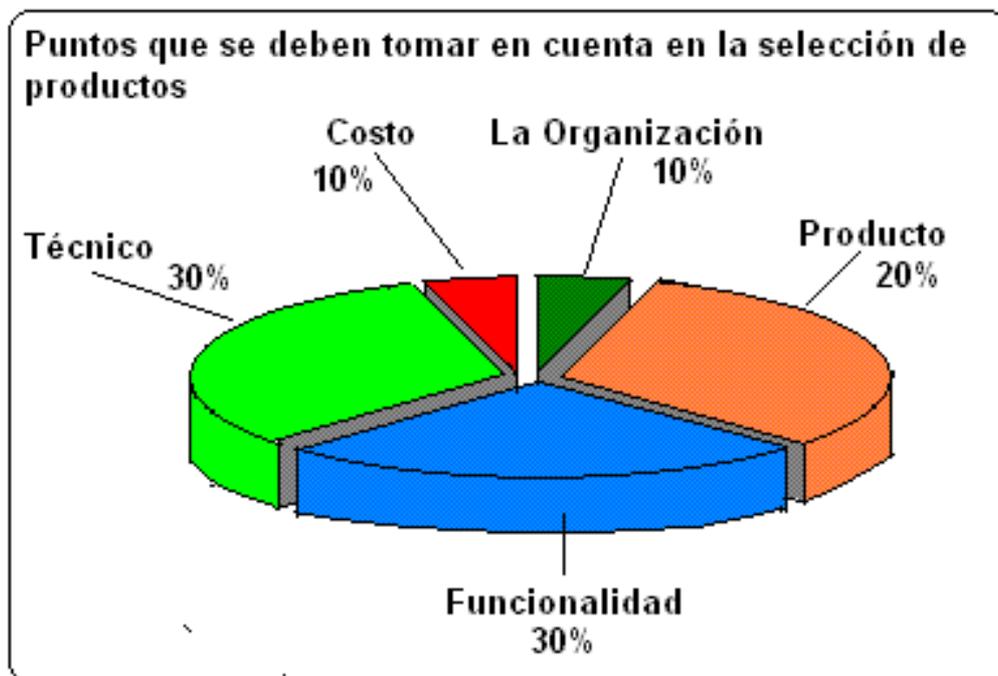


Figura 8.2.

1. Investigación de los productos en el mercado.

En el mercado encontramos una infinidad de productos pero debemos escoger para nuestra evaluación aquellos que consideramos posibles soluciones; esto se consigue con los criterios de la experiencia en el área tanto de sistemas como del conocimiento de la institución.

- Primero definiremos los productos que evaluaremos
- Luego vamos al detalle de cada uno de los productos elegidos esto se consigue convocando a los proveedores, buscando información en internet, usando versiones beta de los mismos.

2. Calificación

En este punto calificamos de acuerdo a los anteriores puntos, a los puntos fijados y a nuestra investigación de los productos evaluados, elaborados nuestro cuadro de decisión.

a. Sistema Operativo

Lo que se espera es escoger un sistema operativo que se adapte a nuestra empresa lo mejor posible, un buen sistema operativo para el servidor web, fácil de usar, no tenga restricciones de acceso de usuarios.

Sistema Operativo		Nivel de cumplimiento de Cada producto		
Características:	Puntaje Máximo	Novell Netware	Windows NT	UNIX
a. La organización	10			
• Solidez	5	5	5	5
• Respaldo	5	4	5	3
b. Producto:	20			
• Interacción Con otros productos	10	8	9	8
• Volumen de Ventas	10	8	9	7
c. Funcionabilidad	30	25	24	23
• Adecuación a nuestra organización				
d. Técnico	30			
• Manejo de seguridad	10	9	9	10
• Interfaz usuario	10	8	8	8
• Fácil manejo	10	9	10	8
e. Económico	10	10	10	9
Total	100	86	89	81

Tabla 8.3. Selección de equipamiento

En el presente gráfico comparativo se muestra las diferencias entre 3 sistemas operativos evaluados. Ver figura 8.3.

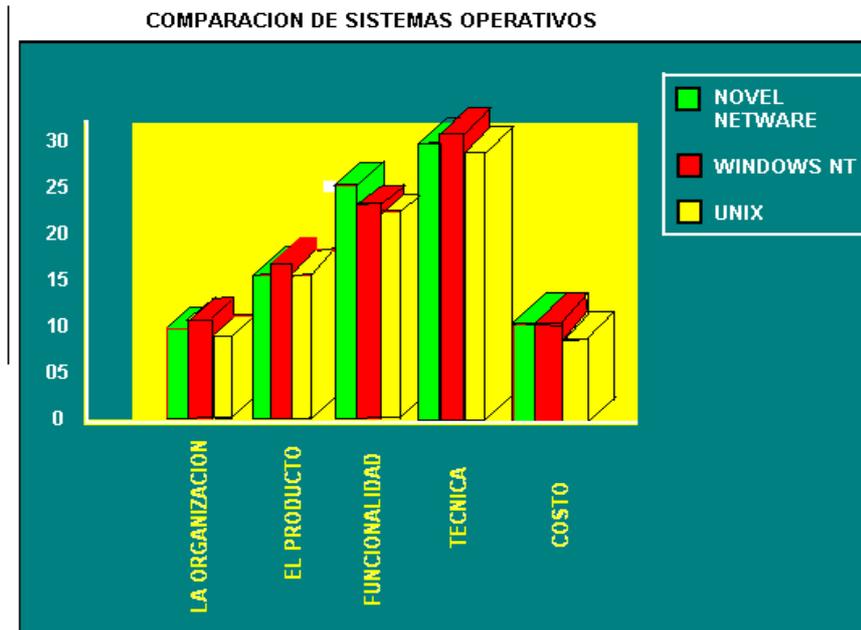


Figura 8.3.

- a. **Herramientas de desarrollo de aplicaciones**
- b. **Aplicaciones**

El principal requisito de nuestra herramienta de aplicación es que debe desarrollar sistemas o aplicaciones groupware, es decir, como el uso de documentos de la institución es vital, una de las aplicaciones características a implementar es el seguimiento a un documento y determinar quien lo está revisando, quienes ya lo revisaron y cuanto tiempo falta para culminar con el ciclo. Es decir debe ser una herramienta de desarrollo de workflow orientado a procesos.

En la calificación se tomará en cuenta la fácil instalación y manejo de sistemas a través de múltiples servidores. Permite la administración a distancia. Ajustado a un integrador diseñado de formularios con un ambiente completo de desarrollo.

ENFOQUE TÉCNICO:

- **Desarrollo de aplicaciones**

Se evalúa herramientas para customizar los ambientes de groupware para desarrollar y ordenar las aplicaciones. Se necesita desarrollar formularios y herramientas scripting. Los que desarrollan estas aplicaciones necesitan de las herramientas que permitan acceder a la base de datos del grupware en interacción con una base de datos externa.

Nuestra mayor evaluación va a aquellos productos que desarrollen todo el módulo groupware con funciones nativas y funciones abiertas como el HTML.

Control de Mensajes

Consiste en buscar los estándares de los clientes, un producto que incluya texto formateado, opciones de entrega, soporte para archivos attachedos.

- **Colaboración**

Se requiere de un indicador visual que indique que documentos han sido leídos y cuales están por leer. Se requiere múltiples caminos para ver la información (por ejemplo: por usuario, por fecha, por tópico). Producto que contenga productos de seguridad, y con una potente herramienta de búsqueda.

CARACTERISTICAS	Puntaje Máximo	Nivel de cumplimiento de cada producto			
		Novell Group Wise	Lotus Notes	Interdev Exchange	Netscape Suite
a. La Institución:	10	8	9	10	7
• Solidez	5	4	5	5	3
• Rspaldo	5	4	4	5	4
b. Producto en si:	20	12	17	17	12
• Interacción con otros productos	10	6	9	9	6
• Volumen de ingresos x servicios	10	6	8	8	6
c. Funcionabilidad	30	12	27	22	18
• Adecuada a la Institución	30	12	27	22	18
d. Técnico	30	15	29	28	19
• Desarrollador de aplicaciones	10	4	10	10	5

• Control de mensajes	10	6	9	9	7
• Colaboración	10	5	10	9	7
e. Costo	10	2	7	9	8
Total	100	49	89	86	64

Tabla 8.4. Cuadro comparativo

c). Servidor de Web, Correo

Una vez escogida la herramienta de desarrollo que en nuestro caso es el LOTUS NOTES ya que el producto integra los tres ambientes: desarrollar, servidor web, servicio de correo todo en un solo producto.

d). El navegador

En el software del lado del cliente, se eligió que sea abierto, es decir, la intranet se podrá visualizar con los dos navegadores con más éxito en el mercado como son: Internet Explorer y el Netscape. pero el explorador recomendado es el Internet Explorer 6,0, ya que se utilizan páginas con DHTML (html dinámico).

Además la intranet se podrá visualizar por medio de clientes Lotus Notes sin necesidad de un "browser".

Por lo tanto, luego de esta primera parte, en la elección del software, el siguiente cuadro resume lo que necesitaremos para la implementación de nuestra intranet.

Tabla 8.5. Versiones y licencias

Número de Licencias	Software	Versión
2	Windows	4.0
2	Lotus Domino	4.6
5	Lotus Notes Cliente	4.6
148	Lotus Notes Desktop	4.6

8.3.5.2. Hardware

Los requerimientos mínimos de Hardware se ven resumidos en el siguiente cuadro que muestra la cantidad de equipos, el uso que se le dará y las características o requerimientos mínimos que se necesitan.

Cantidad	Equipo	Uso	Características
3	Servidor Domino	Contendrá las aplicaciones de la Intranet, el correo electrónico de los trabajadores de la empresa.	Procesador Pentium Pro 200 MHZ, 128 mb Ram.D.D. 4.5. GB.tarjeta Fax, CD rom 8 X. Tarjeta de red, unidad de backup.
1	Firewall		RS7600 64 MB Ram.DD 2 gb.2 Tarjetas de Red, monitor y teclado.
108 (*)	Estaciones remotas	Son las estaciones que estarán en las oficinas fuera de la base central cada una con un modem de ingreso para la intranet.	486,16 MB, 200 mb, modem 24,4 Kbps.
40 (*)	Estaciones	Estaciones en nuestra oficina principal, todas están conectadas por una red interna.	486, 16 MB, 200 MB TARJETA DE RED.
2	Modem		
1	Router		
2	Hubs		

Tabla 8.6. Equipamiento

- La cantidad requerida es la mencionada, ya que en la actualidad ya se cuenta con algunas máquinas que están capacitadas con los requerimientos mínimos necesarios.

8.3.5.3. Comunicaciones

Esto se refiere a todos los servicios de instalación de línea dedicada, cableado, etc. Es decir la conexión con todos los equipos definidos en el punto anterior.

A continuación se mostrará el gráfico de cómo funcionará nuestra intranet, en la que se observa que se requiere de una línea dedicada conectada a Internet, detallando como es la conexión.

- Al ingresar una persona X a la intranet de la empresa lo primero que ingresa es al módem conectado al hub.
- Posteriormente existen dos opciones:

Ver el servidor de internet que está a disposición de cualquier persona.

Y el firewall que es el que se restringe el acceso a nuestra red interna.

- En la red interna en la que se encuentran todos los usuarios conectados a los servidores de correo y el servidor de aplicaciones.

- Luego, por otro lado vemos que los usuarios pueden ser remotos, es decir que su ingreso es fuera de nuestra empresa (oficinas y Sucursales en otro país) que ingresan por internet pero como poseen las claves de ingreso y están autorizados a pasar por el firewall pueden ingresar a nuestros servidores protegidos de tales como el de correo y de aplicaciones intranet.

- Contamos con clientes que pueden tener estaciones con Lotus Notes y browsers (Internet Explorer 6.0).

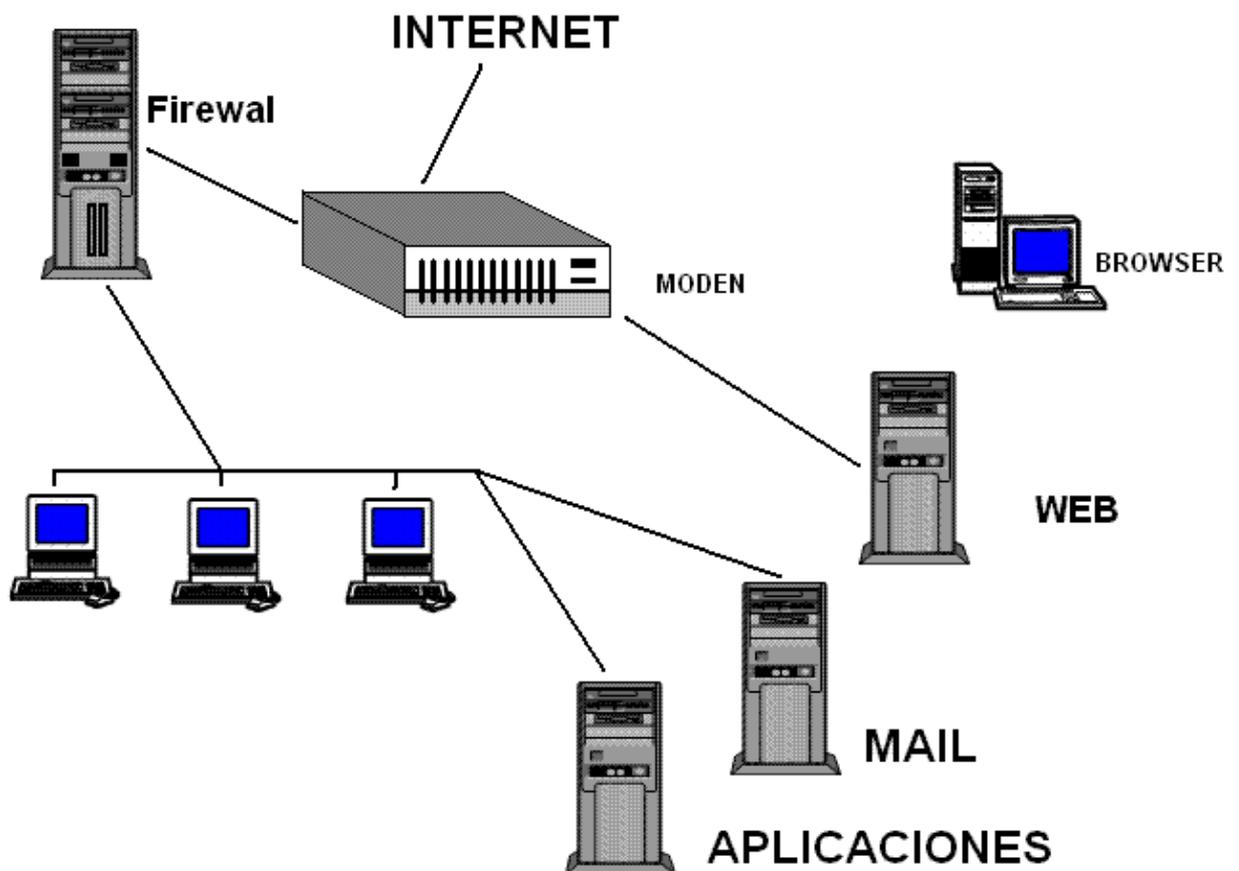


Figura 8.4. Diagrama Topológico

3. Costo/ Beneficio

Los costos aproximados que demandará la creación de la Intranet, serán

HARDWARE			
Cantidad	Equipo	Costo Unitario	Costo Total
3	Servidor web,email,SMTP	4.150.00	\$ 12.450.00
1	Firewall	\$ 20.000.00	\$ 20.000.00
2	Modem (*)		\$ 0.00
1	Router	\$ 5.000.00	\$ 5.000.00
1	Hubs (*)		\$ 0.0
TOTALES			\$ 37.450.00

Tabla 8.7. Evaluación de Hardware

SOFTWARE			
Número de Licencias	SOFTWARE	Costo unitario	Costo Total
3	Windows NT	\$ 800.00	\$ 2.400.00
1	Lotus Domino (*)		\$ 0.00
5	Lotus Notes Cliente	\$ 80.00	\$ 400.00
148	Lotus Notes Desktop	\$ 80.00	\$ 11.840.00

Tabla 8.8. Evaluación de Software

(*) Ya viene con el servidor

Comunicaciones aproximadamente \$ 50.000

COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE INTRANET	
SOFTWARE	\$ 14640.00
HARDWARE	\$ 37450.00
COMUNICACIONES	\$ 50000.00
TOTAL	\$ 102,090.00

Tabla 8.9. Costos

Luego de determinar los costos que incurriremos con la Intranet debemos de determinar los beneficios, pero se considerarán separados, los tangibles de los intangibles.

BENEFICIOS TANGIBLES (se pueden cuantificar), dichos costos son presupuestos que se han elaborado de acuerdo a parámetros presupuestados.

MENORES COSTOS DE IMPRESIÓN

Número de Páginas	Aprox. X 4,000 páginas las cuales aumentan progresivamente.
Páginas impresas mensuales	30% = 1200 páginas
Costo de impresión por página	\$ 0.17
TOTAL	1.200 * \$ 0.17 = \$ 204

Tabla 8.10. Costos de impresión

Menores Costos y Tiempos de Distribución

Número de Faxes enviados (mensual)	4,000 (43%)
Número de Faxes recibidos (mensual)	4,500 (47 %)
Tamaño promedio de cada fax	1. 5 Kbps
Tiempo de envío y recepción (mensual)	20,000 minutos = 20,000 páginas.
Precio actual por MCI :	\$ 2 a \$ 3 * minuto 20,000 * 3 = 60,000
Precio por la nueva Intranet	\$ 0.14 a \$ 0.16 * minuto 20,000 * 0.16 = 32.000
AHORRO	60.000 – 32.000 = \$28,000

Tabla 8.11. Costos de distribución.

MENORES TIEMPOS DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Tiempo ahorrado por empleado	10 minutos diarios - 300 minutos mensuales
Promedio de costo de hora por empleado	\$ 1.3 soles * hora
Total * empleado	5 x 1.3 = \$ 6.5.
Número de empleados	1000
TOTAL :	6.5 * 1000 = \$ 6500

RESUMEN	
AHORRO	CANTIDAD
Menores Costos y Tiempos de Distribución	204.00
Menores Costos de Impresión	28,000.00
Menores Tiempos de Búsqueda de información.	6,500.00
TOTAL	34,704.00

Tabla 8.12.

Beneficios intangibles: (Como su nombre lo indica no lo podemos cuantificar), pero podemos asignar costos, por ejemplo:

RESUMEN BENEFICIOS INTANGIBLES	
Ahorro	Cantidad
Coordinación Grupal	10,411.20
Estandarización de plataforma a una herramienta de comunicación corporativa	15,616.80
Otros factores	3,470.40
TOTAL	29,498.40
TOTAL DE AHORRO TANGIBLE E INTANGIBLE	CANTIDAD
Beneficio Intangible	34,704.00
Beneficio Tangible	29,498.40
TOTAL	64,202.40

Tabla 8.13.

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO

El resultado del TIR (Tasa interna de retorno) que equivale a la tasa de interés producida por un proyecto de inversión con pagos (valores negativos) e ingresos (valores positivos) que ocurren en períodos regulares.

La fórmula utilizada para hallar la tasa interna de retorno es la siguiente:

De $i = 0$ a $i = n$

$$\text{T.I.R.} = \text{suma } (B_i - C_i) / (1 + r_i)^n = 211 \% \quad \text{Ec. (8.1)}$$

Donde:

Bi es el beneficio total del proyecto en el año.

Ci es el costo total del proyecto en el año.

Ri son las tasas de descuento vigente para el año.

N es el período de análisis del proyecto.

Lo que revela que el proyecto es altamente rentable para la empresa:

Tabla 8.14.

Años	Beneficios	Costos	(B.I.CI)
1	64202.00	102090	- 37888.00
2	64844.02	10000	54844.02
3	65492.46	10000	55492.46
4	66147.38	10000	56147.38
5	66808.86	10000	56808.86
6	67476.95	10000	57476.95
Periodo de análisis			

En el Cuadro mostrado tenemos que:

El único tiempo con pérdidas es el primer año y que posteriormente recobramos lo ganado, se proyecta presimistamente que los beneficios aumentarán en un 0.01% pero en la realidad esto es muy probable de que sea más

8.4. METODOLOGIA DE DESARROLLO DE APLICACIONES PARA INTRANET

VISION

DEFINIR LA MISIÓN

En esta primera etapa debemos definir qué es lo que desea con el proyecto, escribir una misión parece trivial o sin importancia pero una vez

que se inicia ya se tiene claro la figura de lo que se va a realizar; se definen los alcances y la importancia del mismo.

CASO PRÁCTICO

Definición de la misión de la intranet de la empresa: Desarrollar una intranet que sea escritorio de trabajo que reúna la información importante para el desenvolvimiento de las funciones del usuario, hacer que el usuario sea un miembro activo en cuanto a la actualización de esta información para beneficio de todos.

PLANEAMIENTO

Como la tecnología detrás de la red viene cada vez más compleja, es fácil de olvidar que lo más importante de cualquier intranet es el contenido en sí, a continuación detallamos los pasos a seguir para la construcción de las aplicaciones de la intranet.

Teniendo definida la Misión, teniendo la figura de lo que se va a publicar debemos definir todo en un plan de contenido para la intranet, cómo será la presentación, cómo será el ingreso de la información, hasta definir el cronograma de desarrollo, con las personas asignadas al proyecto.

Esta etapa de planeamiento consta de los siguientes pasos:

- Organización de la información.
- Características de la presentación.
- Niveles de actualización de la intranet.
- Cronograma de desarrollo.

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En todo momento hay que preguntarnos cómo le será útil la información al usuario, por lo tanto este punto se divide en tres partes principales:

1. Definir las aplicaciones a realizar, en la primera parte del presente trabajo mostramos las posibles aplicaciones que se pueden construir en una intranet .

2. Definición de cada una de las aplicaciones, por cada una de las posibles aplicaciones debemos definirlas es decir explicarlas brevemente para tener una idea de lo que se desea realizar con ellas.
3. Dividir las aplicaciones en pequeños grupos de información, para que el menú sea más pequeño y fácil la búsqueda al usuario.

Caso Práctico.

En esta primera etapa del planeamiento presentamos una lista de aplicaciones a desarrollar y definiremos cada una para tener el esquema mejor planteado.

A continuación mostramos una lista con las posibles aplicaciones a desarrollar con una breve descripción de cada una de ellas:

Tabla 8.15. Cuadro de Aplicaciones

APLICACIÓN	DESCRIPCION
1. Sistema de noticias	Aplicación que haga consultas a las noticias Llegadas por las diversas agencias de noticias.
2. Carpeta Básica	Aplicación que muestra la información en tres secciones: Países: Contiene la información básica de cada país dividido en las siguientes partes: - Documentos básicos sobre la información concerniente a cada país. - Organizaciones: Contiene la información de cada una de las organizaciones internacionales mundiales. Tema: Contiene información de temas Relevantes.
3. OFICINAS	Este sistema o aplicación contiene La información por países de cada una de las oficinas que constituyen nuestra empresa. Esta información consta de personas encargadas, direcciones, teléfonos, direcciones e-mail, etc.
4. DIRECTORIO DE CLIENTES/PROVEEDORES	Contiene los datos de los funcionarios Principales de las empresas con las cuales Nuestra empresa tiene relaciones, no Sólo de clientes sino de proveedores, con Los datos de los dueños o personal gerencial.

5. LEYES Y REGLAMENTOS	Esta aplicación muestra la información de Las leyes de los trabajadores. Guardando un histórico de estos documentos en sus diferentes ediciones.
6. BIBLIOTECA	Contiene los datos de los libros de la Biblioteca, organizada como un gran Índice.
7. CIRCULARES	Contiene todas las circulares internas De la empresa. cada área es responsable De enviar una circular, para que por medio De la intranet se haga llegar a todos los Interesados. Asimismo se guardará un histórico de las Circulares pasadas.
8. CENTRO DE INFORMACION	Entregar a los empleados un acceso a la Información actualizada de capacitación Junto con la posibilidad de incorporar video y sonido a este tipo de manuales. Contiene libros completos o información De interés público, dividido por capítulos o Items.Por ejemplo, Manuales de manejo de alguna herramienta, libros o artículos de informática,etc.
9. Foro de Discusión	Una intranet está incompleta sino tiene Un lugar donde los usuarios puedan Intercambiar opiniones,a cerca de la misma intranet o sobre los temas de la Empresa. Nos permitirá debates académicos, políticos, organizativos o conceptuales. Su diseño ha sido intencionado: Son interactivos. Todas las contribuciones se escriben automáticamente y los usuarios puede verlas publicadas con sólo reingresar al foro inmediatamente luego de enviarlas. Cualquier usuario autorizado puede también crear nuevos foros de discusión, a la brevedad posible aparecerá el foro con un pequeño mensaje de apertura, y entonces se podrá escribir el primer mensaje del Foro, iniciando el debate.
10. DIRECTORIO TELEFONICO	Listado de las personas que laboran en el Ministerio con sus respectivos datos, nombres completos, correo, cargo, teléfono. (anexos propios de las secretarias), pisos y edificio donde laboran.
11. SEGUIMIENTO DE DOCUMENTOS	Como su nombre lo indica nos muestra El estado de un documento ingresado, Es decir quien lo está revisando, por Quienes pasó y aproximar, cuando se Tendrá una respuesta o solución al mismo.

DIVIDIR EN PEQUEÑOS GRUPOS:

GRUPOS DE APLICACIONES	CONTENIDO
SISTEMAS DE INFORMACION	- CARPETA BASICA - SEGUIMIENTO DE DOCUMENTOS - SISTEMA DE NOTICIAS.
INFORMACION DE LA EMPRESA	- OFICINAS - DIRECTORIO TELEFONICO - LEYES Y REGLAMENTOS
CENTRO DOCUMENTARIO	- CENTRO DE INFORMACION - BIBLIOTECA - DIRECTORIO DE CLIENTES Y PROVEEDORES.
CIRCULARES	
FORO DE DISCUSION	

Tabla 8.16.

Características de la presentación

La presentación es tan importante como el contenido. Se debe tener párrafos claramente organizados y conscientemente escritos. Las tablas de contenido y los mapas de navegación deben usarse apropiadamente para poner a los usuarios en el lugar preciso rápidamente. hacer que los enlaces, resalten, etc.

En el caso de internet, la gran mayoría de los cibernautas que acuden a un sitio web lo hacen en busca de información. da igual cómo se represente DICHA INFORMACION (TEXTO, IMÁGENES, video, audio) pero nuestro web debe aportar contenido, es importante tener en cuenta que el www, es un medio de comunicación distinto a los que estamos acostumbrados (televisión, radio, prensa, etc.). el navegante pasa de

pagina en pagina web a ritmo de click de ratón, generalmente pasa poco tiempo en una misma pagina, por lo tanto no debemos abusar de la información textual ya que son muy pocos los visitantes que se leen completamente una pagina web. siempre se ha dicho que “una imagen vale mas que mil palabras” y aunque una página web no es un programa de televisión, las imágenes son siempre importantes.

En el caso de la intranet esto es también valido, pero no a un 100%, la presentación es importante pero mucho mas es el contenido que tiene, en cuanto recargar la página con gráficos no hay mucho problema, ya que como esta funcionará no en un servidor para internet, sino para la Institución y hay un número limitado de personas que lo vean y no mucho tráfico de por medio, podemos darnos la libertad de utilizar más objetos gráficos.

CONCLUSIONES

Según lo mencionado en el capítulo anterior podemos deducir muchas conclusiones y recomendaciones desde muchos puntos de vista, como bien sabemos el contar con una plataforma que nos permita interconectarnos a Internet y al mismo tiempo contar con una red propia, confiable y segura podremos generar servicios, aplicativos, actividades, gestiones innumerables.

Dentro del modelo OSI (interconexión de sistemas abiertos) se ha logrado cumplir con las cuatro primera capas: física, enlace, red y transporte; es decir este sistema materia de análisis es el pilar de una serie de aplicativos que se pueden brindar.

A continuación analizaremos desde diversos puntos de vista el uso del sistema propuesto:

SEGURIDAD:

- Permitirá contar con una red propia y confiable que puede ser utilizada para monitorear las guarniciones a través de cámaras IP, las cuales podrán ser administradas desde cualquier lugar utilizando un dirección IP en Internet. Por seguridad se accederá mediante un login y un password , la señal será encriptada y la información viajará a través de una VPN.
- Sistema de control de acceso mediante una base de datos centralizada, la cual contendrá información de todas las personas autorizadas a ingresar a las salas de comunicaciones y demás áreas dentro de las guarniciones interconectada. Se podrán generar registros, altas y bajas, reportes, control de horas de trabajo, etc.
El control de acceso puede ser mediante detector de iris, huellas digitales, lectores magnéticos, etc.
- Sistemas GPS utilizando el Google MAP, esto permitirá monitorear en forma visual los sucesos y alarmas en la zona mediante sistema satelitales anexados al link mencionado.
- Interconexión con la MILNET (Red Militar) , esto permitirá a las guarniciones estar interconectadas a los sistemas y aplicativos utilizados por

la F.F.A.A. para un mayor control y protección de la soberanía nacional en estos puntos fronterizos.

ADMINISTRATIVO:

- Permitirá llevar un control de las actividades realizadas por las personas en la zona como hora de ingreso, salida, faltas, tardanzas, etc.
- Permitirá un mejor uso de los recursos tecnológicos, el cual les permitirá desarrollar de mejor forma su trabajo utilizando correos electrónicos, fax multimedia, herramientas office, servidores centralizados, intranet, etc.
- Permitirá elevar la productividad de las personas que laboran en estas guarniciones mediante capacitación on line, es decir dictar cursos, seminarios, video conferencias mediante la intranet e Internet.

ECONÒMICO:

- Reducción de costos ya que al estar interconectados se puede disminuir el uso de papel, combustible, horas hombre, etc.
- Reducción del tráfico de llamadas, esto se puede logra implementando un sistema de Telefonía IP que permitirá la comunicación a costo cero con las guarniciones interconectadas y mejores tarifas hacia otros destinos.
- Reducción de costos por acceso a Internet mediante un operador, esto se logrará centralizando el acceso a Internet en un punto, luego desde allí se puede distribuir este acceso a las demás guarniciones interconectadas a través de su propia red.

SOCIAL:

- Implementar campañas de educación a los pobladores de la zona utilizando la información que brinda Internet y las propias fuentes de las F.F.A.A.
- Permitir acceso a diversas instituciones (Ejem. ONG) para que conozcan la realidad de cada zona via video conferencia IP, correo electrónico, cámaras IP, etc.

Como se puede apreciar la implementación de este sistema permitirá no solo el desarrollo tecnológico de las dependencias mencionadas, también el desarrollo de la comunidad en cada zona.

Este sistema proveerá múltiples soluciones a estas zonas tan golpeadas y alejadas del país, contribuyendo al desarrollo del Perú. Debemos tener en cuenta que el fin supremo del Estado es velar por la calidad de vida de sus ciudadanos y el de las F.F.A.A. es brindar seguridad.

ANEXO A
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE
LAS GUARNICIONES

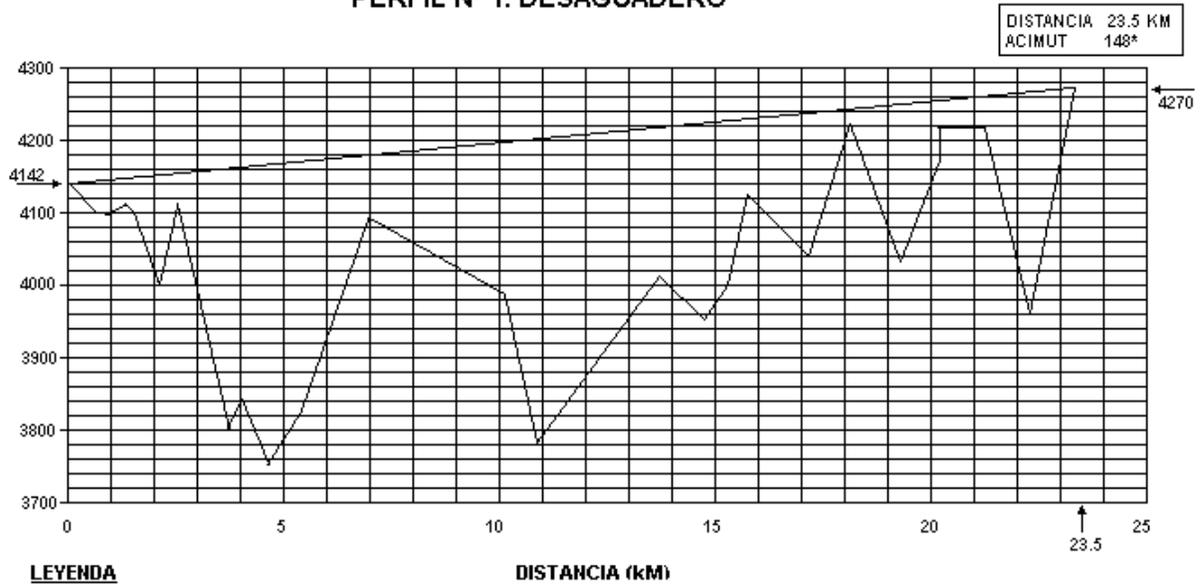
Para la implementación de este proyecto se ha seleccionado doce guarniciones del Ejército Peruano de la Zona Sur Este del Perú que comprende los departamentos de Tacna y Puno.

Dichas guarniciones se hayan entre las coordenadas: Longitud entre 69°00' y 69°45' y Latitud entre 16°30' – 17°30'.

Tabla Anexo 1 Ubicación de las guarniciones			
Guarnición	Lugar	Altitud.(m)	Distancia(Km)
Departamento de Tacna:			
1	Colopa	2,560	-0 -
2	Ovejuyo	3,200	52.0
3	Cueva	3,330	7.5
4	Farisaraya	3,540	6.0
5	Challaypi	3,640	13.5
6	Chontacollo	3,870	7.5
Departamento de Puno:			
7	Desaguadero	4,100	-0 -
8	Parcullo	3,960	51.0
9	Cuytaco	4,200	33.0
10	Patalaca	3.980	11.0
11	Nazaparco	4,060	31.0
12	Pamputa.	3,890	11.5

ANEXO B
PERFILES TOPOGRAFICOS

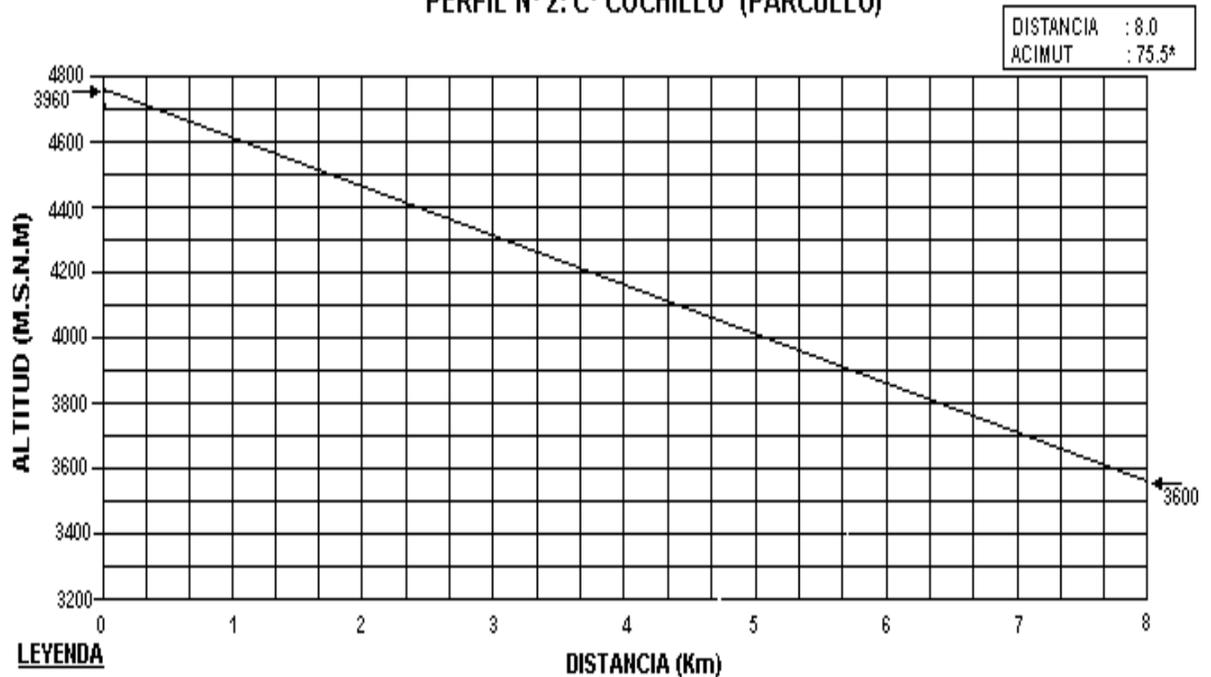
PERFIL N° 1: DESAGUADERO



LEYENDA

Altitud(m.s.n.m.)	k = 4/3	Visibilidad
-------------------	---------	-------------

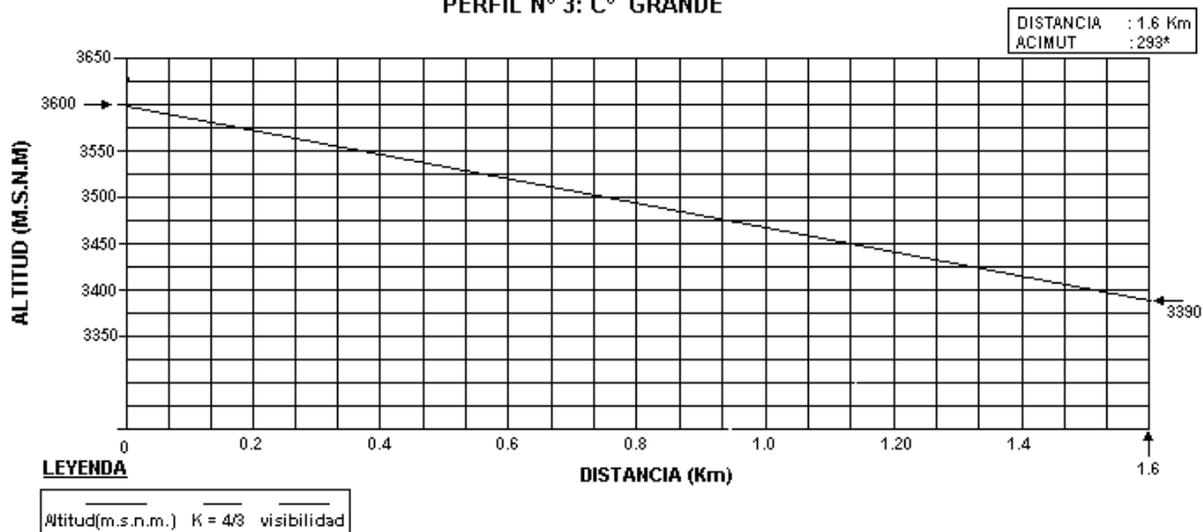
PERFIL N° 2: C° COCHILLO (PARCULLO)



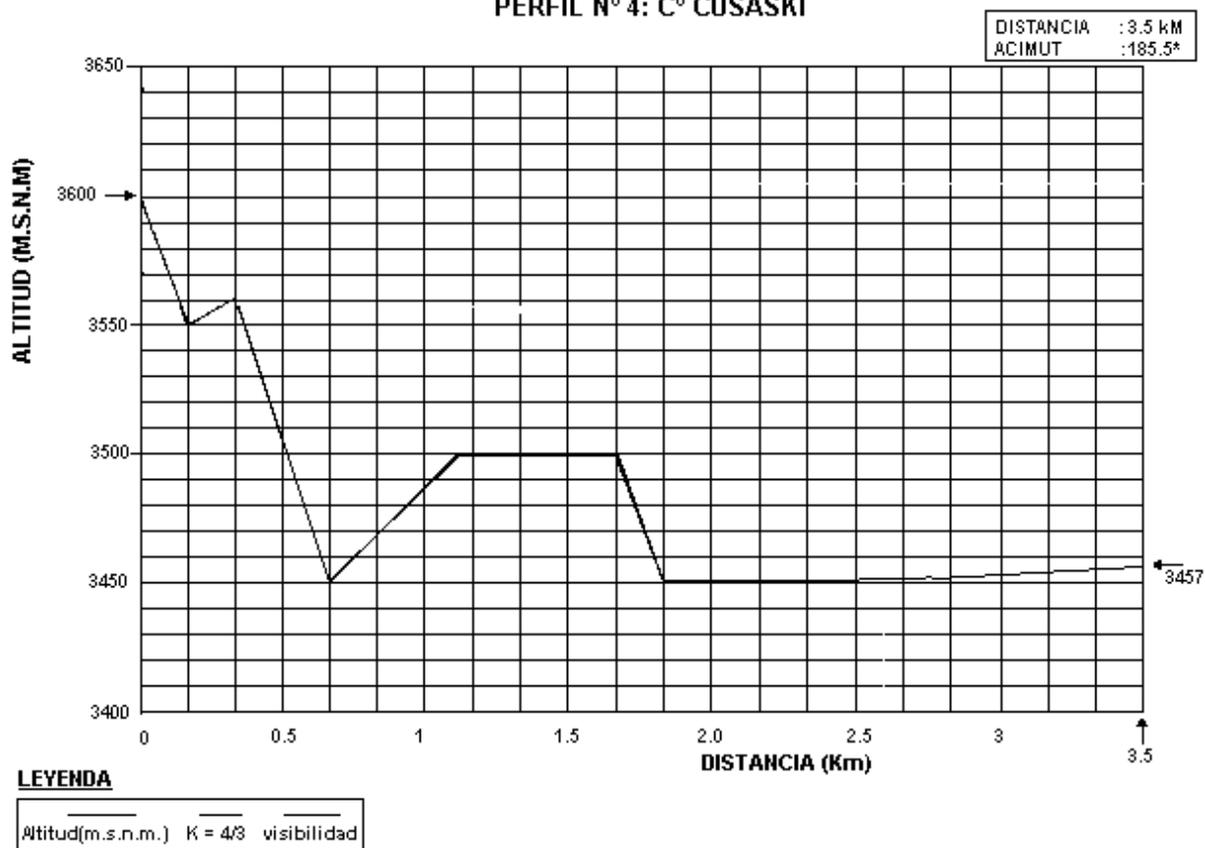
LEYENDA

Altitud(m.s.n.m.)	K = 4/3	visibilidad
-------------------	---------	-------------

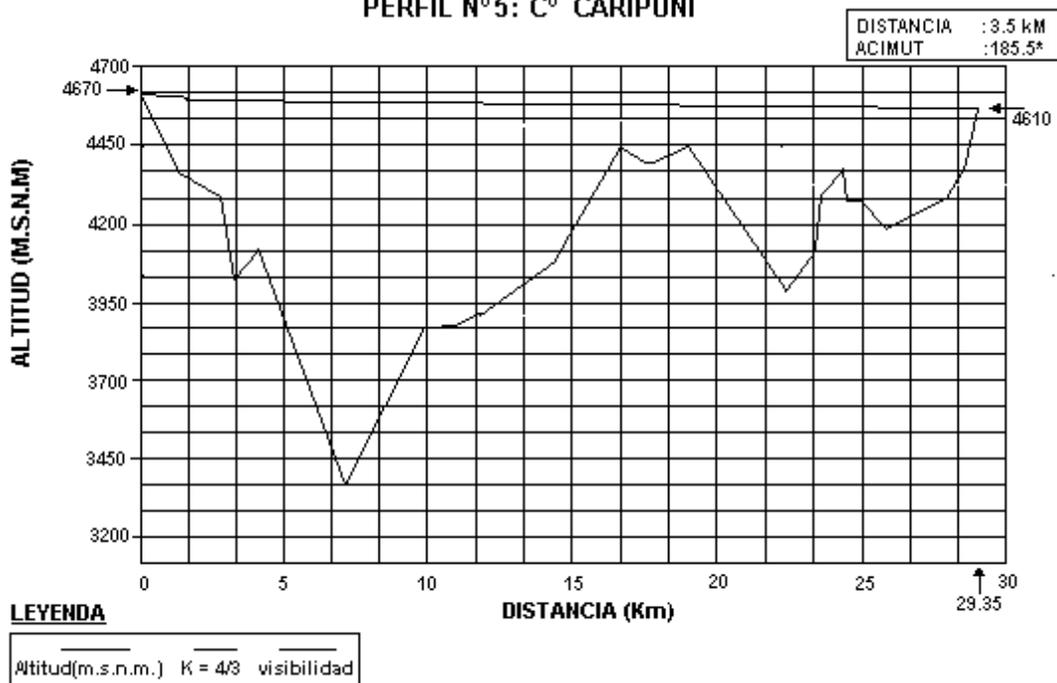
PERFIL N° 3: C° GRANDE



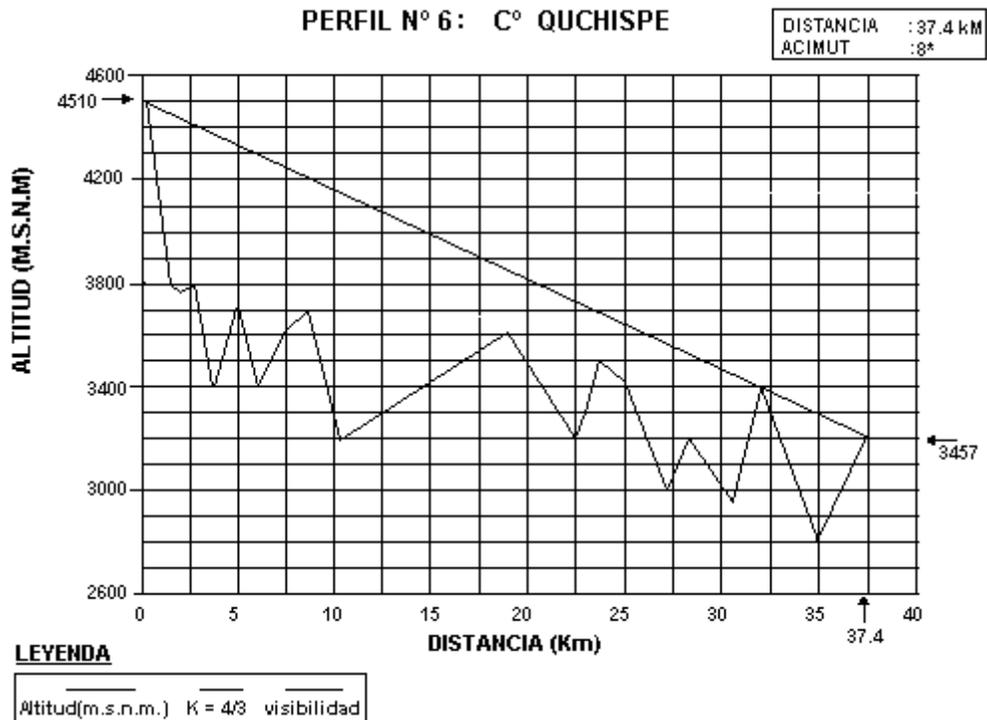
PERFIL N° 4: C° CUSASKI



PERFIL N° 5: C° CARIPUNI

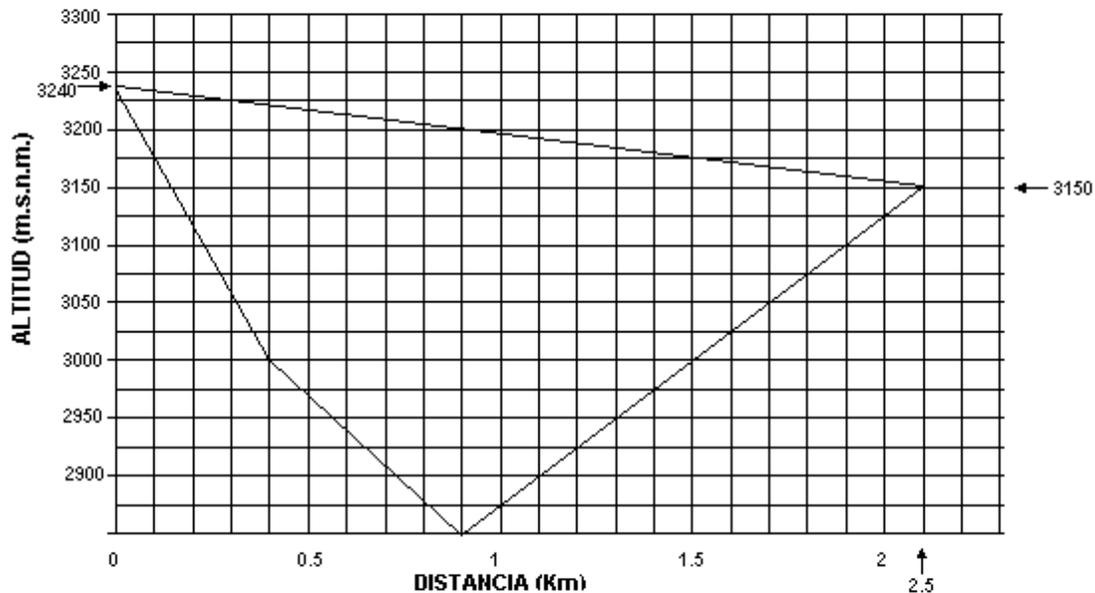


PERFIL N° 6: C° QUCHISPE



PERFIL N° 7: C° CHICO

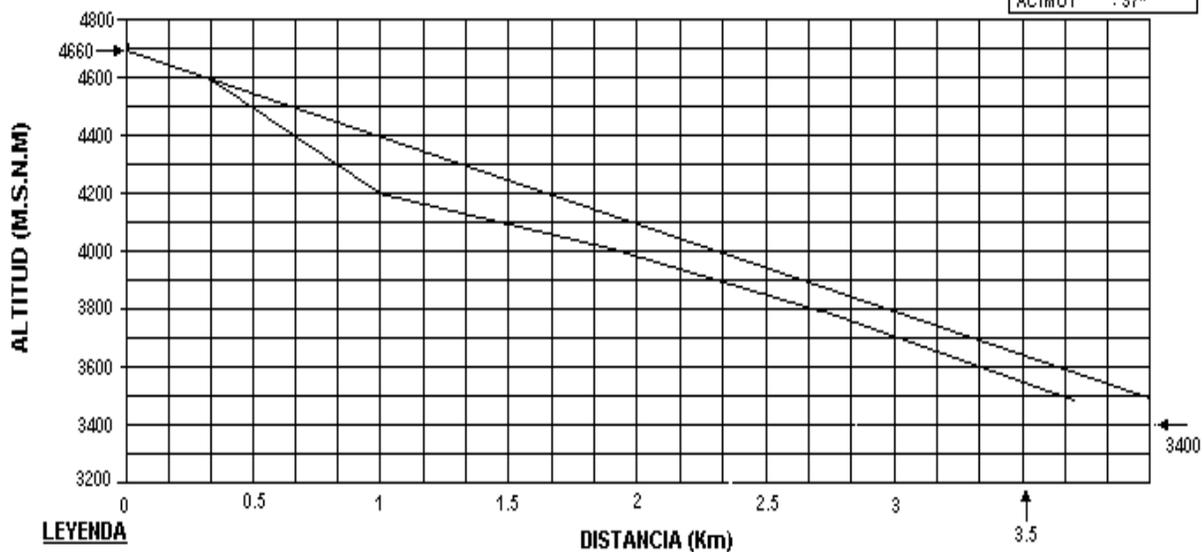
Distancia: 2.5 Km
ACIMUT : 258°



LEYENDA
 Altitud (m.s.n.m.) $k = 4/3$ Visibilidad

PERFIL N° 8: C° CERRO SECO

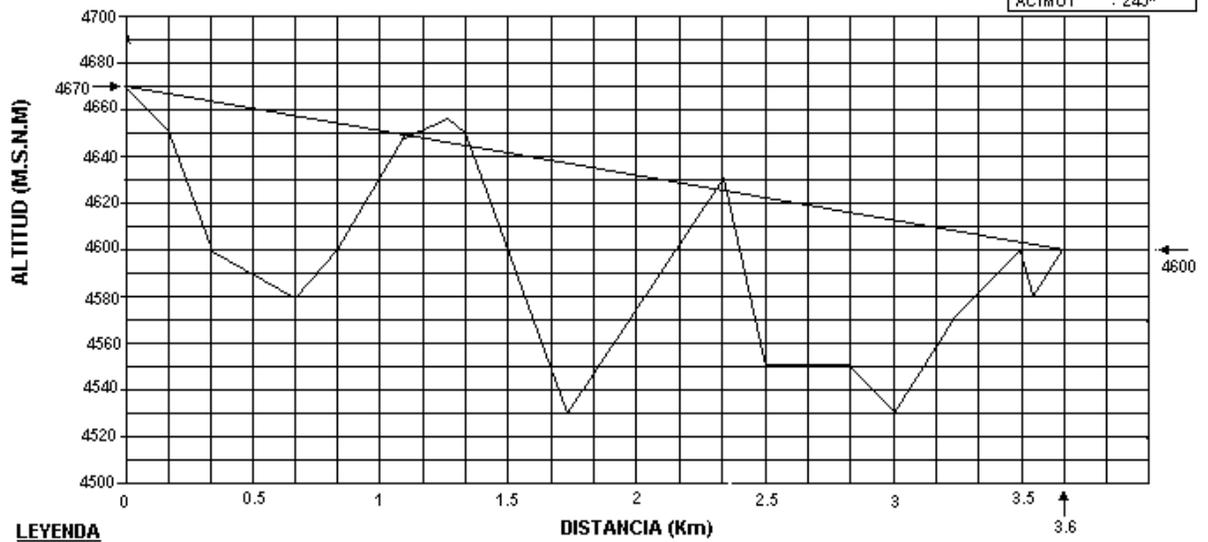
DISTANCIA : 3.50 Km
ACIMUT : 37°



LEYENDA
 Altitud(m.s.n.m.) $K = 4/3$ visibilidad

PERFIL N° 9: C° RUMAQUI

DISTANCIA : 3.6 Km
ACIMUT : 245°

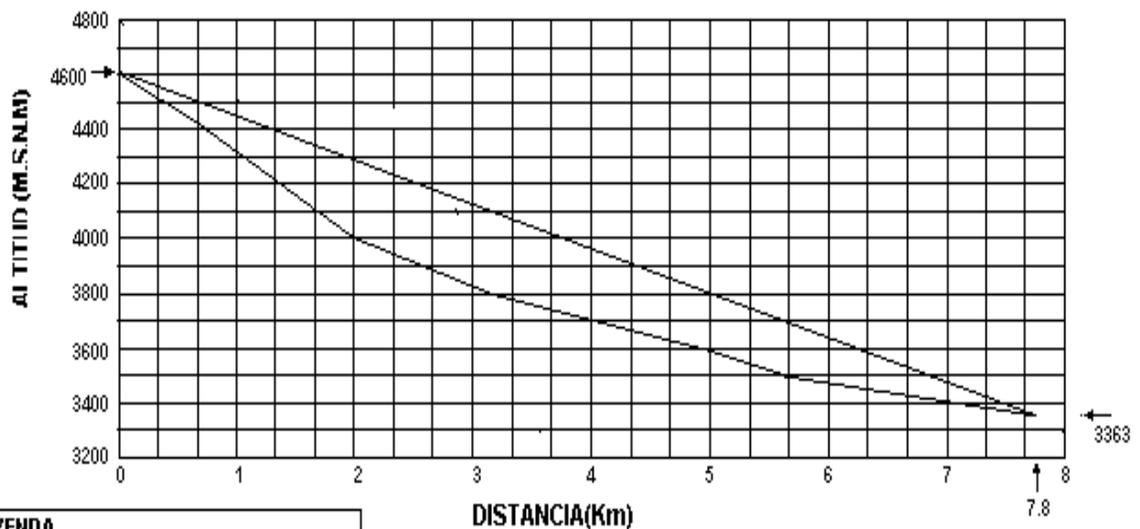


LEYENDA

Altitud(m.s.n.m.) K = 4/3 visibilidad

PERFIL N° 10: C° LAS PIEDRAS

DISTANCIA: 7.8 Km
ACIMUT : 255°

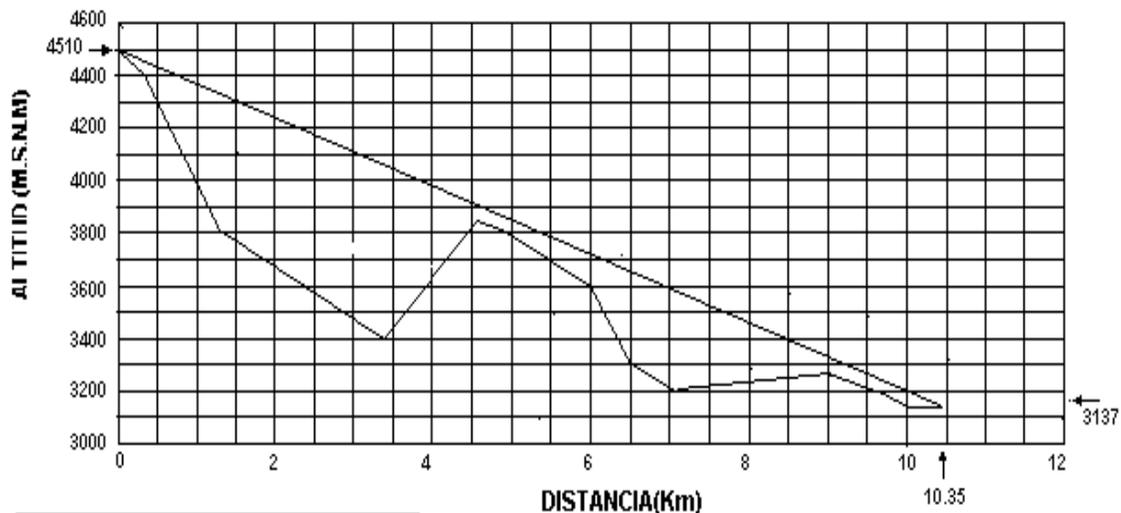


LEYENDA

Altitud (M.S.N.M.) K = 4/3 Visibilidad

PERFIL N° 11: C° QUISEPOMARCA

DISTANCIA: 10.35 Km
ACIMUT : 15°

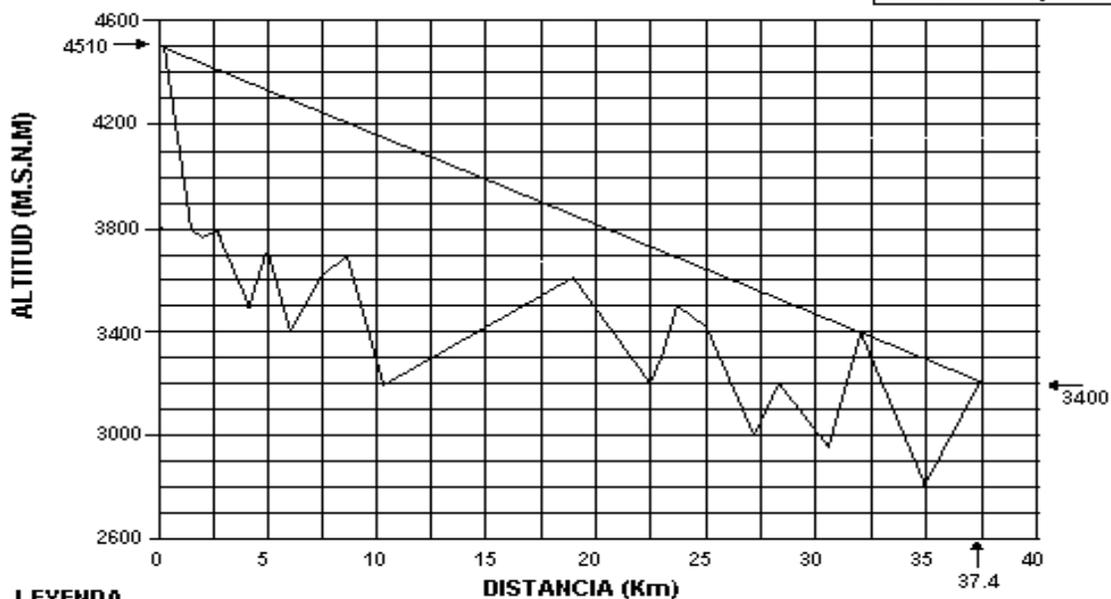


LEYENDA

—	—	—
Altitud (M.S.N.M.)	K = 4/3	Visibilidad

PERFIL N° 12 : C° BELLAVISTA

DISTANCIA : 37.4 km
ACIMUT : 8°



LEYENDA

—	—	—
Altitud(m.s.n.m.)	K = 4/3	visibilidad

ANEXO C
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MINIMAS

- El equipo recomendado es uno de baja/media capacidad, puesto que deberá trabajar en promedio con 8x2 Mb/s.
- El diseño del sistema deberá incluir una serie de tecnología y técnicas de corrección de errores (FEC a bloques y convolucional).
- Diseñado para la banda de 7 GHz y 15/18/23 GHz.
- Deberà contar con un cable de unión entre IDU y ODU permite llevar las siguientes señales.
- Espectro de IF principal en transmisión (320 MHz) y recepción (70 MHz).
 - Señal de servicios (gestión y comunicación vocal) entre IDU-ODU hacia arriba (6,5 MHz) y hacia abajo (7,5 MHz).
- Alimentación de corriente continua para el ODU.
- Corrección de errores FEC convolucional. Se aplica una etapa de codificación Trellis y decodificador mediante el algoritmo de Viterbi.
- Codificación Interleaver. Permite reducir los efectos producidos por las ráfagas de errores (Burst). Deberà ser del tipo matricial de 152x4 Bytes; es decir, trabaja con 4 tramas de 152 Bytes .
- Codificador Scrambler del tipo autosincronizado y el polinomio generador deberá ser $X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^2+1$.
- Deberà utilizar un tipo de modulación especial derivada de las CP-FSK; modulación FSK de fase continua.
- Debe permitir la gestión del sistema se realiza mediante protocolos TCP/IP con una protocolo de aplicación propietario TNMP.
- Corrección de errores FEC convolucional. Se aplica una etapa de codificación Trellis y decodificador mediante el algoritmo de Viterbi.

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

- Robert S. Elliott, "Antenna Theory & Design"
- Francisco Ramos Pascual (2007), " Radiocomunicaciones ", 1ra Ed. España: Edit. Marcombo.
- Javier Bara Temes (2000), "Circuitos de Microondas con líneas de Transmisión", 1ra Ed. , Edit. Alfa y Omega.
- Armando García Domínguez (2004), "Cálculo De Antenas" ,3ra ed. España
- Clay Laster (1984), Guía del Radioaficionado Principiante.
- Barrit, Paul. (2002) , "Introducción a la Intranet". , 2da. ed. México: Edit. Mc Graw Hill.
- Revista IDM "Intranet Design Magazine".
- José.Sostemas Lorent (2002) Chile, Intranet para dar seguridades a las comunicaciones, Edit. Tecnología y Ciencia.
- Ayala, F.J., "Sistemas de Radiodifusión y Radioenlaces"
- Manuel Huidobro (2006), "Tecnología de Telecomunicaciones", 1ra Ed., 2da. ed. España: Edit. Mc Graw Hill.
- Cesar Macchi (2002), "Teleinformática", Ed. Omega.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- Instituto Geográfico Nacional, Dirección Nacional de Cartografía.
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- Ministerio del Interior
- Ministerio de Defensa
- www.rfsworld.com
- www.motorola.com
- www.harris.com
- [www.screen .it](http://www.screen.it)
- www.siemes.com